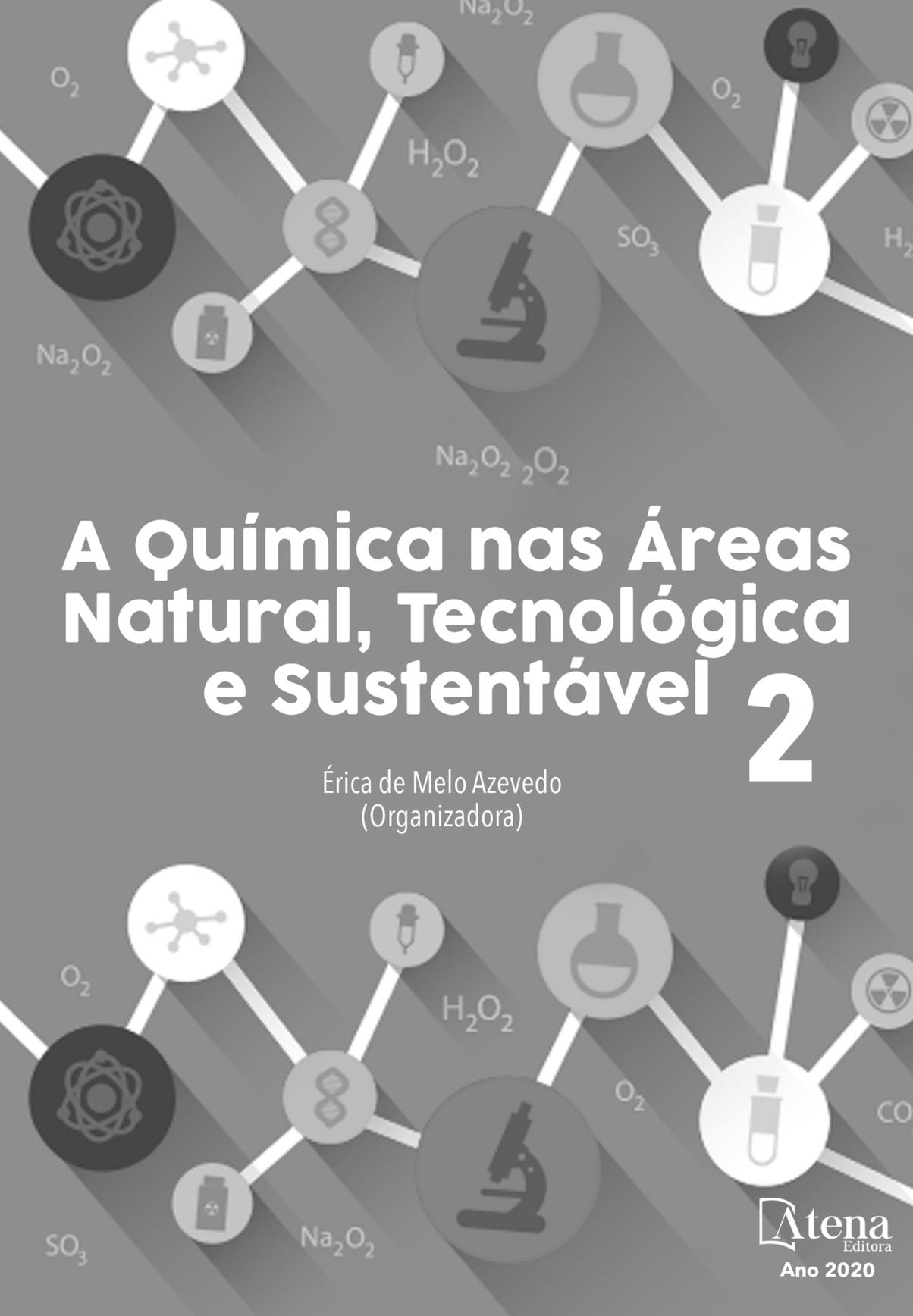
A decorative graphic on a teal background featuring a network of white lines connecting various chemistry-related icons. The icons include a dark blue atom, a white molecular structure, a cyan beaker, a red microscope, an orange flask, a white test tube, a cyan radiation symbol, and a dark blue lightbulb. Chemical formulas such as O_2 , Na_2O_2 , H_2O_2 , SO_3 , and $Na_2O_2 \cdot 2O_2$ are scattered throughout the design.

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

The background features a network of white lines connecting various circular icons and chemical formulas. The icons include a DNA helix, a microscope, a flask with liquid, a test tube, a lightbulb, a radiation symbol, a battery, and a molecular structure. Chemical formulas such as O_2 , Na_2O_2 , H_2O_2 , SO_3 , and CO are scattered throughout the design.

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

Q6 A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Érica de Melo
Azevedo. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-386-6

DOI 10.22533/at.ed.866201906

1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3.
Sustentabilidade. I. Azevedo, Érica de Melo.

CDD 540

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Coleção “A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável” apresenta artigos de pesquisa na área de química e que envolvem conceitos de sustentabilidade, tecnologia, ensino e ciências naturais. A obra contém 69 artigos, que estão distribuídos em 3 volumes. No volume 1 são apresentados 29 capítulos sobre aplicações e desenvolvimentos de materiais adsorventes sustentáveis e polímeros biodegradáveis; o volume 2 reúne 20 capítulos sobre o desenvolvimento de materiais alternativos para tratamento de água e efluentes e propostas didáticas para ensino das temáticas em questão. No volume 3 estão compilados 20 capítulos que incluem artigos sobre óleos essenciais, produtos naturais e diferentes tipos de combustíveis.

Os objetivos principais da presente coleção são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas de química e de suas áreas correlatas no desenvolvimento de tecnologias e materiais que promovam a sustentabilidade e o ensino de química de forma transversal e lúdica.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de adsorventes, polímeros, análise e tratamento de água e efluentes, propostas didáticas para ensino de química, óleos essenciais, produtos naturais e combustíveis.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a coleção “A Química nas áreas natural, tecnológica e Sustentável”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A LEITURA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS COMO PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Ana Nery Furlan Mendes

Silvia Pelição Batista

DOI 10.22533/at.ed.8662019061

CAPÍTULO 2..... 15

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL AO DESCARTE DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Andréia Anele de Bortolli Pasa

Ledyane Rocha Uriartt

Rodrigo Lapuente de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.8662019062

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE BIOLÓGICA NA ÁGUA DA PRAIA DO ARUCARÁ NO MUNICÍPIO DE PORTEL – PARÁ – BRASIL

Pedro Moreira de Sousa Junior

Fernanda Sousa de Carvalho

Marcelly Balieiro Alves

Mateus Higo Daves Alves

Antônio Reynaldo de Sousa Costa

Gabrielle Costa Monteiro

Orivan Maria Marques Teixeira

Auriane Consolação da Silva Gonçalves

Jessica Vasconcelos Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.8662019063

CAPÍTULO 4..... 32

ANÁLISE DA ESPESSURA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO MEIO FILTRANTE EM FILTRO RESIDENCIAL

Matheus da Silva Soares

Giulia Engler Donadel

Evandro Roberto Alves

Priscila Pereira Silva

DOI 10.22533/at.ed.8662019064

CAPÍTULO 5..... 40

ANALYSIS OF CORROSION RESISTANCE BEHAVIOUR IN ACID MEDIUM OF ALUMINIUM ALLOY WITH INTERMETALLIC α -Al₁₅(Fe, Mn, Cr)₄Si₂

Moises Meza Pariona

DOI 10.22533/at.ed.8662019065

CAPÍTULO 6..... 53

AVALIAÇÃO DO BINÔMIO SABER POPULAR *VERSUS* SABER CIENTÍFICO

DE PLANTAS MEDICINAIS NO CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Ossalin de Almeida
Elizabeth Maria Soares Rodrigues
Leonan Augusto da Silva Maciel
Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

DOI 10.22533/at.ed.8662019066

CAPÍTULO 7..... 65

CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL EM PEIXES DO RIO TELES PIRES NA REGIÃO DA USINA HIDRELÉTRICA-UHE COLÍDER, MATO GROSSO

Solange Aparecida Arrolho da Silva
Anne Sthephane Arrolho Silva Correa
Liliane Stedile de Matos
Claumir Cesar Muniz
Aurea Regina Alves Ignacio
Michelli Regina de Almeida Cardoso Ramos

DOI 10.22533/at.ed.8662019067

CAPÍTULO 8..... 75

ELETRODOS MODIFICADOS COM CuO e Cu₂[Fe(CN)₆]: INVESTIGAÇÃO ELETROQUÍMICA NA PRESENÇA DE AZUL DE METILENO E ÍONS AG⁺

Wallonilson Veras Rodrigues
Anderson Fernando Magalhães dos Santos
Wesley Yargus Silva Santos
Welter Cantanhede da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8662019068

CAPÍTULO 9..... 92

DROGAS DE ESTUPRO: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Aline Machado Zancanaro

DOI 10.22533/at.ed.8662019069

CAPÍTULO 10..... 102

EFEITO DO TEOR DE ÁGUA E DE NaCl SOBRE A DENSIDADE DA BARRIGA SUÍNA APÓS A SALGA

Rodrigo Rodrigues Evangelista
Marcio Augusto Ribeiro Sanches
Bruna Grassetti Fonseca
Andrea Carla da Silva Barretto
Javier Telis Romero

DOI 10.22533/at.ed.86620190610

CAPÍTULO 11..... 112

ENSINO DE CIÊNCIAS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES SOBRE A PERSPECTIVA DA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

Lucilene Lösch de Oliveira

Pâmela Daniely Schwertner Werner
Ana Rita Kraemer da Fontoura
Samile Martel Rhoden

DOI 10.22533/at.ed.86620190611

CAPÍTULO 12..... 122

ESTUDO DA AÇÃO COMPETITIVA ENTRE CROMO E COBRE NA REAÇÃO DE COMPLEXAÇÃO UTILIZANDO EXTRATO DE MANJERICÃO COMO COMPLEXANTE ORGÂNICO

Alexandre Mendes Muchon
Alex Magalhães Almeida

DOI 10.22533/at.ed.86620190612

CAPÍTULO 13..... 129

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO MICROPOLUENTE NORFLOXACINA UTILIZANDO UV E UV + H₂O₂

Ani Caroline Weber
Bruna Costa
Sabrina Grandó Cordeiro
Renata Pelin Viciniescki
Ytan Andreine Schweizer
Letícia Angeli de Oliveira
Peterson Haas
Aline Botassoli Dalcorso
Gabriela Vettorello
Daniel Kuhn
Bárbara Buhl
Elziane Pereira Ferro
Aline Viana
Eduardo Miranda Ethur
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.86620190613

CAPÍTULO 14..... 140

INSTRUMENTOS AVALIATIVOS: BUSCANDO PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO ESCOLAR

Carlos Alberto Soares dos Santos Filho
Morgana Welke
André de Azambuja Maraschin
Claudete da Silva Lima Martins

DOI 10.22533/at.ed.86620190614

CAPÍTULO 15..... 147

INTEGRANDO EDUCAÇÃO, QUÍMICA E TECNOLOGIA: INOVAÇÕES NO ENSINO INTERDISCIPLINAR NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Samile Martel Rhoden
Fabiana Beck Pires
Gláucia Luciana Keidann Timmermann

Larissa de Lima Alves
Lucilene Losh de Oliveira
DOI 10.22533/at.ed.86620190615

CAPÍTULO 16..... 156

USO POTENCIAL DA ÁGUA PRODUZIDA DE PETRÓLEO NA GERAÇÃO DE ENERGIA TERMELÉTRICA: TECNOLOGIA E PERFIL QUÍMICO

Adriana de Lima Mendonça
Lucas Barbosa Silva Neto
Wesley da Costa Araújo
Ruth Rufino do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.86620190616

CAPÍTULO 17..... 165

PRODUÇÃO DE IOGURTE COMO TEMA GERADOR PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO MÉDIO

Larissa de Lima Alves
Sandra Elisabet Bazana Nonenmacher
Samile Martel Rhoden
Taigor Quartieri Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.86620190617

CAPÍTULO 18..... 175

USO DE UM SIMULADOR INTERATIVO PARA O ESTUDO QUALITATIVO DO CONCEITO DE DENSIDADE

Samuel Robaert

DOI 10.22533/at.ed.86620190619

CAPÍTULO 19..... 187

VÍDEOS DRAW-CHEMISTRY COMO RECURSO DIDÁTICO AUDIO-LOGO-VISUAL PARA DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA

Narayana Sandes Silva
Ana Íris Correia Tavares da Silva
Monique Gabriella Angelo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.86620190620

SOBRE A ORGANIZADORA..... 198

ÍNDICE REMISSIVO..... 199

CAPÍTULO 1

A LEITURA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS COMO PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Ana Nery Furlan Mendes

Universidade Federal do Estado do Espírito Santo
São Mateus - ES
<http://lattes.cnpq.br/8266113579775016>

Silvia Pelicão Batista

Centro de Atividades José Meira Quadros SESI
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/3251238798870670>

RESUMO: A Leitura de artigos científicos é uma proposta metodológica para ser desenvolvida no Ensino Médio, apresentando apontamentos significativos referentes as orientações contidas na BNCC para o desenvolvimento das competências que exercite a curiosidade intelectual, a argumentação, o autoconhecimento e a ação autônoma. Este trabalho apresenta um recorte da metodologia desenvolvida e que culminou em uma dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica (PPGEEB/UFES). Os resultados apresentados são da pesquisa desenvolvida com 55 alunos das terceiras séries de uma escola pública na cidade de São Mateus-ES, na qual contemplou-se uma diversidade de atividades e estratégias, incluindo a leitura de artigos científicos e livros, a escrita, o trabalho de pesquisa, os debates orais, a experimentação e as impressões dos alunos. Percebeu-se

como estas estratégias são eficientes para o aprendizado dos alunos da ciência Química, o que favorece a interlocução da linguagem social e científica necessária na contemporaneidade.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologias alternativas, BNCC, Ensino médio.

THE READING OF SCIENTIFIC ARTICLES AS A METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE TEACHING OF CHEMISTRY

ABSTRACT: The Reading of scientific articles is a methodological proposal to be developed in High School, presenting significant notes regarding the guidelines contained in the BNCC for the development of skills that exercise intellectual curiosity, argumentation, self-knowledge and autonomous action. This work presents a cut of the methodology developed and that culminated in a master's thesis presented to the Postgraduate Program in Basic Education (PPGEEB/UFES). The results presented are from research developed with 55 students from the third grades of a public school in the city of São Mateus-ES, in which a diversity of activities and strategies were contemplated, including the reading of scientific articles and books, writing, research work, oral debates, experimentation and impressions of students. It was realized how efficient these strategies are for the learning of chemical science students, which favors the interlocution of the social and scientific language necessary in contemporaneity.

KEYWORDS: Alternative methodologies, BNCC, High School.

1 | INTRODUÇÃO

Estar como mediador do conhecimento no processo ensino-aprendizagem de química torna-se um dos grandes desafios contemporâneo, devido aos constantes assédios por placebos, panaceia, conhecimentos falseados pela emoção vaga e inconsistente, difundido através de shows que não favorece de forma estruturante a constituição dos significados na linguagem científica e no Conhecimento Escolar.

O conhecimento escolar sugere a inserção dos conteúdos atitudinais, procedimentais, factuais e conceituais, e os contempla nas avaliações qualitativa, tendo em vista que cada indivíduo atua no meio segundo as teses do pensamento dialético.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017) apresenta a necessidade do desenvolvimento global do cidadão, por meio das práticas cognitivas e socioemocionais, afirmando ainda que os valores contribuem para uma sociedade consciente, reflexiva e mais justa, diante das suas atividades humanas diárias.

A BNCC, afirma que:

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2017, p. 14).

Certamente, a área da Ciência da Natureza insere os conhecimentos químicos contextualizados em alto nível de importância social, pois está intrinsecamente presente em diversos materiais na vida das pessoas, na tecnologia, no meio ambiente e nos processos industriais. No entanto, muitas pessoas ainda não são capazes de fazer escolhas dos produtos que consomem em seu cotidiano, possivelmente pela falta da alfabetização e ou letramento científico. Chassot (2003) defende que a alfabetização científica é uma linguagem, “assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo” (p. 91).

Associar os conhecimentos cognitivo da área da Ciência da Natureza ao socioemocional pode favorecer na tomada de decisão mais consciente. A BNCC (BRASIL, 2017, p. 8-10) preconiza que se desenvolva dez competências, no entanto dar-se-á enfoque em que: a) se exercite a curiosidade intelectual e recorra à abordagem própria das ciências; b) argumente com base em fatos, dados e

informações confiáveis, c) favoreça o autoconhecimento para cuidar de sua saúde física e emocional, reconhecendo suas emoções; d) exercite a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro; e) Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Uma proposta para garantir que os alunos, no espaço escolar, sejam direcionados ao ensino dentro das normativas e as diretrizes estabelecida na BNCC e prevista na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional é a inserção da Leitura de Artigos Científicos no Ensino Médio.

Essa proposta torna possível o envolvimento dos alunos de forma autônoma, sugerida como uma das competências de relevância na BNCC, através da comunicação dialética e dialogada, pois ao utilizar a estratégia de leitura de artigos como pilares da construção do conhecimento escolar, inclui o aluno como o principal sujeito de todo o processo. Além disso, associa a experimentação e debates contínuos, apresentando tributos valorativos segundo as impressões dos alunos e do educador em todo o momento da construção no processo ensino aprendizagem.

Certamente, o conjunto dessas ações além de promover uma proposta metodológica, torna-se um espaço de investigação para o educador na validação da construção das competências e os conteúdos específicos de química e ao mesmo tempo promove uma movimentação interacionista entre professor e aluno.

A partir da nossa vivência como professoras da área da Ciência da Natureza e pesquisadoras da própria prática, evidenciamos a importância da leitura e da escrita na área das “exatas”. Essa discussão emerge a partir das pesquisas que iniciamos no ano de 2014, nos quais os resultados afirmam positivamente para leitura de artigos científicos como uma proposta metodológica, capaz de favorecer a interlocução da linguagem social e científica dos educandos.

Parafraçando Galiuzzi (2014), a linguagem humana possibilita o surgimento da consciência, da reflexão e do mental, conseguinte podemos afirmar que somos produto de uma linguagem sociocultural, assim cada área do conhecimento escolar atribui de forma diferente suas representações, modelos, leis e teorias para se comunicar, reafirmando notoriamente que a linguagem científica torna-se uma necessidades social.

Portanto, ao pensar em transformar a sala de aula em um objeto de pesquisa para desenvolver a maior aproximação dos saberes dos alunos e professor, ampliou-se as possibilidades na identificação inicialmente de *“como os alunos pensam e aprendem os conhecimentos químicos? Como transitariam pelas leituras de artigos científicos e outras bibliografias que não sejam os livros didáticos? Qual a percepção do significado das palavras nos livros didáticos e na observação da experimentação*

para a construção dos conhecimentos no Ensino de Química?”.

Este trabalho pretende descrever uma proposta metodológica por meio da Leitura de Artigos Científicos desenvolvida no ano de 2014 e trazer apontamentos significativos diante das orientações norteadas pela BNCC em 2017 (BRASIL, 2017), bem como, o desenvolvimento das competências gerais que se relaciona ao exercício da curiosidade intelectual, autonomia e nas relações socioemocional dos alunos em todo o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem .

2 | PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Essa pesquisa de caráter qualitativa foi desenvolvida em uma escola pública, com alunos de duas turmas das terceiras séries dos cursos técnicos Integrados de Mecânica e eletrotécnica na cidade de São Mateus-ES. O período de desenvolvimento do trabalho com os alunos foi de cinco meses, com uma carga horária de 2 horas/aulas semanais. Além disso, houve atendimento no contraturno de 1 hora semanal, ministrada pelo professor regente da disciplina de Química, totalizando quatro horas de orientação para cada grupo. O total de 55 alunos, entre as duas turmas, desenvolveu esse trabalho.

Nesta pesquisa foram analisadas as metodologias que contribuem para o aprendizado na visão dos discentes, através de uma proposta metodológica desenvolvida nas seguintes etapas: leitura de artigos científicos da Química Nova (QN) e Química Nova na Escola (QNE), construção da escrita entre fichamentos, relatórios e resenha crítica; desenvolvimento da experimentação e a contínua avaliação como interventora do processo ensino-aprendizado com debates, releituras e reescrita .

Os procedimentos do trabalho, na visão do docente, foram pautados no contrato didático e pedagógico, apresentando aos discentes todo o planejamento a ser desenvolvido com cronograma de atividades e os critérios de avaliação durante os cinco meses, iniciado no ano de 2014.

A investigação desse trabalho, desenvolveu-se na observação e coleta de dados, na identificação do pensar e ser dos discentes como contribuintes na organização do trabalho do professor. Os questionamentos orais foram utilizados para iniciar a identificação qualitativa do pensar dos alunos e seguiram esta sequência: i) Por que escolheram o curso Técnico Integrado em Eletrotécnica ou Mecânica? ii) o que pensam sobre a aprendizagem na disciplina de química e o que esperam aprender? iii) já leram algum artigo? Qual?

Através dos dados coletados foi necessário fazer as escolhas dos artigos, diante das expectativas na visão dos discentes, na visão institucional associado ao plano de trabalho já preestabelecido, na visão do docente enquanto mediador do

conhecimento capaz de promover integração para a construção do conhecimento químico e na tentativa da aproximação de uma educação plena.

Iniciou-se as atividades de compartilhar a leitura de artigos disponibilizando por mês de dois a três artigos científicos para cada turma. Esses artigos faziam abordagens aos conteúdos e ou teorias abordadas pelo professor em sala de aula, contudo cada grupo deveria manifestar o desejo de compartilhar a leitura dos artigos com suas impressões e conhecimentos desenvolvido durante esse processo. Propositamente o docente também associava aos livros didáticos, para proporcionar debates de concordância ou não, entre os sentidos que os artigos atribuíam e os sentidos das palavras contidas nos livros didáticos.

Os alunos formaram grupos com no máximo quatro integrantes para o desenvolvimento do trabalho. Em alguns momentos, foi necessário dois grupos com o mesmo tema em salas diferentes, outros momentos, unir as turmas. Foi estabelecido um período de quatro semanas para a conclusão do trabalho, com atendimentos de uma hora semanal no contraturno para os acompanhamentos e orientações, diante das interpretações e escritas de cada grupo responsável para compartilhar o trabalho com a turma. Portanto, garantiu-se que dois a três grupos da sala apresentassem os trabalhos a cada um mês. Neste processo, alunos e professor faziam parte da banca através das avaliações escritas e orais, das apresentações de preposições e debates diante dos artigos apresentados, compartilhando conhecimentos, dúvidas e propostas para soluções de problemas.

Na etapa experimental necessitou de um espaço que a instituição de ensino não tinha. Portanto, desenvolveu-se materiais alternativos e parcerias entre as Instituições de Ensino. As experimentações foram direcionadas através da temática dos artigos apresentados e os conteúdos estudados em sala com a orientação do professor.

Ao final de todas as etapas direcionadas pela proposta metodológica ministrada em sala de aula, os alunos fizeram uma avaliação final através de um questionário com questões fechadas e abertas, sendo apresentados nesta pesquisa somente quatro apontamentos que foram direcionados na visão dos discentes sobre: 1) a metodologia desenvolvida, 2) as formas de desenvolver a aprendizagem significativa 3) os sentidos das palavras nos livros didáticos, 4) a importância da experimentação na construção do conhecimento químico.

3 I PROPOSTA DE LEITURA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS: AS IMPRESSÕES DOS ALUNOS NO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Inicialmente, conhecer os cinquenta e cinco alunos tornou-se um fator imprescindível para esta investigação, tendo em vista que foram escolhidas duas

turmas da 3ª série dos Cursos Técnicos Integrados, que inicialmente parecia óbvio as escolhas da maioria dos alunos por estarem em um curso técnico, mas para a supressa das respostas emitidas pelos alunos quando foram propostas as primeiras perguntas do “*por que escolheram estudar o curso integrado técnico*”, imediatamente responderam que as escolhas foram definidas pela qualidade do ensino e por não terem condição de pagar uma instituição particular.

Notavelmente, somente três alunos externaram o desejo em dar continuidade nos cursos que estavam estudando. Imediatamente todo o planejamento da inserção dos conteúdos de química voltados para os cursos Técnicos já não faziam muito sentido, sendo necessário repensar no planejamento de forma que pudesse atender ao máximo os interesses destes alunos, sem deflagrar o verdadeiro sentido da construção do conhecimento químico. Isto está em concordância com a BNCC (BRASIL, 2017, p. 14), quando afirma a necessidade do compromisso com a educação integral, diante das aprendizagens sintonizadas com os interesses dos estudantes

Ao se fazer a pergunta “*o que pensavam sobre a aprendizagem na disciplina de química e o que esperavam aprender*”, responderam em comum consenso, quase em um coral humorístico: “o suficiente para passar no vestibular e fazer uma boa prova no ENEM”.

Na pergunta – “*já leram algum artigo? Qual?*”, somente um aluno afirmou ter lido um artigo na área de informática, mas não se lembrava do que se tratava ao certo. Diante das respostas percebeu-se que dos cinquenta e cinco alunos nenhum tinha interesse em se profissionalizar na área de química diretamente, mas 10 alunos sinalizaram o interesse em áreas correlatas como a medicina, biologia e a agrícola. Uma das competências indicadas na BNCC (BRASIL, 2017, p. 9) é que se exercite a curiosidade intelectual e recorra à abordagem própria das ciências. Nesse momento os alunos foram motivados para essa possibilidade, quando o professor apresenta detalhes de um artigo, para mostrar que é uma leitura que pode também fazer parte do processo de aprender.

O plano de trabalho anual contemplava, em cinco meses, os conteúdos: funções orgânicas, estrutura e propriedade física dos compostos orgânicos, isomeria na química orgânica, reações orgânicas, compostos orgânicos naturais e polímeros sintéticos. Portanto, para fazer uma abordagem dos temas através da leitura dos artigos seria necessário um novo planejamento para que os alunos pudessem ser inseridos através das respostas dos questionamentos orais. Diante da organização entre os interesses dos alunos, o plano de curso da escola com os conteúdos específico de química, fez-se a escolha dos artigos da Química Nova e Química Nova na Escola descrita no Quadro 1.

ARTIGOS APRESENTADOS	AUTOR	ANO
Interações Intermoleculares.	Willian R. Rocha	2001
Solubilidade das Substâncias Orgânicas.	Cláudia Rocha Martins	2013
O que é gorduras Trans.	Fábio Merçon	2010
Fármaco e Quiralidade.	Fernando A.S. Coelho	2001
Rotação da Luz polarizada.	Olga Bagatin	2005
Confirmação a Esterificação de Fischer.	Thiago Santangelo Costa	2004
Proteína, Hidrólise Precipitação e um Tema para o ensino de Química.	Wilmo Ernesto Francisco Junior	2006
Toxicidade de Metais em Solução Aquosa: Um Bioensaio para a Sala de Aula.	Soraya Moreno Palácio	2013
A Importância da Vitamina C.	Antonio Rogério Fiorucci	2003
A Importância das Propriedades Físicas dos Polímeros na Reciclagem.	Sandra Mara M. Franchetti	2003
Polímeros Condutores.	Roselena Faez	2000
Análise Qualitativa das Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação dos ions Cúprico.	Vanessa Vivian de Almeida	2013
Produtos Naturais no Ensino de Química: Experimentação para o Isolamento dos Pigmentos do Extrato de Páprica.	Letícia B. da Silva	2006

Quadro 1: Artigos Escolhidos Para a Leitura e o desenvolvimento dos trabalhos

Fonte: Dados dos autores.

O envolvimento dos alunos no trabalho foi construído de forma gradual, mesmo porque inicialmente transmitiam muitas dúvidas, inseguranças para as atividades que precisariam da apresentação dos trabalhos escritos, experimental e oral, principalmente porque umas das turmas estavam separadas em três grupos com muita competitividade, aumentando assim a ansiedade dos grupos. Cada grupo queria fazer melhor que o outro e apesar da proposta metodológica não ser a competição, mas sim o compartilhar de forma construtiva os conceitos e conteúdos químicos foram observados que a competição inicialmente se tornou um dos agentes motivadores para o desenvolvimento dos melhores trabalhos. Outra competência na BNCC (BRASIL, 2017, p. 10) é exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro, neste momento a intervenção do professor é fundamental nesse processo com diálogos e reflexões.

A cada etapa que a pesquisa transitava, constituíam-se valiosos momentos na construção dos conhecimentos atitudinais, procedimentais, factuais e conceituais,

quando alunos através da pesquisa se deparavam com diferentes formas de pensar e ao mesmo tempo tendo que confrontar este pensar da ciência química, não para concretizá-la, mas para ser desafiado a encontrar interpretações sobre o mundo natural e explicar os possíveis comportamentos. Nesse momento fica claro o desenvolvimento da competência descrita na BNCC (BRASIL, 2017, p. 9) relacionada a argumentação com base em fatos, dados e informações confiáveis para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões.

4 | A IMPORTÂNCIA DE IDENTIFICAR COMO OS ALUNOS APRENDEM

Na avaliação descritiva, com o objetivo de identificar como os alunos aprendem, foram feitas as seguintes perguntas aos discentes: 1) *Ao ler o artigo e apresentar você acredita que esta metodologia pode auxiliar em uma maior compressão sobre os conteúdos de química?* 2) *Quando e como mais aprendeu em todo o desenvolvimento deste trabalho?* 3) *O que pode afirmar em relação aos conhecimentos da disciplina química ministrada nos livros didáticos ?* 4) *A experimentação contribuiu para construção do seu conhecimento?*

As respostas dos 55 alunos para a pergunta “Ao ler o artigo e apresentar você acredita que esta metodologia pode auxiliar em maior compressão sobre os conteúdos de química?” estão apresentadas na Tabela 1.

NOMES DOS GRUPOS - ARTIGOS APRESENTADOS	Nº ALUNOS	SIM	NÃO
Interações Intermoleculares.	6	6	
Solubilidade das Substâncias Orgânicas.	6	5	1
O que é gorduras Trans.	4	4	
Fármaco e Quiralidade.	4	4	
Rotação da Luz polarizada.	3	3	
Confirmação a Esterificação de Fischer.	5	5	
Proteína, Hidrólise Precipitação e um Tema para o ensino de Química.	5	5	
Toxicidade de Metais em Solução Aquosa: Um Bioensaio para a Sala de Aula.	3	3	
A Importância da Vitamina C.	4	4	
A Importância das Propriedades Físicas dos Polímeros na Reciclagem.	4	4	
Polímeros Condutores.	5	5	
Análise Qualitativa das Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação dos íons Cúprico.	3	3	
Produtos Naturais no Ensino de Química: Experimentação para o Isolamento dos Pigmentos do Extrato de Páprica.	3	3	

Tabela 1: Respostas dos 55 alunos para avaliar se a metodologia utilizada no trabalho contribuiu para uma melhor compreensão dos conteúdos de Química.

Fonte: Dados dos autores.

Na Pergunta “Ao ler o artigo e apresentar você acredita que esta metodologia pode auxiliar em maior compressão sobre os conteúdos de química?” percebeu-se o envolvimento praticamente total dos alunos na leitura e pesquisa.

Notavelmente não se encontrou na escrita dos alunos que a leitura “foi difícil ou não gostei de ler os artigos”, fazendo-nos refletir “quando realmente os alunos não estão dispostos em realizar as atividades que auxiliam na construção do seu conhecimento?”

Certamente a participação do aluno o faz sentir parte integrante no processo ensino-aprendizagem, mesmo quando através do seu conhecimento presente concepções da ciência química fragmentada ou uma diversidade de visões para o mesmo conceito. De acordo com Schnetzler e Aragão (1995, p. 28), o “objetivo central da educação é melhorar o ensino e aprendizagem de Química”, para isto o aluno precisa ter contato com as diversas comunicações promovidas por esta ciência como leitura de artigos, periódicos e participação de eventos que os incluam na comunicação da comunidade científica.

Ao perguntar “Quando e como mais aprendeu em todo o desenvolvimento deste trabalho?”, as respostas foram variadas apresentando sentidos semelhantes entre lendo, escrevendo, experimentando e nos debates. A seguir serão apresentadas (de maneira transcrita) algumas respostas dos alunos nomeados com a numeração de 1 a 9.

Aluno 1: *No momento que li o artigo e surgiu dúvidas e tive a oportunidade de saná-las.*

Aluno 2: *Quando li o artigo e quando fiz o trabalho escrito, pois para escrevê-lo, foi necessário muita pesquisa e entendimento do conteúdo.*

Aluno 3: *A parte que me promoveu aprendizagem foi a leitura do artigo*

Aluno 4: *Na revisão do artigo, porque são feitos confrontos entre as ideias apresentadas e através desta parte ocorre novos aprendizados e o “concerto” de ideias que foram ensinadas de forma errada.*

Aluno 5: *Nas releituras do artigo e na realização da revisão*

Aluno 6: *quando me questionava sobre informações presentes no artigo e procurava saná-las seja com auxílio da professora, seja buscando em livros ou internet.*

Aluno 7: *No momento do experimento onde pudemos ver de maneira prática a teoria estudada.*

Aluno 8: *Durante o levantamento bibliográfico para o fichamento a busca pela explicação de alguns conceitos estar durante o desenvolvimento e também os procedimentos de experimentos.*

Aluno 9: *Sim todas as etapas colaboraram para um novo aprendizado.*

Deve-se constantemente fazer reflexões no provimento das aulas através das diferentes formas de aprender que cada indivíduo desenvolve e se relaciona, visto que as respostas representadas pelos discentes comprovam estas diferentes formas de aprender.

No gráfico da Figura 1 são apresentadas as respostas dos 55 alunos quando foi direcionada esta pergunta aberta para identificar quando perceberam que a aprendizagem se tornou significativa.

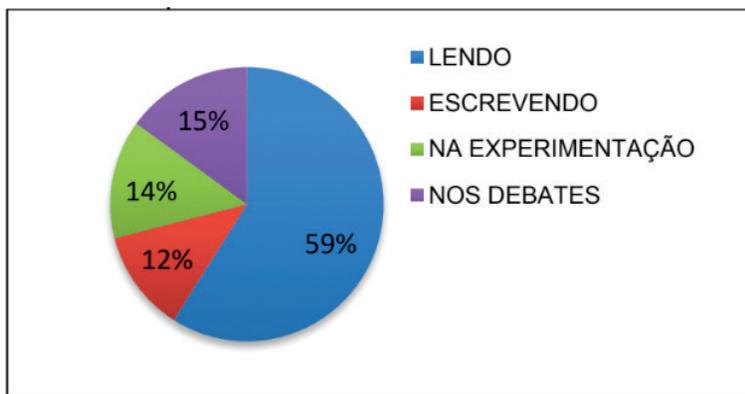


Figura 1: Gráfico com as respostas dos 55 discentes para a pergunta: "Quando e como mais aprendeu em todo o desenvolvimento deste trabalho?".

Fonte: Dados dos autores.

Pelas respostas fornecidas pelos alunos e apresentadas na Figura 1, observa-se que os alunos apresentam diversidades na forma de aprender e transfere de formas distintas suas construções. Se em um processo ensino-aprendizagem não for levado em consideração às metodologias diversificadas, a avaliação neste processo transforma-se em uma quantificação de dados e não em um processo diagnosticador e interventor na construção do conhecimento químico.

Ao buscar o significado e sentido das palavras que os alunos indicavam, foi proposto que fizessem um texto contemplando todo o trabalho desde a leitura do artigo até a experimentação e para isto necessitaria comparar de forma favorável ou não a utilização do livro didático e mais duas referências através da seguinte pergunta: "O que pode afirmar em relação aos conhecimentos da disciplina química ministrada nos livros didáticos". O resultado está apresentado na Tabela 2.

NOMES DOS GRUPOS - ARTIGOS APRESENTADOS	Nº ALUNOS	C	NC
Interações Intermoleculares.	6	2	4
Solubilidade das Substâncias Orgânicas.	6	1	5
O que é gorduras Trans.	4		4
Fármaco e Quiralidade.	4		4
Rotação da Luz polarizada.	3		3
Confirmação a Esterificação de Fischer.	5		5
Proteína, Hidrólise, Precipitação e um Tema para o ensino de Química.	5		5
Toxicidade de Metais em Solução Aquosa: Um Bioensaio para a Sala de Aula.	3		3
A Importância da Vitamina C.	4		4
A Importância das Propriedades Físicas dos Polímeros na Reciclagem.	4		4
Polímeros Condutores.	5		5
Análise Qualitativa das Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação dos íons Cúprico.	3		3
Produtos Naturais no Ensino de Química: Experimentação para o Isolamento dos Pigmentos do Extrato de Páprica.	3		3

Tabela 2: Respostas dos alunos a respeito dos livros didáticos para o desenvolvimento do trabalho através da leitura dos artigos.

Consistente (C) Não Consistente (NC)

Fonte: Dados do autor.

Os alunos utilizaram várias nomenclaturas para identificar os sentidos e significados que os livros didáticos os transmitiram após compartilhar a leitura dos treze artigos. Portanto, as classificações indicadas pelos alunos estão sendo representadas pelas palavras “consistente e não consistente” na Tabela 2, visto que classificaram os conteúdos presente nos livros didáticos como: conteúdo superficial, básico, vazio, falta de conteúdo, fragmentado, resumido, incompleto e generalizado.

Conforme preconizada nas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - OCNEM (BRASIL, 2006), as deficiências do livro didático já tinha sido identificada e torna-se claro para os alunos a desatualização conceitual quando é apresentada em alguns livros que “solvente é tudo aquilo que dissolve”, “a molécula apresenta carbono quiral”, “a água vai acabar”. Os alunos ainda identificaram que os livros didáticos não relacionam as transformações químicas com o envolvimento da cinética e a energia e não abordam o contexto histórico da Ciência Química.

Ao entender a impressão dos alunos a respeito da experimentação, através do trabalho e do olhar da comunicação científica, foi solicitado que os alunos

responderem a seguinte pergunta “A experimentação contribuiu para construção do conhecimento”? As respostas fornecidas estão apresentadas na Tabela 3.

NOMES DOS GRUPOS - ARTIGOS APRESENTADOS	Nº ALUNOS	SIM	NÃO
Interações Intermoleculares.	6	6	
Solubilidade das Substâncias Orgânicas.	6	5	1
O que é gorduras Trans.	4	4	
Fármaco e Quiralidade.	4	3	1
Rotação da Luz polarizada.	3	3	
Confirmação a Esterificação de Fischer.	5	5	
Proteína, Hidrólise, Precipitação e um Tema para o ensino de Química.	5	5	
Toxicidade de Metais em Solução Aquosa: Um Bioensaio para a Sala de Aula.	3	3	
A Importância da Vitamina C.	4	4	
A Importância das Propriedades Físicas dos Polímeros na Reciclagem.	4	4	
Polímeros Condutores.	5	5	
Análise Qualitativa das Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação dos íons Cúprico.	3	2	1
Produtos Naturais no Ensino de Química: Experimentação para o Isolamento dos Pigmentos do Extrato de Páprica.	3	3	

Tabela 3: Respostas dos alunos a respeito da experimentação como contribuinte no processo ensino-aprendizagem.

Fonte: Dados do autor.

Os alunos ao apresentarem suas impressões sobre a experimentação afirmam com clareza sua importância, mas ao retornar as respostas apresentada pelos alunos quando foi perguntado “Quando e como mais aprendeu em todo o desenvolvimento do trabalho”? Somente 14% dos alunos citaram a experimentação como a atividade que lhe forneceu maior significado no processo ensino-aprendizado. As justificativas apresentadas pelos alunos da importância da experimentação neste trabalho foram de que a experimentação contribui porque assimila, solidifica, fixa, estimula o maior interesse, completando ainda que é a teoria que justifica a prática. Para Silva e Zanon (2000) a experimentação não garante, por si só, a aprendizagem; não é uma via de mão única na qual o experimento comprova a teoria ou vice-versa e, no nível médio, não tem o objetivo de formar laboratoristas. Para Maldaner (2000) a experimentação no contexto escolar ainda não compreende a função no desenvolvimento científico, visto que é um princípio orientador da aprendizagem,

devendo perceber a relevância atribuída às atividades experimentais para que seja entendida como um contribuinte no processo aprendizagem.

5 | CONCLUSÃO

Esta pesquisa além de descrever parte do relato de uma proposta metodológica diversificada para alunos da 3ª série do Ensino Médio, traz apontamentos significativos no desenvolvimento das orientações descritas na BNCC E OCNEM, compartilhando de forma consensual em tempos diferentes as necessidades de uma formação humana integral por meio da mobilização de dez competências, aqui neste trabalho apresentadas, as competências em que se exercitou a curiosidade intelectual, a argumentação, o autoconhecimento e a ação autônoma.

De forma esplendida os alunos neste trabalho tomaram consciência da sua forma de aprender através da escrita, dos debates entre alunos e professor, da experimentação, e principalmente através da leitura, visto que 59% dos alunos participantes responderam que o momento que mais promoveu o aprendizado significativo foi através da leitura dos artigos. Os discentes em suas impressões indicaram a fragilidade conceitual dos livros didáticos e a forma de utilização, e ainda apresentaram a importância no desenvolvimento de atividades diversificadas que os insira como parte de toda a construção do processo, enquanto um ser crítico, construtor do seu potencial intelectual.

Para o professor pesquisador de sua própria prática docente, estabeleceu parâmetros para a continuidade de novos trabalhos norteados pela leitura de artigos científicos e nas diversas formas de aprender do aluno, fornecendo-lhe subsídios para mediar os conhecimentos pertinentes ao ensino escolar da ciência química.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza e matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, Secretaria da Educação Básica, 2006. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 15 maio 2020

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 15 maio 2020.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro: ANPEd; Campinas: Autores Associados, v. 8, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020

GALIAZZI, Maria do Carmo. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências**. Ijuí: Unijuí, 2014.

MALDANER, Otavio Aloísio. **A formação inicial e continuada de professores de química.** Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro. **Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química.** Química Nova na Escola, n. 1, p. 27-31, 1995.

SILVA, Lenice Heloísa de Arruda; ZANON, Lenir Basso. **A experimentação no ensino de ciências.** In: R. P. Schneltzer, R. P., M. R. Aragão. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas: UNIMEP/CAPES, 2000.

CAPÍTULO 2

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL AO DESCARTE DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Andréia Anele de Bortolli Pasa

Colégio Marista Ipanema
Porto Alegre, RS

<http://lattes.cnpq.br/3373782665218801>

Ledyane Rocha Uriart

Colégio Marista Ipanema
Porto Alegre, RS

<http://lattes.cnpq.br/0203101474773942>

Rodrigo Lapuente de Almeida

Colégio Marista Ipanema
Porto Alegre, RS

<http://lattes.cnpq.br/0636635170165724>

RESUMO: O estudo integrado dos fatores ambientais pode ser amplamente avaliado durante experimentos práticos. Essa abordagem consiste em uma importante ferramenta didática no ensino fundamental. Nesse contexto, estudantes do nono ano coletaram resíduos orgânicos e construíram uma composteira reutilizando resíduos plásticos. O experimento foi monitorado periodicamente quanto a parâmetros químicos-físicos e biológicos. A transformação dos resíduos orgânicos em composto e chorume, bem como suas características físico-químicas foram analisadas. A colonização por organismos foi discutida e associada às condições químicas e físicas do experimento. Cada alteração no aspecto do composto foi examinada, com o propósito de esclarecer os processos que

ocorrem durante a decomposição. A realização dessa prática permitiu concluir que a utilização de técnicas não convencionais de aprendizagem estimula e desenvolve o exercício do método científico e aplicação de conceitos teóricos. Além disso, viabilizou-se uma possibilidade sustentável no descarte de resíduos orgânicos domésticos.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, educação ambiental, ciclagem de nutrientes.

SUSTAINABLE ALTERNATIVE TO THE DISPOSAL OF ORGANIC WASTE AS A TOOL IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCES

ABSTRACT: The integrated study of environmental factors can be widely evaluated during practical experiments. This approach is an important tool for teaching in elementary education. In this context, ninth-grade students collected organic residue and built a composter with plastic waste. The experiment was monitored periodically for chemical, physical and biological parameters. The study analyzed both the transformation of organic waste into compost, slurry and natural fertilizer and its physical-chemical characteristics. Also, the colonization by organisms was discussed and associated with the experiment's chemical and physical conditions. The observed changes in the compost's aspect were examined in order to clarify the physical and chemical processes that occur during the decomposition. This practice allows us to conclude that the use of non-conventional learning techniques provides stimulation and develops the scientific method practice and the application of theoretical concepts. In addition, it

was evidenced that there is a sustainable possibility in the disposal of organic waste.

KEYWORDS: Composting, environmental education, nutrient cycling.

1 | INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental é a ferramenta para promover uma reflexão de um desenvolvimento sustentável e nos torna co-responsáveis por uma mudança efetiva em hábitos e ações voltadas para o meio ambiente. Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental - Lei nº 9795/1999, apresenta em seu artigo 1º:

“Entende-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”

A sequência didática oportuniza o trabalho com situações problemas, tornando o estudante um sujeito ativo, um protagonista de sua aprendizagem. Segundo Pozo e Echeverría (1988), é necessário que os alunos sejam instigados a buscar a resolução de problemas a partir dos conhecimentos disponíveis. Deste modo, é possível exercitar técnicas e analisar diferentes resultados.

O monitoramento do processo de decomposição permite visualizar as alterações nos resíduos orgânicos ao longo do tempo e estabelecer relações entre essas alterações e os elementos químicos e físicos (Valente *et al.*, 2009). Desse modo, a montagem de uma composteira é considerada um processo integrador e que pode ser facilmente desenvolvida em ambiente escolar.

A decomposição consiste na desintegração da matéria orgânica e é resultado da ação de organismos e fenômenos físico-químicos. Esse processo é responsável por disponibilizar nutrientes e outros elementos novamente para o solo, para que possam ser aproveitados por plantas e animais. Esse processo natural é resultado da ação conjunta de muitos conteúdos e conceitos explorados no início do ano letivo, nos componentes curriculares de Ciências da Natureza.

2 | METODOLOGIA

A partir da proposta pedagógica da instituição de ensino Colégio Marista Ipanema, foi elaborada uma sequência didática envolvendo os elementos do componente curricular de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química). Essa proposta foi implementada com três turmas (A, B e C) de nono ano do Ensino Fundamental. Os conteúdos nucleares foram abordados para fundamentar a montagem e monitoramento de um experimento em laboratório, integrando os conhecimentos acerca dos fatores bióticos e abióticos. A sequência didática teve

como tema a ciclagem da matéria orgânica e a situação problema sugerida envolveu as seguintes questões orientadoras:

- Quanto do resíduo orgânico colocado na composteira se transforma em composto e chorume?
- Qual a proporção entre composto (massa) e chorume (volume)?
- Que transformações são visíveis durante a compostagem?
- Quais fatores evidenciam as transformações químicas?
- Como os processos químicos interferem nos elementos biológicos?

Os estudantes realizaram a montagem da composteira a partir de materiais reaproveitáveis, valorizando alternativas sustentáveis. Como matéria orgânica a ser degradada foram utilizadas cascas das frutas que os estudantes levaram para o lanche no dia em que se iniciou o processo de compostagem. Desta forma também se incentivou uma alimentação mais saudável.

Uma vez montada a composteira e já com os resíduos orgânicos, a compostagem começou a ocorrer e o processo foi monitorado periodicamente. Foram analisados os seguintes parâmetros: massa do composto, volume do chorume, pH do chorume, cor e aroma do composto e do chorume, presença e características dos seres vivos macroscópicos, temperatura, umidade e tamanho dos elementos em decomposição. O registro dessas alterações foi feito 30 e 60 dias após a montagem da composteira. O experimento foi aerado semanalmente.

O experimento foi avaliado considerando as questões norteadoras:

- Quais alterações químicas, físicas e biológicas ocorrem no processo de compostagem?
- Quais as características dos organismos envolvidos no processo?
- Que elementos influenciam a transformação da matéria?
- Como ocorre a decomposição da matéria com diferentes medidas e composições?
- Quais elementos químicos estão presentes na matéria orgânica?

Em cada experimento, os estudantes criaram e testaram hipóteses, bem como analisaram importantes etapas do processo de decomposição, alinhando o conhecimento prático com os conteúdos teóricos abordados pelos professores.

Foram trabalhadas as propriedades gerais da matéria, com a pesagem sistemática da composteira e medição do volume do chorume. Comparou-se o peso inicial e sua redução ao longo dos dias e concomitante o aumento do volume do chorume. Também se analisou o meio (ácido/básico) do chorume formado.

Os fatores físicos mensurados que influenciam na decomposição dos compostos orgânicos foram temperatura e umidade do ambiente, e o tamanho das substâncias orgânicas colocadas na composteira. Dessa forma, foi possível verificar a relação do tamanho dos resíduos orgânicos com a velocidade de reação/degradação. As características relacionadas a coloração e odor também foram observadas.

Previamente, foram abordados em aulas teóricas: a) elementos químicos presentes nas cascas das frutas, borra de café, casca de ovo... que foram adicionados à composteira, b) a relação carbono (serragem) / nitrogênio, c) diferença entre componentes orgânicos e inorgânicos, d) formação dos produtos produzidos no processo de decomposição em compostagem (CO_2 , H_2O e biomassa).

3 I RESULTADOS

Foram obtidos diferentes padrões de decomposição nos três experimentos (Tabela 1). As variações observadas podem ser atribuídas ao tipo de matéria orgânica depositada na composteira no início do processo. Os estudantes compararam a decomposição em cada situação, utilizando os conceitos teóricos vistos em aula para justificar tais diferenças.

Turma	Material colocado na composteira					Temperatura do Ambiente (°C)	Umidade relativa do ar	
	Material	Tamanho	Coloração	Aroma	Massa (g)			
A	cascas de banana, ovo, melancia e maçã		inteiros e médios	amarelo, roxo, vermelho, verde	cítrico	1.138	21	40%
B	cascas de maçã, banana, ameixa, mamão e caqui		médio	colorido	agridoce	674		
C	cascas de banana, ovo e abacate, folhas de alfaca, caule de rúcula, erva mate		inteiros	esverdeada	erva mate	1.200		
	Análise	Organismos visíveis	Volume (mL)	Meio	Coloração	Aroma	Temperatura do Ambiente (°C)	
A	Chorume	1	fungos	450	alcalino	laranja escuro	amadeirado	24
		2	-	08	alcalino	laranja escuro	terra úmida	22
B		1	fungos	180	ácido	preto	desagradável	24
		2	-	0	sem amostra	preto	cheiro de terra	24
C		1	fungos	220	básico	marrom escuro	desagradável	24
		2	-	28	básico	marrom escuro	sem odor	23

	Análise	Organismos visíveis	Massa (g)	Meio	Coloração	Aroma	Temperatura do Ambiente (°C)	
A	Composto	1	fungos	503	neutro	laranja escuro e marrom	terra molhada	24
		2	fungos	361,6	neutro	marrom	terra	22
B		1	moscas e fungos	443	neutro	marrom escuro	desagradável	24
		2	-	196	neutro	preto	cheiro de terra	24
C		1	moscas e fungos	1093	neutro	Preto	desagradável	24
		2	-	728	neutro	Escuro	sem odor	24

Tabela 1: Dados obtidos pelos estudantes durante a análises da composteira.

Os organismos macroscópicos que puderam ser visualizados na composteira foram larvas e adultos de insetos (*Drosophila melanogaster*), popularmente conhecidos como mosca-de-fruta e fungos (bolores). Os estudantes discutiram a colonização dos insetos, concluindo que haviam ovos nas cascas antes da montagem da composteira. A presença dos bolores foi justificada pela sua ação decompositora, associada à presença de bactérias e outros fungos microscópicos. Tais organismos são comuns durante o processo de decomposição aeróbica. A colonização por esses organismos decorreu das condições químicas e físicas geradas.

A redução da massa, modificação no aspecto e odor do composto e aumento no volume do chorume, mostraram as transformações químicas ocorridas ao longo do processo. A medição do pH teve algumas interferências, como a falta de aparelhagem adequada, estado físico do composto e a coloração do chorume.

Foi observado a relação do tamanho das cascas das frutas com a velocidade de decomposição, comparando por meio de registros fotográficos e entre as composteiras das outras turmas.

A umidade, além de garantir a proliferação dos micro-organismos, auxilia a manter a temperatura do composto e do ambiente alta, uma vez que diminui a perda de calor para o ar. Quanto maior for a temperatura, maior é a aceleração no aumento do número dos microrganismos, portanto, ambientes com temperaturas altas aceleram este processo. O tamanho das cascas e materiais colocados na composteira influencia no tempo de decomposição, pois quanto maior o tamanho, mais organismos são necessários para decompô-lo (Hebert *et al.*, 2005).

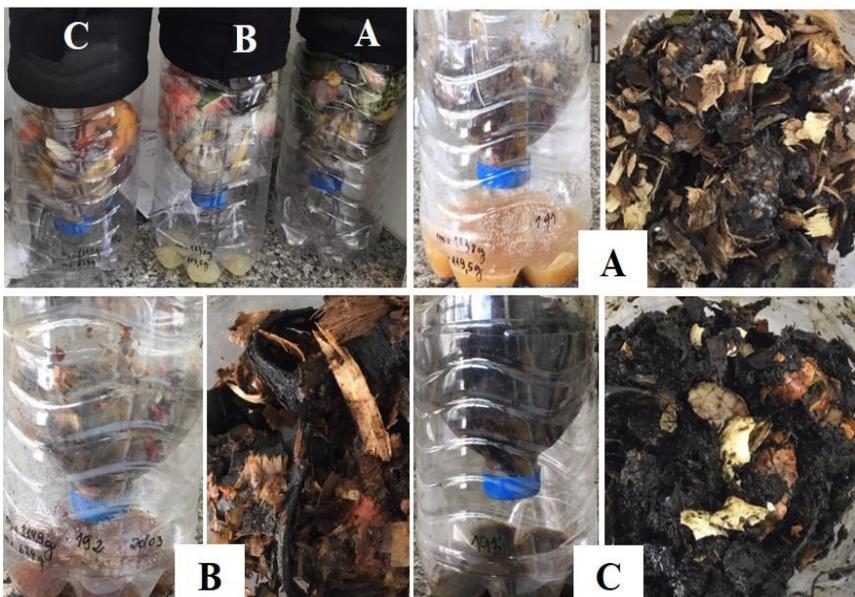


Figura 1: Imagens das composteiras das turmas A, B e C durante as etapas de decomposição, no primeiro dia e 90 dias depois, ilustrando o composto e o chorume.

4 | CONCLUSÕES

Incentivar a aprendizagem por meio da análise de hipóteses, estimula o estudante a praticar o método científico de forma ativa, levando em consideração seus conhecimentos prévios. Ao explorar as reações e mudanças ocorridas no processo de compostagem, os conceitos teóricos podem ser visualizados e cada intercorrência no processo gera discussões e requer a aplicação dos conteúdos.

A experiência revelou aprendizagens conceituais e atitudinais nos estudantes no que diz respeito às modificações físicas, químicas e biológica através das observações durante o monitoramento do experimento com a mudança de cor, odor, temperatura, pH, peso e formação de chorume. Os estudantes puderam relacionar a superfície de contato das cascas, depositadas na composteira, com a velocidade de reação/deterioração. Também, sentiram-se protagonistas de uma intervenção para a conscientização do aproveitamento de resíduos orgânicos na produção de composto e chorume.

Ao utilizar técnicas não convencionais de aprendizagem, como é o caso da compostagem, o processo de aprendizagem se converte em uma alternativa que os estudantes podem empregar em seu dia-a-dia. Dessa forma, uma atividade de educação e conscientização é aprimorada e enriquece a proposta pedagógica aplicada. Além disso, o trabalho interdisciplinar favoreceu a articulação entre os

professores, trazendo um enriquecimento de seus componentes para a área.

REFERÊNCIAS

HEBERT, A. R. et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**. 2005. v. 6(1). p. 41-50.

POZO, Juan I. e ECHEVERRÍA, María D. P. P. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: Pozo, Juan I. (org.) **A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. p.13-41.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de zootecnia**. 2009. v. 58(R). p. 59-85.

ANÁLISE BIOLÓGICA NA ÁGUA DA PRAIA DO ARUCARÁ NO MUNICÍPIO DE PORTEL – PARÁ – BRASIL

Data de aceite: 01/09/2020

Pedro Moreira de Sousa Junior

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema – Pará

Fernanda Sousa de Carvalho

Escola Superior da Amazônia
Belém – Pará

Marcelly Balieiro Alves

Escola Superior da Amazônia
Belém – Pará

Mateus Higo Daves Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema – Pará

Antônio Reynaldo de Sousa Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema – Pará

Gabrielle Costa Monteiro

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema – Pará

Orivan Maria Marques Teixeira

Embrapa Amazônia Oriental
Belém – Pará

Auriane Consolação da Silva Gonçalves

Embrapa Amazônia Oriental
Belém – Pará

Jessica Vasconcelos Ferreira

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema – Pará

RESUMO: Portel localiza-se na Mesorregião do Marajó, sua extensão territorial compreende área de 25.384Km², possuindo uma população estimada em 52.172 habitantes, segundo dados do IBGE, 2011. A praia de Arucará tem 1,22 km de extensão e é considerada um dos principais pontos turísticos e patrimoniais da cidade. A falta de planejamento sanitário em cidades litorâneas torna-se fator significativo no que tange a não manutenção da saúde da biota em corpos hídricos. O principal agente motivador do desequilíbrio ambiental provem da grande quantidade de efluentes e resíduos domésticos e industriais escoados diretamente e diariamente para os mesmos. Em se tratando de águas de recreação, como se trata a referida praia, o problema é intensificado, pois compromete a saúde do meio ambiente e das pessoas que a frequentam. Nesse intuito, o presente estudo propôs-se a avaliar parâmetros biológicos na extensão da praia no período de maré cheia e maré vazante. A metodologia utilizada para a análise foi baseada no Kit COLItest® de fabricação LKP diagnóstico para detecção qualitativa de coliformes totais e *Escherichia coli*. As amostras de água analisadas da referida área de estudo, seguiram os padrões de amostragem e coleta sugeridos pelo Manual prático de análise de água, desenvolvido pela FUNASA, 2009, detectaram presença qualitativa de coliformes totais e *Escherichia coli*, o que indica à existência de contaminação fecal e a possível presença de patógenos entéricos trazendo riscos a saúde dos banhistas como indica a Portaria do MS nº 2.914/11, utilizada como parâmetro de avaliação desse estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento, Meio Ambiente, Saúde Pública.

ABSTRACT: Portel is located in the mesoregion Marajó, its territorial extension comprises 25384Km² area, with a population of round 52172 inhabitants, according to data of IBGE, 2011. The beach of Arucar, has 1,22Km long and is considered one of the main sights and heritage of the city. The lack of health planning in coastal cities becomes a significant factor in the failure to keep the health of biota in water bodies. The main motivator of the environmental imbalance agent stems from the large amount of domestic and industrial waste and effluent disposed of directly and daily for the same. When it comes to recreation waters, as this beach, the problem is intensified because it compromises the health of the environment and the people who attend. In this order, the present study was proposed to assess biological parameters in Beach extension in the period of high tide and low tide. The methodology used for the analysis was based on the COLItest® Kit LKP manufacturing diagnostic for qualitative detection of total coliforms and *Escherichia coli*. Water samples analyzed from the area of study, followed by sampling and collection standards suggested by the practical handbook of water analysis, developed by FUNASA, 2009, qualitative presence of total coliforms and *Escherichia coli*, which indicates the existence of fecal contamination and the possible presence of enteric pathogens bringing risks to bathers health as indicate the order of the MS n 2.914/11, used as a parameter for the evaluation of this study.

KEYWORDS: Sanitation, Environment, and Public Health.

INTRODUO

A utilizao dos recursos hídricos para fins de recreao tem apresentado crescente importância social e econmica ao longo dos últimos anos, devido, especialmente  busca pelo desenvolvimento de lazer em meio ao contato natural em cachoeiras, praias e reservatórios, constituindo um forte atrativo de pessoas e incentivando o turismo de forma em contrapor o modo de vida em ambiente urbanizado (Lopes e Magalhães, 2010). Esse crescimento em direo aos ecossistemas aquáticos tem gerado problemas ambientais graves.

Segundo a Resoluo n 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) o impacto ambiental  definido como:

(...) "qualquer alterao das propriedades física, químicas e biológicas do meio ambiente resultante da atividade humana que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da populao; as atividades sócias e econmicas; a biota; as condioes estticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais"(...).

As guas recreacionais quando contaminadas contem geralmente uma mistura de microrganismos patognicos e não patognicos que podem ser derivados das diversas atividades humanas tais como: lançamentos de efluentes domésticos,

agrícolas e industriais, do uso pela população e animais, da destinação inadequada do lixo, e de dejetos humanos que são carregados pela chuva trazendo não somente prejuízos ao ambiente aquático, mas também a saúde humana (ONU, 2012).

A Portaria nº 2.914/2011 do MS dispõe sobre os procedimentos e controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Toda água destinada ao consumo humano, recreação ou distribuída coletivamente por meio de sistema, está sujeita ao controle e vigilância da qualidade da água, visando assegurar o consumo da mesma dentro dos padrões de potabilidade adequados. O Artigo 5º da referida Portaria adota as seguintes definições:

(...)III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;

XVI - vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a esta Portaria, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana;

XVII - garantia da qualidade: procedimento de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios realizados (...);

As Secretarias de Saúde dos Municípios tem como competência exercer a vigilância da qualidade de água em sua área, em articulação com os responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano, informar a população sobre a qualidade da água para consumo e os riscos à saúde, executar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo definidas no âmbito nacional e estadual.

A água de consumo deve estar em conformidade com padrão microbiológico (Tabela 1), conforme disposto nesta Portaria:

(...)§ 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

§ 6º Quando o padrão microbiológico estabelecido por esta Portaria for violado, os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem informar à autoridade de saúde pública as medidas corretivas tomadas.

§ 7º Quando houver interpretação duvidosa nas reações típicas dos ensaios analíticos na determinação de coliformes totais e *Escherichia coli*, deve-se fazer a coleta (...).

Tipo de Água	Parâmetro	VMP (Valor Máximo Permitido)
Água p/ consumo humano	<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL

Tabela 1- Parâmetro Microbiológico para água de consumo humano conforme a portaria nº 2.914/11.

Fonte: http://bvsm.s.saude.gov.br/bvsm/saudelegis/gm/2011/anexo/anexo_prt2914_12_12_2011. Acesso em: 05/11/2015.

Segundo Andrade (2004) e Faveri (2013), a água é responsável pelo veículo de diversas doenças e são classificadas em dois grupos: O primeiro refere-se as doenças por transmissão hídrica: aquelas em que a água atua como veículo do agente infeccioso (bactérias, vírus e parasitas) ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico. Os agentes patogênicos atingem os corpos hídricos através dos esgotos contaminados com excretas de pessoas ou animais infectados, causando problemas principalmente no aparelho intestinal do homem, as principais doenças causadas por esse grupo são amebíase, hepatite infecciosa, giardíase e etc.

O segundo é chamado de doenças de origem hídrica, são aquelas causadas por determinadas substâncias químicas orgânicas e inorgânicas. Essas substâncias podem existir naturalmente ou resultarem de poluição de esgotos, que presentes em altas concentrações provocam problemas graves de saúde se ingerida por um período de tempo ou em quantidade elevada (ANDRADE, 2004; FUNASA, 2007; FAVERI, 2013).

Tanto os agentes infecciosos como as substâncias químicas podem ser adquiridos de forma direta ou indireta como: através da ingestão, alimentos, contato com a pele e mucosas, e durante práticas recreativas e desportivas (ingestão acidental) com águas contaminadas por material fecal contendo patógenos de humanos ou animais (MARTINS *et al.*, 2008). Esses meios de transmissão mostram o quão importante é controlar a qualidade das águas utilizadas para atividades de recreação e para seus outros diversos usos. (TUNDISI, 2011).

Segundo Macêdo (2007) e Bettega *et al.*, (2006) para indicação de contaminação fecal na água utiliza-se o grupo coliformes totais e fecais(termotolerantes). Os coliformes totais são bactérias na forma de bacilos gram-negativos, não formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, possuem a enzima β -galactosidase e promovem oxidase-negativa. As bactérias

do grupo coliformes é constituído por vários gêneros da família *Enterobacteriaceae*, incluindo *Escherichia sp.*, *Citrobacter sp.*, *Klebsiella sp.*, e *Enterobacter sp.*, (SILVESTRE *et al.*, 2010).

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento de análise foi realizado por meio de coleta de quarenta e duas amostras de água captadas da praia, no período de maré vazante e maré cheia no período de março e abril de 2015 com os seguintes horários e coordenadas geográficas de cada ponto (Tabela 2), em pontos pré-determinados localizada na referida área de estudo (Figura 1) e armazenadas em coletores estéreis de 1000 ml. As amostras foram coletadas contra corrente da maré, com a imersão do frasco em aproximadamente 20 cm, foram identificadas, armazenadas em caixa de isopor mantendo em temperatura de 4°C à 8°C, e transportadas para o Laboratório de Análises Clínicas JD diagnósticos, de acordo com os manuais de orientação de coletas de amostras como é o caso do *Manual prático de análise de água desenvolvido pela FUNASA*. As amostras de água foram coletadas dos pontos demarcados (Figura 1).



Figura 1: Imagem ilustrando a localidade e os pontos de coleta

Fonte: Google earth.

Ponto	Latitude	Longitude	Hora
1 A ¹	-1.93083919	-50.81792558	14h04min
2 A	-1.93100453	-50.81777697	14h12min
3 A	-1.93117451	-50.81761944	14h15min

4 A	-1.93134333	-50.81748722	14h17min
5 A	-1.93154363	-50.81731994	14h19min
1 B ²	-1.93853743	-50.81000095	14h30min
2 B	-1.93840214	-50.81018081	14h33min
3 B	-1.93821940	-50.81034919	14h37min
4 B	-1.93803760	-50.81047628	14h39min
5 B	-1.93784321	-50.81069213	14h41min
MEIO	-1.93429515	-50.81476719	15h28min
1 M-B ³	-1.93448961	-50.81456156	15h31min
2 M-B	-1.93467978	-50.81437061	15h33min
3 M-B	-1.93486551	-50.81420722	15h35min
4 M-B	-1.93506462	-50.81401937	15h38min
5 M-B	-1.93527098	-50.81380792	15h40min
1 M-A ⁴	-1.93411166	-50.81499681	15h52min
2 M-A	-1.93388939	-50.81518084	15h55min
3 M-A	-1.93372431	-50.81536857	15h59min
4 M-A	-1.93352734	-50.81554845	16h03min
5 M-A	-1.93328627	-50.81575319	16h10min

Tabela 2: Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem e horários da coleta na área de estudo.

¹A – Margem esquerda da extremidade praia.

²B - Margem direita da extremidade praia.

³M-B – Meio da praia em direção a margem direita da praia.

⁴M-A – Meio da praia em direção a margem esquerda da praia.

Na realização das análises microbiológicas, foi utilizado Kit COLItest® de fabricação LKP diagnóstico. Esse método baseia-se na Tecnologia do Substrato Definido, ou seja, possui em sua formulação substâncias, nutrientes e MUG(4-metilumbeliferil-β-D-glicuronídeo) que, devidamente balanceados, inibem o crescimento de bactérias Gram-positivas, favorecendo o crescimento de bactérias do grupo coliforme e facilitando a identificação de *Escherichia coli* através da fluorescência e do teste de indol (Pontelo e Aguiar, 2011).

As amostras de água foram coletadas em frascos próprios do kit, com capacidade para 100 mL de amostra. Após a coleta foi adicionado um sachê com meio de cultura Colitest no frasco contendo a amostra para análise e em seguida feita a homogeneização para dissolver o meio. As amostras foram encubadas em estufa bacteriológica por 48 horas em temperatura a 37°C. Após incubação (figura 2b), os frascos foram retirados da estufa para ser efetuada a primeira leitura dos resultados. Foi observada a coloração amarela em todos os frascos que tiveram

desenvolvimento de coliformes totais (figura 2a), quando os frascos se mantem com a coloração púrpura o teste será negativo para coliformes.

Para resultados positivos por coliformes totais, verificou-se a presença de *E. coli*, transferindo 5 mL do frasco positivo, para um tubo que acompanha o kit. O tubo foi exposto a luz ultra-violeta (lâmpada de luz negra de 3 a 6w, ondas longas de 365 nm), e foi considerado positivo para *E. coli* devido a formação de fluorescência azul (figura 2c). Após a leitura da fluorescência, foi realizado um teste opcional para presença de *E. coli* adicionado no mesmo tubo 3 gotas do revelador de Indol. O teste foi considerado positivo (presença de *E.coli*) devido à formação de anel vermelho no tubo (figura 2d).

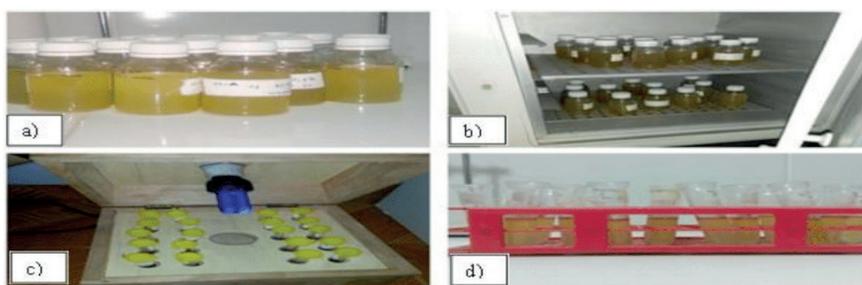


Figura 2: Análise Microbiológica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bactérias do grupo coliformes são indicadoras de contaminação fecal, ou seja, indicam se uma água foi contaminada por fezes recente, pois habitam o trato intestinal de homens e animais, portanto, avalia as condições higiênico-sanitárias deficientes, visto presumir-se que a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *E. coli*, e em decorrência, se apresenta uma potencialidade para transmitir doença (PINTO *et al.*, 2011). A comprovação dessa bactéria não confere uma condição infectante, pois, a *E. coli* não é caracterizada como sendo prejudicial à saúde humana sua presença vai indicar a possibilidade da existência de outros microrganismos, entre eles, aqueles patogênicos ao homem (OLIVEIRA, 2011).

As 48 amostras de água analisadas na referida área de estudo detectaram presença qualitativa de coliformes totais e *Escherichia coli*, o que indica a existência de contaminação fecal e a possível presença de patógenos entéricos.

Os fatores que podem ter influenciado para essa contaminação foram: a presença de inúmeros sistemas de esgotos clandestinos provenientes dos bares e restaurantes na proximidade da praia que despejam seus efluentes devido à deficiência de sistema de coleta e tratamento ou até mesmo sua própria ausência,

as fortes chuvas ocorridas no período de 24 horas antes da coleta podem ter contribuído para o aumento na concentração das bactérias, pois no período de maior precipitação, a chuva carrega excreta humana e de animais rapidamente para praia, a presença de animais domésticos no entorno, disposição inadequada de resíduos sólidos e entre outros.

Além dessas fontes usuais de contaminação da praia outra forma de degradação refere-se ao material fecal advindo dos próprios banhistas, gerado durante o contato primário e durante o período de férias e feriados podem ocorrer problemas de sobrecarga nos sistemas de coleta existentes de forma que o excedente seja lançado nos córregos comprometendo a praia.

O acompanhamento da qualidade das águas recreacionais, se faz necessário e de extrema importância, constituindo uma significativa fonte de informação para a população e para os órgãos responsáveis pelo saneamento local, servindo, inclusive, de base para futuras intervenções nessa área caso não seja tomado nenhuma medida preventiva ou até mesmo corretiva.

CONCLUSÕES

No município não existe nenhum serviço de monitoramento e classificação das condições da praia, dessa forma sugere-se a sensibilização dos órgãos competentes para cuidados com esses ambientes e a implantação deste serviço, bem como a sinalização das praias e a divulgação dos resultados para os banhistas com intuito de esclarecer sobre os riscos à saúde que a presença do escoamento de esgotamento sanitário representa.

Existe a necessidade de preservar as fontes de água, combater a entrada de esgotos clandestinos nas galerias pluviais e desenvolver técnicas de tratamento de efluentes do município. Estes são os instrumentos necessários para diminuir ao máximo os riscos relacionados à saúde pública neste ambiente. A falta de projetos educativos com a participação da comunidade dificulta a implementação das ações de controle e prevenção de doenças de veiculação hídrica.

Evitar a ingestão da água durante o contato primário, em especial para crianças e idosos, que são mais suscetíveis e possuem o sistema imune frágil em relação aos adultos, favorecendo surtos de diarreia e hepatite aos frequentadores da praia.

AGRADECIMENTOS

Laboratório de Análises Clínicas JD diagnósticos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. B. Notas de aula- Saneamento Básico Sistema de Abastecimento de Água, Universidade Católica de Góias- Engenharia Civil, 2004.
- BETTEGA, J. M. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. Revista Ciência Agrotécnica, Lavras, v. 30, n. 5: 950-954, 2006.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em 28/09/2015.
- FAVERI, C. de. Saneamento e Epidemiologia Ambiental: Doenças de Veiculação Hídrica. IX Fórum Ambiental da Alta Paulista v. 9 n. 11: 575-580, 2013.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE - FUNASA, Manual Prático de Análise de Água: Manual de Bolso. Engenharia de Saúde Pública. 2 ed. 146 p. Brasília, 2009.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE-FUNASA, Manual de Saneamento. Engenharia de Saúde Pública. Brasília, 3 ed., 408p, 2007.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portel-Pará. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25/09/2015.
- LOPES, F.W.A.; MAGALHÃES, A.P. Avaliação da qualidade de água para recreação de contato primário na bacia do Alto Rio da Velhas-MG. Revista Hygeia 6 (11): 133-149, 2010.
- MACÊDO, J.A.B. de. Doenças de veiculação hídrica e alimentar. Águas & Águas Belo Horizonte – MG: CRQ-MG, 2007.
- MARTINS, F.; S.;V. et al. Doenças Transmitidas Através do Contato com a Água, 2008. Disponível em:< <http://www.cives.ufrj.br>> Acesso em: 28/10/2015.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portaria N° 2914 de 12 de Dezembro de 2011. Brasília, 2011. Disponível em: <bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em: 10/10/2015.
- OLIVEIRA, G.H.; PINTO, A.L; FERNANDES, M.V.M.; ARAÚJO, A.F.de. Balneabilidade no baixo Sucuriú, município de Três Lagoas/MS. Revista Geomae v.2n.1: 79-89, 2011.
- ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Situação do saneamento no mundo. UNICEF, 2012. Disponível em:<www.tratabrasil.org.br/detalhephp?secao=21>. Acesso em: 20/02/2015.
- PINTO, A.B.; OLIVEIRA, A.J.F.C. Diversidade de microrganismo indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areais de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas. Revista O mundo da Saúde 35 (1): 105-114, 2011.
- PONTELLO, K.; T.; AGUIAR, M.; M.; G. Validação de Método Alternativo para Pesquisa de Coliformes totais e *Escherichia coli* na Água. Pós em Revista, 2011.

SILVESTRE, L. S.; CARVALHO de, L. S.; OLIVEIRA, M. N. D.; GOUVÊIA, M. I. Análise da qualidade microbiológica e parasitológica da água de Densur, Muriaé (MG). Revista Científica de Faminas 6(1): 24-35, 2010.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Recursos Hídricos no Século XXI. Ed.0. São Paulo: Oficina de Textos, 328 p, 2011.

ANÁLISE DA ESPESSURA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO MEIO FILTRANTE EM FILTRO RESIDENCIAL

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 28/05/2020

Matheus da Silva Soares

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/2827613410646091>
ORCID: 0000-0002-1940-406X

Giulia Engler Donadel

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/8397092856643691>
ORCID:0000-0002-6929-3281

Evandro Roberto Alves

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/7142325592005603>
ORCID: 0000-0003-4431-942X

Priscila Pereira Silva

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/5638976958537764>
ORCID:0000-0002-5582-7342

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a espessura de um meio filtrante para a implementação no processo de filtração de águas de abastecimento. A avaliação permitiu verificar se material filtrante possui elevado índice de adsorção. Como revestimento da torta composta por bagaço de cana-de-açúcar foi utilizada uma malha de velcro. O material filtrante foi inserido

em um filtro residencial instalado no Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas (ICTE) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Alcalinidade total, dureza, teor de cloretos, sólidos totais dissolvidos, sólidos totais secos, pH, condutividade e diferentes espessuras do meio filtrante foram avaliados. Os resultados demonstraram ótimo desempenho no processo de filtração, principalmente, por manterem os valores de pH, alcalinidade e teor de cloretos. A espessura do meio filtrante correspondente a 8cm, possibilitou a redução do índice de dureza em 10%, indicando ser um bioadsorvente com eficiência na retenção de Ca^{2+} e Mg^{2+} .

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo, Bagaço de cana-de-açúcar, Reutilização, Filtro residencial.

ANALYSIS OF SUGARCANE BAGASSE THICKNESS AS A FILTER MEDIUM IN A RESIDENTIAL FILTER

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the thickness of a filter medium for implementation in the residential water filtration process. The evaluation allowed to verify if the filter material has a high adsorption index. Velcro mesh was used to cover the thicknesses of the filter medium composed of sugarcane bagasse. The filtering material was inserted into a residential filter installed at the Institute of Technological and Exact Sciences (ICTE) of the Federal University of Triângulo Mineiro (UFTM). Total alkalinity, hardness calcium and magnesium, chloride content, total soluble solids (TSS), dry total solids, pH, conductivity and different thicknesses of the filter medium were evaluated. The results

demonstrate excellent performance in the filtration process, mainly because there is no variation in pH values, alkalinity and chloride content. The thickness of 8cm reduced the hardness index by 10%, indicating that it is bioabsorbent with efficiency in the retention of Ca^{2+} and Mg^{2+} .

KEYWORDS: Residue, Sugar cane bagasse, reuse, Residential filter.

1 | INTRODUÇÃO

Essencial para a manutenção da qualidade de vida, saúde e sobrevivência, a água é indispensável aos seres vivos, porém, a sua disponibilidade em condições adequadas de potabilidade não faz parte da rotina de uma porcentagem expressiva da população. Água potável é definida como aquela que atende a um determinado padrão de potabilidade relacionado a qualidade dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos adequados as condições do consumo, que não oferece riscos à saúde (TRATA BRASIL, 2018). De acordo com a Organização Mundial de Saúde, a morte de 28 mil pessoas/ano no Brasil é motivada pela ingestão de água contaminada ou por doenças advindas da falta de higiene, demonstrando a importância da utilização de filtros eficientes para as águas de consumo, independentemente de tratamento prévio que é realizado por empresas de abastecimento público (TRATA BRASIL, 2018).

A deficiência ou ausência de abastecimento de água tratada é uma preocupação crescente, visto que no Brasil, aproximadamente 12 milhões de residências não têm acesso a esse tipo de serviço (IBGE, 2008). Estima-se que 83,3% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, no entanto, mais de 35 milhões não tem acesso a este serviço (TRATA BRASIL, 2018). No estado de Minas Gerais cerca de 80% da população é abastecida com água tratada, mas, são frequentes as reclamações com relação à qualidade da água. Problemas como o despejo indevido de esgoto e resíduos industriais, a falta de planejamento da urbanização e o desmatamento, são alguns dos fatores que contribuem para depreciar a qualidade das águas captadas pelas concessionárias (BRITES, 2008). Antes de chegar as residências, as águas de mananciais percorrem quilômetros de tubulações e passam por uma série de tratamentos físicos e químicos nas estações de tratamento de água (ETA), responsáveis pela redistribuição na cidade (BRITES, 2008). Com o passar do tempo, a falta de manutenção nessas tubulações pode levar a formação de materiais particulados e substâncias que influenciam na qualidade das águas previamente tratadas, antes de chegar às residências. Nessas condições, a utilização de filtros residências é relevante.

Atualmente, pesquisas versam sobre o desenvolvimento de materiais adsorventes efetivos e de baixo custo, provenientes de resíduos industriais e agrícolas, que possam ser empregados no tratamento de diferentes contaminantes

dissolvidos nas águas (SCHEUFELE et al., 2015). Um material frequentemente utilizado como meio filtrante de águas de abastecimento é o carvão ativado, no entanto, na maioria das vezes, torna o processo inviável pelo seu elevado custo (SCHEUFELE et al., 2015). Outro material que vem ganhando destaque em processos de adsorção como meio filtrante é o bagaço de cana-de-açúcar. Além de ser um subproduto em excesso da indústria sucroalcooleira, a biomassa é uma opção vantajosa e tem demonstrado potencialidades quando reutilizado como material filtrante, além da viabilidade econômica (OLIVEIRA et al., 2017). Um estudo prévio sobre a utilização da biomassa em filtros residenciais demonstrou que o bagaço de cana possui indicativos de boa eficiência em processos de filtração de águas, no entanto, os autores concluíram a necessidade de outros estudos para a garantia do seu uso (OLIVEIRA et al., 2017).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a espessura do meio filtrante construído com o bagaço de cana-de-açúcar, visando melhorar o processo de filtração de águas de abastecimento.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material filtrante

O bagaço de cana-de-açúcar foi lavado com água destilada para a retirada de impurezas e secado ao ar livre durante 5 dias, com elevado nível de insolação. Após a secagem, foi triturado em moinho de facas tipo Willye (Star FT50-Fortinox) até a obtenção de granulometrias entre 2,0 e 5,66 mm. O material foi envolvido em uma malha de velcro e prensado, para a obtenção de espessuras desejadas (3, 5 e 8 cm). A metodologia utilizada para as análises dos parâmetros foi fundamentada em métodos físico-químicos de análises de alimentos (CECHI, 2003; ZENEBON, PASCUET, TIGLEA, 2008).

2.2 Caracterização do bagaço de cana-de-açúcar

A porcentagem de umidade foi determinada a partir de três ensaios, considerando o valor médio das determinações. Cadinhos limpos e secos foram previamente pesados e, posteriormente, foram adicionados 3g de bagaço de cana. Os cadinhos foram inseridos em estufa a 130°C, durante 7h. Após esse período, os cadinhos foram levados ao dessecador até atingirem a temperatura ambiente, previamente a pesagem. A porcentagem de umidade foi calculada por meio da equação 1.

$$\%Umidade = \frac{(A-B) \times 100}{A} \quad (1)$$

Sendo: A = massa inicial da amostra (g); B = massa final da amostra (g).

O teor de cinzas foi obtido diretamente da porcentagem do produto da decomposição térmica em mufla à 550°C, durante 4h. Após atingir a temperatura ambiente em dessecador, o cadinho contendo a amostra foi submetido a pesagem. O teor de cinzas foi estimado em porcentagem e calculado por meio da equação 2.

$$\%Cinzas = \frac{B \times 100}{A} \quad (2)$$

Sendo: A = massa inicial da amostra (g); B = massa final da amostra (g).

2.3 Coleta de água após filtração

As amostras de água filtrada foram coletadas em frascos estéreis após 1, 5 e 12 h e 1, 2, 3, 4, 5 e 6 dias de filtração. Águas de abastecimento também foram utilizadas no processo, sendo previamente identificadas e transportadas sob refrigeração, antes das análises físico-químicas.

2.4 Análise dos parâmetros físico-químicos da água

Para a análise de alcalinidade total foram retiradas três alíquotas de 100mL da amostra e adicionadas em frascos erlenmeyer de 250mL. As amostras foram tituladas com solução 0,005 mol.L⁻¹ H₂SO₄, até a mudança de coloração do indicador. O volume gasto da solução titulante foi utilizado para o cálculo da alcalinidade total (Equação 3).

$$Alcalinidade = \frac{(f \times v \times M \times 1000)}{V_a} \quad (3)$$

Sendo: f = fator de correção; v = volume de H₂SO₄ gasto na titulação (L); M = concentração molar de H₂SO₄ (mol.L⁻¹); V_a = volume da amostra (L).

O teor de cloreto foi determinado por volumetria de precipitação com solução 0,028 mol.L⁻¹ AgNO₃. Para tanto, 100mL da amostra foram adicionados em três frascos erlenmeyer com 2mL de solução 5%(m/v) K₂Cr₂O₇. O volume gasto da solução titulante permitiu o cálculo da concentração de cloreto na amostra de água filtrada por meio da equação 4.

$$Cloretos = \frac{(f \times v \times a \times 100)}{A} \quad (4)$$

Sendo: f = fator de correção; v = volume de AgNO₃ gasto na titulação (L); a = massa cloro correspondente a 1mL da solução de AgNO₃ (mg); A = volume da amostra (L).

A determinação da dureza referente aos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ foi conduzida em triplicata utilizando-se volumes de 100mL de amostra. Em cada frasco foi adicionado 1mL de solução tampão amoniacal e 0,05g do indicador negro de eriocromo T. As amostras foram tituladas com solução 0,01mol.L⁻¹ EDTA, até o aparecimento da coloração azul. O volume gasto na titulação permitiu a determinação da dureza por

meio da equação 5:

$$Dureza = \frac{(f \times v \times A \times 1000)}{v} \quad (5)$$

Sendo: f = Fator de correção; v = Volume de solução de EDTA gasto na titulação (L); A = Massa de CaCO_3 equivalente a 1mL da solução EDTA $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ (mg), A = Volume da amostra (L).

O volume de 50mL de amostra foi utilizado para a determinação do pH, sendo que as medidas foram registradas após a calibração do peagâmetro, com soluções tampão pH 4,0 e 7,0 e estabilização do sinal analítico.

O método condutivimétrico foi selecionado para a determinação do teor de sólidos totais dissolvidos (STD). Após a calibração do condutivímetro, a cela de condutividade foi introduzida na amostra e o sinal analítico foi registrado.

Na determinação de sólidos totais secos (STS) foi utilizada uma cápsula de porcelana limpa, seca e aquecida em estufa a 105°C , durante 3h. Em seguida, 100mL da amostra de água foi levado ao banho-maria até secagem e, encaminhada à estufa durante 3h, até a secagem completa. O sistema foi transferido para o dessecador para que equilíbrio com a temperatura ambiente fosse atingido e, posteriormente, pesado. O valor obtido na pesagem foi utilizado para o cálculo (Equação 6).

$$STS(\text{Sólidos Totais Secos}) = \frac{(A-B)}{v} \quad (6)$$

Sendo: A = massa do resíduo seco + cápsula (mg); B = massa da cápsula vazia (mg), v = volume da amostra (L)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se estimar as características do bagaço de cana-de-açúcar a ser utilizado como meio filtrante, foram avaliados os teores de cinzas e umidade. De acordo com os resultados, a biomassa possuía em média 0,48% de cinza e 4,85% de umidade, considerando análises em triplicata de 3g de amostra. Um fato importante a ser salientado é que teores de cinza e umidade dependem da espécie, região de cultivo e condições de irrigação. De acordo com Chaves et al. (2015), o bagaço natural tem o teor de umidade igual a $2,950\% \pm 0,530$ e teor de cinzas igual a $2,76\% \pm 0,43$ por grama de amostra. Desta forma, os resultados da caracterização da biomassa utilizada aproximaram-se dos preditos na literatura.

A água de abastecimento utilizada durante todo o processo de filtração apresentou resultados característicos de uma água tratada, conforme estabelecido na portaria nº 2.914 de dezembro de 2011 do ministério da saúde. Os resultados dos

parâmetros físico-químicos são apresentados na Tabela 1.

Espessura das Tortas (cm)	Parâmetros Físico-químicos	Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	Cloretos (mg.L ⁻¹)	Dureza (mg.L ⁻¹)	pH	STD (mS.cm ⁻¹)	STS (mg.L ⁻¹)
3	Água de Abastecimento	1,52*10 ⁻²	12,24	52,13	7,00	0,19	-----
	Água Filtrada	1,40*10 ⁻²	11,58	50,78	7,00	0,16	-----
5	Água de Abastecimento	0,87*10 ⁻²	7,61	106,62	6,90	0,29	19,00
	Água Filtrada	0,90*10 ⁻²	6,95	100,23	6,90	0,26	0,00
8	Água de Abastecimento	0,97*10 ⁻²	7,28	111,66	6,91	0,30	44,00
	Água filtrada	0,92*10 ⁻²	6,95	100,56	7,00	0,27	0,00

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos da água antes e pós a filtração.

Em relação aos parâmetros físico-químicos avaliados neste trabalho nota-se uma diferença acentuada nos teores da água de abastecimento. Os resultados da água de abastecimento analisados com o uso do meio filtrante de espessura de 3cm são muito diferentes dos avaliados com os de espessuras de 5 e 8cm. Essa diferença na água de abastecimento provavelmente deve estar relacionada ao fato de que as análises não foram realizadas todas no mesmo dia. Assim, a alternância de dias justificaria a diferença expressiva inicial, haja vista que as variações iniciais dependem de critérios da Companhia de Abastecimento da Cidade. Porém, nos demais parâmetros, a água de abastecimento está de acordo com o determinado pelo Ministério da Saúde.

Outro ponto relevante foi que após o processo de filtração, as alterações em alcalinidade, teor de cloreto e pH não afetaram drasticamente a composição da água, como pode ser observado na Tabela 1. Estes resultados são promissores, haja vista que servem como um indicativo de que o uso do bagaço de cana pode ser utilizado como meio filtrante, por não afetar características pré-estabelecidas por legislações que tratam da qualidade de águas de abastecimento.

A redução do índice de dureza foi observada em todos os experimentos, independente da espessura da torta da biomassa. Estes resultados são um indicativo de que o bagaço de cana é capaz de adsorver os íons Ca²⁺ e Mg²⁺ e que pode ser utilizado como meio filtrante para águas de abastecimento residenciais.

4 | CONCLUSÃO

Os meios filtrantes de todas as espessuras apresentaram resultados satisfatórios com relação à diminuição dos índices de dureza e sólidos totais presentes nas águas de abastecimento. O meio filtrante de espessura de 8cm reduziu o índice de dureza em aproximadamente 9,94% da concentração total, enquanto os de espessuras de 3 e 5 cm, 2,6 e 6,0%, respectivamente. Desta forma, o meio filtrante de bagaço de cana de açúcar, de espessura de 8cm, pode ser indicado para ser utilizado em filtros residenciais externos. Assim, deve se então considerar que, além da biomassa ser um subproduto da indústria sucroalcooleira reutilizável, promove a redução de íons que causam o entupimento de canos e chuveiros domiciliares e, demonstram boa eficiência na retenção de partículas sedimentáveis, a partir dos valores dos resultados obtidos na determinação dos sólidos totais solúveis.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília.

BRITES, A. D. **Qualidade da água: Dos mananciais até a nossa casa**. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/qualidade-da-agua-dos-mananciais-ate-nossas-casas.htm>>. Acesso em: 24 maio 2020.

CECCHI, H.M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2ªed. Editora Unicamp, 2003.

CHAVES, C. V. L.; TAVARES NETO, J. I. H. T.; CARVALHO, S. H. V.; SOLETTI, J. I.; RAMOS, A. P.; VILLAR, S. B. B. L.; “**Caracterização física do bagaço de cana de açúcar**”, p. 15307-15314. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. ISSN 2359-1757. São Paulo: Blucher, 2015.

OLIVEIRA, B. F.; SOARES, M. S.; SHIMANO, M. M.; ALVES, E. R.; SILVA, P.P.; “Avaliação do uso de bagaço de cana de açúcar em filtro residencial externo”, p. 384-389. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica** [=Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n.4]. ISSN Impresso: 2446-8711. São Paulo: Blucher, 2017.

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, p. 2019, 2008. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>> Acesso em 05 de janeiro 2020.

SITUAÇÃO Saneamento no Brasil: água. **TRATA BRASIL: saneamento é saúde**, [2018]. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>>. Acesso em: 24 maio 2020.

SCHEUFELE, F. B.; RIBEIRO, C.; MÓDENES, A. N.; BERGAMASCO, R.; PEREIRA, N. C.; “**Aplicação do bagaço de cana de açúcar como material adsorvente na remoção do corante reativo azul 5G**”, p. 5681-5688 . In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. ISSN 2359-1757. São Paulo: Blucher, 2015.

ZENEBON, O.; PASCUET, N.S; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p. 2008.

ANALYSIS OF CORROSION RESISTANCE BEHAVIOUR IN ACID MEDIUM OF ALUMINIUM ALLOY WITH INTERMETALLIC $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$

Data de aceite: 01/09/2020

Moises Meza Pariona

State University of Ponta Grossa
Ponta Grossa, PR, Brazil

ABSTRACT: The aluminum alloy with intermetallic $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ phase with polygonal morphology, denoted by Al- α alloy was processed by controlled solidification and this alloy was studied to evaluate the microstructure, microhardness and corrosion resistance, when this alloy was immersed in the electrolytic medium at 0.1 mol/L solution of sulfuric acid. As the results of this study have been found, which the polygonal morphology type “Chinese script morphology” was observed, with coarse characteristic in the grain contour, nevertheless, through EDS analysis, the higher concentration of the Al element prevails in grain contour than in the polygonal morphology and Fe, Si, Cr, and Mn present higher concentration in the region of the polygonal phase, besides, the intermetallic $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ with polyhedron morphology presents a microhardness of 483 HV and being much higher than pure aluminum. Furthermore, the polarization resistance of the pure Al is much higher than Al- α alloy and the corrosion rate in pure Al is low, however, the corrosion rate in Al- α alloy is moderate.

KEYWORDS: Controlled solidification, $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$, microstructure, microhardness, corrosion resistance.

RESUMO: A liga de alumínio com intermetálico $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ com morfologia poligonal, denotada pela liga Al- α foi processada por solidificação controlada e esta liga foi estudada para avaliar a microestrutura, microdureza e resistência à corrosão, quando esta liga foi imersa no meio eletrolítico a 0,1 mol/L de solução de ácido sulfúrico. Como resultados deste estudo foram encontrados, tal como, a morfologia poligonal tipo "Morfologia da escrita chinesa" foi observada, porém, com característica grosseira no contorno dos grãos, no entanto, através da análise do EDS, a maior concentração do elemento Al prevalece no contorno dos grãos do que na morfologia poligonal e os elementos Fe, Si, Cr e Mn apresentam maior concentração na região da fase poligonal, além disso, o intermetálico $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ com morfologia poliedrosa apresenta uma microdureza de 483 HV e sendo muito superior ao alumínio puro. Além disso, a resistência de polarização da liga Al pura é muito maior que da liga Al- α e a taxa de corrosão no Al puro é baixa, porém a taxa de corrosão na liga Al- α é moderada.

PALAVRAS - CHAVE: Solidificação controlada, $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$, microestrutura, microdureza, resistência à corrosão.

1 | INTRODUCTION

Aluminum alloy is getting increased attention mainly because of their application in the automotive, aerospace industries and there is currently a significant scientific and industrial

interest in the use of Al-Mg-Si-Mn-Fe alloys in automotive applications, to reduce the weight and production cost of vehicles, according to statement of Dash and Makhlouf, [1]. However, Orozco-González et al. [2] had observed, which in the dilute aluminum alloys, two of the phases that are commonly encountered as secondary phase, such as, the α -AlFeSi and β -AlFeSi phases. Where, the α phase is usually described as having a Chinese script morphology and with cubic or hexagonal crystal structure and the β phase is generally described as having a plate-like morphology, with monoclinic crystal structure. Backerud et al. [3] explained in his work, which the intermetallic component α -Al₁₅(Fe, Mn)₃Si₂ may present polygonal morphology when its precipitation occurs from a primary reaction, or it may present a “Chinese-script” morphology, when formed from a post-reaction-dendritic, further, these last authors emphasize, which these characteristics are determined by the Mn and Fe content present in the alloy. Afterward, these same authors verified, if the sample is cooled slowly (0.1°C/s), then, primary crystals α -Al₁₅(Fe, Mn)₃Si₂ with polyhedral morphology are obtained, however, if the cooling rate is slightly higher (0.3°C/s), the primary component α -Al₁₅(Fe, Mn)₃Si₂ may have a morphology in dendritic form, nevertheless, at cooling rates above 0.5°C/s, α -aluminum will develop as the primary phase, and the α -Al₁₅(Fe, Mn)₃Si₂ will have the morphology of a post-dendritic precipitate with typical “Chinese-script” morphology. Furthermore, Gao et al. [4] in his research, they explained the growth stages of the intermetallic α -Al(Fe, Mn)Si, so, it reaches to have a rhombic dodecahedron morphology. Moreover, with backscattered electron image the primary intermetallic compound α -Al₁₅(Fe, Mn)₃Si₂ with polyhedral morphology sedimented at 600°C for 4 hours was observed by Dash and Makhlouf [5].

Tillová et al. [6] have discussed and verified that the intermetallic β -Al₅FeSi phase was considered as harmful to the mechanical properties and it presents a monoclinic crystalline structure with highly faceted platelet morphology, with microstructural observations that it resembles to needles. Due to this morphology, it acts as efficient stress concentrators, thereby, significantly reduce the mechanical properties of the alloy, such as, ductility and fracture toughness. Another similar work given by Yu [7] and Taylor [8], they showed that the β -Al₅FeSi phase presents a complex configuration, forming branches and whose growth is lateral. According to Cao and Campbell. [9], they pointed, when the molten bath is superheated at elevated temperatures (200 a 300°C) above the liquidus temperature, the iron compounds tend to crystallize as α -Al₁₅(Fe, Mn)₃Si₂, besides, manganese has been widely used, due to its low significant cost and greater market availability, although, β -Al₅FeSi phase of monoclinic structure tends to be suppressed and in its place forms the compound α -Al₁₅(Fe, Mn)₃Si₂, this was supported, too, by Gao et al. [4], however, with the increase of the manganese content, the equilibrium field of the intermetallic

component $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Si}_2$ increases, as emphasized by Backerud et al. [3].

During homogenization, plate-like $\beta\text{-AlFeSi}$ phase transforms to a more rounded $\alpha\text{-Al}(\text{FeMn})\text{Si}$ phase by the extrusion process, moreover, the influence of the alloying elements on the rate of the intermetallic β -to- α transformation were studied by studied Kuijpers et al. [10], furthermore, according to their investigation these authors stated, iron is a common impurity element in aluminum alloys, for instance, in Al-Si foundry alloys, iron forms intermetallic compounds that have long been known to be detrimental to mechanical properties, such as, $\beta\text{-Al}_5\text{FeSi}$. Meanwhile, formation of the $\beta\text{-Al}_{15}\text{FeSi}$ phase can be suppressed in two ways: addition of sufficient manganese and or with high cooling rates, the former leads to the formation of $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Si}_2$, while in the latter case, $\alpha\text{-Al}_8\text{Fe}_2\text{Si}$ forms. Notwithstanding, Gao et al. [11] and Otani et al. [12] investigated, to minimize the disadvantage of $\beta\text{-Al}_5\text{FeSi}$, their researches have been focused on changing the morphology of this phase, adding neutralizing elements, e.g. Be, Mn, Cr or V, it is a commonly applied method, among which Mn element is the most efficient. When the total amount of Fe, Mn, and Si is less than 18 wt.%, the primary phase $\text{Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Si}_2$ will form, which is usually marked as $\alpha\text{-Al}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Si}$ for short, this phase exhibits a body-centered cubic structure and its preferred morphology is Chinese script.

Kaisera et al. [13] recently presented applications of this type of alloys. Hypereutectic aluminum-silicon alloys are used in applications that require high resistance to wear, corrosion, good mechanical properties, low thermal expansion, and reduced density. Their properties are of the greatest attention to the automobile industry for the fabrication of fuel-efficient vehicles, using lightweight components produced from these alloys such as connecting rods, pistons, cylinder liners, and engine blocks.

The aluminum alloy with intermetallic $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ phase with polygonal morphology was processed by controlled solidification, this allows was studied to evaluate the microstructure, microhardness and corrosion resistance, when this alloy was immersed in the electrolytic medium at 0.1 mol/L solution of sulfuric acid. The results were compared with pure aluminum.

2 | MATERIAL AND METHODS

From commercial raw materials, the alloy with chemical composition used in this work was casted and X-ray fluorescence was used to determine quantitatively the composition of sample, Table 1 shows the compositions in weight of sample. The preparation of alloy was made from the fusion of the ingots in the vertical furnace, so, all the information of the alloy casting process is found in the dissertation of Ferreira

[14]. After casting the alloy, the samples were cut, embedded, and sanded for microstructure analysis in an optical microscope Olympus BX-51 and in a microscope (SEM-FEG) with EDS, Tescan model Mira 3. Furthermore, Vickers hardness (VH) was measured on the material.

Sample(wt.%)	Al	Fe	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	S
Al alloy	77.794	7.319	9.041	1.937	1.828	1.826	0.255	-
Pure Al	99.662	0.236	-	-	-	-	-	0.102

Table 1. Chemical compositions in percentage weight of Al alloy and pure Al samples, obtained by X-ray fluorescence technique.

The physical properties measured of Al alloy, whose density was 2093 kg/cm³ and of pure Al was 2700 kg/cm³. These properties were measured by the Archimedes principle.

For the corrosion tests, the samples were cut, embedded and sanded, the following techniques were employed: open circuit corrosion potential, linear polarization around of the corrosion potential (E_{corr}), as well as, quantify of the corrosion rate is attributed to the information about kinetic of anodic and cathodic reactions. Corrosion tests were performed in an electrochemical cell with three electrodes; the reference electrode (SCE), the counter electrode (platinum wire), and the work electrodes constituted by aluminum alloy and pure Al. The electrolytic medium was a 0.1 mol/L solution of sulfuric acid, maintaining a temperature at 24°C through a Brookfield TC 501 thermostat. The tests were performed in an Autolab potentiostat model PGSTAT 30, the GPS software and the FRA software, version 4.9 of Autolab were used to collect.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

To facilitate the discussion, some nomenclatures were adopted, so that, the Al-alloy with intermetallic component α -Al₁₅(Fe, Mn, Cr)₄Si₂ what present polygonal morphology was denoted by “Al- α ” and the Al 99.99 wt.% was denoted by “pure Al”.

3.1 Microstructural analysis

The microstructural analysis was carried out using an optical microscopy and high-resolution scanning electron microscope (SEM-FEG) with EDS. In Figure 1 is shown the result of microstructural analysis of the Al- α alloy, in the

micrograph is shown a distribution of polygonal morphology with homogeneous or smooth characteristic, but, in the low-magnification optical microscopy (Fig. 1a), a morphology type “Chinese script morphology” is observed, which correspond to intermetallic $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe, Mn, Cr})_4\text{Si}_2$, this study was previously confirmed by Ferreira [14], also, for this intermetallic, similar results were discussed by several authors, between them, Orozco-González et al. [2] and Backerud et al. [3]. Then, when is amplified the optical micrograph (Fig. 1a), two distinct phases are observed (Fig. 1b-c). Meanwhile, around the polygonal morphology, a morphology with coarse or rough characteristics can observe and these characteristics can be elucidated at the interface of these morphologies (Fig. 1d-e).

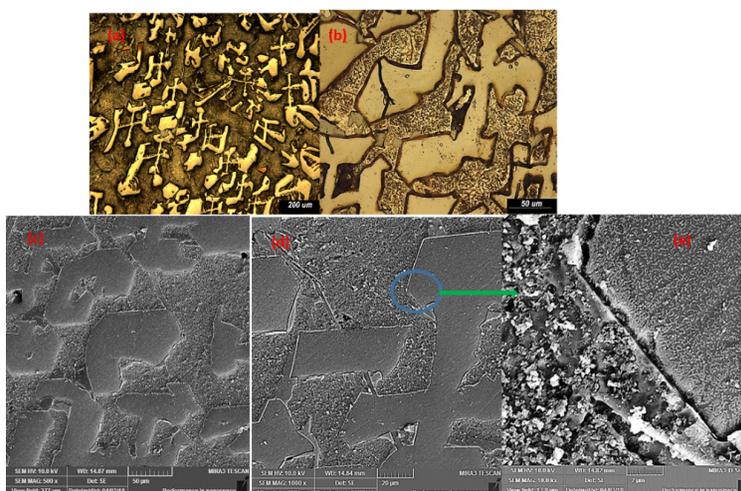


Figure 1. Microstructural analysis. a) Optical micrograph, b) higher magnification of previous figure, c) FEG/SEM imagens, d) higher amplification of previous figure and (e) image of the interphase

Furthermore, EDS punctual analysis for Al- α alloy was done, such as, at the polygonal morphology and rough morphology, at the right-hand side of the tables that correspond to each microstructure, the concentration of the present elements can be observed. At the first table (left side) of Figure 2 there are low concentration of Al, meanwhile, high concentrations appear in this table of Fe, Si, Cr, Mn, and Ni than at second table (right side) of Figure 2, however, high concentration of Al presents in this last table.

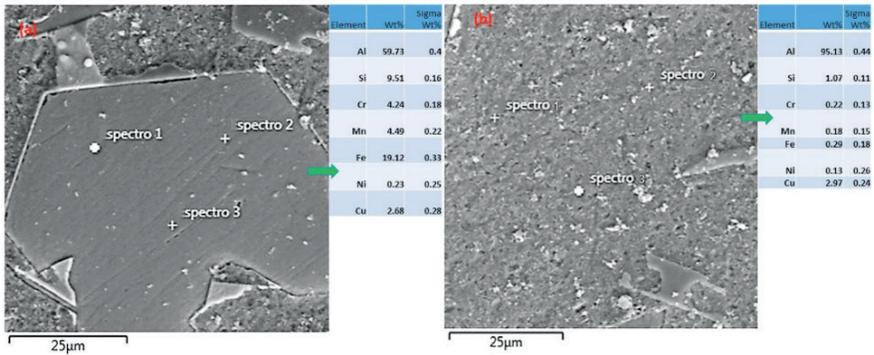


Figure 2. EDS punctual analysis for Al- α alloy. (a) at the polygonal morphology and (b) at the rough morphology

The EDS element maps present at Al- α alloy, that is shown in Figure 3, we note a higher concentration of Al element prevails at the rough characteristic than the polygonal morphology, which is confirmed at the second table of Figure 2. However, the elements: Fe, Si, Cr, and Mn present higher concentration at the region of the polygonal phase; though these elements have low concentration at the rough region, this result is confirmed by EDS punctual analysis (Fig. 2), while, the Cu element has a slightly higher concentration at the rough region, and the Ni element was not detected.

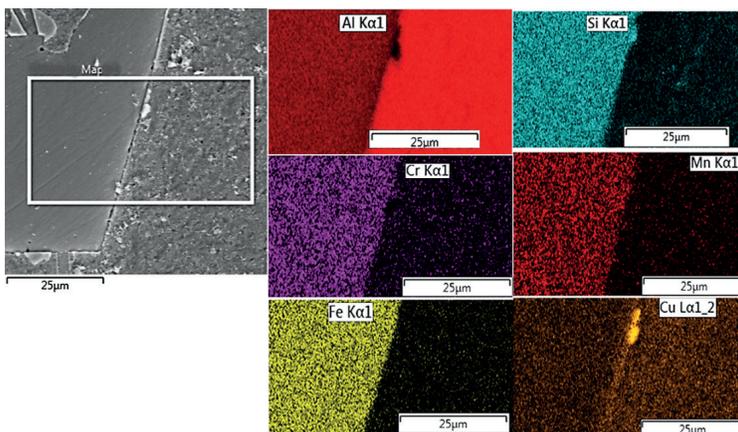


Figure 3. EDS element maps at the polygonal and of the interface between rough morphologies and Al- α alloy phase

Strengthening this study, the solidification by differential thermal analysis (DTA) of alloy with cooling at 5 °C/min was carried out, by Ferreira [14]. This author

identified precipitation of phases rich in pro-eutectic $\text{Fe-Al}_{15}(\text{Fe, Mn})_3\text{Si}_2$ and Al_5FeSi , besides, main eutectic reaction involving precipitation of (Si) and phases containing-Fe. Moreover, an analysis by X-ray diffractometry. (Cu- α) of this alloy, executed by this same author, the phases $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe, Mn, Cr})_4\text{Si}_2$, $\alpha\text{-Al}$, Si, Al_2Cu e $\text{Al}_3\text{Cu}_2\text{Ni}$ were identified. Thus, our microstructural studied was corroborated with the results of this study.

The phase $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe, Mn})_3\text{Si}_2$ with characteristic similar to phase $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe, Mn, Cr})_4\text{Si}_2$ was discussed by several researchers, among them, Cao and Campbell [9] confirmed that the iron compound tend to crystallize as $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe, Mn})_3\text{Si}_2$, thus this compound prevails at the polygonal morphology, which is rich in Fe, Mn and Cr, also, with the increase of the manganese content, the equilibrium field of the intermetallic component $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe, Mn})_3\text{Si}_2$ tending to increases, as emphasized by Backerud et al. [3] and Dinnis and Taylor [15]. Moreover, according to study assessed by Kuijpers et al. [10], which during this homogenization, plate-like $\beta\text{-AlFeSi}$ phase transforms to a more rounded $\alpha\text{-Al}(\text{FeMn})\text{Si}$ phase, which is more favorable for the extrusion process, the influence of the alloying elements, in particular, the Mn and Si concentration influence on the β -to- α transformation rate. Furthermore, Makhlof and Apelian et al. [16] and Otani et al. [12], they had observed that the intermetallic compound $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe, Mn})_3\text{Si}_2$ have a polyhedral morphology, anyway, Backerud et al. [3] explained in his work, which the intermetallic component $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe, Mn})_3\text{Si}_2$ may presents polygonal morphology and it may presents a “Chinese-script” morphology, also, this fact were corroborated by Dinnis and Taylor [15] and Otani et al. [12]. The $\alpha\text{-Al}(\text{Fe, Mn})\text{Si}$ phase exhibits a body-centered, with cubic structure and its preferred morphology is Chinese script, pointed out by Gao et al. [11].

A systematic study was presented to investigate the variations of microstructure, mechanical properties, and strain hardening on a commercially pure aluminum AA1050 at room temperature, through optical micrograph of the annealed sheet, by Gashti [17], they showed a homogeneous microstructure, with a geometric characteristic elongated and polygonal deformed and some of the grain boundaries are not clear due to a large number of dislocations that present. Therefore, the microstructure of the Al- α alloy and pure Al are different, although the Al- α alloy present the polygonal morphology, however, around the polygonal morphology presents coarse or rough characteristic, while the pure Al present polygonal deformed and elongated.

3.2 Vickers microhardness measurements

In this work the Vickers microhardness test was performed, applied loads of 100 [gf], for a dwell time of 15 s. The Vickers microhardness was carried out in the polygonal morphology and rough characteristic of the microstructure of Figure 1.

At polygonal morphology, the microhardness Vickers (HV) was 728 ± 8 , however, at rough characteristic was 90 ± 10 HV.

Several authors have studied the Vickers microhardness, including Tillová et al. [6], they studied the intermetallic phases in Al-Si recycled alloys, in the primary intermetallic $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Si}_2$ with polyhedron morphology presented a microhardness of 483 HV, in addition, Isadarea et al. [18] studied the mechanical properties of 7075 aluminum alloy, they found for this alloy the microhardness of 201 HV, however, the microhardness of 567 HV for Al-Si-Cu-Mg-Fe extruded alloy was measured by the authors Ahn [19]. Though, some authors, Kubota [20] and Xu et al. [21] determined the microhardness of pure aluminum, around 50 HV. Meanwhile, our result of microhardness in polygonal morphology was higher than the alloys presented by the cited authors. Thus, the microhardness of our alloy was much higher than pure aluminum.

3.3 Electrochemical techniques

3.3.1 Open-circuit corrosion

The corrosion potential (E_{corr}) or open circuit potential is determined after immersed in the electrolyte under study by a time of 3300s, as stipulated by ASTM standard G59-97 [22]. Figure 4 shows the behavior of the corrosion potentials of the two samples as a function of time. Where the pure Al was considered as a reference of comparison.

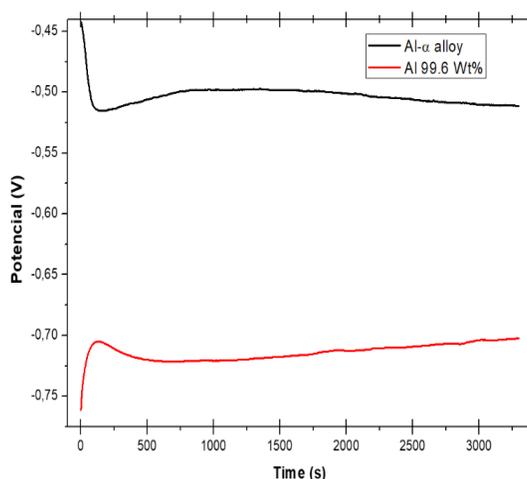


Figure 4. Open circuit potential (OCP) reactions versus saturated calomel electrode (ECS) for the Al- α alloy and pure Al samples in 0.1 mol/L sulfuric acid medium, aerated at 24 °C.

The sample of the Al- α alloy presented the initial E_{corr} of -0.082 V, then it falls sharply to -0.102 V and stabilizes at -0.106 V at the test end. However, for the sample of pure Al initially, the potential was of -0.006 V, the potential varies very little and stabilizes at -0.005 V at the test end. The potential of the Al- α alloy behaves with a tendency to decrease from 2000 s, while, from this same time interval, the pure Al sample presents a tendency to increase the potential. So, the pure Al workpiece has a behavior of the corrosion potential in a more noble direction than the Al- α alloy.

In this experiment we used the saturated calomel as the reference electrode, because at the test end of the Al- α alloy the potential was -0.106 V, however, in reference to the standard hydrogen electrode is +0.135 V, though, for the pure Al the potential was -0.005 V and in reference to the standard potential is +0.236 V. In this Al- α alloy prevails the concentration of the element Al (Table 1), so, according to Pourbaix diagram [23] both potentials are found in the passive region.

3.3.2 Determination of corrosion rate

To calculate the corrosion rate, micro and macro linear polarization techniques were used. The micro polarization technique consists in applying 10 mV for more and 10 mV for less around the E_{corr} , as stipulated the standard ASTM G59-97 [22], the result is shown in Figure 5a and the polarizing resistance (R_p) was determined as the inverse of the angular coefficient of the straight line of Figure 5a, whose result is displayed in Table 2. Moreover, to determine the Tafel constants (β_a , cathode beta and β_c , anodic beta) in H_2SO_4 , the macro polarization technique was performed, for this, a potential of ± 150 mV around E_{corr} was applied in the samples in study, whose result is shown in Figure 5b and the Tafel constants are presented in Table [2].

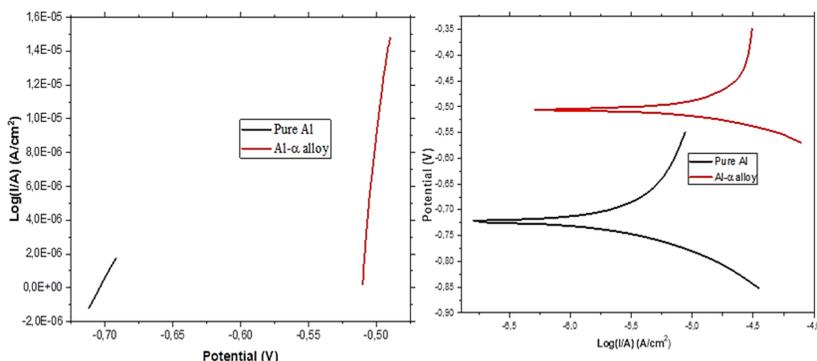


Figure 5. (a) micro polarization technique and (b) macro polarization technique

To calculate the corrosion current (I_{corr}) was used the equation proposed by Stern-Geary in ASTM G59-97 [22] and the corrosion rate (CR) is in mm/year, according to ASTM G102-89 [24]. For this calculation, the Al element was considered the majority, according to Table [1]. Table 2 presents the experimental data and calculation of the corrosion current and corrosion rate for each sample.

Measure	E_{corr} (V)	R_p ($k\Omega \cdot \text{cm}^2$)	β_a (V/dec)	β_c (V/dec)	I_{corr} (A/cm^2)	CR (mm/year)
Pure Al	-0.005	0.454	0.1436	0.1059	7.9×10^{-2}	0.086
Al- α alloy	-0.106	0.116	0.2765	0.0302	10.2×10^{-2}	0.143

Table 2. Electrochemical parameters for the pure Al and the Al- α alloy in H_2SO_4 , 0.1 mol/l aerated, and at 24°C .

As is well known, the polarization resistance is related to the difficulty of load transfer or electric current flow between the electrolyte and the sample. According to this result of Table 2, the polarization resistance of the pure Al is much higher than Al- α alloy. Also, in this table, the I_{corr} in conditions of almost equilibrium is higher of the alloy Al- α than pure Al. Thus, a lower electric current implies a higher polarization resistance.

The Tafel constants activate the cathodic and anodic electrochemical processes. However, the electrochemical processes that occur in electrodes in acid medium are as follow: at the cathode of the platinum electrode, occurs the reduction of the hydrogen, however, at node in the working electrode, reacting Al with water, inducing the formation of Al's oxide on the metal surface, at the metal-water interface.

The microstructure of the Al- α alloy and pure Al are different. The Al-alloy with intermetallic component $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ present polygonal morphology, meanwhile, around the polygonal morphology has a coarse or rough characteristic and this characteristic can be elucidated at the interface of these morphologies (Fig.1c-d), while, the pure Al present polygonal deformed and elongated. The cathodic and anodic regions are established by the morphological characteristic of the alloy, thus generating a galvanic microcell, which explains the higher corrosion rate in the alloy than in pure Al, because this latter has uniform morphology.

In aerated sulphuric acid medium the presence of the intermetallic phase $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ that is found in the aluminum matrix, which implies the corrosion rate of this alloy is higher when compared to pure Al (see Table 2), although, these values mean that the corrosion rate in pure Al is low, however, the corrosion rate in Al- α alloy is moderate according to the standard NACE Standard RP0169 [25].

4 | CONCLUSION

Because of this study, the following conclusions will be highlighted.

1) The polygonal morphology type “Chinese script morphology” was observed in the intermetallic $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ and with coarse characteristics in the grain contour.

2) By EDS analysis, the higher concentration of the Al element prevails in grain contour than in the polygonal morphology, and Fe, Si, Cr, and Mn present higher concentration in the region of the polygonal phase.

3) The intermetallic $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cr})_4\text{Si}_2$ with polyhedron morphology presents a microhardness of 483 HV and being much higher than pure aluminum.

4) The pure Al workpiece has a behavior of the corrosion potential in a more noble direction than the Al- α alloy.

5) The polarization resistance of the pure Al is much higher than Al- α alloy, and the corrosion rate of pure Al is low, however, the corrosion rate of Al- α alloy is moderate.

6) This alloy is suitable for use in many automotive applications increasing the lifetime of such components, due to, it has low density, high microhardness, and corrosion rate moderate in acid medium.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was entirely financed by CNPq (Brazilian National Council for Scientific and Technological Development), FINEP (Research and Projects Financing Agency), and to LABMU–UEPG laboratory.

REFERENCES

- [1] M. Dash and M. Makhlof. **Effect of key alloying elements on the feeding characteristics of aluminum–silicon casting alloys**. Journal of Light Metals, 2001, 1, p 251–265, doi: 10.1016/S1471-5317(02)00002-0
- [2] P. Orozco-González, M. Castro-Román and R. Muñoz-Valdez. **Formation and crystal structure of the τ phase in the Al-Fe-Mn-Si system**. Materials Letters, 2016, 180, p 277-279, doi.org/10.1016/j.matlet.2016.05.139
- [3] L. Backerud, G. Chai, J. Tamminen. **Solidification characteristics of aluminum alloys**. v. 2. Oslo, Norway: Foundry Alloys, AFS/ScanAluminium; 1990. p. 81–82.
- [4] T. Gao, Y. Wu, C. Li and X. Liu. **Morphologies and growth mechanisms of $\alpha\text{-Al}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Si}$ in Al-Si-Fe-Mn alloy**. Materials Letters, 2013, 110, p.191-194,. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2013.08.039>

- [5] M. Dash and M. Makhlof. **Effect of key alloying elements on the feeding characteristics of aluminum–silicon casting alloys.** Journal of Light Metals, 2005,1(4), p. 251-265, doi: 10.1016/S1471-5317(02)00002-0
- [6] E. Tillová, M. Chalupová, L. and Hurtalová. **Evolution of Phases in a Recycled Al-Si Cast Alloy During Solution Treatment.** Scanning Electron Microscopy, 2012, p 411-438.
- [7] J. Yu. **Formation of Intermetallic Phases in Al-10Si-0.3Fe based Alloys.** Doktor der Ingenieurwissenschaften. angefertigt am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie Institut für Angewandte Materialforschung, Berlin, 2016.
- [8] J.A. Taylor. **Iron-containing intermetallic phases in Al-Si based casting alloys.** Procedia Materials Science, 2012, 1 p. 19-33, doi: 10.1016/j.mspro.2012.06.004
- [9] X. Cao and J. Campbell. **The Nucleation of Fe-Rich Phases on Oxide Films in Al-11.5Si-0.4Mg Cast Alloys.** Metallurgical and Materials Transactions A, 2003, 34, p. 1409-1420.
- [10] N.C.W. Kuijpers, F.J.Vermolen, C.Vuik, P.T.G.Koenis, K.E.Nilsen and S. van derZwaag. **The dependence of the β -AlFeSi to α -Al(FeMn)Si transformation kinetics in Al–Mg–Si alloys on the alloying elements.** Materials Science and Engineering: A, 2005, 394 (1–2) 15, p. 9-19, doi:10.1016/j.msea.2004.09.073
- [11] T. Gao, K. Hu, L. Wang, B. Zhang and X. Liu. **Morphological evolution and strengthening behavior of α -Al(Fe,Mn)Si in Al–6Si–2Fe–xMn alloys.** Results in Physics, 2017, 7, p. 1051-1054, doi.org/10.1016/j.rinp.2017.02.040
- [12] L. B.Otani, J. Soyama, G. Zepon, A.C. e Silva, C.S. Kiminami, W.J. Botta and C. Bolfarini. **Predicting the Formation of Intermetallic Phases in the Al-Si-Fe System with Mn Additions.** Journal of Phase Equilibria and Diffusion, 2017, 38, p. 298–304,.
- [13] M.S. Kaiser, S.H. Sabbir, M.S. Kabir, M.R. Soummo, M.A. Nur. **Study of Mechanical and Wear Behaviour of Hyper-Eutectic Al-Si Automotive Alloy Through Fe, Ni and Cr Addition.** Materials Research, 2018, 21(4), p.1-9, <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2017-1096>
- [14] T. Ferreira. **Development of rich layers in intermetallic α -Al_x(Fe,Mn,Cr)_ySi_z in Al-Si alloy by controlled solidification.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Mecânica, Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica. Master's Dissertation, Ponta Grossa-PR, Brazil, 2016, in Portuguese.
- [15] C. M. Dinnis, J. A. Taylor and A.K., Dahle. **As-cast morphology of iron-intermetallics in Al–Si foundry alloys.** Scripta Materialia, 2015, 53(8), p. 955-958, doi: 10.1016/j.scriptamat.2005.06.028
- [16] M.M. Makhlof, D. Apelian. **Casting Characteristics of Aluminum Die Casting Alloys.** The Advanced Casting Research Center Worcester Polytechnic Institute Worcester, Massachusetts, 2002, p. 5-18.
- [17] S.O. Gashti, A. Fattah-alhosseini, Y. Mazaheri and M.K. Keshavarz. **Effects of grain size and dislocation density on strain hardening behavior of ultrafine grained AA1050 processed by accumulative roll bonding.** Journal of Alloys and Compounds, 2016, 658, p. 854-861, doi 10.1016/j.jallcom.2015.11.032

- [18] A. Dayo Isadarea, B. Aremob, M.O. Adeoyec, O.J. Olawalec and M.D. Shittu. **Effect of Heat Treatment on Some Mechanical Properties of 7075 Aluminium Alloy**. *Materials Research*, 2013, 16(1), p. 190-194, doi: 10.1590/S1516-14392012005000167
- [19] S. Ahn, S. Pathan, J. Koo, C. Baeg, C. Jeong, H. Son, Y. Kim, K. Lee, S. Hong. **Enhancement of the Mechanical Properties in Al–Si–Cu–Fe–Mg Alloys with Various Processing Parameters**. *Materials (Basel)*, 2018, 11(11), p. 2150, doi:10.3390/ma11112150
- [20] M. Kubota, and W.M. Rainforth. **Properties of mechanically milled and spark plasma sintered Al–15 at.% MgB₂ composite materials**. *Composites Science and Technology*, 2008, 68, p. 888-895, <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2007.08.010>
- [21] C. Xu, and T.G. Langdon. **The role of back pressure in the processing of pure aluminum by equal-channel angular pressing**. *Acta Materialia*, 2007, 55, p. 2351-2360, <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2006.11.036>
- [22] **Standard test method for conducting potentiodynamic polarization Resistance Measurements**, G59–97, ASTM, West Conshohocken, 2014.
- [23] M. POURBAIX. **Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions**. NACE, 2. ed. Houston, 1974.
- [24] **Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements**, G102 – 89, ASTM, West Conshohocken, 2015.
- [25] **Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems**, RP0169 - 2002, NACE .Houston, 2002.

CAPÍTULO 6

AVALIAÇÃO DO BINÔMIO SABER POPULAR VERSUS SABER CIENTÍFICO DE PLANTAS MEDICINAIS NO CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 17/06/2020

Ossalin de Almeida

Universidade Federal do Pará
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/7040173036131516>

Elizabeth Maria Soares Rodrigues

Universidade Federal do Pará
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/4870507884762615>

Leonan Augusto da Silva Maciel

Universidade Federal do Pará
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/5743156710432938>

Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

Universidade Federal do Pará
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/3507474637884699>

RESUMO: Este estudo teve a finalidade de facilitar a compreensão dos conteúdos didáticos relacionados as substâncias químicas que compõe as plantas medicinais abordados nos tópicos de Química Orgânica presentes na ementa do conteúdo programático de Química do 3º ano do ensino médio, visando correlacionar o saber tradicional com o saber científico. Os dados foram obtidos por meio de dois questionários semiabertos, o primeiro aplicado aos comerciantes de ervas do Mercado Municipal do Ver-o-Peso, e o segundo para os

alunos do 3º ano da E.E.E.F.M. Paulino de Brito. Os resultados obtidos nesta pesquisa, indicam que o conhecimento popular é concordante com o conhecimento científico em relação ao uso das plantas medicinais, e que o ensino de química pode ser facilitado quando houver a ligação entre os conteúdos estudados em sala de aula com cotidiano dos estudantes. Deste modo, o desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise que correlaciona o conhecimento tradicional e científico sobre a utilização de plantas medicinais evidenciando a relação mútua entre estas duas vertentes, validando o saber popular e evidenciando que tais ensinamentos são valiosos e devem ser preservados.

PALAVRAS-CHAVE: Saber Tradicional, Saber Científico, Educação Química, Etnoquímica, Plantas Medicinais.

EVALUATION OF THE BINOMIUM KNOWING POPULAR *VERSUS* SCIENTIFIC KNOWLEDGE OF MEDICINAL PLANTS IN THE PROGRAM CONTENT OF THE 3RD YEAR OF HIGH SCHOOL

ABSTRACT: The aim of this study was to facilitate the understanding of the didactic contents related to the chemical components present in the medicinal plants that are included in the Organic Chemistry topics located in the 3rd year High School Chemistry syllabus, aiming to correlate traditional knowledge with knowledge scientific. The data were obtained by two semi-open questionnaires, first an applied to herbal traders of the Ver-o-Peso Municipal Market, and the second to students of the 3rd year of E.E.E.F.M. Paulino

de Brito. The results pointed out in this research suggested that traditional knowledge is in agreement with what is available by scientific knowledge when referring to the use of medicinal plants, and chemistry teaching can be facilitated when there is a connection between the contents studied in the classroom with the daily situation of the students. Thus, the development of the present study made possible an analysis that correlates the traditional and scientific knowledge about the use of medicinal plants, evidencing the mutual relationship between these two aspects, validating the popular knowledge and showing that such teachings are unpriced and must be preserved.

KEYWORDS: Traditional Knowledge, Scientific Knowledge, Chemical Education, Etnochemistry, Medicinal Plants.

1 | INTRODUÇÃO

Nas escolas, são cumpridos os conteúdos curriculares com base na educação científica, nas quais os conhecimentos científicos são considerados absolutos, conferindo à ciência um *status* definitivo e superestimado, desqualificando assim, a cultura popular na qual os estudantes estão inseridos.

A universidade e a escola atualmente valorizam os saberes tradicionais ou populares, favorecendo, dessa forma, a participação da comunidade na escola ressignificando os conhecimentos adquiridos no seio familiar (GONDIM & MÓL, 2008).

O desenvolvimento de políticas, visando que, a formação inicial de professores considere a cultura popular em sala de aula, de modo há valorizar e não silenciar os saberes populares, atualmente, são raros os professores que contextualizam suas aulas.

É de extrema importância que as escolas proponham temas que estimulem o interesse dos estudantes em sala de aulas. As plantas medicinais com finalidades fitoterápicas são importantes para estabelecer a correlação entre vários assuntos, entre eles, referentes a disciplina de química, favorecendo um resgate de ensinamentos aprendidos na infância.

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi aplicar dois questionários semiabertos, para comerciantes de ervas do Mercado Municipal do Ver-o-Peso e para alunos de uma escola pública da capital Paraense. Os mesmos eram compostos por 14 e 20 questões, respectivamente, visando analisar a relevância dos conhecimentos populares utilizado como argumento de vendas pelos comerciantes de ervas e os conhecimentos científicos ministrados na sala de aula.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Os elementos culturais e a sua contextualização, aliados à interdisciplinaridade

não superficial, coloca em evidência os limites dos saberes e conceitos cotidianos, sem negá-los e nem substituí-los nas abordagens transformadoras possibilitadas pelos conhecimentos emergentes e pelas ações das condições potencializadoras da qualidade de vida socioambiental, orientações previstas no PCNC para o Ensino Médio (BRASIL, 2006).

A partir da interdisciplinaridade efetiva entre os vários campos do saber, alunos e professores tornam-se conscientes e conhecedores das interrelações entre ciência, cultura, tecnologia, ambiente e sociedade, favorecendo o desenvolvimento de uma visão holística do mundo (GONDIM & MÓL, 2008).

A etnografia surge na primeira metade do século XX com os trabalhos de campo realizados pelo Franz Boas (1920) e por Malinowski (1913). Nessa mesma época as técnicas de pesquisas começaram a ser ampliadas com os estudos sobre as sociedades tradicionais.

Etnografia é a escrita do visível, sendo dependente das qualidades do observador do conhecimento sobre o contexto estudado. A descrição etnográfica depende das qualidades de observação, de sensibilidade ao outro, do conhecimento sobre o contexto estudado, da inteligência e da imaginação científica do etnógrafo (MATTOS, 2011).

A partir dessa observação da sociedade é possível o ver e o viver, dos nativos do marco inicial do surgimento da antropologia científica, de modo que a observação partícipe se tornou a principal técnica etnográfica, na qual o espaço comum onde o pesquisador e os sujeitos se encontram são acessíveis. Implicando que os dados decorrentes da observação, da interação direta e contínua do pesquisador com o sujeito investigado no local principal da pesquisa, servirão de subsídios para construir a história etnográfica do lugar e dos sujeitos (VIEIRA & PEREIRA, 2005).

Por se tratar de uma pesquisa de campo, esta possui uma particularidade que é recomendada além da observação participante e de entrevistas não estruturadas e a utilização de outras técnicas como por exemplo, as conversas informais e formais, história de vida, análise documental, entre outros (ROCHA & ECKERT, 2008).

É necessário que o pesquisador faça um planejamento de como vai realizar suas ações e mantenha um compromisso ético, desde a escolha do participante, do entrevistador, do local, e do momento para sua realização (BICUDO, 2006).

A etnociência reavalia os conhecimentos tradicionais perante ao conhecimento científico, e deseja evidenciar a sua importância contrapondo a inflexibilidade científica, apresentando-se como uma alternativa para uma melhor compreensão da relação entre a humanidade e a natureza. A etnociência podendo ser considerada como um ramo da ciência original com o cruzamento entre a Sociolinguística, a Antropologia Cognitiva e as Ciências Naturais (MARQUES, 2001).

A etnociência surge a partir de meados do século XX, por meio de David

French (D'OLNE CAMPOS, 2002). Lévi-Strauss foi um dos antropólogos que iniciou os estudos na área de etnociência, ao analisar os sistemas de classificação indígenas (DIEGUES, 2000). O prefixo 'etno', empregado, no termo etnociência, refere-se às teorias populares que manipulam a mesma matéria das teorias científicas que lhes são correspondentes, bem como ao seu estudo (MARQUES, 1991).

A etnociência atualmente envolve concepções bastante diversificadas, torna-se necessário abordá-la de forma crítica, principalmente na dinâmica das relações sociedade/natureza, em busca da construção de uma racionalidade ambiental através do saber local (SILVA & FRAXE, 2013).

A partir da década de 50, Julian Stewart publicou os trabalhos de etnociência e suas diversas subdivisões, como a etnobiologia, a etnobotânica, a etnofarmacologia e etnomatemática (DIEGUES, 2000).

As mudanças epistemológicas foram fundamentais no processo de reconhecimento da etnociência no meio acadêmico. Em termos gerais a etnociência havia perdido importância a partir do final dos anos 1960, criticada por antropólogos materialistas e interpretativistas, mas a partir de meados dos anos 1980 tomou outro impulso, com vários autores propondo adaptações, aplicações e implicações, tendo assim evoluído da pesquisa da relação de animais e plantas somente com comunidades tradicionais, para investigar também as relações do homem em suas diversas instâncias socioculturais (ALVES & ALBUQUERQUE, 2005).

O conhecimento sobre plantas medicinais simboliza muitas vezes o único recurso terapêutico de muitas comunidades e grupos étnicos, sendo utilizado no tratamento de enfermidades mais antigas da espécie humana (MACIEL et al., 2002).

Os modelos de cultura e conhecimento baseiam-se em processos históricos, linguísticos e culturais, e apesar de não se isolarem das histórias mais amplas, retêm certa especificidade de lugar (ESCOBAR, 2005). Há necessidade de reformar o pensamento para termos indivíduos com informações pouco aplicáveis e desconexas, termos indivíduos com pensamentos e informações bem articulados, conhecimentos e saberes conectados num padrão sistêmico, afim de mudar a percepção da civilização sobre si mesma (MORIN, 2010).

A escola, portanto, participa como centro de resgate e incentivador da valorização dos saberes da comunidade do seu entorno, muitas comunidades, mesmo em estado quase provinciano, possuem tal unidade para educação dos seus filhos, uma vez que os saberes da comunidade são externalizados, pelos seus filhos e suas filhas, quando estimulados a isso, e o mundo vivenciado pela ótica do alunado pode ser resgatado, valorizado e aprendido pelos professores, buscando sempre envolver nesse processo a família e as gerações que perpetuaram a origem e as tradições deles (VASCONCELLOS, 2010).

Na evolução do conhecimento humano, houveram situações em que o

modelo mental existente foi desafiado, sendo, cada povo participe de sua evolução conforme sua realidade natural, social e cultural. E, o registro desses conhecimentos, possibilita a cada sociedade à transmissão de seus saberes e de suas culturas para futuras gerações (FRANCISCO, 2004).

A temática da aula de ciências apenas promove técnicas de cópia e memorização que dependem de estudos rápidos expressados nos “estudos da véspera”, mas que pouco ou nenhum conteúdo é fixo. Cada vez mais aumentam a força de culturas negadas e silenciadas, esses sujeitos operam novas estratégias coletivas e individuais de reação. Em relação aos currículos, disciplinas e suas práticas, há uma renovação em curso não mais restrita à teoria, mas sim uma aproximação real entre teoria e prática (GOMES, 2012).

A abordagem “problematizadora da realidade” *versus* “educação bancária” no ensino, pressupõe um compromisso de alcance emancipador deixando claro que a escola deve contribuir para que o ser humano se apodere da sua cultura tomando consciência do lugar que ela ocupa de forma a se beneficiar dela, buscando formas de intervir social e politicamente (FREIRE, 1996).

A química, assim como as demais ciências da natureza, não é uma ciência pronta e acabada, mas sim em constante elaboração e construção do conhecimento (CHASSOT, 1995). Bernadelli (2004) revela que se devem acreditar numa abordagem de ensino de química voltada à construção e reconstrução de significados dos conceitos científicos nas atividades de sala de aula. Para que isto ocorra de forma correta, o professor deve relacionar a aprendizagem às necessidades básicas do aluno, como: alimentação, vestuário, moradia, transporte e outros, nos quais os conceitos químicos estão implícitos.

O tema referente às plantas medicinais é de grande interesse, devido estar diretamente relacionado ao cotidiano do aluno. No Brasil, o uso de plantas medicinais já existia com os índios. Quando os primeiros europeus chegaram, se depararam com uma grande quantidade de plantas medicinais utilizadas pelas tribos, das quais eles também começaram a fazer uso, pois não dispunham de outros tipos de medicamentos (LORENZI & MATOS, 2008).

A valorização do conhecimento prévio do aluno sobre plantas medicinais deve ser considerada, uma vez que a partir desse tema pode ser explorada sua composição química e as funções orgânicas nelas presentes (RODRIGUES et al., 2011).

Estes compostos químicos possuem estruturas moleculares cuja cadeia estrutural dos seus átomos podem apresentar um ou mais grupos funcionais, os quais são responsáveis pelo efeito terapêutico das plantas, dentre eles estão os flavonoides, alcaloides, terpenos, saponinas, entre outros (VEIGA JÚNIOR et al., 2013).

A utilização de plantas como exemplo, para demonstrar a presença destes princípios ativos, possibilita ao professor adequar o tema para o ensino da química orgânica. O conteúdo deve ser potencialmente significativo para o aluno, para que este possa construir seu conhecimento tendo a percepção do mesmo no seu cotidiano (PELIZZARI et al., 2002).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em dois momentos, uma primeira coleta de dados foi executada no Mercado Municipal do Ver-o-Peso, para em seguida ser realizada na escola E.E.E.F.M. Paulino de Brito, ambos situados em Belém/PA, nos meses de março e maio de 2019, respectivamente.

A fim de estabelecer a relação entre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico acerca da origem do saber tradicional e uso das ervas medicinais, foram selecionadas sete comerciantes de ervas do mercado do Ver-o-Peso e uma turma do terceiro ano da escola E.E.E.F.M. Paulino de Brito.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas, utilizando como instrumento - questionários semiabertos, para prospectar e analisar o conhecimento dos participantes acerca do tema estudado. O questionário aplicado aos comerciantes de ervas é constituído de dezessete questões a fim de se obter o conhecimento acerca da origem e uso das ervas medicinais no cotidiano dos mesmos. Antes da aplicação do questionário para os alunos, foi realizada uma aula expositiva, utilizando como recurso digital a apresentação em Power Point, abordando as principais classes das funções orgânicas e contextualizando por meio de exemplos os compostos químicos presentes nas plantas medicinais (metabólitos secundários).

O questionário aplicado aos alunos da escola é constituído por vinte questões, objetivou conhecer a origem do conhecimento tradicional que eles possuem e correlacionar com o conhecimento científico adquirido, utilizando como ligação o assunto do conteúdo programático do 3º ano do referente às funções orgânicas. Os dados foram tratados por meio de Planilha do Microsoft Excel 2010.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão analisados os dados obtidos a partir da pesquisa realizada junto aos comerciantes (Tabela 1) e discentes (Tabela 2).

4.1 Comerciantes de ervas do mercado do ver-o-peso

Com relação a participação do gênero, as mulheres representam 71,43%,

sendo que, 42,86% não concluíram o ensino fundamental, 14,29% concluíram o ensino fundamental e 14,29% concluíram o ensino médio. A participação de homens representa 28,57%, onde, 50% não concluíram o ensino fundamental e 50% concluíram o ensino médio.

A participação das famílias no mercado do Ver-o-Peso evita a terceirização de tarefas e fomenta a manutenção de tradições nas gerações futuras, dessa forma a participação dos gêneros é equivalente neste ambiente.

A totalidade dos comerciantes responderam vender as plantas medicinais na forma xarope, além dessa forma, também são comercializadas como infusão/garrafadas (71,43%), tinturas (28,57%) e como óleos e compressas (14,29%).

Foi reportado por 71,43% dos comerciantes terem adquirido o conhecimento das ervas no seio familiar, sendo 28,57% é dividido entre amigos de familiares e outros comerciantes. O conhecimento passado de geração em geração é bem evidenciado nesse dado, no qual o uso de plantas medicinais no tratamento de doenças ainda se perpetua nos tempos atuais.

A origem das ervas comercializadas é 100% local, onde estão incluídos coletores autônomos e membros familiares. Sendo 42,86% cultivam as ervas no próprio domicílio, 57,14% possuem fornecedores regionais, remetem-se as plantações que vêm de outros municípios do estado, além da região metropolitana de Belém.

Forma de Comercialização	Garrafadas (%)	Tinturas (%)	Compressas (%)
	71,43	28,57	14,29
Utilização	Medicinal (%)	Fragrâncias (%)	Banhos de Cheiro (%)
	100	71,43	57,14
Fornecimento	Próprio (%)	Regionais (%)	
	42,86	57,14	
Conhecimento Adquirido	Família	Outros	
	71,43	28,57	
Vantagens	Baixo Custo (%)	Sem Risco a Saúde (%)	Fácil Acesso (%)
	14	71,43	14,7
Uso/Ação no Corpo Humano	Uso Próprio (%)	Ação no Corpo Humano (%)	
	100	100	

Tabela 1. Dados obtidos do questionário aplicado aos comerciantes de ervas do Ver-o-Peso.

O uso das plantas para fins medicinais foi reportado pela totalidade dos comerciantes, sendo que também utilizam para fabricação de perfumes (71,43%) e para a manufatura de banhos de cheiro (28,57%). A procura por plantas com fins medicinais em feiras é a única alternativa para tratamentos de doenças para grande parte da população que não possui recursos para adquirir medicamentos convencionais ou possuem preferência pelos medicamentos naturais (ARGENTA et al., 2011).

O argumento de venda dos comerciantes de ervas é que, não oferece risco à saúde (71,43%), de baixo custo (14,0%) e são de fácil acesso (14,70%). A utilização de plantas medicinais deve preceder de bastante cuidados, considerando os riscos potenciais de intoxicações, interações não desejadas resultantes do uso acompanhadas com medicamentos sintéticos ou com outras plantas medicinais (CAPASSO et al., 2000 & Rocha, 2009). Além disso, o mercado do Ver-o-Peso é a fonte principal de distribuição de ervas medicinais *in natura*, oferecendo um baixo custo e fácil acesso às plantas (BITENCOURT et al., 2014).

4.2 Estudantes do ensino médio

A participação feminina dos estudantes é 33,33%, onde 33,33% habitam com os pais. Os homens são a maioria perfazendo 66,67%, onde 59,26% habitam com os pais e 7,41% com os avós. O acesso à internet foi reportado por 100% dos discentes, onde 88,89% acessam o serviço via smartphones e 14,81% mediante computadores pessoais.

Hábito de Uso	Sim (%)	Não (%)	
	55,56	44,44	
Forma de Comercialização	Xarope (%)	Infusão (%)	Óleos (%)
	46,67	33,33	33,33
	Compressas (%)	Inalação (%)	
	6,67	6,67	
Por que o Uso das Plantas	Baixo Custo (%)	Não Prejudicial à Saúde (%)	Natural (%)
	11,11	11,11	74,07
Frequência de Uso	Frequentemente (%)	Raro (%)	
	25,93	70,37	

	Pais (%)	Avós (%)	Vizinhos (%)	
Ensinos	29,63	52,96	3,70	
	Internet (%)			
	13,71			
Conhece o Princípio Ativo	Sim (%)	Não (%)		
	62,96	37,04		
Computador em Casa	Sim (%)	Não (%)		
	40,74	59,26		
Biblioteca	Insuficiente (%)	Regular (%)	Bom (%)	
	33,34	33,33	33,33	
Laboratório Multidisciplinar	Insuficiente (%)	Regular (%)	Bom (%)	
	22,22	33,33	44,45	
Laboratório de Informática	Insuficiente (%)	Regular (%)	Bom (%)	Excelente (%)
	18,53	33,33	44,44	3,70

Tabela 2. Dados obtidos do questionário aplicado aos estudantes do ensino médio.

A escola em questão dispunha de uma boa infraestrutura. Sendo que a totalidade dos alunos frequentam os laboratórios multidisciplinares e de informática e 66,67% frequentam a biblioteca. Esta pergunta teve a finalidade de avaliar o suporte que os alunos dispõem da escola no que tange ao conteúdo ministrado em sala de aula.

Quando a teoria e prática são estabelecidas em sala de aula é proporcionado ao aluno um parâmetro sólido entre o conhecimento científico e o seu conhecimento cotidiano (KRASILCHIK, 2005).

A avaliação dos alunos quanto a infraestrutura disponibilizada pela escola classificou a biblioteca com a seguinte proporção, insuficiente (33,34%), regular (33,33%) e bom (33,33%). O laboratório multidisciplinar foi classificado como, insuficiente (22,2%), regular (33,33%) e bom (44,45%), o laboratório de informática foi classificado como insuficiente (18,53%), regular (33,33%), bom (44,44%) e excelente (3,70%).

A utilização de plantas medicinais por partes dos discentes é bem variável, os que utilizam (55,56%) e os que não utilizam (44,44%). Em relação aos usuários, 46,67% utilizam na forma de xarope, 33,33% utilizam tanto em forma de infusão quanto de óleos e 20% utilizam nas formas de compressas ou inalação.

O acesso às plantas medicinais foi reportado como, cultivo próprio (7,41%), acesso por meio de vizinhos ou parentes (11,11%), compram nas feiras (48,15%),

compram em casas de ervas (14,81%) e outros (3,70%). O motivo pelo qual os discentes usam as plantas medicinais como remédio foram: por apresentar um baixo custo e não ser prejudicial à saúde (11,11%) e por ser natural (74,07%).

A frequência de uso de plantas medicinais é intermitente, 25,93% dos alunos informam que fazem uso frequentemente e 70,37% utilizam raramente. Foi reportado por 29,63% que aprenderam com os pais, 52,96% com os avós, 3,7% com os vizinhos e 13,71% pela internet. O hábito do uso de plantas medicinais é uma herança familiar, transmitida de geração a geração (CARAVACA, 2000).

O saber científico mais precisamente os princípios ativos das plantas medicinais é conhecido por 62,96% e desconhecido por 37,04%, revelando que a migração da população rural para a área urbana pode ocasionar uma perda do conhecimento popular acerca das plantas medicinais.

5 | CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo principal validar a relação entre os saberes tradicionais e os saberes científicos, no que tange o uso de plantas medicinais, adotando como metodologia facilitadora em sala de aula a contextualização do ensino de Química, a fim de relacionar os saberes científicos obtidos na escola com a bagagem cultural de alunos.

O levantamento de dados foi obtido pela aplicação de dois questionários semiabertos, aplicados a comerciantes de ervas do Mercado Municipal do Ver-o-Peso e para alunos do 3º ano do ensino médio da E.E.E.F.M Paulino de Brito.

Os dados obtidos neste trabalho sugerem uma boa correlação entre os conhecimentos tradicionais e científicos, evidenciando que as indicações terapêuticas dos comerciantes de ervas encontram sustentação na científica. Indicando ser possível a contextualização dos conteúdos ministrados em sala de aula.

A introdução dos princípios do etnoconhecimento na formação de professores de química deve ser estimulada para o desenvolvimento de práticas pedagógicas fundamentadas nos princípios da educação multicultural. Dessa forma, a relação entre os conhecimentos tradicionais e científicos e um ambiente escolar que valorize os saberes populares é a chave para a preservação da tradição cultural dos povos amazônicos.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.G.C. & ALBUQUERQUE, U.P. **Exorcizando termos em etnobiologia e etnoecologia**. In: ALVES, A.G.C., ALBUQUERQUE, U.P. & LUCENA, R.F.P. (Org). Atualidade sem etnobiologia e etnoecologia. Volume 2. Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia/Núcleo de Publicações em Ecologia Etnobotânica. Recife, 2005, p 123-131.

ARGENTA, S. C.; ARGENTA, L. C. GIACOMELLI, R. S.; CEZAROTTO, V. S. **Plantas Medicinais: Cultura Popular Versus Ciência**. Vivências, v.7, n.12, 2011, p. 51 – 60.

BERNARDELLI, M.S. **Encantar para Ensinar – Um Procedimento Alternativo para o Ensino de Química**. In: Convenção Brasil Latino América, Congresso Brasileiro e Encontro Paranaense de Psicoterapias Corporais, Foz do Iguaçu, 2004, 9p.

BICUDO, F. A. **Entrevista – Testemunho: quando o diálogo é possível**. Revista Caros Amigos. 2006, 209p.

BITENCOURT, B. L. G.; LIMA, P. G. C.; BARROS, F. B. **Comércio e Uso de Plantas e Animais De Importância Mágico-Religiosa e Medicinal no Mercado Público do Guamá, Belém do Pará**. Revista FSA, v. 11, n. 3, 2014, p. 96 – 158.

BOAS, Franz. **The methods of ethnology**. in: American Anthropologist, New Series, Vol. 22, Nº 4, (Oct-Dic, 1920) pp. 311-321.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica**. – Brasília, 2006, 133p.

CAPASSO, R.; IZZO, A.A.; PINTO, L; BIFULCO, T.; VITOBELLO, C.; MASCOLO, N. **Phytotherapy and quality of herbal medicines**. Fitoterapia, n. 71, 2000, 58p.

CARAVACA, H. **Plantas que curam**. Editora Virtual Books Online M & M Editores Ltda, 2000, 66p.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino**. Canoas: ed. da Ulbra, 1995, 316p.

DIEGUES, A. C. S. **Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos**. In: (Ed.) Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. São Paulo: USP, 2000, p. 133-164.

D'OLNE CAMPOS, M. **Etnociência ou etnografia de saberes, técnicas e práticas?** In: AMOROZO, M. C. M.; MING, L. C.; SILVA, S. P. (Orgs.). Métodos de Coleta e Análise de Dados em Etnobiologia, Etnoecologia e Disciplinas Correlatas. Rio Claro: UNESP/CNPq, 2002. p. 47-91.

ESCOBAR, A. **O lugar da natureza e a natureza do lugar: globalização ou pós-desenvolvimento?** In: LANDER, E. (Org.). A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO, 2005. p. 133-168.

FRANCISCO, Z.L. **O Ensino de química em Moçambique e os saberes culturais locais**. 2004. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004, 278p.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo, Paz e Terra, 1996, p. 160-166.

GOMES, N.L. **Práticas pedagógicas de trabalho com relações étnico-raciais na escola na perspectiva da Lei nº 10.639/03**. Brasília: MEC, 2012, 7p.

GONDIM, M.S. da C. & MÓL, G.de S. **Saberes Populares e Ensino de Ciências: Possibilidades para um trabalho interdisciplinar**. Química Nova na Escola, n. 30, 2008, p. 3-9.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005, 56p.

LORENZI, H. & MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008, 544p.

MACIEL, M.A., PINTO, A.C., & VEIGA-JÚNIOR, V.F. **Plantas Medicinais: a necessidade de estudo multidisciplinares**. *Química Nova*, 25(3), 2002, p. 429-438.

MALINOWSKI, Bronislaw. **The Family Among the Australian Aborigenes**. Londres: University of London Press, 1913.

MARQUES, J. G. W. **Aspectos ecológicos na etnoictiologia dos pescadores do complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba**. 1991. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991, 293p.

MARQUES, J.G. **O Olhar (Des)Multiplicado: O Papel do Interdisciplinar e do Qualitativo na Pesquisa Etnobiológica e Etnoecológica**. In: Anais do Seminário de Etnobiologia e Etnoecologia do Sudeste, 1. ed., Rio Claro: UNESP, 2001, p. 47-92.

MATTOS, C.L.G. **A abordagem etnográfica na investigação científica**. In: MATTOS, CLG., and CASTRO, PA., orgs. *Etnografia e educação: conceitos e usos* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011, p. 49-83.

MORIN, E. **A religação dos saberes: o desafio do século XXI**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, 583p.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel**. 2002, p. 37-41.

ROCHA, A.L.C. da & ECKERT, C. **Etnografia: saberes e práticas**. In: Célia Regina Jardim Pinto, César Augusto Barcellos Guazzelli (Orgs.). *Ciências Humanas: pesquisa e método*. Porto Alegre: Editora Universidade, 2008, p. 9-31.

ROCHA, F. A. G. **Plantas medicinais: um perfil etnofarmacológico**. 1 ed. Natal: Editora do IFRN, 2009, 248p.

RODRIGUES, M. B. P.; NASCIMENTO, E. M. M.; ALMEIDA, S. S. M. S. **A Utilização de Fórmulas Estruturais da Composição Química de Plantas Medicinais no Ensino de Química Orgânica**. 2011, p. 1-4.

VASCONCELLOS, M. J. E. **Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência**. Campinas: Papyrus, 2010, 272p.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. **Plantas Medicinais: cura segura?** *Revista Química Nova*, Vol. 28, No. 3, 2013, p. 519-528.

VIEIRA, M.M.F.; PEREIRA, B.N. **Estudos Etnográficos em Administração**. In: VIEIRA, M.M.F.; ZOUAIN, D.M. (Orgs). **Pesquisa Qualitativa em Administração**. Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005, 39p.

CAPÍTULO 7

CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL EM PEIXES DO RIO TELES PIRES NA REGIÃO DA USINA HIDRELÉTRICA-UHE COLÍDER, MATO GROSSO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 26/06/2020

Solange Aparecida Arrolho da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso-
UNEMAT

Campus Universitário de Alta Floresta
Alta Floresta – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/5491044827262596>

Anne Sthephane Arrolho Silva Correa

Universidade do Estado de Mato Grosso-
UNEMAT

Campus Universitário de Alta Floresta
Alta Floresta – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/6599644147232804>

Liliane Stedile de Matos

Universidade do Estado de Mato Grosso-
UNEMAT

Campus Universitário de Alta Floresta
Alta Floresta – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/5491044827262596>

Claumir Cesar Muniz

Universidade do Estado de Mato Grosso-
UNEMAT

Campus Universitário de Cáceres
Cáceres – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/2202899559144774>

Aurea Regina Alves Ignacio

Universidade do Estado de Mato Grosso-
UNEMAT

Campus Universitário de Cáceres
Cáceres – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/1467264937620573>

Michelli Regina de Almeida Cardoso Ramos

Universidade do Estado de Mato Grosso-
UNEMAT

Campus Universitário de Cáceres
Cáceres – Mato Grosso

<http://lattes.cnpq.br/4095679147518103>

RESUMO: O mercúrio é um metal que pode ocorrer de forma natural no ambiente, liberado através de emanações vulcânicas e gaseificação da crosta terrestre. A sua mobilização através de atividades humanas, vem atuando como catalizadora de um processo de contaminação da biota terrestre e aquática, atingindo em última escala o ser humano. No Brasil estudos recentes demonstram ocorrência de fontes pontuais e difusas de liberação do metal devido às concentrações encontradas na biota e em humanos. Diante disso, este trabalho tem por objetivo avaliar as concentrações de mercúrio total (THg) nos peixes do rio Teles Pires, na região da Usina Hidrelétrica-UHE de Colíder-MT. O estudo foi desenvolvido no rio Teles Pires no ano de 2013. Após a coleta os peixes foram triados e classificados taxonomicamente de acordo com as espécies e categoria trófica, e mantidas no freezer. A detecção foi realizada utilizando Espectrômetro de Absorção Atômica. Foram analisadas amostras de músculo de 75 indivíduos de 13 espécies de peixes. As médias das concentrações de THg variaram de 107,83 ppb (*Leporinus friderici*) a 480,56 ppb (*Hemisorubim platyrhynchos*), sendo que 6 espécies apresentaram concentrações médias de THg no músculo entre 107,83 ppb a 195,29

ppb, outras 4 espécies apresentaram entre 206,74 ppb a 364,13 ppb, e 3 espécies apresentaram de 410 ppb a 480,56 ppb. Dentre as espécies analisadas 30,76% demonstraram concentração moderadas e 23,07%, concentrações de THg próximas ao limite estabelecido pela OMS (500 ppb), o que caracteriza uma fonte difusa de Hg no ambiente e um potencial risco a saúde humana, independente da UHE que se encontra em fase de instalação. A Amazônia e o Pantanal apresentam naturalmente ambientes favoráveis à metilação do Hg para a forma orgânica, o que pode explicar as moderadas e altas concentrações encontradas em peixes carnívoros em ambientes desprovidos de mineradoras de ouro.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia Meridional, bacia do Rio Tapajós, Ictiofauna, Reservatórios de hidrelétricas.

TOTAL MERCURY CONCENTRATION IN FISHES FROM THE TELES PIRES RIVER IN THE REGION OF THE HYDROELECTRIC POWER PLANT - COLÍDER, MATO GROSSO

ABSTRACT: Mercury is a metal that can occur naturally in the environment, released through volcanic fumes and gasification of the earth's crust. Its mobilization through human activities has been acting as a catalyst for a process of contamination of terrestrial and aquatic biota, reaching in the last scale the human being. In Brazil recent studies have shown the occurrence of point and diffuse sources of metal release due to the concentrations found in biota and in humans. Therefore, this work aims to evaluate the concentrations of total mercury (THg) in fish from the Teles Pires River, in the Colíder-MT Hydroelectric Power Plant-UHE region. The study was carried out on the Teles Pires river in 2013. After collection, the fish were sorted and taxonomically classified according to the species and trophic category, and kept in the freezer. Detection was performed using Atomic Absorption Spectrometer. Muscle samples from 75 individuals from 13 fish species were analyzed. The average THg concentrations ranged from 107.83 ppb (*Leporinus fridericii*) to 480.56 ppb (*Hemisorubim platyrhynchos*), with 6 species showing average THg concentrations in the muscle between 107.83 ppb at 195.29 ppb, others 4 species presented between 206.74 ppb to 364.13 ppb, and 3 species presented from 410 ppb to 480.56 ppb. Among the analyzed species, 30.76% showed moderate concentration and 23.07%, THg concentrations close to the limit established by the WHO (500 ppb), which characterizes a diffuse source of Hg in the environment and a potential risk to human health, regardless of the HPP that is in the installation phase. The Amazon and the Pantanal naturally present favorable environments for the Hg methylation to the organic form, which may explain the moderate and high concentrations found in carnivorous fish in environments without gold miners.

KEYWORDS: Southern Amazon, Tapajós River basin, Ichthyofauna, Hydroelectric reservoirs.

1 | INTRODUÇÃO

O mercúrio é um metal que pode ocorrer de forma natural no ambiente,

liberado através de emanações vulcânicas e gaseificação da crosta terrestre (Ravichandran, 2004). No solo da região amazônica há Hg de ocorrência natural superior a outras regiões do planeta (Fadinie Jardim, 2001; Wasserman et al., 2003), constituindo um importante reservatório de Hg naturalmente acumulado (Roulete Lucotte, 1995). A sua mobilização através de atividades humanas como garimpos, fábricas, indústria farmacêutica e conversão de terra para vários fins vêm atuando como catalizadora de um processo de contaminação da biota terrestre e aquática, atingindo em última escala o ser humano (Souza e Barbosa, 2000).

No ambiente aquático o Hg pode assumir diversas formas, dentre essas, o metilmercúrio (MeHg), que tem a capacidade de bioacumular e biomagnificar nas cadeias tróficas aquáticas (Akagi et al., 1995). A formação do MeHg é influenciada pela interação com a biota e complexos orgânicos e inorgânicos, principalmente na zona de rizosfera das macrófitas aquáticas (Guimarães et al., 1998; Lázaro et al., 2013). A formação do reservatório de usinas hidrelétricas-UHEs, áreas de remanso, lagos marginais e de inundação apresentam características biogeoquímicas que favorecem a metilação do mercúrio (Lacerda e Malm, 2008). A principal via de contaminação por MeHg nos seres humanos é através da ingestão, principalmente peixe (EPA, 2001).

A contaminação mercurial vem sendo discutida no mundo (Díezet et al., 2011; Cristol et al., 2012; Carravieri et al., 2013; Ceccatto et al., 2015; Eagles-Smith et al., 2016; Ferreira et al., 2017; Barbosa et al., 2018; Matos et al., 2018; Lino et al., 2018; Pestana et al., 2019). No Brasil, e em especial na Amazônia e o Pantanal de Mato Grosso, estudos recentes demonstram ocorrência de fontes pontuais e difusas de liberação do metal devido às concentrações encontradas na biota (Ceccatto et al., 2015; Ferreira et al. 2017; Santos-Filho et al., 2017; Cebalho et al., 2017), e humanos (Marques et al., 2016). Diante disso, este trabalho tem por objetivo avaliar as concentrações de mercúrio total (THg) nos peixes do rio Teles Pires, na região da Usina Hidrelétrica-UHE de Colíder-MT.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

As coletas foram realizadas na bacia do Rio Teles Pires (Mato Grosso), um dos principais tributários do Rio Tapajós (Figura 1). A região onde foram realizadas as coletas na bacia do Rio Teles Pires possui diferentes usos e, provavelmente, o Rio está sujeito a diferentes fontes antrópicas de THg. O ponto amostral é o Rio Teles Pires, entre os municípios de Colíder e Itaúba, onde são práticas comuns a agropecuária, o despejo de efluentes de curtume, a agricultura, o garimpo e atualmente usinas hidrelétricas.

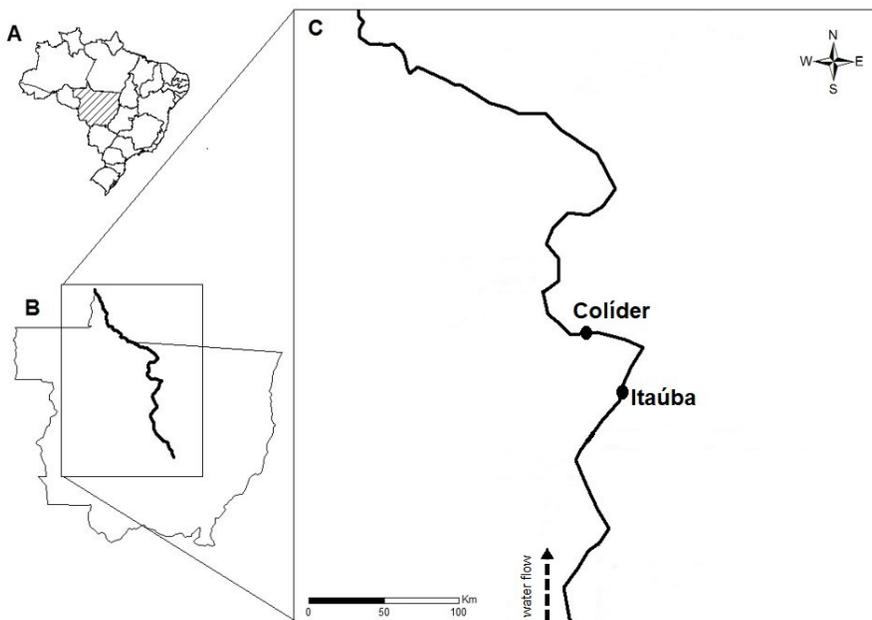


Fig. 1. A. Mapa do Brasil. B. Mapa do estado de Mato Grosso destacando a bacia do Rio Teles Pires. C. Área de estudo indicando a região dos locais de coleta (círculos pretos), municípios de Itaúba ($11^{\circ}14'6,36''S$ e $55^{\circ}27'6,3''O$) e Colíder ($10^{\circ}59'4,49''S$ e $55^{\circ}49'25,51''O$).

Coleta e biometria

O estudo foi desenvolvido no rio Teles Pires no ano de 2013, na região da UHE, Colíder-MT. Para as capturas dos peixes foram utilizadas redes de arrasto, redes de espera, tarrafas e varas com molinete. Após as capturas, os peixes foram eutanasiados com Eugenol® respeitando as leis do conselho de ética de trabalho com animais (Americam Veterinary Medical Association, 2001), depois submersos em gelo e acondicionados em sacos plásticos.

No laboratório os peixes foram triados e classificados taxonomicamente segundo Britskiet al. (1999), de acordo com as espécies e categoria trófica. Para cada espécime, foram obtidos dados do comprimento padrão e peso. Com instrumentos cirúrgicos de aço inoxidável, foram retiradas porções do músculo dorsolateral da região acima da linha lateral do peixe. Todos esses tecidos foram estocados a $-20^{\circ}C$ até o momento da análise para a determinação da concentração de THg. Espécimes testemunhos dos peixes foram depositados na Coleção do Laboratório de Ictiologia da Amazônia Meridional – LIAM.

Análise de Mercúrio Total (THg)

As análises de mercúrio foram realizadas no Laboratório de Ecotoxicologia, Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia - CELBE, UNEMAT, Campus de Cáceres. Para a abertura química das amostras, utilizou-se o método de Bastos et al. 1998. As amostras foram pesadas em duplicata (0.5g peso úmido). Em cada tubo foram adicionados 1 ml de H₂O₂ (Merck) e, 4 ml de uma solução de H₂SO₄:HNO₃(1:1 v/v). Os tubos então permaneceram em banho-maria a 60 °C até a solubilização completa dos músculos de peixes aproximadamente 30 min, após o resfriamento foram adicionados o 5 ml de uma solução de KMnO₄ 5% (m/v). Os tubos foram novamente banho-maria a 60°C por 30 min. Todos os tubos foram então cobertos com plástico filme e deixados em repouso por aproximadamente 12 h. No dia seguinte foi adicionado 1 ml de hidroxilamina para a neutralização do meio oxidante. Aferiu-se o volume final em 13 mL com água Mili-Q e, a detecção foi realizada logo em seguida. O HgT contido na solução da amostra foi detectado e quantificado por um Espectrômetro de Absorção Atômica com sistema de injeção em fluxo (FIMS – 400; Perkin Elmer).

3 | RESULTADOS

Foram analisadas amostras de músculo de 75 indivíduos de 13 espécies de peixes. As médias das concentrações de THg variaram de 107,83 ppb (*Leporinus fridericii*) a 480,56 ppb (*Hemisorubim platyrhynchos*), sendo que 6 espécies apresentaram concentrações médias de THg no músculo entre 107,83 ppb a 195,29 ppb, outras 4 espécies apresentaram entre 206,74 ppb a 364,13 ppb, e 3 espécies apresentaram de 410 ppb a 480,56 ppb (Tabela 1).

Espécie	N	Média THg(ppb)	SD
<i>Angonectes robertsi</i>	1	112,18	7,24
<i>Boulengerella cuvieri</i>	14	165,33	105,14
<i>Brycon falcatus</i>	4	182	94,95
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	1	480,56	244,03
<i>Hydrolycus tatauaia</i>	22	124,45	143,17
<i>Hypostomus soniae</i>	1	195,29	4,22
<i>Leporinus fasciatus</i>	1	206,74	52,6
<i>Leporinus fridericii</i>	6	107,83	67,69
<i>Pachyurus junki</i>	3	364,13	305,72
<i>Hydrolycus armatus</i>	1	444,87	38,23
<i>Schizodons vittalus</i>	1	267,63	76,39

Espécie	N	Média THg(ppb)	SD
<i>Prochilodus nigricans</i>	2	410	229,9
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	18	308,17	232,03

Tabela 1: Média e desvio padrão (SD) das concentrações de mercúrio total (THg) em amostras de músculo de peixes. Rio Teles Pires. UHE - Colíder-MT, Brasil.

Das 13 espécies analisadas 6 são consideradas piscívoras e dentre elas a espécie *Hemisorubim platyrhynchos* apresentou a maior concentração de THg (480,56 ppb), 2 espécies são iliófagas, incluindo *Prochilodus nigricans*, espécie que também apresentou uma concentração alta de THg (410 ppb), 4 são onívoras, *Leporinus fridericii* espécie que apresentou a menor concentração (92,71 ppb) está entre elas, e apenas a espécie *Hypostomus soniae* é considerada detritívora.

4 | DISCUSSÃO

No presente estudo, *Prochilodus nigricans* (Iliófago), *Hydrolycus scomberoides* e *Hemisorubim platyrhynchos* (Piscívoros), apresentaram as maiores concentrações de THg, 410 ppb, 444,87 ppb e 480,56 ppb, respectivamente, próximo ao limite estabelecido pela OMS (500 ppb), para uma dieta de pescado de até 300g por semana. No entanto, na Amazônia brasileira, estudos mostraram várias espécies de peixes (carnívoros, onívoros, plânctívoros e piscívoros) acima desse limite (Kasper et al. 2012, Bastos et al., 2015, Castro et al. 2016 e Lino et al., 2018).

Na Amazônia e no Pantanal, trabalhos sobre as concentrações de THg na fauna íctica, encontraram valores em peixes carnívoros entre um mínimo de 200 ppb (Ceccatto et al., 2015) até um máximo de 1670 ppb (Soares et al., 2016). Cebalhoet al., (2017) em seu estudo realizado na Pequena Central Hidrelétrica Cabixi I e II localizados no rio Cabixi, descreveu altos níveis de THg em peixes do reservatório (446,6 ppb) em comparação com espécies capturadas a jusante da PCH (153,18 ppb), demonstrando o efeito de barragem do reservatório (Tuomola et al., 2008). No reservatório da UHE-Manuel, no rio Jamari na bacia Amazônica, peixes carnívoros apresentaram altos níveis de concentração de mercúrio a montante (545 ppb) e a jusante do reservatório (1.366 ppb) (Kasper et al., 2012). No Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira, as concentrações de THg na ictiofauna variaram de 510 ppb a 1.242 ppb (Bastos et al., 2015). No rio Purus peixes carnívoros apresentaram concentração média de THg de 927 ppb (Castro et al. 2016). No rio Tapajós, houve uma variação de 400 ppb a 1.510 ppb no músculo de peixes carnívoros (Lino et al., 2018). Em vista disso, são necessários estudos na região amazônica para entender se o consumo desses peixes pode representar um risco para a saúde das comunidades ribeirinhas e das populações indígenas.

As populações na Amazônia, incluindo várias em Mato Grosso, utilizam o consumo diário de peixes como a principal fonte proteica, o que demanda o contínuo monitoramento destas regiões. Na região da bacia do Rio Teles Pires existem três etnias indígenas (Mundurucus, Kayabis e Apiakás), populações indígenas e ribeirinhas consomem cerca de 340g de pescado por dia (Fréry et al., 2001; Passos et al., 2007; Fany, 2011). Também na bacia do rio Teles Pires, há a Colônia de Pescadores (Z-16) com cerca de 250 pescadores profissionais cujo consumo e venda dos peixes são as principais fontes alimentar e de renda (Matos et al., 2020). Um estudo feito no Rio Teles Pires analisando mercúrio total no peixe onívoro matrinxã (*Brycon falcatus*) concluiu que quando consumido em grandes quantidades existem riscos adversos à saúde (Matos et al., 2018). Diante do consumo diário de pescado por estas populações como principal fonte proteica, existe uma demanda contínua monitoramento destas regiões.

5 | CONCLUSÃO

Dentre as espécies analisadas 30,76% demonstraram concentração moderadas e 23,07%, concentrações de THg próximas ao limite estabelecido pela OMS (500 ppb), o que caracteriza uma fonte difusa de Hg no ambiente e um potencial risco a saúde humana, independente da UHE que se encontra em fase de instalação. A Amazônia e o Pantanal apresentam naturalmente ambientes favoráveis à metilação do Hg para a forma orgânica, o que pode explicar as moderadas e altas concentrações encontradas em peixes carnívoros em ambientes desprovidos de mineradoras de ouro. Contudo, Centrais Hidrelétricas devem ser monitoradas ao longo dos anos, em função da possibilidade de retenção do Hg através do efeito de barragem.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos bolsistas que foram incansáveis durante os extensos dias em campo para coleta, bem como as atividades de laboratório. As atividades referentes a esta pesquisa foram desenvolvidas com aporte financeiro do Convênio UNEMAT/COPEL 007/2011 pelo Programa Básico Ambiental – Monitoramento dos Ecossistemas Aquáticos em dois Subprogramas: Monitoramento da Ictiofauna e Resgate da Ictiofauna, desta forma externamos nossos agradecimentos a COPEL – UHE Colíder.

REFERÊNCIAS

AKAGI, H.; MALM, O.; KINJO, Y.; HARADA, M.; BRANCHES, F.J.P.; PFEIFFER, W. C. & KATO, H. **Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil**. *The Science of the Total Environment*, v.175, p.85–95, 1995.

AMERICAM VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. **Report of the AVMA Panel on Euthanasia**. *JAVMA* 218(5): 2001. P.669-696. Available from: <https://www.avma.org/resources-tools/avma-policies/avma-guidelines-euthanasia-animals>

BARBOSA, TAP, ROSA, DCO, SOARES, BE, COSTA, CHA, ESPOSITO, MC & MONTAG, LFA. **Effect of flood pulses on the trophic ecology of four piscivorous fishes from the eastern Amazon**. *Journal of Fish Biology* 93(1):2018. p.30-39. Available from: doi: 10.1111/jfb.13669

BASTOS, WR, DÓREA, JG, BERNARDI, JV, LAUTHARTTE, LC, MUSSY, MH, LACERDA, LD & MALM, O. **Mercury in fish of the Madeira River (temporal and spatial assessment), Brazilian Amazon**. *Environmental Research*, 140: 2015. p.191–197. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.03.029>

BASTOS, WR, MALM, O, PFEIFFER, WC & CLEARY, D. **Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon, Brazil**. *Ciênc. Cult* 50: 1998. p.255–260. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-262165?lang=en>

CARRAVIERI, A.; BUSTAMANTE, P.; CHURLAUD, C.; CHEREL, Y. **Penguins as bioindicators of mercury contamination in the southern ocean: birds from the kerguelen islands as a case study**. *Science of The Total Environment*, v.455, 2013.p.141–148.

CASTRO, N. S. S; BRAGA, C.; TRINDADE, P. A. A.; GIARRIZZO, T. e LIMA, M. O. **Mercury in fish and sediment of Purus River, Acre State, Amazon**. *Cadernos Saúde Coletiva*, 24(3): 2016. p.294-300. Available from: <https://doi.org/10.1590/1414-462x201600030142>

CEBALHO, E. C., DíEZ, S., SANTOS-FILHO, M., MUNIZ, C. C., LÁZARO, W., MALM, O., IGNÁCIO, A. R. A. **Effects of small hydropower plants on mercury concentrations in fish**. *Environ SciPollut Res*,2017.p.1-8.

CECCATTO, A. P. S., TESTONI, M. C., IGNÁCIO, A. R. A., SANTOS-FILHO, M., MALM, O., DíEZ, S. **Mercury distribution in organs of fish species and the associated risk in traditional subsistence villagers of the Pantanal wetland**. *Environ. Geochem.Health*, 2015.

CRISTOL, D.A.; MOJICA, E.K.; VARIAN-RAMOS, C.W.; WATTS, B.D. **Molted feathers indicate low mercury in bald eagles of the chesapeake bay, USA**. *Ecological indicators*, v.18, 2012.p.20–24.

DIEZ, S.; ESBRI, J.M.; TOBIAS A.; HIGUERAS P.; MARTINEZ-CORONADO A. **Determinants Of Exposure To Mercury In Hair From Inhabitants Of The Largest mercury Mine In The World**. *Chemosphere*, v.84, 2011.p.571–577.

EAGLES-SMITH, C. A., ACKERMAN, J. T., WILLACKER, J. J., TATE, M. T., LUTZ, M. A., FLECK, J. A., STEWART, A. R., WIENER, J. G., EVERS, D. C., LEPAK, J. M., DAVIS, J. A., PRITZ, C. F. **Spatial and temporal patterns of mercury concentrations in freshwater fish across the Western United States and Canada**. *Science of the Total Environment*, 2016.p.14,

(EPA) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Water quality criterion for the protection of human health: Methylmercury**, 2001.p.303.

FADINI, P. S.; JARDIM, W. F. **Is the Negro River Basin (Amazon) impacted by naturally occurring Hg?** The Sci of The Total Environ 275: 2001. p.71-82. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00855-X](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00855-X)

FANY, R. 2011. **Povos indígenas no Brasil 2006/2010**. Editora: Instituto Socioambiental. 1ª edição. 2011.778 p.

FERREIRA, C. M. A., EGLER, S. G., YALLOUZ, V. A., IGNÁCIO, A. R. A. **Semiquantitative determination of total mercury in *Pygocentrus nattereri* Kner, 181858 and sediment at the plateau of Upper Paraguai River, Brazil**. Chemosphere, v.74, 2017.p.604-612,

FRÉRY, N, MAURY-BRACHET, R, MAILLOT, E, DEHEEGER, M, MÉRONA, B & BOUDOU, A. **Gold-mining activities and mercury contamination of native Amerindian communities in French Guiana: Key Role of Fish in Dietary Uptake**. Environ Health Persp 109(5): 2001. p.449-456. Available from:< URL: <http://www.jstor.org/stable/3454702>>

GUIMARÃES, J.R.D.; MEILI, M.; MALM, O.; BRITO, E.M. de S. **Hg Methylation In Sediments And Floating Meadows Of A Tropical Lake In The Pantanal Floodplain, Brazil**. The Science Of The Total Environment, v.244, 1998.p.165–175.

KASPER, D.; PALERMO, E. F. A.; BRANCO, C. W. C. **Evidence of elevated mercury levels in carnivorous and omnivorous fishes downstream from an Amazon reservoir**. Hydrobiologia 694, 2012.p.87–98. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1133-x>

LACERDA, L. D.; MALM, O. **Mercury contamination in aquatic ecosystems: an analysis of the critical areas**. Estud Av (Online) 22(63): 2008. p.173-90. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200011>

LÁZARO, W.L.; GUIMARÃES, J.R.D.; IGNÁCIO, A.R.A.; DA SILVA, C.J.; DÍEZ, S. **Cyanobacteria enhance methylmercury production: a hypothesis tested in the periphyton of two lakes in the pantanal floodplain, Brazil**. Science Of The Total Environment, v.456, 2013.p.231–238,

LINO, A. S.; KASPER, D.; GUIDA, Y. S.; THOMAZ, J. R.; MALM, O. **Mercury and selenium in fishes from the Tapajós River in the Brazilian Amazon: An evaluation of human exposure**. J. Trace Elem. Med. Biol., 48:2018.p.196–201. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.04.012>

MARQUES, R.; ABREU, L.; BERNARDI, J, VE.; DÓREA, J. G. **Traditional living in the Amazon: Extended breastfeeding, fish consumption, mercury exposure, and neurodevelopment**. Annals of Human Biology, 2016.

MATOS, L. S.; SANTANA, H. S.; SILVA, J. O. S.; CARVALHO, L. N. **Perception of professional artisanal fishermen on the decline in the catch of matrinxã fish in the Teles Pires River, Tapajós Basin**.DOI 10.22533/at.ed.65020280510. IN: **Padrões Ambientais Emergentes e Sustentabilidade dos Sistemas**. Organizadora Jéssica Aparecida Prandel. Ponta Grossa, PR: Atena.2020. DOI 10.22533/at.ed.650202805

MATOS, L. S.; SILVA, J. O. S.; KASPER, D.; CARVALHO, L. N. **Assessment of mercury contamination in Brycon falcatus (Characiformes: Bryconidae) and human health risk by consumption of this fish from the Teles Pires River, Southern Amazonia.** Neotropical Ichthyology, 16(1), 2018.<https://doi.org/10.1590/1982-0224-20160106>

PASSOS, C. J. S.; MERGLER, D.; LEMIRE, M.; FILLION, M.; GUIMARÃES, J. R. D. **Fish consumption and bioindicators of inorganic mercury exposure.** Sci Total Environ 373: 2007. p.68-76. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.11.015>

PESTANA, I. A.; AZEVEDO, L. S.; BASTOS, W. R.; DE SOUZA, C. M. M. **The impact of hydroelectric dams on mercury dynamics in South America: A review.** Chemosphere.219: 2019.p.546-556. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.035>

RAVICHANDRAN, M. **Interactions between mercury and dissolved organic matter – a review.**Chemosphere, v.55, 2004. p. 319-331.

ROULET, M.; LUCOTTE, M. **Geochemistry of mercury in pristine and flooded ferralitic soils of a tropical rain forest in French Guiana, South America.** Water Air Soil Pollut 80,1995.p.1079-1988. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF01189768>

SANTOS FILHO, F. M.; LINO, A. S.; MALM, O.; IGNÁCIO, A. R. A. **Mercúrio, Cromo, Cádmiio E Chumbo em *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) e *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) de dois rios do Pantanal, Mato Grosso,Brasil.**Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n.42, 2017.p.67-81.

SOARES, J. L. F.; GOCH, Y. G. de F.; PELEJA, J. R. P.; FORSBERG, B. R., LEMOS, E. J. de S.; SOUZA, O. P. **Bioacumulação de Mercúrio Total (Hg[□]) e hábitos alimentares de peixes do Rio Negro, Amazônia, Brasil.** Biota Amazônia, v.6, n.1, 2016.p.102-106.

SOUZA, J.R.; BARBOSA, A.C. **Contaminação por Mercúrio e o caso da Amazônia.** Química e Sociedade, n.12, 2000.

TUOMOLA, L.; NIKLASSON, T.; CASTRO e SILVA, E.; HYLANDER, L. D. **Fish Mercury development in relation to abiotic characteristics and carbon sources in a six-year-old, Brazilian reservoir.** Sci Total Environ,v.390, 2008. p.177-187.

WASSERMAN, JC, HACON, S, & WASSERMAN, MA. **Biogeochemistry of mercury in the Amazonian.**Ambio.32: 2003.p.336-42. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14571962>

ELETRODOS MODIFICADOS COM CuO E $Cu_2[Fe(CN)_6]$: INVESTIGAÇÃO ELETROQUÍMICA NA PRESENÇA DE AZUL DE METILENO E ÍONS Ag^+

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Wallonilson Veras Rodrigues

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Estado do Maranhão
Caxias - Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/1397793364158233>

Anderson Fernando Magalhães dos Santos

Universidade Federal do Piauí
Teresina - Piauí
<http://lattes.cnpq.br/8492762985248770>

Wesley Yargus Silva Santos

Universidade Federal do Piauí
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/3621918590682972>

Welter Cantanhede da Silva

Universidade Federal do Piauí
Teresina - Piauí
<http://lattes.cnpq.br/5196604770480188>

RESUMO: Neste trabalho foram desenvolvidos eletrodos de carbono vítreo (ECV) modificados com CuO e hexacianoferrato de cobre II (CuHCF) para a investigação do poluente orgânico Azul de Metileno (AM) e o metal pesado prata na forma de íons Ag^+ , pela técnica de Voltametria Cíclica (VC). No estudo, utilizou-se o ECV no qual a sua modificação com CuO e CuHCF se deu pelo método de *drop coating* para a obtenção de *filmes casting* na sua superfície. Nas avaliações de interação com os analitos, o ECV modificado com

CuO (ECV/CuO) apresentou os coeficientes de linearidade (R^2) igual a 0,93917 para o processo de oxidação e $R^2 = 0,88622$ para a redução com diferentes concentrações de AM. Em seguida obteve-se $R^2 = 0,91278$ para a corrente oxidativa do ECV/CuO com os íons Ag^+ . Para o eletrodo ECV modificado com CuHCF (ECV/CuHCF), teve-se como melhor resultado, o $R^2 = 0,92774$ e $R^2 = 0,91225$ para as correntes oxidativas com o AM e $R^2 = 0,99071$ e $R^2 = 0,96388$ para a análise de Ag^+ para as descargas oxidativas e de redução, respectivamente. Assim, os eletrodos exibiram um comportamento interessante frente as variações de concentração dos analitos, sendo o ECV/CuHCF o que apresentou a melhor atividade eletroquímica para o sensoriamento de AM e Ag^+ . Dessa maneira, este artigo visa cooperar para o desenvolvimento de sensores eletroquímicos para a detecção em baixa concentração desses importantes poluentes.

PALAVRAS-CHAVE: Azul de metileno, prata, CuO, $Cu_2[Fe(CN)_6]$, voltametria cíclica.

CuO AND $Cu_2[Fe(CN)_6]$ MODIFIED ELECTRODES: ELECTROCHEMICAL INVESTIGATION IN PRESENCE OF METHYLENE BLUE AND Ag^+ IONS

ABSTRACT: In this work were developed glassy carbon electrodes (GCE) modified with CuO and hexacyanoferrate of copper II (CuHCF) to investigate the pollutant Methylene Blue (MB) and the ions Ag^+ , from the heavy metal Silver, through the Cyclic Voltammetry (CV) technique. In the study, a GCE was modified with CuO and CuHCF by a *drop coating* method to form *casting* films on its surface. In the analyses, the GCE

modified with CuO (ECV/CuO) showed correlation coefficients $R^2 = 0,93917$ and $R^2 = 0,88622$ to the oxidation and reduction processes respectively. Then, $R^2 = 0,91278$ to the oxidative current of ECV/CuO for Ag^+ ions was obtained. The GCE electrode modified with CuHCF (ECV/CuHCF) showed as best outcomes $R^2= 0,92774$ and $R^2= 0,91225$ to the oxidative currents in the MB analyses and $R^2=0,99071$ e $R^2=0,96388$ to the Ag^+ in the oxidation and reduction processes. Thus, the modified electrodes exhibited an interesting behavior in face of the analyte concentration variations and ECV/CuHCF presented the best electrochemical activity to the sensing of MB and Ag^+ . Therefore, this study aims to help the development of electrochemical sensors in the detection at low concentrations of these important pollutants.

KEYWORDS: Methylene Blue, silver, CuO, $Cu_2[Fe(CN)_6]$, cyclic voltammetry.

1 | INTRODUÇÃO

Os corantes orgânicos fazem parte do grupo dos compostos mais poluentes da hidrosfera do planeta, sendo empregados principalmente na indústria têxtil, do couro e algodão (MOUNIA *et al.*, 2018; MISHRA, 2018; TAMMINA *et al.*, 2018). Geralmente solúveis em água, são descartados indiscriminadamente causando graves problemas ambientais (NITHYA *et al.*, 2018; ADELEKE *et al.*, 2018). Eles tornam-se um risco à saúde humana devido aos seus efeitos mutagênicos e carcinogênicos, mesmo em baixas concentrações (YANG *et al.*, 2018; ZHANG, 2018; NITHYA *et al.*, 2018). Nesse contexto, o azul de metileno (AM), de fórmula molecular $C_{16}H_{18}N_3SCl$, pertence à classe dos azocorantes catiônicos de difícil biodegradação, sendo necessário métodos de alta complexidade para sua remoção (IBUPOTO *et al.*, 2018; GE *et al.*, 2018; SPAGNOLI *et al.*, 2017; ARDEKANI *et al.*, 2017). Desta forma, métodos analíticos que indiquem a sua quantificação, são importantes no controle de qualidade da água. Por exemplo, métodos como cromatografia líquida (KIM *et al.*, 2013; TURNIPSEED *et al.*, 1997), cromatografia de troca iônica (BURHENNE *et al.*, 2008), eletroforese capilar (BORWITZKY *et al.*, 2005; YANG *et al.*, 2011), quimiluminescência e espectroscopia na região do ultravioleta-visível (UV-VIS) (YANG *et al.*, 2015), são descritos na literatura como meios clássicos para sua quantificação. Embora esses métodos demonstrem serem promissores, a preparação da amostra e alto tempo requerido nas análises dificultam o controle desse poluente (KHAN *et al.*, 2014). Da mesma forma, metais pesados, mesmo em concentrações traço, demonstram ser um potente agente de poluição nos solos e fontes de água (CHENG *et al.*, 2019). Em especial a prata, o risco se torna elevado devido ao seu emprego em larga escala na indústria fotográfica, de baterias e no desenvolvimento de semicondutores (BROWER *et al.*, 1997; CERESA *et al.*, 2002; WEN *et al.*, 2010). Para a sua detecção, são empregadas técnicas de alto custo e elevada especialização, como espectroscopia de emissão, espectroscopia de massa acoplado a plasma (KRACHLER *et al.*, 2002; NDUNG *et*

al., 2006) e espectroscopia de absorção atômica por chama (DADFARNIA *et al.*, 2004; PU *et al.*, 1998)

Nesse sentido, o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo, rapidez e seletividade tornam-se necessárias para o monitoramento de corantes orgânicos e metais pesados. Assim, o uso de técnicas eletroanalíticas, como a Voltametria Cíclica (VC), Voltametria de pulso diferencial (VPD) e Cronoamperometria, tornam-se ferramentas capazes de estimar a concentração de AM e íons prata (Ag^+). Embora, essas técnicas demonstrem ser promissoras, estudos envolvendo sensores eletroquímicos para a quantificação desses materiais são escassos na literatura. A dificuldade da mensuração analítica do AM se dá pela sua facilidade de eletrodeposição (SINGHAL *et al.*, 2016) e capacidade de polimerização nos eletrodos durante as análises (LIU *et al.*, 2017). Estudos promissores recentemente conduzidos por Sangeetha *et al.* (2019) indicaram um procedimento para a quantificação de AM usando eletrodos de beta hidróxibenzoato de cobalto. No referido trabalho, foi observado o aumento das corrente faradaicas do eletrodo a partir do aumento da concentração do corante, indicando que a VC pode ser uma técnica poderosa para o sensoriamento do analito. Pesquisas envolvendo a quantificação de prata além de escassas, necessitam de eletrodos de alto custo aliados a biomoléculas na forma de compósitos. Nesse contexto, embora pesquisas com eletrodos de ouro combinado com nanotubos de carbono e fitas simples de DNA ricas em citosina (YAN *et al.*, 2012), sensor baseado em DNA e AuNPs@PANI (YANG *et al.*, 2015) e eletrodo de ouro modificado com *quantum dots* de enxofre (FU *et al.*, 2020) demonstraram ser uma opção para determinar a concentração do metal, estudos para a quantificação do metal encontram-se ainda em estado incipiente na literatura.

Ademais, eletrodos modificados com nanopartículas de CuO (CuO NPs) e hexacianoferrato de cobre II ($\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, (CuHCF)) já demonstraram eficiência na análise quantitativa de um amplo espectro de compostos, incluindo peróxido de hidrogênio (YANG *et al.*, 2012), glicose (RAHIM *et al.*, 2017), nicotina (LEE e WOI, 2019), e metais pesados (GHICA *et al.*, 2013). Nesta perspectiva, este trabalho tem como objetivo analisar, pela primeira vez, a influência do AM e íons Ag^+ , em eletrodos modificados com CuO e CuHFC, respectivamente, no intuito de estimar suas concentrações pela técnica de VC.

2 I PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1 Materiais e Reagentes

Todos produtos químicos possuem procedência de grau analítico e foram utilizados sem purificação. Na síntese do complexo de azul da Prússia foram usados o hexacianoferrato (II) de potássio trihidratado P.A ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, (Isifar), cloreto

de ferro (III) hexahidratado 99 % ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Sigma-Aldrich) e ácido cítrico P.A. ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, Dinâmica). Para a síntese das nanopartículas de óxido de cobre utilizou-se sulfato de cobre (II) pentahidratado P.A. ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e hidróxido de sódio 99 % (NaOH), que foram adquiridos pela Dinâmica e Sigma-Aldrich, respectivamente. Os reagentes citados foram usados para formação do material híbrido. O azul de metileno P.A. ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{S}$) foi obtido pela Synth e o AgNO_3 da Dinâmica. O tampão acetato foi preparado a partir da titulação de ácido acético glacial P.A. (CH_3COOH , Dinâmica) com uma solução de hidróxido de potássio $\geq 85\%$ (KOH , Sigma-Aldrich). A água usada nos experimentos foi purificada pelo sistema Purelab Option-Q (Elga) com resistência igual $18.2 \text{ M}\Omega \text{ cm}$.

2.2 Síntese do óxido de cobre (CuO)

O CuO foi obtido seguindo a metodologia de Kamila e Venugopal (2017) com pequenas alterações. O óxido de cobre foi sintetizado a partir da titulação de 20 mL de uma solução a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,4998 g, $2 \times 10^{-3} \text{ mol}$) com 20 mL de $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ NaOH (0,16 g; $4 \times 10^{-3} \text{ mol}$) como agente titulante. O produto obtido foi lavado e centrifugado em triplicata a 3500 rpm e seco a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ por 2 h. Após esse tempo, o hidróxido de cobre II ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) obtido foi calcinado a $400 \text{ }^\circ\text{C}$ por 4 h, para a obtenção do CuO.

2.3 Síntese do CuHCF

Em um frasco reacional foram adicionados 0,1 g de CuO, 1,96 g de ácido cítrico e 108,12 mg de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,4 mmol) que foram dispersos em 40 mL de água ultrapura. Paralelamente, foi preparada uma solução aquosa de 40 mL de $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 10 mmol L^{-1} (168,96 mg, 0,4 mmol) e 1,96 g de ácido cítrico. Separadamente essas misturas foram submetidas a um banho ultrassônico por 5 min e aquecidas até atingir a temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Em seguida, a dispersão do frasco reacional foi submetida a purga de N_2 por 10 minutos e posteriormente titulada com $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, com o sistema alcançando a temperatura ambiente naturalmente, sob agitação mecânica por 1 h. O precipitado avermelhado obtido foi lavado e centrifugado em triplicata a 3500 rpm e seco $60 \text{ }^\circ\text{C}$ por 2 h.

2.4 Preparação dos Eletrodos Modificados

Antes das modificações, o eletrodo de carbono vítreo (ECV, diâmetro = 3 mm) foi polido com $0,05 \text{ }\mu\text{m}$ de suspensão de alumina. Em seguida, foi submetido ao banho ultrassônico em água ultrapura, etanol e álcool isopropílico, respectivamente. O eletrodo limpo foi seco com baixo fluxo de nitrogênio antes da preparação dos filmes. Estudou-se o comportamento dos filmes *casting* na superfície do eletrodo de carbono vítreo, pelo método de *drop coating*. Para o preparo dos eletrodos

modificados, 100 μL da dispersão coloidal de CuO (1 mg mL^{-1}) e CuHCF (2 mg mL^{-1}) foram gotejados na superfície do eletrodo de carbono vítreo e secos a 40 $^{\circ}\text{C}$ por 20 min. A estabilização dos eletrodos se deu com 50 ciclos de varredura a 100 mV s^{-1} no intervalo de potencial de -1,0 a 1,0 V, no qual usou-se o tampão acetato de $\text{pH} = 4,1$ como eletrólito, na temperatura de 25 $^{\circ}\text{C}$.

2.5 Estudos Eletroquímicos envolvendo AM e Ag^+

Os procedimentos de voltametria cíclica (VC) foram realizados em um equipamento potenciostat/galvanostat Autolab PGSTAT128N, acoplado a uma célula eletrolítica composta por um eletrodo de carbono vítreo (ECV) como eletrodo de trabalho, um contra eletrodo de platina de área de 0,35 cm^2 e um eletrodo de calomelano saturado (ECS) como referência. Primeiramente, as medidas eletroquímicas do AM e Ag^+ foram realizadas em solução aquosa, nas concentrações de $1,0 \times 10^{-5}$ e $1,0 \times 10^{-4}$ mol L^{-1} , respectivamente, com o ECV limpo em tampão acetato de $\text{pH} 4,1$. Em seguida, o comportamento eletroquímico dos eletrodos modificados com CuO e CuHCF , na presença do AM foi obtido numa célula eletroquímica, contendo uma solução de 20 mL de AM a $1,0 \times 10^{-5}$ mol L^{-1} e tampão acetato $\text{pH} 4,1$ após 50 ciclos de 100 mV s^{-1} . Posteriormente, a concentração do corante foi sendo reduzida pela metade, por efeito de diluição à cada nova análise, até alcançar a concentração de $3,125 \times 10^{-7}$ mol L^{-1} . Na etapa da diluição, 10 mL de solução contendo o corante eram retirados da célula eletrolítica e adicionados 10 mL de tampão acetato, na qual a célula era submetida a lenta agitação magnética por 5 minutos antes de cada medida eletroquímica. A análise de prata foi feita na presença de 15 mL de tampão acetato, com adição sucessiva de soluções contendo íons Ag^+ .

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características Eletroquímicas dos Eletrodos

O estudo do perfil eletroquímico das espécies CuO e CuHCF na velocidade de varredura 10 mV s^{-1} em tampão acetato ($\text{pH} = 4,1$), na temperatura de 25 $^{\circ}\text{C}$, bem como o ECV *limpo* são ilustrados pelos seus respectivos voltamogramas, na Fig. 1. De acordo com a Fig. 1a, o CuO apresentou o par redox $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$ (Equação 1) referente ao seu potencial de pico anódico (E_{pa}) igual a 0,041 V com sua respectiva corrente de pico anódico (i_{pa}) de 12,8 μA e pelo seu potencial pico catódico (E_{pc}) igual a -0,193 V com corrente de pico catódico (i_{pc}) igual a -7,7 μA . O potencial formal ($E_{1/2}$) deste produto foi de -0,076V e diferença de potencial (ΔE) igual a 0,234 V, indicando um sistema quasi-reversível (GHONEIM e EL-HALLAG, 2010). As características eletroquímicas do CuHCF (Fig. 1b) são atribuídas aos processos $\text{CuFe}^{2+}/\text{CuFe}^{3+}$ (Equação 2), com $E_{pa1} = 0,582$ V e $i_{pa1} = 7,6$ μA ; $E_{pc1} = 0,633$ V e $i_{pc1} = 7,95$ μA , com $E_{1/2} = 0,6075$ e $\Delta E = 0,051$ V.

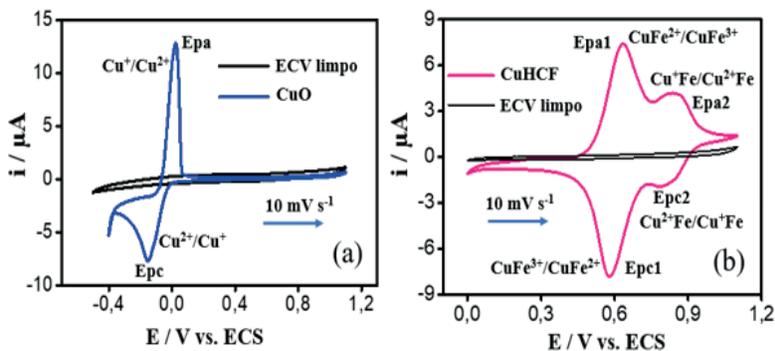


Figura 1. Voltamogramas cíclicos para CuO (a) e CuHCF (b) suportados sobre o ECV na velocidade de 10 mV s^{-1} em tampão acetato ($\text{pH} = 4,1$), na temperatura de 25°C .

O segundo processo pertence ao par $\text{Cu}^{2+}\text{Fe}/\text{Cu}^+\text{Fe}$ (Equação 3), com seu E_{pa2} de $0,845 \text{ V}$ e $i_{pa2} = 4,33 \mu\text{A}$ e $E_{pc2} = 0,787 \text{ V}$ de $i_{pc2} = 2,14 \mu\text{A}$, com $E_{1/2} = 0,816 \text{ V}$ e $\Delta E = 0,058 \text{ V}$ também caracterizando um processo quasi-reversível.



3.2 Análise de AM e íons Ag^+

Estudos de VC com velocidades de varredura foram realizados tanto com solução de Ag^+ ($1,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$) nas velocidades $10, 25, 50, 100, 200$ e 300 mV s^{-1} (Fig. 2a), como para o AM ($1,0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$) nas velocidades $50, 100, 200, 300, 400$ e 500 mV s^{-1} (Fig. 2b), no ECV sem modificação, para avaliação das correntes geradas pelas propriedades elétricas dos analitos.

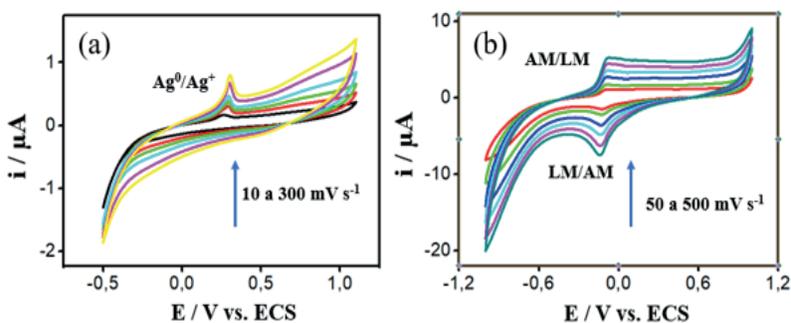


Figura 2. Voltamogramas cíclicos para Ag^+ (a) nas velocidades de $10, 25, 50, 75, 100, 200$ e 300 mV s^{-1} e para AM (b) nas velocidades de $50, 100, 200, 300, 400$ e 500 mV s^{-1} . Ag^+ e AM foram suportados sobre ECV em tampão acetato ($\text{pH} = 4,1$) a temperatura de 25°C .

A partir do voltamograma obtido no estudo com Ag^+ (Fig. 2a), que apresenta um processo de oxidação de Epa igual 0,29 V - referente ao Epa do par Ag^0/Ag^+ (Equação 4) (GUO *et al.*, 2016), pode-se perceber que apesar de um aumento significativo na velocidade de varredura e na mais alta concentração estudada para essa espécie, a corrente gerada pelo processo de oxidação ainda apresenta valores muito baixos ($0,8 \mu\text{A}$ a 300 mV s^{-1}). De maneira semelhante, os voltamogramas obtidos no estudo com AM (Fig. 2b) é verificado um processo com Epa = -0,077 V e Epc = -0,134 V, do par AM/Leucometileno (LM) (Fig.2) que apresenta valores diminutos de corrente, mesmo em elevadas velocidades de varredura ($5 \mu\text{A}$ a 500 mV s^{-1}). Dessa forma, para o sistema adotado, torna-se inviável o estudo da quantificação dessas espécies em concentrações mais baixas, sem a modificação do ECV com os materiais estudados neste trabalho.

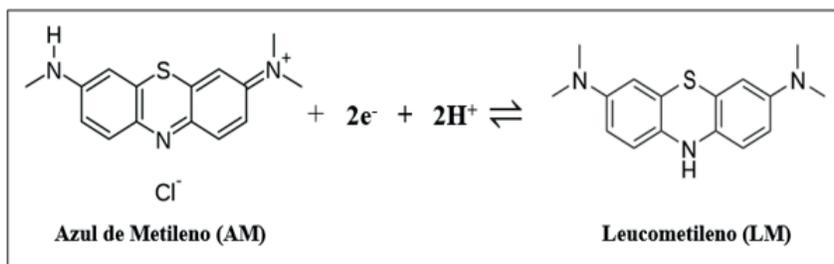


Figura 3. Reação de oxirredução do AM em LM em meio ácido.

3.3 Análise de AM

Inicialmente foi verificado a possibilidade da análise de AM por meio da adição sucessiva de 1mL de soluções a $1,0 \times 10^{-4}$; $1,0 \times 10^{-5}$; $1,0 \times 10^{-6}$ $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ a cada um dos sistemas contendo os *filmes casting* do CuO (Fig. 4a) e do CuHCF (Fig. 4b) em tampão acetato de pH = 4,1.

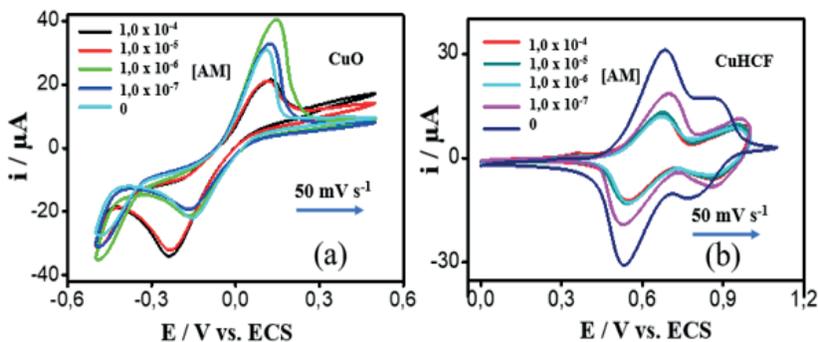


Figura 4. Voltamogramas de ECV modificados com CuO (a) e CuHCF (b), após adição sucessiva de 1 mL solução de AM nas concentrações de $1,0 \times 10^{-7}$; $1,0 \times 10^{-6}$; $1,0 \times 10^{-5}$; $1,0 \times 10^{-4}$ mol, em tampão acetato ($\text{pH} = 4,1$) a temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Verifica-se uma variação irregular das correntes faradaicas de oxidação e de redução com o aumento da concentração de AM na célula eletrolítica tanto para o CuO como para o CuHCF. Dessa forma, essa metodologia não se torna viável para o monitoramento das concentrações do corante. Adiante, esses desvios podem estar associados a processos de deposição do analito na superfície dos eletrodos, impedindo a sua difusão do mesmo pela solução (LIU *et al.*, 2017). De outra forma, a metodologia encontrada para a avaliação da concentração do AM, consistiu em estabilizar os eletrodos juntamente com a solução do corante, para que os equilíbrios adsorptivos pudessem ser alcançados e, posteriormente a avaliação das concentrações em função das correntes faradaicas pudessem ser acompanhadas. Assim, o estudo da variação da concentração do AM em função da diluição do analito no sistema, pode ser observado na Fig. 5. Nos voltamogramas pertencentes ao ECV modificado com CuO (Fig. 5a), percebe-se uma diminuição das correntes faradaicas após a adsorção do AM, quando comparadas ao eletrodo modificado com as CuO limpo (contendo somente o eletrólito, sem analito) na mesma velocidade de varredura.

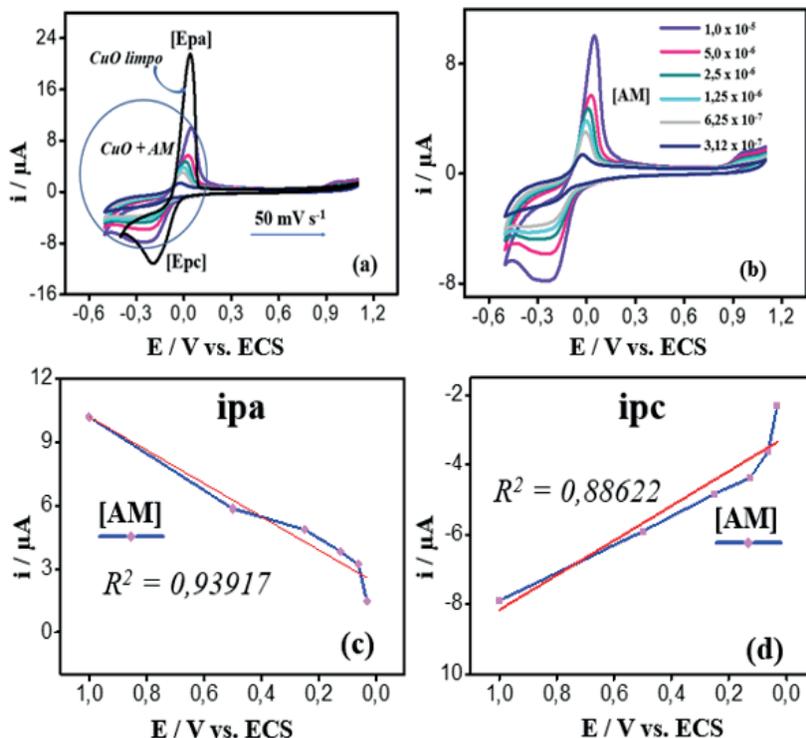


Figura 5. Voltamogramas do sensoriamento de AM (a), nas concentrações de $1,0 \times 10^{-5}$; $5,0 \times 10^{-6}$; $2,5 \times 10^{-6}$; $1,25 \times 10^{-6}$; $6,25 \times 10^{-7}$ e $3,125 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$, usando ECV modificado com CuO, em tampão acetato, pH = 4,1 a temperatura de 25 °C. O estudo de linearidade em função da concentração de AM é visto em (c) e (d).

Esse fenômeno pode ser compreendido como uma maior dificuldade de processos difusivos do eletrólito na superfície do eletrodo que facilitam os processos eletroquímicos do par $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$, pelo possível processo de adsorção do AM na superfície do eletrodo. A seguir, foi verificada uma diminuição da atividade eletroquímica do CuO (Fig. 5b), com a diminuição da concentração do AM na faixa de $1,0 \times 10^{-5}$; $5,0 \times 10^{-6}$; $2,5 \times 10^{-6}$; $1,25 \times 10^{-6}$; $6,25 \times 10^{-7}$ e $3,125 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ para os processos de oxidação e redução do CuO. A linearidade obtida referente ao processo de oxidação teve um coeficiente de linearidade (R^2) relacionando-se i_{pa} e $[\text{AM}]$ igual a 0,93917, como representado na Fig. 5c. Na Fig. 5d, o processo de redução (i_{pc} em função da concentração de AM), o valor obtido foi de $R^2 = 0,88622$. Assim, verifica-se uma correspondência entre a i_{pa} e a i_{pc} em função da redução da concentração de AM.

Posteriormente, a mesma metodologia foi empregada para a sensoriamento do AM (Fig. 6), com o ECV modificado com o CuHCF.

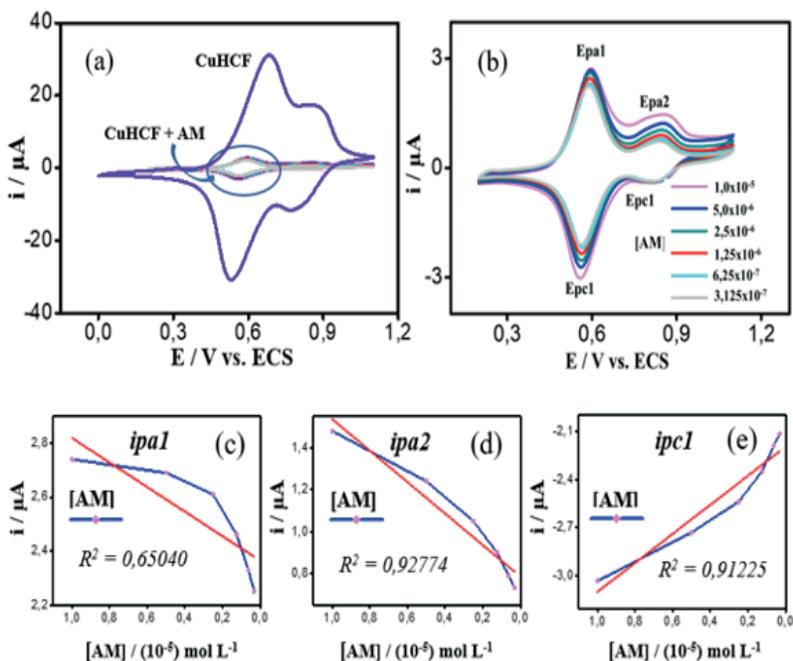


Figura 6. Voltamogramas do sensoriamento de AM (a), nas concentrações de $1,0 \times 10^{-5}$; $5,0 \times 10^{-6}$; $2,5 \times 10^{-6}$; $1,25 \times 10^{-6}$; $6,25 \times 10^{-7}$ e $3,125 \times 10^{-7}$ mol L⁻¹ mol L⁻¹ (b), usando ECV modificado com CuHCF, em tampão acetato, pH = 4,1 na temperatura de 25 °C. O estudo de linearidade em função da concentração de AM é visto em (c), (d), (e).

Assim, como ocorrido com o CuO, também foi verificado uma diminuição das correntes faradaicas das CuHCF após a estabilização do filme e processos adsorptivos do AM, nos eletrodos (Fig. 6a). Adiante, a averiguação dos sinais dos processos de oxirredução do CuHCF, a partir da diluição da solução contendo o analito, foi também acompanhada por uma redução de atividade eletroquímica em todos os seus processos (Fig. 6b). Diante dessa observação, foram analisados *ipa1* (Fig. 6c) com $R^2 = 0,65040$, *ipa2* (Fig. 6d) com $R^2 = 0,92774$ e *ipc1* (Fig. 6e) com $R^2 = 0,91225$, dos quais apresentaram a melhor linearidade, com a redução na concentração do AM, sendo *ipa1* e *ipa2*, os que apresentaram melhor desempenho. Nos ensaios para o sensoriamento do AM em solução, o ECV modificado com o CuHCF, por apresentar uma maior linearidade, quando comparado ao CuO, o complexo metálico aponta para resultados mais promissores para o desenvolvimento de sensores eletroquímicos, na faixa de concentração analisada. Ainda nessa etapa, os resultados aqui apresentados estão de acordo com os obtidos por Sangeetha *et al.* (2019), nos quais as correntes faradaicas dos sistemas, tiveram um valor maior em concentrações mais elevadas de AM.

3.4 Análise de íons Ag^+

A avaliação da concentração de prata do ECV modificado com CuO , foi feita pelo voltamograma cíclico na velocidade de varredura de 50 mV s^{-1} (Fig. 7a), a partir da adição sucessiva de uma solução de AgNO_3 , na qual a concentração de íons Ag^+ na célula eletrolítica, alcançou os valores de concentração de $1,86 \times 10^{-5}$; $3,84 \times 10^{-5}$; $7,4 \times 10^{-5}$; $1,32 \times 10^{-4}$ e $2,14 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, bem como o ECV modificado com CuO limpo ($[\text{Ag}^+] = 0 \text{ mol L}^{-1}$).

Comparando-se os valores de corrente na mesma velocidade com o eletrodo CuO limpo, verificou-se um aumento nas correntes dos processos eletroquímicos (Fig. 7a), após a primeira adição da alíquota contendo os íons prata ($1,86 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$).

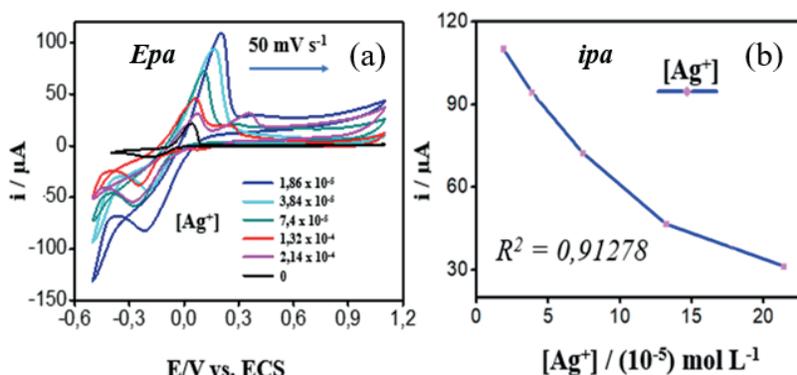


Figura 7. Voltamogramas para o sensoriamento de Ag^+ (a), nas concentrações de 0; $1,86 \times 10^{-5}$; $3,84 \times 10^{-5}$; $7,4 \times 10^{-5}$; $1,32 \times 10^{-4}$ e $2,14 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, usando ECV modificado com CuO em tampão acetato, $\text{pH} = 4,1$ na temperatura de 25°C . O estudo de linearidade em função da concentração de Ag^+ é visto em (b).

No entanto, a partir da segunda adição de íons Ag^+ ($3,84 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$), acompanhada pela leitura nos voltamogramas, percebeu-se uma diminuição nos valores de corrente dos processos de oxidação do CuO seguindo os valores de concentração $7,4 \times 10^{-5}$; $1,32 \times 10^{-4}$ e $2,14 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$. Essa observação, pode estar associada ao consumo de íons Cu^+ pelos íons Ag^+ com formação de nanopartículas de Ag^0 ($\text{Ag}^0 \text{ NPs}$), conforme a Equação 5, diminuindo intensidade de correntes do processo $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$.



Entretanto, na concentração mais elevada ($2,14 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$) observou-se uma modificação no perfil eletroquímico do voltamograma, apresentando um

processo adicional em 0,36 V, referente ao processo Ag^0/Ag^+ ligeiramente deslocado para potenciais mais positivos, com o aumento da concentração de íons prata, sendo esse um comportamento geralmente observado na detecção de metais pesados (GUO *et al.*, 2016). Esse sinal, possivelmente seja atribuído à oxidação das Ag^0 NPs, formado no sistema durante todo o processo, indicando mais uma vez a interação entre íons Cu^+ e Ag^+ , pois o perfil de redução dos íons cúpricos se mostrou irregular durante a adição de prata. A verificação da linearidade das correntes de oxidação, em função da concentração, pode ser verificada na Fig. 7b, da qual obteve-se $R^2 = 0,91278$.

A análise voltamétrica de Ag^+ com o ECV modificado com CuHCF (Fig. 8a), assim como para o CuO, se deu pela adição de uma solução AgNO_3 . A melhor linearidade (Fig. 8b) foi alcançada com a concentração de íons Ag^+ nas concentrações de $3,81 \times 10^{-6}$; $10,7 \times 10^{-6}$; $22,1 \times 10^{-6}$; $34,0 \times 10^{-6}$ mol L^{-1} para o processo de oxidação representado pelo Epa1. Assim, como observado para o ECV modificado com CuO, também houve um aumento das correntes faradaicas de oxidação e de redução após a adição da primeira alíquota de Ag^+ , comparando-se ao ECV modificado com CuHCF limpo ($[\text{Ag}^+] = 0$ mol L^{-1}) na mesma velocidade de varredura (50 mVs^{-1}). Entretanto, houve um aumento crescente das correntes durante todo o processo de adição de íons prata. Não foram verificados novos processos eletroquímicos além do Epa1, Epa2, Epc1 e Epc2 característicos do CuHCF durante a análise, indicando que não houve a formação de Ag^0 NPs. Adiante, são apresentados os estudos de linearidade referentes ao ipa1 (Fig. 8b) com $R^2=0,99071$ e ipc1 (Fig. 8c) com $R^2 = 0,96388$, nos quais apresentaram boa linearidade no acompanhamento da concentração de Ag^+ , sendo a descarga oxidativa, a mais próxima do comportamento desejado. Como já reportado por alguns autores, a análise de íons prata já foi realizada por técnicas eletroanalíticas, com sensores feitos de guanina/nanotubos de carbono (LIU *et al.*, 2011) e oligonucleotídeos/nanotubos de carbono (ZHANG e YAN, 2014). No entanto, esses eletrodos são mais elaborados e dependem da complexação dos íons Ag^+ para a aferição da sua concentração em função do sinal voltamétrico. Da mesma forma, a reatividade do AM, tanto no seu processo de deposição, como sua propriedade de polimerização, dificulta a sua detecção quantitativa por técnicas eletroanalíticas. Assim, os ECVs modificados neste trabalho se mostraram promissores para o sensoriamento das espécies poluentes. Destaca-se aqui, o ECV modificado CuHCF, pois o mesmo apresentou melhores resultados para as curvas de calibração dos analitos, quando comparados com os resultados obtidos com CuO.

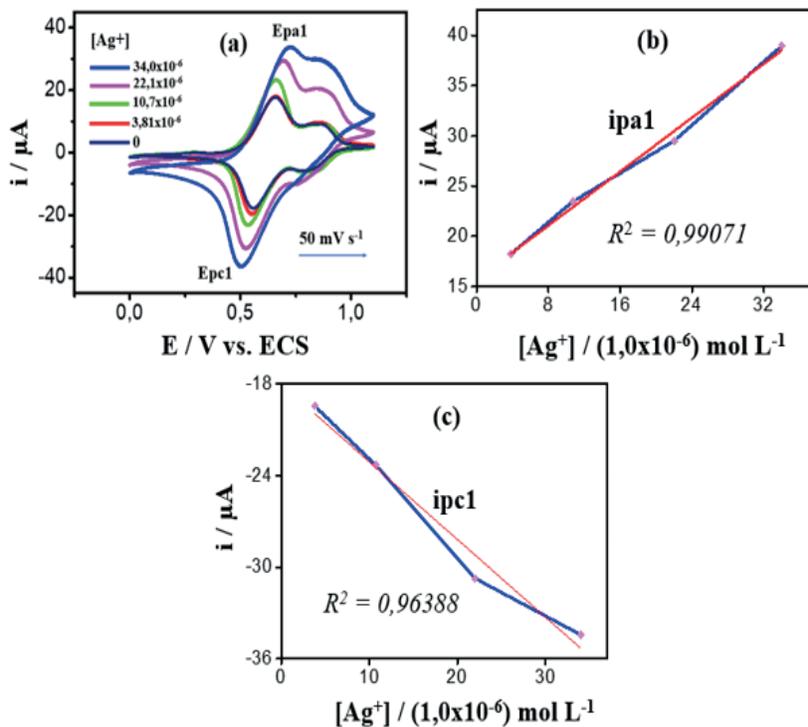


Figura 8. Voltamogramas para sensoriamento de Ag^+ (a), nas concentrações de 0, $3,81 \times 10^{-6}$; $10,7 \times 10^{-6}$; $22,1 \times 10^{-6}$; $34,0 \times 10^{-6}$ mol L^{-1} usando ECV modificado com CuHCF em tampão acetato, pH = 4,1 na temperatura de 25 °C. O estudo de linearidade em função da concentração de Ag^+ é visto em (b) e (c).

4 I CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram desenvolvidos eletrodos simples para a detecção analítica de AM e Ag^+ pela técnica de VC, no qual o CuHCF oriundo de CuO apresentou melhores propriedades para o sensoriamento dos analitos pela técnica de VC, quando comparado ao eletrodo modificado com CuO. Por fim, a metodologia aqui empregada, mostra-se promissora para o desenvolvimento de sensores eletroquímicos do poluente orgânico e do metal pesado.

REFERÊNCIAS

ADELEKE JT, THEIVASANTHI T, THIRUPPATHI M, SWAMINATHAN M, AKOMOLAFE T, ALABI AB. Photocatalytic degradation of methylene blue by ZnO/NiFe 2 O 4 nanoparticles. **Applied Surface Science**. 455, 195-200, 2018.

ARDEKANI, P.S.; KARIMI, H.; GHAEDI, M.; ASFARAM, A.; PURKAIT, M. K. Ultrasonic assisted removal of methylene blue on ultrasonically synthesized zinc hydroxide nanoparticles on activated carbon prepared from wood of cherry tree: Experimental design methodology and artificial neural network. **Journal of Molecular Liquids**. 229, 114-124, 2017.

BORWITZKY, H.; HAEFELI, W.E.; BURHENNE, J. Analysis of methylene blue in human urine by capillary electrophoresis. **Journal of Chromatography B – Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences**. 826, 244–251, 2005.

BROWER, J.B.; RYAN, R.L.; PAZIRANDEH, M. Comparison of Ion-Exchange Resins and Biosorbents for the Removal of Heavy Metals from Plating Factory Wastewater. **Environmental Science and Technology**. 31, 2910–2914, 1997.

BURHENNE, J.; RIEDEL, K.D.; RENGELSHAUSEN, J.; MEISSNER, P.; MULLER, O.; MIKUS, G.; HAEFELI, W.E.; WALTER-SACK, I. Quantification of cationic anti-malaria agent methylene blue in different human biological matrices using cation exchange chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography B – Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences**. 863: 273–282, 2008.

CERESA, A; RADU, A; PEPER, S; BAKKER, E; PRETSCH, E. Rational Design of Potentiometric Trace Level Ion Sensors. A Ag⁺-Selective Electrode with a 100 ppt Detection Limit. **Analytical Chemistry**. 74, 4027–4036, 2002.

CHENG, Y. LI, H.; FANG, C.; AI, L.; CHEN, J.; SU, J.; ZHANG, Q.; FU, Q. Facile synthesis of reduced graphene oxide/silver nanoparticles composites and their application for detecting heavy metal ions. **Journal of Alloys and Compounds**. 787, 683-693, 2019.

DADFARNIA, S.; SHABANI, A.M.H.; GOHARI, M. Trace enrichment and determination of silver by immobilized DDTc microcolumn and flow injection atomic absorption spectrometry. **Talanta**. 64, 682–687, 2004.

FU, L.; WANG, A.; XIE, K.; ZHU, J.; CHEN, F.; WANG, H.; ZHANG, H.; SU, W.; ZHOU, C.; RUAN, S. Electrochemical detection of silver ions by using sulfur quantum dots modified gold electrodes. **Sensors and Actuators B: Chemical**. 304, 127390, 2020.

GE, M.; CAO, L.; DU, M.; HU, G.; JAHANGIR, A.S.M. Competitive adsorption analyses of a pure magadiite and a new silylated magadiite on methylene blue and phenol from related aqueous solution. **Materials Chemistry and Physics**. 217, 393 - 402, 2018.

GHICA, M. E.; CARVALHO, R. C.; AMINE, A.; BRETT, C. M.A. Glucose oxidase enzyme inhibition sensors for heavy metals at carbon film electrodes modified with cobalt or copper hexacyanoferrate. **Sensors and Actuators B**. 178, 270–278, 2013.

GHONEIM, M.M.; EL-HALLAG, I.S.; Electrochemical behavior of hexamethylbenzene isocloso ruthenium-borane complex at a glassy carbon electrode in non-aqueous medium. **Journal of Brazilian Chemistry Society**. 21, 7-15, 2010.

GUO, Y.; HUANG, N.; YANG, B.; WANG, C.; ZHUANG, H.; TIAN, Q.; ZHAI, Z.; LIU, L.; JIANG, X. Hybrid diamond/graphite films as electrodes for anodic stripping voltammetry of trace Ag⁺ and Cu²⁺. **Sensors and Actuators B**. 231, 194–202, 2016.

IBUPOTO, A. S.; QURESHI, U. A.; AHMED, F.; KHATRI, Z.; KHATRI, M.; MAQSOOD, M.; BROHI, R.Z.; KIM, I. S. Reusable carbon nanofibers for efficient removal of methylene blue from aqueous solution. **Chemical Engineering Research and Design**. 136, 744-752, 2018.

- KAMILA, S.; VENUGOPAL, V.R. Synthesis and structural analysis of different CuO nanoparticles. **International Journal of Applied Engineering Research**. 14, 133–146, 2017.
- KHAN, M.R.; KHAN, M.A.; ALOTHMAN, Z.A.; ALSOHAIMI, I.H.; NAUSHAD, M.; AL-SHAALAN, N.H. Quantitative determination of methylene blue in environmental samples by solid-phase extraction and ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry: a green approach. **The Royal Society of Chemistry**. 4, 34037-34044, 2014.
- KIM, S. J.; HA, D. J.; KOO, T. S. Simultaneous quantification of methylene blue and its major metabolite, azure B, in plasma by LC-MS/MS and its application for a pharmacokinetic study. **Biomedical Chromatography**. 28 (4), 518–524, 2014.
- KRACHLER, M.; MOHL, C.; EMONS, H.; SHOTYK, W. Analytical procedures for the determination of selected trace elements in peat and plant samples by inductively coupled plasma mass spectrometry. **Spectrochimica Acta Part B**. 57, 1277–1289, 2002.
- LEE, P. K.; WOI, P. M. Direct self-assembly of CuHCF-PPy nanocomposites on rGO for amperometric nicotine sensing at high concentration range. **Journal of Electroanalytical Chemistry**. 837, 67-75, 2019.
- LIU, B.; CANG, H.; CUI, L.; ZHANG, H. Electrochemical polymerization of methylene blue on glassy carbon electrode. **International Journal of Electrochemical Science**. 12, 9907-9913, 2017.
- LIU, X.; LI, W.; SHEN, Q.; NIE, Z.; GUO, M.; HAN, Y.; YAO, S. The Ag⁺-G interaction inhibits the electrocatalytic oxidation of guanine – A novel mechanism for Ag⁺ detection. **Talanta**. 85 (3), 1603–1608, 2011.
- MISHRA, D.D.; TAN, G. Visible photocatalytic degradation of methylene blue on magnetic SrFe₁₂O₁₉. **Journal of Physics and Chemistry of Solids**. 123: 157-161, 2018.
- MOUNIA, L.; BELKHIRIB, L.; BOLLINGERC, J-C; BOUZAZAD, A.; ASSADID, A.; TIRIRIB, A.; DAHMOUNEE, F.; MADANIE, K.; REMINIE, H. Removal of Methylene Blue from aqueous solutions by adsorption on Kaolin: Kinetic and equilibrium studies. **Applied Clay Science**. 153, 38-45. 2018.
- NDUNG, K.; RANVILLE, M.A.; FRANKS, R.P.; FLEGAL, A.R. On-line determination of silver in natural waters by inductively-coupled plasma mass spectrometry: influence of organic matter. **Marine Chemistry**. 98, 109–120, 2006.
- NITHYA, R.; SIVASANKARI, C.; THIRUNAVUKKARASU, A.; SELVASEMBIAN, R. Novel adsorbent prepared from bio-hydrometallurgical leachate from waste printed circuit board used for the removal of methylene blue from aqueous solution. **Microchemical Journal**. 142, 321-328. 2018.
- PU, Q.; SUN, Q.; HU, Z.; SU, Z. Application of 2-mercaptobenzothiazole-modified silica gel to on-line preconcentration and separation of silver for its atomic absorption spectrometric determination. **Analyst**. 123, 239–243, 1998.

RAHIM, A.; REHMAN, Z.U.; MIR, S.; MUHAMMAD, N.; REHMAN, F.; NAWAZ, M.H.; YAQUB, M.; SIDDIQI, S.A.; CHAUDHRY, A.A. A non-enzymatic glucose sensor based on CuO-nanostructure modified carbon ceramic electrode. **Journal of Molecular Liquids**. 248, 425–431, 2017.

SANGEETHA, S.; KRISHNAMURTHY, G.; RAGHAVAN, M. S. Electrochemical sensing and photocatalytic degradation of methylene blue (MB) dye by cobalt-beta hydroxy benzoate complex. **Materials Science in Semiconductor Processing**. 101, 164–173, 2019.

SINGHAL, C.; MALHOTRA, N.; CHAUHAN, N.; NARANG, S.; PUNDIR, C.S.; NARANG, J. Hierarchical electrodeposition of methylene blue on ZnO nanocrystals thin films layered on SnO₂/F electrode for in vitro sensing of anti-thalassemic drug. **Materials Science and Engineering C**. 62, 596-604, 2016.

SPAGNOLI, A.A.; GIANNAKOUDAKIS, D.A.; BASHKOVA, S. Adsorption of methylene blue on cashew nut shell based carbons activated with zinc chloride: The role of surface and structural parameters. **Journal of Molecular Liquids**. 229, 465-471, 2017.

TAMMINA, S.K.; MANDAL, B.K.; KADIYALA, N.K. Photocatalytic Degradation of Methylene Blue Dye by Nonconventional synthesized SnO₂ Nanoparticles. **Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management**. 10, 339 – 350, 2018.

TURNIPSEED, S.B.; ROYBAL, J.E.; PLAKAS, S.M.; PFENNING, A.P.; HURLBUT, J.A.; LONG, A.R. Determination of methylene blue in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) tissue by liquid chromatography with visible detection. **Journal of AOAC International**. 80, 31–35, 1997.

WEN, Y.Q.; XING, F.F.; HE, S.J.; SONG, S.P.; WANG, L.H.; LONG, Y.T.; Li, D.; FAN, C.H. A graphene-based fluorescent nanoprobe for silver(i) ions detection by using graphene oxide and a silver-specific oligonucleotide. **Chemical Communications**. 46, 2596–2598, 2010.

YANG, G.; CHEN, F.; YANG, Z. Electrocatalytic oxidation of hydrogen peroxide based on the shuttlelike nano-CuO-modified electrode. **International Journal of Electrochemistry**. 2012, 6, 2012.

YAN, G.; WANG, Y.; HE, X.; WANG, K.; SU, J.; CHEN, Z.; QING, Z. A highly sensitive electrochemical assay for silver ion detection based on un-labeled C-rich ssDNA probe and controlled assembly of MWCNTs. **Talanta**. 94, 178-183, 2012.

YANG F.; XIA S.F.; LIU Z.C.; CHEN, J.A.; LIN, Y.H.; QIU, B.; CHEN, G.N. Analysis of methylene blue and its metabolites in blood by capillary electrophoresis/electrospray ionization mass spectrometry. **Electrophoresis**. 32, 659–664, 2011.

YANG, X.; CHEN, W.; HUANG, J.; ZHOU, Y.; ZHU, Y.; LI, C. Rapid degradation of methylene blue in a novel heterogeneous Fe₃O₄@rGO@TiO₂-catalyzed photo-Fenton system. **Scientific Reports**. 5, 10632, 2015.

YANG, Y.; ZHANG, S.; KANG, M.; HE, L.; ZHAO, J.; ZHANG, H.; ZHANG, Z. Selective detection of silver ions using mushroom-like polyaniline and gold nanoparticle nanocomposite-based electrochemical DNA sensor. **Analytical Biochemistry**. 490, 7-13, 2015.

YANG, Y.Y.; HE, M.Q.; LI, M.X.; HUANG, Y.Q.; CHI, T.; WANG, Z.X. Ferrimagnetic copper-carboxyphosphinate compounds for catalytic degradation of methylene blue. **Inorganic Chemistry Communications**. 94: 5 - 9. 2018.

ZHANG, J.; LI, F.; SUN, Q. Rapid and selective adsorption of cationic dyes by a unique metal-organic framework with decorated pore surface. **Applied Surface Science**. 440, 1219 - 1226, 2018.

ZHANG, Z.; YAN J. A signal-on electrochemical biosensor for sensitive detection of silver ion based on alkanethiol-carbon nanotube-oligonucleotide modified electrodes. **Sensors and Actuators B: Chemical**, 202, 1058–1064, 2014.

DROGAS DE ESTUPRO: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão 29/05/2020

Aline Machado Zancanaro

IFFAR - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha Campus Panambi Panambi/RS
<http://lattes.cnpq.br/5586726444452426>

RESUMO: Atualmente os casos de estupro em festas ocasionado pelo consumo de bebidas adulteradas com drogas facilitadoras tem aumentado significativamente. Em virtude disso, em um projeto de prática profissional integrada foi realizado um trabalho de pesquisa sobre os principais tipos de drogas proporcionando uma abordagem para o ensino de conceitos da química orgânica. Foi desenvolvida uma prática pelos alunos e apresentado no formato de mostra de projetos para a comunidade regional. Como resultado houve uma grande participação dos alunos, compreensão e contextualização dos conceitos com situações do cotidiano dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Drogas de abuso, funções orgânicas, ensino, química.

RAPE DRUGS: A DIDACTIC APPROACH FOR CHEMISTRY TEACHING

ABSTRACT: Currently, cases of rape at parties caused by the consumption of adulterated drinks with facilitating drugs have increased significantly.

Because of that, in an integrated professional practice project, research was conducted a survey of the main types of drugs, providing an approach to the teaching of organic chemistry concepts. A practice was developed by the students and presented in the format of a project sample for the regional community. As a result, there was a great deal of student participation, understanding and contextualization of concepts with students' daily situations.

KEYWORDS: Rape drugs, organic functions, teaching, chemistry.

1 | INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade existem relatos de uso de substâncias químicas exógenas para fins festivos, cura ou envenenamento. Segundo a Organização Mundial de Saúde, drogas são substâncias que modificam as funções fisiológicas, psicológicas ou imunológicas do organismo de maneira transitória ou permanente. Uma variedade de drogas é utilizada em agressões sexuais, pois agem rapidamente deixando o indivíduo fraco e causando amnésia. Qualquer droga que possa afetar o julgamento e o comportamento e possa colocar um indivíduo em risco de atividade sexual indesejada ou arriscada, é considerada droga de estupro. O álcool, por exemplo, é uma das drogas de estupro mais utilizada para cometer agressões sexuais, pois quando se ingere grandes porções é difícil pensar com clareza, estabelecer limites, fazer boas

escolhas, identificar quando uma situação possa ser perigosa ou lutar caso venha a ocorrer uma agressão. (LISAK, 2002)

Nos últimos anos, o abuso sexual facilitado por drogas tornou-se uma preocupação crescente entre educadores de saúde e comunidade. Embora os dados de estupro no Brasil não sejam precisos, pois muitos casos não são registrados oficialmente, a polícia brasileira registrou 29,5 mil estupros no ano de 2016. Dentre esses ainda existe maior proporção entre menores de 13 anos de idade onde próprios familiares ou conhecidos são os abusadores. No ano de 2010 a ONU já alertava para o crescente aumento de casos de estupro após o uso involuntário de drogas facilitadoras. As drogas facilitadoras de estupro são mais utilizadas em eventos sociais, onde as vítimas estão na faixa etária entre 15 – 30 anos.

A cena se repete, mulheres acordando em camas que não lembram de ter deitado, até lembram de uma bebida que tomaram, e as únicas pistas que restam são as marcas de estupro ainda visíveis no corpo.

O efeito farmacológico de cada droga depende do arranjo espacial dos grupos funcionais e de suas propriedades estruturais. Assim, é notória a importância do conhecimento da estrutura das moléculas orgânicas, o que justifica a abordagem dos conceitos de grupos funcionais no ensino da Química. De acordo com os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM) para que o conhecimento seja significativo ao estudante deve ser abordado a partir de uma temática que permita contextualização e propicie a interatividade (BRASIL, 1999).

Segundo Maldaner e Araújo (1992) a escola precisa cumprir o papel de investigar, problematizar e discutir fatos e situações presentes no dia a dia dos alunos de modo a propiciar aos mesmos novas formas de compreensão da ciência. Pela educação e com o conhecimento da química pode-se prevenir o uso de drogas e fomentar um cuidado maior em bares e festas com bebidas “batizadas” com drogas facilitadoras.

A proposta pedagógica aqui apresentada buscou contextualizar por intermédio da temática das drogas facilitadoras de estupro o estudo da classificação das cadeias carbônicas e funções orgânicas presentes nos compostos. Essa abordagem foi utilizada em uma prática profissional integrada com professores de diversas áreas por alunos do ensino médio/técnico e foi sugerido que o grupo de alunos pudessem propor ou pesquisar alguma inovação tecnológica que pudesse ajudar a detectar esse tipo de drogas antes do consumo, evitando assim algum dano maior.

2 | METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido com um grupo de alunos do terceiro ano do ensino

técnico em química integrado ao ensino médio do Instituto Federal Farroupilha, na cidade de Panambi/RS. O grupo continha 27 alunos dentre esses a maioria meninas com faixa etária 16 – 18 anos, com nível socioeconômico diversificado. O período de trabalho foi de cinco meses, envolvendo pesquisa sobre os tipos de drogas de estupro, entrevistas, discussões, atividade prática, escrita de relatório e culminando com apresentação durante uma mostra de projetos integradores para a comunidade em geral.

Dentro do projeto pedagógico do curso técnico em química está estabelecida que a prática profissional deve estar continuamente relacionada aos seus fundamentos científicos e tecnológicos, orientada pela pesquisa como princípio pedagógico que possibilita ao estudante enfrentar o desafio do desenvolvimento da aprendizagem permanente (PPC IFFAR, 2014).

A prática profissional integrada busca concretizar-se no planejamento curricular e deriva da necessidade de garantir a prática nos cursos técnicos, como o técnico em química, público alvo dessa pesquisa. Tem a finalidade de promover a interdisciplinaridade e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão através do incentivo à inovação tecnológica (PPC IFFAR, 2014).

Com essa articulação, durante alguns meses do ano 2018, os alunos se concentraram em pesquisar sobre temáticas com a orientação de professores de diversas disciplinas. Como a turma é composta em sua maioria por meninas, pensamos conjuntamente em uma temática que pudesse ter caráter social, mas que também poderíamos abordar conceitos químicos voltados ao ensino médio e técnico do qual a turma faz parte. Uma das grandes preocupações era se em nossa cidade (Panambi/RS, aproximadamente 40 mil habitantes) haveria muitos casos de estupro em meninas na faixa etária das alunas da turma. Debatendo sobre o tema, a turma recordou de casos que aconteceram com estudantes em festas, que foram drogadas e abusadas sexualmente. Conversando sobre o tipo de drogas usadas, a composição química, a turma propôs um estudo sobre as drogas facilitadoras de estupro como temática para a prática integrada.

De posse da temática, a próxima etapa seria encontrar conceitos químicos que pudessem ser desenvolvidos. Optou-se pelo estudo da classificação das cadeias carbônicas e funções orgânicas presentes na composição das drogas. Outros grupos da turma optaram por drogas de abuso, por fitoterápicos e medicamentos em geral, sempre visando a contextualização de conceitos de química orgânica trabalhados na disciplina.

Esse artigo apresenta algumas drogas de estupro que foram abordadas, com um variado grupo de funções orgânicas, possibilitando uma contextualização. Ademais, esse trabalho traz algumas características e efeitos dessas drogas além de descrever como foi o processo de divulgação do trabalho junto à comunidade

escolar.

Dentre as drogas de estupro comumente utilizadas estão o álcool e o boa noite cinderela, que é um coquetel de drogas, composto por Lorax, Rohypnol, Lexotan, GHB (ácido gama-hidroxibutírico), Ketamina (Special K) e benzodiazepínicos. São normalmente encontradas na forma de comprimidos ou líquidos. Essas drogas agem diretamente no sistema nervoso central, podendo provocar amnésia durante a intoxicação, perda da consciência de seus atos, da capacidade de discernimento e dificuldades de resistir a ameaças.

Álcool ou Etanol

É uma droga lícita, produzida principalmente por fermentação alcoólica da cana-de-açúcar. Possui efeito duplo, primeiro surge a euforia, alegria e satisfação; após um tempo iniciam os efeitos depressores, com visão borrada e problemas de coordenação, são esses efeitos que o caracterizam como droga de estupro. Pesquisas indicam que na maioria dos casos de abuso sexual houve o consumo de álcool, tanto pela disponibilidade como na frequência que as vítimas ingerem voluntariamente em eventos sociais. Geralmente, quando uma vítima consome álcool, é muito mais provável que o abuso permaneça não relatado. Muitas vítimas de estupro que consumiram álcool temem que as autoridades não acreditem que foram estupradas ou pior, responsabilizem a vítima ao invés do esturprador.

Estruturalmente os álcoois são substâncias em que uma cadeia carbônica saturada está ligada diretamente ao grupo hidroxila (-OH), o etanol possui dois carbonos, não é ramificado e é alifático.

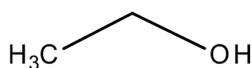


Figura 1: Estrutura do álcool etílico e imagens de algumas bebidas alcoólicas.

Flunitrazepam

Rohypnol, nome comercial do flunitrazepam, é um benzodiazepínico semelhante ao Valium, mas 10 vezes mais potente. Embora seja usado como uma pílula para dormir em alguns países, nunca foi aprovado para uso nos Estados Unidos. Rohypnol geralmente vem na forma de pílulas que são ingeridas oralmente,

na maioria das vezes em uma bebida. Depois de ter sido colocado na bebida não deixa sabor, cor ou odor detectável, e terá efeito após 15 a 30 minutos. Os efeitos da droga podem ser sentidos por muitas horas após a ingestão. Ele provoca distúrbios visuais, sonolência, confusão, tonturas, dificuldade de movimentação, depressão respiratória e amnésia. Em sua estrutura apresenta as funções haleto orgânico, amida, imina e nitrocomposto e cadeia aromática e heterogênea.

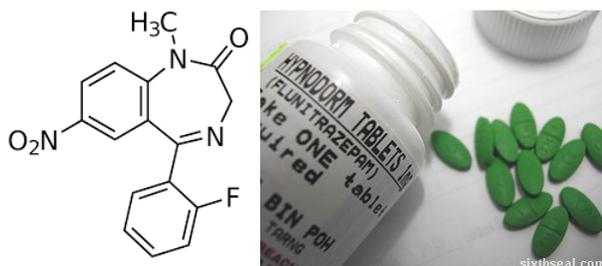


Figura 2: Estrutura e apresentação do funiltrazepam comercialmente.

Ácido gama hidroxibutírico - GHB

O GHB conhecido como ecstasy líquido é uma substância sedativa sintética usada tanto como narcótico como para fins recreativos. Tem capacidade de induzir um sono de curta duração. GHB é um líquido incolor e inodoro e possui um sabor levemente amargo que pode ser mascarado, colocando-o em uma bebida alcoólica. Seus efeitos são sentidos em média 20 a 30 minutos após a ingestão e podem durar até 5 horas, dependendo da dose e das características individuais. Os efeitos incluem inibições diminuídas, sonolência, sono profundo e insensível, parada respiratória, náuseas, convulsões, amnésia e perda de consciência. Por ser um depressor do sistema nervoso central e normalmente administrado em associação com o álcool, esse efeito pode ser potencializado, prolongando a sua duração.

Em sua estrutura encontram-se as funções ácido carboxílico (-COOH) e álcool (-OH) e sua cadeia é normal, saturada e homogênea.

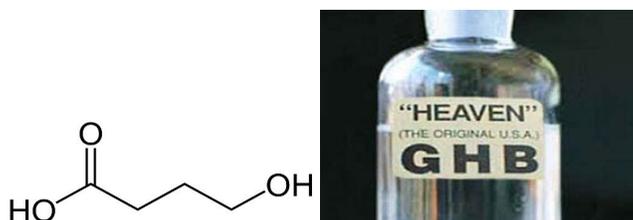


Figura 3: Estrutura e apresentação do GHB

Ketamina

Conhecida como “Special K”, “vitamina K” ou “Senhora K” é uma droga legal vendida como sedativo veterinário ou anestésico hospitalar, a ketamina pode ser injetada, usada em bebidas, cheirada ou acrescentada à cigarros. Em humanos atua como anestésico dissociativo, causando alucinações, delírios, analgesia, sensação de desligamento e desorientação.

A estrutura da ketamina possui os grupos funcionais: haleto orgânico (-Cl), amina secundária e cetona; sua cadeia é mista (aromática e cíclica) e homogênea.

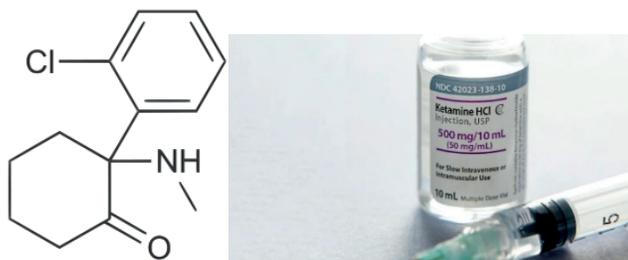


Figura 4: Estrutura e apresentação comercial da ketamina

Proposta Metodológica

Como estratégia de maior compreensão do conteúdo e visando aliar a teoria com a prática, os alunos foram desafiados a pesquisar uma inovação tecnológica existente ou propor uma que poderia ser utilizada para que reduzisse o número grande de estupros causados após uma dopagem das vítimas.

Está em desenvolvimento um esmalte anti-estupro, capaz de detectar drogas dentro das bebidas, pela empresa Undercover Colors (cores secretas) e quatro estudantes de engenharia da Universidade da Carolina do Norte/EUA. A ideia do esmalte surgiu após um estudo revelar que uma em cada cinco estudantes são estupradas dentro das universidades dos Estados Unidos. O esmalte é capaz de alternar sua tonalidade quando exposto a substâncias como o Rohypnol e GHB (compostos mais encontrados nesses tipos de drogas). Para efetuar o uso do produto é simples, basta mergulhar a unha contendo o esmalte na bebida desejada, e o mesmo mudará de cor. O item ainda está sendo testado, mas outras empresas já estão comercializando análogos.



Figura 5: Imagem de divulgação do esmalte anti-estupro

Os alunos então propuseram uma prática que pudesse fazer analogia ao estudo dos pesquisadores. Foram testados dois métodos para simular a identificação do composto boa noite cinderela em bebidas alcoólicas por meio do esmalte sendo eles: uma base esmaltada contendo indicador ácido-base fenolftaleína e uma solução básica de NaOH (hidróxido de sódio) 0,01 M, representando o esmalte anti-estupro. Sobre a solução de NaOH 0,01 M foram gotejadas algumas gotas do indicador para representar a mudança de cor no esmalte em presença da droga.

No segundo método, foi gotejado em uma unha a mesma solução de NaOH, e logo após gotejado sobre a base, algumas gotas de fenolftaleína, ocorrendo a mudança de cor. A mudança de cor ocorre devido à alteração da estrutura molecular do indicador, que é provocada pela entrada ou saída do próton (H^+). Conseqüentemente, a modificação da estrutura do indicador gera absorção de luz em diferentes comprimentos de onda, o que origina cores distintas para cada uma das formas.

Os alunos compraram um análogo do esmalte pela internet, realizaram o teste com solvente éter etílico, pois o mesmo apresenta propriedades anestésicas, e houve alteração da tonalidade. A fórmula do produto não apresenta a composição, portanto não havia como propor mecanismo químico.

3 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A estratégia de utilizar a temática das drogas de estupro para significar a partir da contextualização as funções orgânicas e classificações de cadeias carbônicas foi bastante proveitosa. Em muitas escolas essa temática é abordada, em nossa instituição promovemos anualmente palestras, filmes e disciplinas voltadas para essa área. Em uma conversa com a turma sobre a presença em eventos sociais e a bebida consumida, muitos relataram que os empreendimentos que fornecem

bebida analisam a documentação cumprindo a lei de não vender bebidas alcoólicas a menores de idade, mas muitas vezes os mesmos conseguem com amigos, e nesse momento houve a grande preocupação sobre como podem ser alteradas as bebidas que estão consumindo.

Verificou-se que os alunos se mostram interessados quando o objeto do estudo é algo presente em seu cotidiano. Mas também demonstrou alguns equívocos acerca de ideias de tolerância e dependência química. Os adolescentes vivem em um período de transição, mas precisam saber das consequências e efeitos que um ato como o estupro ou até mesmo o uso abusivo de drogas causará em seu organismo, em sua família e na sociedade, essa preocupação deve ser também tanto da família, da sociedade e da escola.

O dia da finalização do projeto, durante a mostra dos projetos integradores desenvolvidos, escolas de toda a região puderam apreciar os trabalhos dos alunos de todo o Instituto. O trabalho sobre as drogas facilitadoras foi bastante procurado pois muitos adolescentes e familiares que visitaram a instituição durante o evento frequentam ou conhecem alguém que frequenta de festas, onde pode existir alguma alteração em bebida ou comida e isso pode acarretar em algum dano mais prejudicial, como o estupro. Nas figuras 6 e 7, imagens do stand do grupo durante a apresentação na mostra. O grupo de alunas que pesquisou a temática demonstrava nas unhas dos participantes como o esmalte alteraria sua tonalidade em contato com uma bebida “batizada” com drogas de estupro. Também explicavam sobre a composição química das mesmas, as funções orgânicas presentes, os efeitos e consequências que poderia ocasionar as vítimas.



Figuras 6 e 7: Imagem da Mostra de Projetos Integradores

Quando se tratam de aspectos relativos aos danos à saúde, à associação das drogas com violência e relações sexuais, uma adolescente e sua mãe revelavam sua preocupação com vários aspectos:

Cada vez mais cedo os jovens estão experimentando algum tipo de droga e é aí que mora o perigo. Iniciam com álcool, frequentam festas e nesses lugares podem ser drogados involuntariamente e isso pode causar um estupro, que além de ser uma situação traumática, pode levar a contaminação com uma doença sexualmente transmissível ou até mesmo causar uma gravidez indesejada.

Registros como esses comprovam que essa discussão é altamente produtiva, por entender-se que o aspecto social não pode ser desvinculado do conhecimento químico. A educação para a cidadania permeia também essa temática das drogas facilitadoras como uma diferente abordagem para o ensino da química orgânica.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo possibilitou aos alunos, maior interesse em querer aprender e compreender os conhecimentos da Química Orgânica. Nesse processo de compreensão dos conceitos científicos também pode ser abordado o cuidado e a preocupação com os altos índices de abusos sexuais relacionados ao consumo de bebidas adulteradas com drogas facilitadoras. A contextualização oportunizou uma participação dos alunos desde a escolha da temática até a abordagem de transmitir os conteúdos aprendidos em sala de aula para a comunidade que prestigiou a mostra dos projetos integradores. A comunidade teve participação ativa, fez questionamentos, deu opiniões e foi muito proveitoso ver os alunos correlacionando os conceitos aprendidos com os fatos do cotidiano.

O projeto proporcionou para os alunos a compreensão não apenas dos conhecimentos da área de Química - a importância das funções orgânicas e dos conceitos envolvidos na construção do conhecimento químico – mas também da área de Biologia – influência das drogas no corpo humano - ampliando o olhar para os problemas, causas e efeitos das drogas de estupro no organismo, na família e na sociedade, evidenciando a importância de uma abordagem interdisciplinar no ensino de química.

Agradeço imensamente aos alunos do curso técnico em química, onde atuo como professora e atuei por anos como coordenadora de eixo. Especialmente as alunas que escolheram essa temática e proporcionaram a escrita desse relato: Ariana G. Silveira, Débora G. Silva, Djosi I. Von Mühlen, Eduarda O. Rocha, Gabriela R. Moi e Luana M. Datch.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação - MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica- Semtec. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

CORES SECRETAS. “**Proteção através de detecção: tecnologia inovadora que identifica a presença de drogas de estupro em bebidas.**”. Disponível em: <http://www.undercovercolors.com> . Acesso em: 10 de Julho de 2018 às 10:08.

LISAK, D.; MILLER, P. “**Repeat Rape and Multiple Offending Among Undetected Rapist**”, *Violence And Victims*, vol.17, n. 1, 2002.

MALDANER, O. A.; ARAÚJO, M. C. P. **A participação do professor na construção do currículo escolar em ciências.** *Espaços da Escola*, Ijuí: UNIJUI, V.1, n.3, p. 18-28, jan/mar. 1992.

MARTINS, A. B.; AGUIAR, M. R. M. P. de; SANTA-MARIA, L. C. de; SANTOS, Z. A.M. **As drogas no ensino de Química.** *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 18-21, 2003.

MORTIMER, E. F.; MACHADO A. H.; **Química: ensino médio**, 3. ed. P. 10-77, São Paulo, Scipione, 2016.

PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO. **Curso Técnico em Química.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, 2014.

EFEITO DO TEOR DE ÁGUA E DE NaCl SOBRE A DENSIDADE DA BARRIGA SUÍNA APÓS A SALGA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 02/06/2020

Rodrigo Rodrigues Evangelista

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp)
São José do Rio Preto – São Paulo – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4542903012584676>

Marcio Augusto Ribeiro Sanches

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp)
São José do Rio Preto – São Paulo – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6940419114030772>

Bruna Grasseti Fonseca

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp)
São José do Rio Preto – São Paulo – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6616971554551294>

Andrea Carla da Silva Barretto

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp)
São José do Rio Preto – São Paulo – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1520483206019209>

Javier Telis Romero

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp)
São José do Rio Preto – São Paulo – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4985772200782832>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar um modelo matemático que descreva a densidade da barriga suína em função dos

teores de água e NaCl durante a salga úmida. O processo de salga úmida foi realizado em oito diferentes tempos (2, 4, 6, 8, 11, 14, 17 e 19 horas) em temperatura controlada de $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para avaliar o efeito dos teores de água e de NaCl sobre a densidade da barriga suína, a redução do teor de água foi realizada em seis tempos pré-programados (0,2; 1,1; 2; 2,5; 3,3; 4 horas) totalizando, desta forma, seis conteúdos de água distintos para cada tempo de salga. Notou-se que a densidade aumentou com a redução do teor de água e o aumento do conteúdo de NaCl na barriga suína após o processo de salga úmida. O modelo polinomial de primeira ordem melhor se ajustou aos dados experimentais, apresentando também maior simplicidade matemática para futuras aplicações práticas em controles de processos industriais que envolvam transferência de massa em barriga suína após salga úmida.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade, Modelo matemático, Barriga suína, Salga úmida.

EFFECT OF WATER AND NaCl CONTENT ON THE DENSITY OF THE SWINE BELLY AFTER SALTING

ABSTRACT: The objective of this work was to determine a mathematical model that describes the density of the swine belly as a function of the water and NaCl contents during wet salting. The wet salting process was carried out at eight different times (2, 4, 6, 8, 11, 14, 17 and 19 hours) at a controlled temperature of $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. To assess the effect of water and NaCl contents on the density of the swine belly, the reduction of the water content was performed at six pre-

programmed times (0.2; 1.1; 2; 2.5; 3.3 ; 4 hours), thus totaling six different water contents for each salting time. It was noted that the density increased with the reduction of the water content and the increase of the NaCl content in the swine belly after the wet salting process. The first order polynomial model was better suited to experimental data, also presenting greater mathematical simplicity for future practical applications in industrial process controls that involve mass transfer in swine belly after wet salting. **KEYWORDS:** Density, Mathematical model, Swine belly, Wet salting.

1 | INTRODUÇÃO

A carne suína é a carne mais consumida no mundo, principalmente no leste da Ásia. É nutritiva, com alta quantidade e qualidade de gordura e ácidos graxos (Ma et al., 2020). É rica em nutrientes, incluindo aminoácidos essenciais. A carne suína apresenta uma boa digestão no organismo, o que justifica o seu rápido desenvolvimento no mundo da indústria de produtos cárneos (Alfred et al., 2019).

A barriga suína é composta por vários músculos contendo gordura entre eles (Soladoye, Shand, Aalhus, Garipey, & Juárez, 2015), o que a faz diferente do lombo suíno, que é constituído por apenas um músculo, o *longissimus dorsi* (LD). Além disso, as camadas musculares e gorduras se sobrepõem ao longo da barriga, porque os músculos que compõem a barriga suína diferem consideravelmente, dependendo de sua localização anatômica no corte (Trusell et al., 2011). Assim, a determinação da densidade da barriga é necessária para estimar os coeficientes de difusão de massa, os quais são úteis em processos de desidratação osmótica, como é o caso da salga de barriga suína para a produção industrial de bacon.

A densidade média da barriga suína pode ser determinada utilizando o método de deslocamento de um fluido, que consiste em medir uma determinada quantidade de água em uma proveta graduada e depois adicionar o sólido de interesse. A variação de volume na proveta refere-se ao volume do sólido (Gabas et al., 2005), e através da relação entre a massa da amostra dividido pelo seu volume, obtemos a densidade. Entretanto, a densidade da barriga suína durante o processo de salga úmida pode ser influenciada pelas trocas de massa, que são geralmente a perda de água e ganho de sal que ocorrem durante todo o processo.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar um modelo matemático que descreva a densidade da barriga suína em função dos teores de água e NaCl durante a salga úmida.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria Prima

A barriga suína foi adquirida em comércio local, situado no município de São

Jose do Rio Preto (SP/Brasil). Após separação do excesso de gordura, as carnes foram estocadas em freezer doméstico (-18 ± 2 °C), para análises posteriores.

2.2 Composição da barriga suína

Para a quantificação da composição centesimal da barriga suína, as amostras foram descongeladas em refrigerador (1°C) por 48 h, em seguida, foram trituradas em um moedor de carne (Marca WMF, Modelo WMF037AI).

A composição química das amostras foi realizada em sete repetições, de acordo com os procedimentos recomendados pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2007). A umidade (método 950.46) foi quantificada pelo método gravimétrico, baseado na remoção de água por aquecimento até peso constante. O teor de proteínas (método 981.10) foi determinado através do método de Kjeldahl. O conteúdo de lipídeos foi determinado pelo método de extração por solvente a frio proposto por Bligh e Dyer (1959) e o conteúdo de cinzas (método 920.153) foi determinado por incineração em mufla.

2.3 Preparação de amostras e da salmoura

Antes do processo de salga úmida, as amostras foram descongeladas por 48 horas a 1 °C, cortadas em geometria de paralelepípedo, com as dimensões de 10 x 10 x 2,4 mm (largura, comprimento e altura).

A salmoura foi preparada utilizando a proporção de 1L de água destilada e 260 g de cloreto de sódio.

2.4 Tratamento por salga úmida

O processo de salga úmida em oito diferentes tempos (2, 4, 6, 8, 11, 14, 17 e 19 horas) subsequentes, foi realizado em um recipiente (30 cm de largura x 30cm de comprimento x 5cm altura) imerso em banho termostático com temperatura controlada de 5 °C \pm 1 °C. Após o processo de salga, as amostras foram coletadas para determinações analíticas.

2.5 Determinações analíticas após a salga úmida

Para avaliar o efeito do teor de água e de NaCl sobre a densidade da barriga suína após a salga úmida, a redução do conteúdo de água foi realizada com auxílio de uma estufa de circulação forçada (Marca Marconi, Modelo MA 033/216) a 60 °C, na qual as amostras foram dispostas sobre bandejas perfuradas de alumínio. Durante, seis tempos (0,2; 1,1; 2; 2,5; 3,3; 4 horas) pré-programados, as amostras eram retiradas do interior da estufa, totalizando, desta forma, seis conteúdos de água distintos para cada tempo de salga.

O teor de NaCl nessas amostras foi determinado pela quantificação de cloretos de acordo com o método de Möhr (AOAC, 2007).

2.6 Propriedades Físicas da barriga suína

2.6.1 Determinação da massa (m)

A massa das amostras após a salga úmida foi determinada utilizando uma balança eletrônica (AUY220, Shimadzu, Kyoto, Japan) com precisão de 0,1 mg.

2.6.2 Determinação do volume (V)

O volume das amostras foi determinado pelo método do deslocamento de fluido. Utilizou-se um aparelho semelhante ao utilizado por Gabas et al. (2005) mostrado na Figura 1. A água, que é menos densa que as amostras, foi utilizada como meio líquido para garantir a submersão completa da amostra no líquido. As amostras da barriga suína foram colocadas em um compartimento (Becker de vidro - A) de 1000 mL. A tampa (confeccionada em vinil - B) foi fechada tornando o compartimento hermético. O aparelho é preenchido com uma porção adequada de líquido, sendo o aparelho posteriormente invertido e a leitura do volume feita na bureta (C) graduada (escala de 0,05 ml, e capacidade de 100 ml). Este aparelho foi previamente calibrado com cilindros de cobre e alumínio de densidades desconhecidas ($P_{\text{cobre}} = 8,96 \text{ g/cm}^3$ e $P_{\text{alumínio}} = 2,7 \text{ g/cm}^3$).

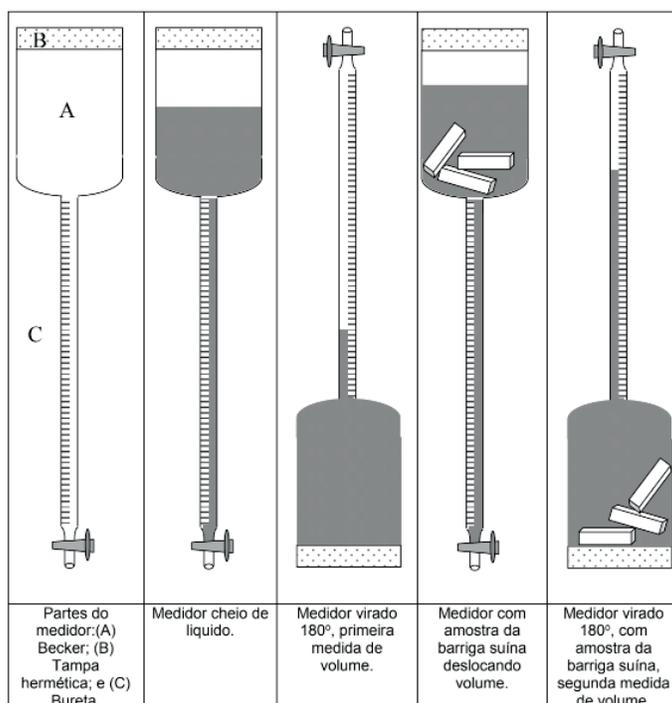


Figura 1. Aparelho experimental utilizado para determinação do volume total.

2.6.3 Densidade da barriga suína

A densidade das amostras foi obtida a partir da razão entre sua massa (m) e seu volume (V) das amostras, como mostra a Equação 1:

$$r = \frac{m}{V} \quad (1)$$

2.7 Modelagem Matemática

Modelos polinomiais empíricos de primeira e segunda ordem foram ajustados aos dados médios de densidade, de modo a obter uma equação matemática que descreve a densidade como função dos teores de água e de NaCl da barriga suína. A Equação 2 apresenta a forma genérica de um polinômio de segundo grau:

$$\rho(x, y) = \varphi_0 + \varphi_1 x + \varphi_3 y + \varphi_4 x^2 + \varphi_5 y^2 \quad (2)$$

em que $\rho(x, y)$ representa a densidade (g/mL) da barriga suína em função dos conteúdos de água e conteúdo de NaCl, x representa o conteúdo de água da barriga suína (g de água / g de amostra), y representa o conteúdo de NaCl da barriga suína (g NaCl / g de amostra) e φ_i constante empírica do modelo.

Foram realizadas regressões não lineares utilizando o software OriginPro 2016 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA) entre os dados experimentais e os modelos empíricos, sendo a escolha do melhor modelo realizada com base nos parâmetros estatísticos coeficiente de determinação ajustado (R_{Adj}^2) e pela raiz do erro médio quadrático (RQME), Equação 3. O modelo selecionado foi aquele que apresentou maior R_{Adj}^2 e menor RQME.

$$RQME = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{n=1}^{\infty} (v_{experimental} - v_{predito})^2} \quad (3)$$

em que n representa o número de pontos experimentais, $v_{experimental}$ é valor determinado experimentalmente e $v_{predito}$ é o valor determinado pelo modelo matemático.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da composição química da barriga suína.

Componente	Valores* (g / 100 g)
Água	54,027 ± 1,448
Proteína	18,334 ± 1,250
Lipídeos	24,137 ± 0,559
Cinzas	0,346 ± 0,342

Tabela 1. Composição química da barriga suína (em g / 100 g).

*Média ± Desvio Padrão.

A Tabela 2 mostra os dados dos conteúdos de água e de NaCl da barriga suína obtidos após a salga úmida, que foram utilizados para determinar o modelo matemático que descreve a densidade da barriga suína em função dos conteúdos de água e NaCl.

Tempo de secagem (horas)	Teor de água (g de água / g de amostra)	Teor de NaCl (g de NaCl / g de amostra)	Densidade (g / mL)
Tempo de salga 1 (2 horas)			
0,20	0,5066 ± 0,0007	0,0051 ± 0,0001	0,9742 ± 0,0007
1,10	0,4827 ± 0,0001	0,0073 ± 0,0001	0,9811 ± 0,0008
2,00	0,4591 ± 0,0003	0,0095 ± 0,0002	0,9886 ± 0,0010
2,50	0,4375 ± 0,0001	0,0117 ± 0,0001	0,9967 ± 0,0015
3,30	0,4153 ± 0,0010	0,0139 ± 0,0001	1,0049 ± 0,0006
4,00	0,3956 ± 0,0036	0,0161 ± 0,0002	1,0141 ± 0,0023
Tempo de salga 2 (4 horas)			
0,20	0,4938 ± 0,0002	0,0183 ± 0,0003	0,9775 ± 0,0028
1,10	0,4691 ± 0,0006	0,0205 ± 0,0002	0,9908 ± 0,0005
2,00	0,4448 ± 0,0014	0,0227 ± 0,0004	0,9925 ± 0,0009
2,50	0,4243 ± 0,0001	0,0249 ± 0,0001	1,0012 ± 0,0015
3,30	0,4022 ± 0,0007	0,0271 ± 0,0002	1,0094 ± 0,0013
4,00	0,3822 ± 0,0038	0,0293 ± 0,0003	1,0187 ± 0,0023
Tempo de salga 3 (6 horas)			
0,20	0,4787 ± 0,0008	0,0315 ± 0,0003	0,9783 ± 0,0029
1,10	0,4588 ± 0,0008	0,0337 ± 0,0034	0,9902 ± 0,0029
2,00	0,4307 ± 0,0068	0,0359 ± 0,0004	1,0027 ± 0,0138
2,50	0,4129 ± 0,0013	0,0381 ± 0,0005	1,0069 ± 0,0029
3,30	0,3883 ± 0,0025	0,0403 ± 0,0002	1,0144 ± 0,0013
4,00	0,3670 ± 0,0008	0,0425 ± 0,0001	1,0219 ± 0,0011

Tempo de salga 4 (8 horas)			
0,20	0,4591 ± 0,0064	0,0447 ± 0,0003	0,9831 ± 0,0024
1,10	0,4423 ± 0,0005	0,0469 ± 0,0004	0,9976 ± 0,0008
2,00	0,4215 ± 0,0007	0,0491 ± 0,0005	1,0037 ± 0,0007
2,50	0,3974 ± 0,0003	0,0513 ± 0,0005	1,0105 ± 0,0009
3,30	0,3675 ± 0,0055	0,0535 ± 0,0008	1,0148 ± 0,0010
4,00	0,3515 ± 0,0001	0,0557 ± 0,0009	1,0221 ± 0,0006
Tempo de salga 5 (11 horas)			
0,20	0,4532 ± 0,0009	0,0579 ± 0,0004	0,9919 ± 0,0006
1,10	0,4336 ± 0,0033	0,0601 ± 0,0005	1,0010 ± 0,0018
2,00	0,4066 ± 0,0003	0,0623 ± 0,0007	1,0032 ± 0,0029
2,50	0,3838 ± 0,0001	0,0645 ± 0,0006	1,0195 ± 0,0024
3,30	0,3595 ± 0,0058	0,0667 ± 0,0007	1,0275 ± 0,0142
4,00	0,3378 ± 0,0044	0,0689 ± 0,0002	1,0325 ± 0,0099
Tempo de salga 6 (14 horas)			
0,20	0,4394 ± 0,0025	0,0711 ± 0,0003	0,9968 ± 0,0013
1,10	0,4178 ± 0,0009	0,0733 ± 0,0008	1,0044 ± 0,0011
2,00	0,3867 ± 0,0058	0,0755 ± 0,0012	1,0081 ± 0,0024
2,50	0,3690 ± 0,0025	0,0777 ± 0,0001	1,0207 ± 0,0065
3,30	0,3496 ± 0,0007	0,0799 ± 0,0007	1,0288 ± 0,0007
4,00	0,3218 ± 0,0072	0,0821 ± 0,0069	1,0360 ± 0,0005
Tempo de salga 7 (17 horas)			
0,20	0,4185 ± 0,0055	0,0843 ± 0,0013	0,9973 ± 0,0010
1,10	0,4023 ± 0,0003	0,0865 ± 0,0013	1,0047 ± 0,0005
2,00	0,3813 ± 0,0010	0,0887 ± 0,0005	1,0168 ± 0,0006
2,50	0,3615 ± 0,0037	0,0909 ± 0,0008	1,0261 ± 0,0023
3,30	0,3344 ± 0,0002	0,0931 ± 0,0010	1,0281 ± 0,0030
4,00	0,3120 ± 0,0008	0,0953 ± 0,0008	1,0448 ± 0,0025
Tempo de salga 8 (19 horas)			
0,20	0,4084 ± 0,0077	0,0975 ± 0,0011	1,0100 ± 0,0138
1,10	0,3881 ± 0,0058	0,0997 ± 0,0002	1,0152 ± 0,0097
2,00	0,3676 ± 0,0027	0,1019 ± 0,0005	1,0218 ± 0,0013
2,50	0,3452 ± 0,0014	0,1041 ± 0,0024	1,0296 ± 0,0011
3,30	0,3151 ± 0,0056	0,1063 ± 0,0006	1,0327 ± 0,0025
4,00	0,2963 ± 0,0027	0,1085 ± 0,0025	1,0453 ± 0,0067

Tabela 2. Teores de água, de NaCl e densidade das amostras da barriga suínas submetida a diferentes tratamentos osmóticos.

O teor de água da barriga suína variou de 50,66 a 29,64%, o conteúdo de NaCl de 0,51 a 10,85%. Notou-se que a densidade aumentou com a redução do conteúdo de água e o aumento do conteúdo de NaCl na barriga suína após o processo de salga úmida. Esse fato pode ser justificado levando em consideração o peso molecular dos dois componentes que regem as trocas de massa no processo, ou seja, o peso molecular do sal é maior que o da água.

Com relação à modelagem matemática dos dados, as Figuras 2 e 3 apresentam de forma gráfica o comportamento da densidade como função dos teores de água e NaCl, respectivamente. Ambos modelo polinomiais apresentaram acuracidade satisfatória, no entanto o modelo polinomial de primeira ordem melhor descreveu os dados experimentais, apresentado os seguintes parâmetros estatísticos $R_{Adj}^2 = 0,96736$ e $RQME = 0,0031$, enquanto o modelo de segunda ordem apresentou os seguintes parâmetros $R_{Adj}^2 = 0,9671$ e $RQME = 0,0030$.

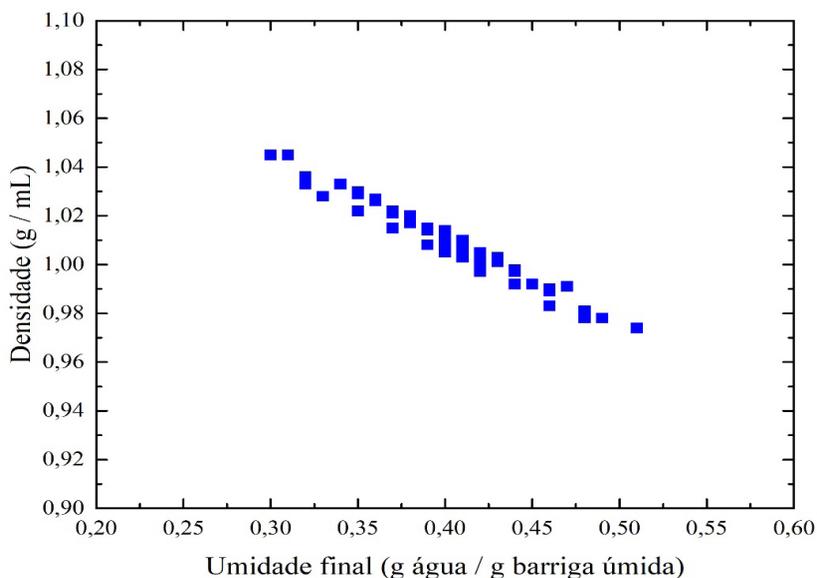


Figura 2. Gráfico da densidade de barriga suína em função do teor de água.

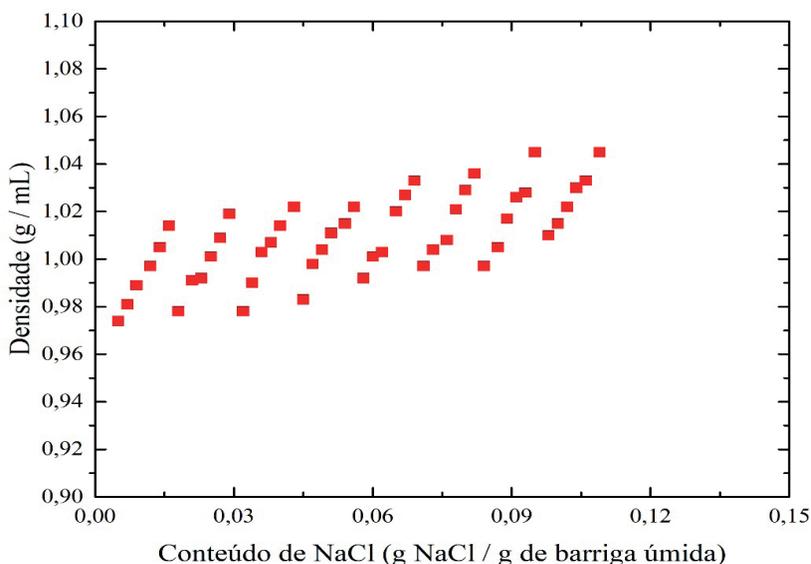


Figura 3. Gráfico da densidade de barriga suína em função do teor de NaCl.

A Equação 4 apresenta o modelo polinomial de primeira ordem. É válido ressaltar que ambos modelos apresentaram boa acuracidade na descrição dos dados, contudo o modelo polinomial de primeira ordem contém menor número de constantes e com isso maior simplicidade em sua aplicação.

$$\rho(U_f, NaCl) = 1,1514 - 0,3514 * U_f - 0,0192 * NaCl \quad (4)$$

Onde $\rho(U_f, NaCl)$: é a densidade em g/mL, U_f : Teor de água(g de água / g de amostra) e $NaCl$: conteúdo de cloreto de sódio (g de NaCl / g de amostra).

4 | CONCLUSÃO

A densidade da barriga suína apresentou dependência com os teores de água e de NaCl nos diferentes tratamentos osmótico, sendo que para todos os tratamentos avaliados a densidade aumentou com a redução do conteúdo de água, por outro lado, a densidade aumentou com o aumento do conteúdo de NaCl. Com relação aos modelos matemáticos propostos, ambos descreveram de forma satisfatória a densidade como função dos conteúdos de água e NaCl, contudo o modelo polinomial de primeira ordem melhor se ajustou aos dados experimentais, apresentando também maior simplicidade matemática para futuras aplicações práticas em controles de processos industriais que envolvam transferência de

massa em barriga suína após salga úmida.

REFERÊNCIAS

ALFRED, K. K., JEAN-PAUL, B. K. M., HERMANN, C. W., MIRELLE, B. A., & MARCELLIN, D. K. (2019). Assessment of safety risks associated with pork meat sold on the market in Abidjan city (Côte d'Ivoire) using surveys and microbial testing. **Heliyon**, 5(7), e02172.

AOAC (2007). **Association of Official Analytical Chemists**, 17th ed., p. 2, Official Methods of Analysis of AOAC Internacional, Gaithersburg.

BLIGH, E. G., & DYER, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, 37 (8), 911-917.

GABAS, A. L., MARRA-JÚNIOR, W. D., TELIS-ROMERO, J., & TELIS, V. R. N. (2005). Changes of density, thermal conductivity, thermal diffusivity, and specific heat of plums during drying. **International journal of food properties**, 8(2), 233-242.

MA, J., & SUN, D. W. (2020). Prediction of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of various processed pork meats using improved hyperspectral imaging technique. **Food Chemistry**, 126695.

SOLADOYE, P. O., SHAND, P. J., AALHUS, J. L., GARIÉPY, C., & JUÁREZ, M. (2015). Pork belly quality, bacon properties and recent consumer trends. **Canadian journal of animal science**, 95 (3), 325-340.

TRUSELL, K. A., APPLE, J. K., YANCEY, J. W., JOHNSON, T. M., GALLOWAY, D. L., & STACKHOUSE, R. J. (2011). Compositional and instrumental firmness variations within fresh pork bellies. **Meat science**, 88(3), 472-480.

CAPÍTULO 11

ENSINO DE CIÊNCIAS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES SOBRE A PERSPECTIVA DA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Lucilene Lösch de Oliveira

Instituto Federal Farroupilha – Campus
Panambi
Panambi, RS
<http://lattes.cnpq.br/8859065990797839>

Pâmela Daniely Schwertner Werner

Instituto Federal Farroupilha – Campus
Panambi
Panambi, RS
<http://lattes.cnpq.br/2956386093068405>

Ana Rita Kraemer da Fontoura

Instituto Federal Farroupilha – Campus
Panambi
Panambi, RS
<http://lattes.cnpq.br/1773916277217026>

Samile Martel Rhoden

Instituto Federal Farroupilha – Campus
Panambi
Panambi, RS
<http://lattes.cnpq.br/3498827844106499>

RESUMO: Neste trabalho foi analisado uma experiência didática ocorrida a partir da realização de uma oficina pedagógica desenvolvida em conjunto com a disciplina de Prática Enquanto Componente Curricular (PECC) do curso de Licenciatura em Química. A finalidade imediata dessa integração foi estimular e auxiliar futuros professores de química a realizar planejamentos

integrados, interdisciplinares, colaborando e aumentando a possibilidade de desenvolverem, principalmente, conceitos químicos, físicos e biológicos de forma integrada. Para isso foi desenvolvida uma oficina através de um experimento utilizando a luz negra e extratos de plantas, com objetivo de explorar conceitos sobre luz, ondas e plantas a partir da experimentação. Apresentaremos aqui o material produzido e desenvolvido com estudantes de ensino fundamental através de uma oficina, a qual foi ser explorada de forma interdisciplinar, assim como um levantamento das dificuldades e das potencialidades encontradas nessa tentativa.

PALAVRAS-CHAVE: Interdisciplinaridade, metodologia, ensino-aprendizagem.

SCIENCE EDUCATION AND TEACHER TRAINING ON THE INTERDISCIPLINARY PRACTICE PERSPECTIVE

ABSTRACT: In this work, a didactic experience from an educational workshop developed in conjunction with the discipline of Practice as a Curricular Component (PECC) of the Chemistry Degree course was analyzed. The immediate purpose of this integration was to encourage and assist future chemistry teachers to carry out integrated, interdisciplinary planning, collaborating and increasing the possibility of developing, mainly, chemical, physical and biological concepts in an integrated manner. For this, a workshop was developed through an experiment using black light and plant extracts, with the aim of exploring concepts about light, waves and plants from the experiment. We will

present here the material produced and developed with elementary school students through a workshop, which was to be explored in an interdisciplinary way, as well as a survey of the difficulties and potential found in this attempt.

KEYWORDS: Interdisciplinarity, methodology, teaching-learning.

1 | INTRODUÇÃO

Diante das reflexões teórico-práticas produzidas pela área de educação em geral e do ensino de ciências em particular, o como e o porquê ensinar Ciências Naturais passou por diversas redefinições; de um lado existem compreensões do que se entende por um corpo de conteúdos científicos relevantes no contexto escolar, sua importância e função na construção da cidadania, de outro são elaboradas concepções dos processos de ensino e de aprendizagem e das relações professor, aluno e conhecimentos inerentes a estes. A formação dos professores de ciências tem sido pensada como uma tentativa de produzir um profissional que incorpore, na medida do possível, traços ideais selecionados a partir de uma reflexão teórica sobre o tema, capaz de localizar os desafios mais urgentes da sociedade (Carvalho, 2011).

Nesta perspectiva impõe-se a questão do que caberia à educação formal realizar numa sociedade “multimídia e globalizada”, em que o rápido desenvolvimento, científico e tecnológico, e as conseqüentes mudanças dos sistemas produtivos exigem novos perfis profissionais e, portanto, novas estratégias para a formação de recursos humanos para a educação. Com o intuito de melhorar a compreensão dos conteúdos de ciências naturais do ensino fundamental, os estudantes do nono ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Presidente Costa e Silva do município de Panambi RS, participaram de uma intervenção promovida por uma estudante do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Farroupilha - Campus Panambi. Para tanto, foram desenvolvidas algumas atividades associando a teoria à prática, incentivando assim a interação entre os estudantes e estimulando-os a trabalhar em equipe através de uma atividade experimental dentro de uma oficina, a qual proporcionou um momento de aprendizagem que envolvia prática e teoria, despertando a curiosidade e aproximando os alunos do conhecimento científico na área das ciências naturais.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A preocupação com a formação dos professores de Ciências recebeu atenção nos ambientes educacionais, políticos e acadêmicos. Atualmente, busca-se facilitar a formação, pelo sistema educacional, de um professor com uma nova compreensão do seu fazer-profissional que incorpore um repensar constante do seu

papel na construção de conhecimentos significativos pelo aluno (Carvalho, 2011).

Nesta perspectiva, novas competências são exigidas para o desenvolvimento da prática docente. Em decorrência das contribuições apontadas pelos pressupostos sócio-construtivistas tem aumentado o interesse sobre os grupos de aprendizagem, que constituem uma maneira de organizar os alunos para alcançarem, compartilharem e explorarem as formas de aproximação do conhecimento científico. Os futuros professores não somente experimentam uma aprendizagem profissionalmente mais completa e a vivenciam num clima que sustenta o trabalho e correspondente risco, mas sobretudo têm a oportunidade de perceber que alguns problemas podem ser enfrentados somente em grupo. Percepção necessária para o exercício efetivo da cidadania e para o envolvimento na mudança social (Pierson; Freitas; Villani; 1999). O saber sobre o ensino deixa de ser visto pela lógica da racionalidade técnica e incorpora a dimensão do conhecimento construído e assumido responsavelmente a partir de uma prática crítico-reflexiva (Pierson; Freitas; Villani; 1999).

O ensino de ciências naturais é de fundamental importância para formação de cidadãos críticos, com capacidade de interpretar o mundo a sua volta e a escola tem um papel importante na construção desses conhecimentos. Porém alguns professores ainda usam somente o livro didático como recurso metodológico tornando a aula cansativa e monótona não despertando o interesse dos estudantes pela disciplina de ciências naturais, a qual é bem complexa e exige formas de ensino mais elaboradas. Sabe-se que uma das grandes deficiências no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos é a dificuldade dos estudantes na associação desses com o seu dia a dia. Por isso, é importante o uso de novas metodologias que possibilitem aos estudantes fazer a associação dos conhecimentos científicos ao seu cotidiano (Santos e colaboradores, 2015).

Para amenizar as deficiências no ensino de química Gonçalves e Galeazzi (2004), concordando com as indicações encontradas nos PCNs (1999), defendem o uso de atividade experimental como sendo uma das alternativas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Pazinato (2012), em sua dissertação de mestrado sobre o uso de alimentos e atividades experimentais nos conhecimentos de química, constatou que as atividades experimentais conferem um caráter facilitador no aprendizado de química. O conteúdo disposto acima não é novidade para os professores da área de química, pois toda discussão do “bom” ensino de química nas escolas se ancora no PCNs (2002), onde se argumenta que estudar química é fundamental para formar cidadãos críticos e responsáveis. O que falta realmente é fazer o levantamento do conhecimento adquirido até o momento para facilitar o processo de construção do saber.

3 | METODOLOGIA

3.1 Descrição da Escola

A intervenção foi realizada na Escola Municipal de Ensino Fundamental Presidente Costa e Silva que está localizada à Rua Ibirubá, número 300, no bairro Arco-íris no município de Panambi – Rio Grande do Sul. É mantida pela Rede Municipal de Panambi, através da Secretaria de Educação. A escola funciona nos turnos matutino e vespertino e atende a Educação Infantil e Ensino Fundamental. O bairro onde a escola está situada está em constante crescimento, e encontra-se mais longe do centro da cidade. A comunidade escolar é variada, pertence a diferentes níveis socioeconômicos; sendo em sua maioria crianças e adolescentes filhos de trabalhadores de baixa renda que residem nos bairros próximos (Escola Costa e Silva, 2018).

3.2 A escolha da Escola

Para que a articulação entre a formação acadêmica e o mundo do trabalho aconteça é imprescindível a Prática enquanto Componente Curricular (PeCC), a qual é desenvolvida ao longo do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal Farroupilha do Campus Panambi. A Prática enquanto Componente Curricular (PeCC) atua, também, como articuladora do currículo através de projetos interdisciplinares, sendo organizada por projetos de investigação, cujas temáticas estão contempladas nas disciplinas do semestre. Durante a PeCC VI, do sexto semestre do curso de Licenciatura em Química, foi realizado um pré-projeto de prática pedagógica articulada às disciplinas de Físico-Química 1 e Química Orgânica Experimental, o qual tinha como objetivo desenvolver uma oficina como metodologia facilitadora da aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental. Um dos fatores que levou a escolha da escola Presidente Costa e Silva para elaboração desse projeto foi o fato de que já estava sendo realizada a disciplina de Estágio Curricular Obrigatório 2, o qual consiste na regência no ensino fundamental. Uma questão muito importante também foi o desejo de contribuir com o aprendizado dos estudantes dessa escola, tendo em vista que algumas atividades desenvolvidas durante o curso, como estágio de observação e estágio de regência foram desenvolvidos na referida escola e se observou determinadas dificuldades dos estudantes em compreender alguns conceitos de ciências.

3.3 Projeto de Intervenção

Inicialmente foi realizada uma visita à escola para verificar junto à coordenadoria a possibilidade de aplicar a intervenção para turma do nono ano. Após obtermos o apoio, a oficina foi realizada durante um período de duas horas e foram abordados os conceitos sobre fotossíntese, plantas, clorofila, ondas, luz visível e luz

negra de forma expositiva e dialogada. Em seguida, os alunos foram convidados a circular pela escola e coletar folhas verdes como, por exemplo, espinafre, salsa e folhas escuras, conforme demonstra a Figura 1.



Figura 1: Coleta das folhas em torno da escola.

Num segundo momento, ao retornar para a sala de aula, os alunos foram divididos em grupos, os quais deram início à atividade prática separando cada tipo de folha colhida dentro de Béquer de plástico e processando-as da seguinte forma: picando, moendo e amassando-as (Figura 2).



Figura 2: Corte nas plantas para sequência do procedimento experimental.

Com o auxílio do monitor da oficina foram adicionados 50 mL de álcool 46° GL, a fim de extrair a clorofila presente na seiva da planta. Os alunos foram orientados a realizarem anotações, registrando o procedimento utilizado. Após alguns minutos, a mistura foi filtrada utilizando papel-filtro, funil simples de vidro e um frasco para coleta da solução, além disso soluções de beterraba e de couve foram preparadas previamente, para comparação. Cada solução foi aproximada das lâmpadas, mantendo a sala de aula escura. Essa atividade baseou-se em um vídeo chamado “Clorofila sob a Luz Negra” (disponível no Canal “Ciência Curiosa”) e, a partir desse, foram explorados os conceitos sobre luz visível e luz negra.

A luz e a química sempre estiveram presentes na vida, mesmo sem que fossem percebidos. Desde o surgimento dos primeiros seres vivos, as estrelas já existiam; corpos compostos por gases que reagem entre si, liberando luz e fazendo com que o homem se interessasse cada vez mais pelo seu funcionamento. Grande parte dos usos atuais da luz no dia a dia se baseia na quimiluminescência, que consiste na liberação de luz em uma reação química, com pouca emissão de calor (Silva, 2015).

A luz negra possui diversas aplicações práticas no cotidiano do homem, como para identificar obras de arte e notas de dinheiro falsificadas ou para encontrar vazamentos em máquinas como o ar-condicionado. Apesar do uso frequente, muitas pessoas não sabem como funciona uma lâmpada de luz negra, podendo até imaginar ser uma luz “mágica” que ilumina os objetos, quando, na verdade, possui uma explicação química. A luz brilhante que é observada nos objetos fosforescentes quando iluminados por esse tipo de lâmpada na verdade provém da composição do material, que contém os chamados fosforosos. Os fosforosos são substâncias que emitem luz quando recebem ondas de luz ultravioleta (UV) invisíveis a olho nu. A luz visível ao olho humano que é emitida vem da reação do fósforo com os raios UV que ocorre quando um fóton de luz atinge um átomo de fósforo, fazendo com que um dos elétrons desse elemento passe para um maior nível de energia. Esse elétron, ao retornar ao seu estado fundamental, libera o excedente de energia na forma de luz visível. As lâmpadas de luz negra funcionam basicamente como as lâmpadas fluorescentes, diferenciando o revestimento externo do vidro e o local que a reação acontece. Enquanto as lâmpadas fluorescentes possuem revestimento de fósforo que reage com os raios UV emitidos pela energização por corrente elétrica do gás inerte e mercúrio (gasoso) contidos sob baixa pressão dentro do vidro, as de luz negra possuem um tipo diferente de revestimento de fósforo que permite a passagem de raios UV-A; este, ao reagir com fosforosos externos, libera energia na forma de luz branca fazendo os objetos brilharem (Silva, 2015).

A oficina realizada neste trabalho possibilita ainda atividades lúdicas que podem desenvolver a interdisciplinaridade como a utilização do globo terrestre, a fim

de identificar áreas mais verdes, onde concentra-se maior área vegetal (geografia), é possível também realizar estudos sobre as cores e o espectro na região do visível (artes, física), reino vegetal (biologia), modelos atômicos (química). Do mesmo modo que, a partir dessa oficina, é possível produzir diferentes materiais didáticos como atividade de fixação, recorte dos seres vivos, cruzadinha sobre os conteúdos.

3.4 Avaliação do projeto

A avaliação do projeto foi realizada utilizando funções diagnóstica e formativa, observando-se os seguintes critérios: participação e socialização dos alunos em sala de aula; observação/envolvimento dos educandos nas aulas e em seus determinados grupos; compreensão dos conteúdos abordados; respeito com os colegas e professor; organização dos materiais de aula e envolvimento dos participantes de cada grupo. O principal instrumento de avaliação consistiu em um relatório, ou seja, um trabalho escrito.

4 | ANÁLISES E RESULTADOS

A oportunidade de utilizar uma metodologia de ensino, como a experimentação, com alunos do nono ano do ensino fundamental, proporcionou uma experiência positiva na formação de professores de química. Quando se solicita a um professor em formação ou em exercício que expresse sua opinião sobre “o que nós, professores de ciências/química deveríamos conhecer – em um sentido mais amplo de “saber” e “saber fazer” - para podermos desempenhar nossa tarefa e abordar de forma satisfatória os problemas que esta nos propõe”, as respostas são, em geral, bastante pobres e não incluem muito dos conhecimentos que a pesquisa destaca como fundamentais. Este fato pode ser interpretado como o resultado da pouca familiaridade dos professores com as contribuições da pesquisa e inovação didática e, mais ainda, pode ser interpretado como expressão de uma imagem espontânea, concebido como algo essencialmente simples, para o qual basta um bom conhecimento da matéria, algo de prática e alguns conhecimentos psicopedagógicos (Carvalho, 2011).

Pode-se chegar à conclusão de nós, professores de ciências/química, não só carecemos de uma formação adequada, uma vez que não somos conscientes de nossas insuficiências. Como consequência, concebe-se a formação do professor como uma transmissão de conhecimentos e destrezas que, contudo, têm demonstrado reiteradamente suas insuficiências na preparação dos alunos e dos próprios professores. É possível avançar na solução desta séria contradição quando se tem em vista, na formação dos professores, as orientações construtivistas cuja a eficácia é demonstrada na aprendizagem dos alunos. O interesse por saber programar atividades de aprendizagens manifesta-se como uma das necessidades

formativas básicas dos professores. Esse interesse cresce, é lógico, quando se pretende organizar a aprendizagem como uma construção de conhecimentos por parte dos alunos. Neste caso, já não se trata de preparar algumas atividades, mas de desenhar o desenvolvimento dos temas à base de atividades a serem realizadas pelos alunos (Carvalho, 2011). Pensando nisso, a proposta desta PECC VI auxiliou na formação do docente em química para desenvolver o processo ensino-aprendizagem de modo que possam construir o conhecimento científico dos alunos por meio de uma metodologia que “desenhe” essa habilidade.

A intervenção no ensino de ciências durante o Ensino Fundamental capacitou ao futuro docente em química a abordagem de conteúdos relacionados a plantas, ondas e luz de maneira mais abrangente, ou seja, do macro para o micro. Além disso, exigiu do professor em formação pesquisa bibliográfica sobre o tema, construção e teste do experimento e, por fim, muito estudo para que atingisse o aluno de tal maneira que o mesmo pudesse construir o seu próprio conhecimento a partir de uma prática experimental, possibilitando uma explicação mais científica e um pensamento compreensível e interessante na aprendizagem do alunado.

A maior dificuldade encontrada foi aproximar os temas e convergir para a proposta da disciplina de PECC VI, entretanto o êxito do trabalho pode ser alcançado após as análises da metodologia de avaliação utilizada. Os alunos descreveram o experimento detalhando o procedimento, assim como o conteúdo discutido e exposto em sala de aula. É importante enfatizar que o conteúdo tema da oficina ainda não havia sido explorado com aqueles alunos, para eles era desconhecido, todavia todos descreveram sobre o tema.

A observação e o envolvimento dos educandos nas aulas e em seus determinados grupos foi marcada pela atitude deles em questionar, além disso os alunos demonstraram respeito com os colegas e com a ministrante da oficina e mantiveram a organização dos materiais da aula e cada participante dos grupos realizou uma parte do procedimento. Por fim, o instrumento de avaliação utilizado, um relatório, possibilitou verificar a aprendizagem dos estudantes do nono ano do ensino fundamental, esse mecanismo de avaliação indica que metodologias além da expositiva, facilitam a aprendizagem e por consequência realizam a construção do saber.

Diante dessa pesquisa percebeu-se que os estudantes tinham um conhecimento prévio sobre os conceitos abordados, e segundo Moreira (2012), a aprendizagem significativa acontece pela interação entre os conhecimentos novos e os conhecimentos prévios dos estudantes. Trabalhar a partir desse conhecimento prévio é de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes onde os mesmos aprendem a partir do que já sabe. Também segundo Freire (2011), ao ser produzido o conhecimento novo supera o outro que antes foi

novo e se fez velho e se “dispõe” a ser ultrapassado por outro amanhã.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de desenvolvimento de uma oficina no Ensino Fundamental em conjunto com a disciplina de Prática Enquanto Componente Curricular nos coloca algumas questões importantes a serem analisadas quanto aos cursos de licenciaturas e sua adequação às novas tarefas do futuro professor se, de fato, queremos construir uma nova escola de educação básica.

A preocupação com a formação que vem sendo dada nas escolas, sua adequação à formação de um cidadão crítico, comprometido com seu mundo, coloca novos desafios aos educadores, desafios estes que passam pela necessidade de repensar o próprio conteúdo que vem sendo desenvolvido. Organizar a aprendizagem como uma pesquisa exige considerar também o caráter social da construção dos conhecimentos científicos e orientar conseqüentemente a aprendizagem, organizando grupos cooperativos e facilitando o intercâmbio entre eles. Há algum tempo fez-se acreditar que as mudanças necessárias dependiam apenas de um maior comprometimento do professor com seu trabalho, com uma disponibilidade de olhar o fazer pedagógico de outra forma, como se este fazer não implicasse em diferentes competências, em diferentes posturas diante do próprio conhecimento e da sua própria compreensão de realidade (Carvalho, 2011). Acreditamos que a experiência aqui relatada cumpre uma importante função de localizar, já no espaço de formação, nossas limitações no desenvolvimento de um conhecimento com novas características. A construção de um saber interdisciplinar não depende apenas da boa vontade dos proponentes, mas envolve visões de mundo bastante arraigadas e posturas diante do saber que precisam ser discutidas e avaliadas. Para que isso ocorra, novas competências devem ser construídas e as licenciaturas devem construir, com os demais envolvidos, este novo saber, sem o qual continuaremos convivendo com uma escola cada vez mais distante das inovadoras propostas que nunca saem do papel.

REFERÊNCIAS

BLEGER, J. **Grupos Operativos no ensino**. In: **Temas de Psicologia**. São Paulo: Martins Fontes, 1991. 54 – 82 p.

Brasil. Secretaria de Educação Fundamental: **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs +)**. Brasília: MEC/SEF, 1999. 30 – 38 p.

Brasil. Secretaria de Educação fundamental: **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs +)**. Brasília: MEC/SEF, 2002. 87 p.

CARVALHO, A. M. P.; Gil-Pérez, D. **Formação de Professores de Ciências: Tendências e Inovações**. 10ª Edição, São Paulo: Cortez, 2011.

CIÊNCIA CURIOSA. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mg9SkpAH_NY>. Acesso em 10 de setembro de 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia saberes necessários à prática docente**. São Paulo: Paz e Terra, 2011. 24, 30, 32 p.

GALIAZZI, M. do C.; GONÇALVES, F. P. **A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química**. Florianópolis: 2004.

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA. Projeto pedagógico do Curso de Licenciatura em Química do Campus Panambi, 2014. Disponível em: <http://www.iffarroupilha.edu.br/projeto-pedag%C3%B3gico-de-curso/campus-panambi>>. Acesso em julho de 2018.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista Cultural La Laguna, Espanha: 2012.

PACCA, J. L. de A.; VILLANI, A. **A Competência dialógica do professor de ciências no Brasil**. ATAS da XX ANPED. Disquete do GT de Didática. Caxambú: 1997.

PAZINATO, M. S. **Alimentos: uma temática geradora no conhecimento químico**. Santa Maria: 2012.

PIERSON, A. H. C.; FREITAS, D.; VILLANI, A. **Integrando as Disciplinas Práticas de Ensino em Ciências e Prática de Ensino em Física**. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Valinhos: 1999.

SANTOS, C. de J. S.; BRASILEIRO, S. G. dos S.; MACIEL, C. M. L. A.; SOUZA, R. D.s. Revista Monografias Ambientais - REMOA Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria ED. ESPECIAL IFMT - Licenciatura em Ciências da Natureza - v.14, 2015, p.217-227 e-ISSN 2236 1308 – DOI:10.5902/2236130820458.

SILVA, L. R. C.; ROBERTI, J. M. **Luz e química nas criações humanas: aplicações e funcionamento**. Olimpíada de Química, São Paulo: 2016.

CAPÍTULO 12

ESTUDO DA AÇÃO COMPETITIVA ENTRE CROMO E COBRE NA REAÇÃO DE COMPLEXAÇÃO UTILIZANDO EXTRATO DE MANJERICÃO COMO COMPLEXANTE ORGÂNICO

Data de aceite: 01/09/2020

Alexandre Mendes Muchon

Centro Universitário de Formiga

Alex Magalhães Almeida

Centro Universitário de Formiga

RESUMO: As condições de melhorias e conservação do meio ambiente planetário, exigem que os métodos analíticos atendam a parâmetros norteados pela Química verde. Neste contexto, realizou-se a extração por solvente, em folhas de manjericão visando obter um extrato orgânico. O material obtido foi utilizado num estudo de complexação com metais para uma futura determinação dos mesmos. Os estudos preliminares evidenciaram a possibilidade determinativa para cromo e cobre, e desta forma, decidiu-se por ensaios mais refinados desses metais. Constatou-se com esses experimentos que existe um grau de competitividade entre os metais, e que o extrato pode ser utilizado de modo a determinar qualitativamente Cromo e Cobre, entretanto as amostras investigadas, não devem conter Ferro, pois este elemento causa interferência. Na ausência de Ferro pôde-se concluir que o extrato obtido, identifica o cromo preferencialmente, em relação ao cobre, e por colorimetria constata-se a presença de cobre pela formação de um complexo na cor verde, e o cromo um de cor cinza esverdeado.

PALAVRAS-CHAVE: Química Verde, Cromo, Manjericão.

STUDY OF THE COMPETITIVE ACTION BETWEEN CHROMIUM AND COPPER IN THE COMPLEXATION REACTION USING BASIL EXTRACT AS AN ORGANIC COMPLEXANT

ABSTRACT: The conditions of improvement and conservation of the planetary environment require that analytical methods meet parameters guided by green chemistry. In this context, the extraction by solvent was carried out in basil leaves in order to obtain an organic extract. The material obtained was used in a metal complexation study for a future determination of the same. Preliminary studies showed the determining possibility for chromium and copper, and thus it was decided by more refined tests of these metals. It was found with these experiments that there is a degree of competitiveness among metals, and that the extract can be used in order to qualitatively determine Chromium and Copper, however the samples investigated should not contain Iron, because this element causes interference. In the absence of Iron it was possible to conclude that the extract obtained, identifies chromium preferably, in relation to copper, and by colorimetry it is observed the presence of copper by the formation of a complex in green color, and chromium one of greenish gray color.

KEYWORDS: Green Chemistry, Chromium, Basil.

INTRODUÇÃO

O avanço científico está intrinsecamente ligado a evolução social, e a sociedade cobra a seu turno, avanços maiores nos diferentes

ramos da ciência, visando satisfazer suas necessidades. Avaliar a composição de materiais, utilizando procedimentos considerados ambientalmente sustentáveis, requer métodos alternativos, práticos e eficientes.

Para a realização de qualquer processo, principalmente em tratando de ideias que visam o melhor aproveitamento dos recursos naturais e da utilização dos componentes do meio ambiente de forma a não poluir ou prejudicar a natureza, ligando assim, diretamente a parte de desenvolvimento sustentável a inovações em conjunto com a 'Química Verde'.

Em se tratando de tecnologias limpas e sustentáveis, os processos podem ser divididos em três grandes categorias: (Lenardão et al, 2004),

- I. o uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima;
- II. aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto;
- III. evitar o uso de substâncias persistentes, bio acumulativas e tóxicas.

Mesmo diante de tais pressupostos e de outras tantas evoluções e inovações, o homem continua negligente em relação às questões ambientais básicas, que deveriam ser sua grande preocupação. Cita-se como exemplo o tratamento de efluentes químicos, a saúde de alimentos ou bebidas ingeridas. Tais situações geram desequilíbrios onde muitas vezes pessoas mais leigas sofrem pelo descuido ou falta de preocupação de terceiros.

Diversos são os casos em que são constatadas contaminações em águas ou alimentos por elementos metálicos, e estes podem acarretar problemas ambientais e de saúde conseqüentemente. Para combater estes problemas e as diversas doenças que se originam do impacto ambiental, são feitas análises laboratoriais periodicamente de efluentes, sejam eles industriais, laboratoriais ou de qualquer fonte química em questão.

O fato é que até mesmo tais análises geram resíduos que necessitam de tratamento especial para que possa ser feito o descarte adequado do mesmo no ambiente. Desta forma, se há tanta preocupação na avaliação de uma amostra para que seja constatada a presença ou não de algum poluente, metais em questão, porque não recorrer a métodos ambientalmente limpos e ecológicos para a avaliação destes parâmetros.

Existem formas simples e eficiente para realizar a determinação dos metais cobre e cromo, utilizando reagentes analíticos que apresentam mudança de coloração na presença dos elementos, tais como a utilização da difenilcarbazida no comprimento de onda de 540nm para a determinação de cromo total em amostras, utilizado um meio ácido e o uso do reagente neocuproína a 457nm na proporção 2:1 de cobre com pH entre 3 e 9, sendo extraído por solventes orgânicos. (Baird et

al, 2017), porém todos estes métodos geram resíduos que devem ser tratados para prevenir futuras contaminações no meio ambiente ou em seres humanos.

Contudo, por inúmeras vezes o caminho para um futuro mais limpo e alternativo está nas mãos de pesquisadores, e este não é observado com a devida atenção.

O presente trabalho foi elaborado visando o emprego de extratos orgânicos obtidos a partir de plantas comumente usadas no dia a dia das pessoas, como no caso o manjeriço. Utilizou-se o manjeriço para a análise por reação de complexação de diversos metais, e que proporcionaram resultados satisfatórios.

Realizando-se a extração de substâncias da planta, nota-se que o processo é rápido, eficaz, de custo baixíssimo e a geração de resíduos é praticamente nula, pois o solvente utilizado no processo de extração, o etanol, é recuperado e pode ser reaproveitado, e os restos de galhos e folhas podem ser usados como adubo para solo ou fabricação de adubos orgânicos.

O material extraído pode ser solubilizado em água, criando assim, uma forma de contato com elementos metálicos, o que permite o método de determinação qualitativa de alguns metais específicos, sem causar poluição e que proporciona a análise mesmo em campo, sem necessitar de um laboratório equipado para efetuar a limpeza de vidrarias e gastos com reagentes analíticos caros e que prejudicam o meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Na realização dos experimentos utilizou-se de soluções padrão de concentração 1000 mg/L dos seguintes metais: cobre, ferro, cromo, alumínio, chumbo, cádmio, zinco, níquel. Em todos os casos empregou-se água deionizada, e solventes e reagentes de grau analítico ou superior, como álcool etílico, ácido clorídrico, trietanolamina, dimetilformamida.

No procedimento de destilação usou-se uma manta aquecedora, mangueiras de passagem de água, balão de destilação de fundo redondo, condensador, béqueres e balões volumétricos. Nos procedimentos de análise empregaram-se ponteiras de plástico, micropipetas, tubos de ensaio com tampas, estufa, placas de petri, espectrofotômetro UV-VIS. Todas as vidrarias e utensílios que necessitavam de higienização para a exclusão de possíveis interferentes, tiveram tratamento em banho ácido por 24h.

Para a obtenção do extrato de manjeriço, pesaram-se cerca de 20 g de material colhido no próprio dia, os galhos e folhas foram previamente lavados apenas com água corrente para a retirada de impurezas, posteriormente foram separadas as folhas dos galhos, os quais foram reduzidos a partes menores e acondicionados

dentro do balão de destilação juntamente com álcool etílico que tem a função de solvente extrator.

Montou-se um sistema de destilação simples, que consistiu de um balão de destilação de fundo redondo sobreposto a uma manta térmica e ligado a um condensador que mantinha fluxo de água contínuo para a condensação do etanol oriundo do balão, o qual era coletado por um béquero e retornava ao interior do balão, reaproveitando o solvente. Uma solução complexante foi preparada a partir de 4 mL do extrato concentrado diluído em balão volumétrico para 250 mL com álcool etílico.

Nas análises iniciais de complexação testou-se 8 metais usando um sistema de complexação constituído por 5 mL de complexante, 1 mL de metal da solução de 1000 mg/L e 5 mL de álcool etílico. Para todos realizaram-se testes separadamente, porém não se obteve resultados satisfatórios, desta forma optou-se então pela mudança do meio reacional, e para tanto, foram feitas novas análises colorimétricas adicionando 1 mL de solução de HCl 1,0 mol/L, que também não forneceu resultado favorável para investigação. Efetuou-se em paralelo uma mistura utilizando 1 mL de uma solução contendo de 15 mL de trietanolamina (para alcalinizar o meio), 15 mL de etanol e 20 mL de dimetilformamida, vale ressaltar que foi usado a solução de trietanolamina, pois outros reagentes como o NaOH poderiam formar compostos e precipitar, ou ainda interagir com o extrato, por fim acrescentou-se 5 mL de álcool etílico no sistema, observando-se alterações significativas de cores, o que contribuiu muito para as análises.

As diferenciações de cores foram constatadas para os elementos Ferro, Cobre e Cromo. Escolheu-se então a utilização deste sistema em meio básico para a realização dos estudos com os metais complexados com o manjeriço. A partir deste ponto, os metais citados foram utilizados para realizar um estudo de interferência mantendo o complexante constante.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cerca dos objetivos estipulados no projeto, inicialmente foi descartada a utilização do Ferro nas análises pois, o mesmo ocasionava a formação de cristais e causava interferência nas análises de outros elementos. Os cristais formados, não apresentam uma origem explicável no momento, e estão sendo estudada a parte.

Todos os ensaios realizados para a construção dos gráficos e análises necessárias ocorreram a volume constante, quando necessária a complementação do mesmo por fins de alteração no volume de solução padrão era utilizado a adição de etanol.

De acordo com os objetivos e parâmetros estabelecidos foram realizadas varreduras por espectrofotometria UV-Vis com Cromo e Cobre os quais apresentaram

resultados que podem ser observados no Gráfico 1.

Tentou-se identificar um ponto de pico e assim de elaborar uma curva de calibração, visando o aperfeiçoamento dos procedimentos de determinação e a possibilidade de uma análise quantitativa para quaisquer que fosse o metal, entretanto não foram obtidos pontos favoráveis, tornando impraticável a construção de um método por espectrofotometria UV-Vis.

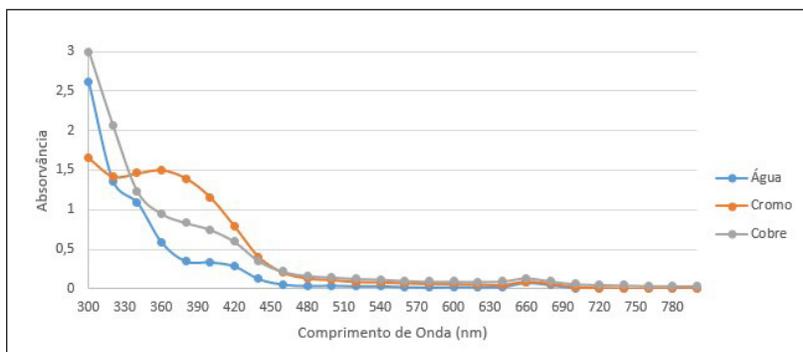


Gráfico 1 – Varredura de Cromo e Cobre contra um branco.

Sendo assim, todas as interações efetuadas ocorreram no comprimento de onda de 410nm 1entre os metais juntamente com o extrato evidenciado no Gráfico 2, pois tal comprimento de onda favorece os sinais analíticos de cobre e cromo adquiridos na varredura do Gráfico 1.

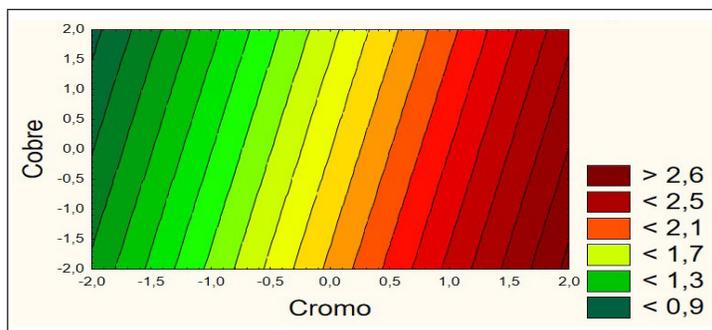


Gráfico 2 – Correlação analítica entre Cromo com Cobre utilizando extrato de manjerição em meio básico.

Mediante tais análises, foram efetuadas interações entre os metais juntamente com o extrato, evidenciado os resultados no Gráfico 3. Já as leituras dos ensaios no

Gráfico 3 ocorreram aos 410 nm para cobre e 360 nm para cromo, seus respectivos pontos ideais de análise.

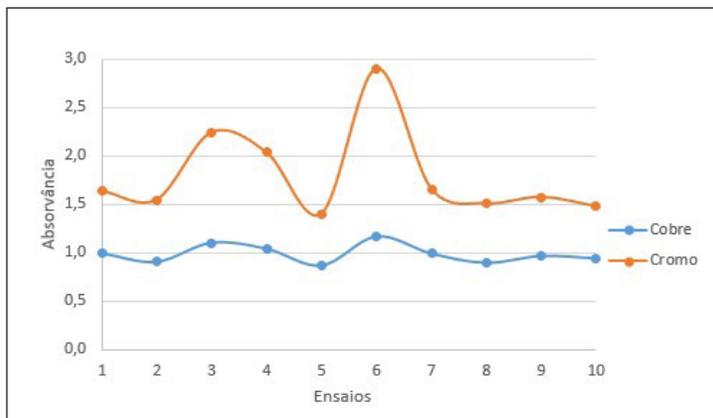


Gráfico 3 – Comparação do sinal analítico de Cromo com Cobre utilizando extrato de manjerição em meio básico.

Mesmo que sejam utilizados comprimentos de ondas diferentes para a obtenção dos seguintes sinais analíticos, a absorvância do cromo é sempre maior que a de cobre, provando a sobreposição dos sinais

Partindo da Tabela 1, pode-se confirmar as leituras obtidas correlacionando os ensaios e suas composições, evidenciado assim que ao elevar o nível de Cromo nas amostras, ocorre um aumento no sinal analítico do mesmo, entretanto o mesmo não ocorre na mesma intensidade quando a concentração de Cobre é elevada.

Ensaio	Metais		Ensaio	Metais		Composição dos Pontos
	Cr	Cu		Cr	Cu	
1	-1	-1	6	1,41	0	1 = 0,5 mL Padrão
2	-1	1	7	0	-1,41	-1 = 0,25 mL Padrão
3	1	-1	8	0	1,41	0 = 0,375 mL Padrão
4	1	1	9	0	0	1,41 = 0,72 mL Padrão
5	-1,41	0	10	0	0	-1,41 = 0,12 mL Padrão

Tabela 1 – Planejamento Estatístico.

Pode-se concluir então que havendo a presença de cromo e, sendo alta ou baixa a concentração de cobre presente no material analisado, existe um composto

até então desconhecido presente no extrato de manjeriço que dá preferência ao cromo ocasionando um sinal analítico marcante.

CONCLUSÕES

Com base nos estudos efetuados é possível confirmar que a interferência causada pelo Cobre na determinação de Cromo utilizando o extrato de manjeriço como complexante é de baixa relevância e como não há ponto de pico que possibilite a leitura de cobre em específico, o método analítico torna-se preferencialmente para a determinação de Cromo.

Vale ressaltar que a presença de Ferro causa alta interferência e impossibilidade de leitura no sistema e que o pH do meio deve ser básico com a utilização de bases que não provoquem a precipitação de nenhum possível componente encontrado nas amostras ou dos metais, em se tratando de um extrato não caracterizado, não é conhecido até o presente momento, o mecanismo da reação de complexação, nem o composto que reage com os metais, sendo assim os passos futuros estão entre a caracterização do extrato e a viabilização da análise de outros metais ainda não testados ou até outras funções.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao UNIFOR-MG pelos equipamentos e reagentes utilizados, ao CNPQ pela bolsa disponibilizada e aos colegas de laboratório.

REFERÊNCIAS

BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; RICE, E. W. 3500-Cr. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23. ed. p. 307, 2017.

BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; RICE, E. W. 3500-Cu B. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23. ed. p. 313, 2017.

LENARDAO, E. J. et al. Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa. Green Chemistry. *Química Nova*, v.26, n.1, p.124, 2003.

CAPÍTULO 13

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO MICROPOLUENTE NORFLOXACINA UTILIZANDO UV E UV + H₂O₂

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Ani Caroline Weber

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8238624023188773>

Bruna Costa

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2255574648252180>

Sabrina Grando Cordeiro

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2337098282279202>

Renata Pelin Vicinieski

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0827908115631784>

Ytan Andreine Schweizer

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7243347940977880>

Letícia Angeli de Oliveira

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7126870130905683>

Peterson Haas

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7500747057637325>

Aline Botassoli Dalcorso

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2193241770863850>

Gabriela Vettorello

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4439234706040091>

Daniel Kuhn

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2164018760361843>

Bárbara Buhl

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/055657995269862602172320005>

Elziane Pereira Ferro

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4145519524686336>

Aline Viana

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1326502291238152>

Eduardo Miranda Ethur

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0536800052883688>

Lucélia Hoehne

Universidade do Vale do Taquari, Univates
Lajeado – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1088266827926373>

RESUMO: Atualmente tem-se uma grande preocupação quando o assunto é a poluição ambiental, principalmente da água. Os micropoluentes estão cada vez mais presentes nos recursos hídricos, acarretando inúmeros problemas. A norfloxacina é o segundo antibiótico da classe das fluoroquinolonas mais encontrado em águas residuais e superficiais, que apesar de em baixas concentrações, pode causar bioacúmulo em animais, plantas e seres humanos, além de efeitos farmacodinâmicos e resistência microbiana. Devido a difícil degradação destes micropoluentes, estudos que busquem otimizar ou incrementar metodologias que possam degradá-los são de grande importância, como por exemplo, a fotólise direta e a combinação entre fotólise e peróxido de hidrogênio. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a degradação do antibiótico norfloxacina por meio do processo de fotólise direta e por fotólise com adição de diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio, além da quantificação de peróxido de hidrogênio residual. Observou-se que houve a degradação de aproximadamente 100% da concentração inicial de norfloxacina em 15 minutos utilizando-se uma concentração de 47,6 mg/L de peróxido de hidrogênio e fotólise em um pH neutro (7), bem como a menor concentração de peróxido residual nesta condição. Pode-se concluir que o processo de degradação da norfloxacina por fotólise com adição de peróxido de hidrogênio demonstra grande potencial para utilização em Estações de Tratamento de Esgotos e Estações de Tratamento de Água.

PALAVRAS-CHAVE: Micropoluentes, Norfloxacina, Fotólise direta, Processos oxidativos avançados, Degradação.

EVALUATION OF THE DEGRADATION OF THE NORFLOXACIN MICROPOLLUTANT USING UV AND UV + H₂O₂

ABSTRACT: Currently, there is a great concern when it comes to environmental pollution, especially water. Micropollutants are increasingly present in water resources, causing numerous problems. Norfloxacin is the second antibiotic in the fluoroquinolone class most found in wastewater and surface water, which despite low concentrations, can cause bioaccumulation in animals, plants and humans, in addition to pharmacodynamic effects and microbial resistance. Due to the difficult degradation of these micropollutants, studies that seek to optimize or increase methodologies that can degrade them are of great importance, such as, for example, direct photolysis and the combination of photolysis and hydrogen peroxide. Thus, the objective of this work was to evaluate the degradation of the antibiotic norfloxacin through the process of direct photolysis and by photolysis with the addition of different concentrations of hydrogen peroxide, in addition to the quantification of residual hydrogen peroxide. It was observed that there was a degradation approximately of 100% of the initial concentration of norfloxacin in 15 minutes using a concentration of 47.6 mg/L of hydrogen peroxide and photolysis at a neutral pH (7), as well as the lowest concentration of residual peroxide in this condition. It can be concluded that the process of norfloxacin degradation by photolysis with the addition of hydrogen peroxide demonstrates great potential for use in Sewage Treatment Plants and Water Treatment Plants.

KEYWORDS: Micropollutants, Norfloxacin, Direct photolysis, Advanced oxidative processes, Degradation.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre os assuntos que ganharam atenção nas últimas décadas, os contaminantes emergentes têm se destacado devido à grande incidência de poluição ao meio ambiente (ALMOMANI et al., 2018; J. WANG; S. WANG, 2018). Uma grande variedade de substâncias utilizadas para tratamento de doenças tem sido encontrada em ambientes aquáticos de forma não metabolizada, sendo em grande maioria antibióticos, dos quais estima-se um consumo de 200.000 toneladas por ano (ÖZCAN; ÖZCAN; DEMIRCI, 2016). Estima-se ainda que cerca de 50 a 90% dessas substâncias são excretadas de forma não metabolizada após a ingestão, sendo liberadas no esgoto doméstico e não removidas durante o tratamento de esgoto nas estações (ETEs). Conseqüentemente, estas substâncias estão cada vez mais presentes em corpos hídricos de captação de água. As estações de tratamento de água (ETAs), por sua vez, comumente utilizam processos convencionais de tratamento, que podem ou não degradar as moléculas de antibióticos (SANTOS; MEIRELES; LANGE, 2015).

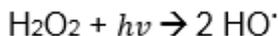
A norfloxacin (NOR) é um antibiótico da classe das fluoroquinolonas utilizada em grande escala tanto na medicina humana, quanto na veterinária (TEGZE et al., 2019). É o segundo antibiótico da classe das fluoroquinolonas mais encontrado em águas residuais e superficiais, e apesar de ser encontrado em concentrações de nanogramas por litro (ng/L) ou microgramas por litro ($\mu\text{g/L}$) é considerado um contaminante, dado que o bioacúmulo em organismos aquáticos, plantas e seres humanos pode desenvolver efeitos farmacodinâmicos (WANG et al., 2018), além de produzir genes bacterianos com resistência antimicrobiana (JIN et al., 2019; LOPES et al., 1998; NIU et al., 2016).

Diante da resistência a biodegradação desses contaminantes (YIN et al., 2019), e da dificuldade de degradação total dos processos convencionais aplicados nas ETAs e ETEs (MELO et al., 2009), faz-se necessário o incremento de metodologias capazes de degradá-los. Buscando a remoção destes micropoluentes, tem-se empregado amplamente processos de fotólise direta e processos oxidativos avançados (POAs) (IKE et al., 2019).

A fotólise direta baseia-se no fragmento das moléculas através da radiação ultravioleta (UV) e visível, onde a molécula que possui capacidade de absorção de radiação atinge seu estado excitado e fragmenta-se posteriormente (PINTO et al., 2019). Já o POA utilizando-se fotólise e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) trata-se do método de degradação baseado na formação de radicais hidroxila ($\text{HO}\cdot$). O radical hidroxila possui um potencial padrão de redução igual a 2,73 V, superior a outros oxidantes comumente utilizados para os mesmos fins (MELO et al., 2009; WANG et al., 2018), o que o torna muito reativo e pouco seletivo, podendo oxidar um amplo

espectro de substâncias (SU et al., 2019).

A combinação de UV com H_2O_2 é um POA muito importante para degradação de micropoluentes, pois trata-se de um processo eficiente e de baixo custo (SU et al., 2019). O H_2O_2 sofre uma quebra homolítica de sua molécula quando exposto à radiação, resultando para cada molécula de H_2O_2 dois radicais hidroxila (HO^\cdot) (ARZATE et al., 2019; MELO et al., 2009), como pode ser visto na reação:



Percebe-se assim que estudos envolvendo a degradação de antibióticos são de grande importância. Desta forma, este trabalho teve como objetivo verificar a degradação do micropolvente norfloxacina pelas técnicas de fotólise direta (UV) e processo oxidativo avançado (UV + H_2O_2). Ainda, buscou-se minimizar a quantidade de H_2O_2 utilizada e quantificar o H_2O_2 residual.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo da solução de norfloxacina

Para o preparo da solução a ser degradada utilizou-se o antibiótico norfloxacina (Sigma-Aldrich, CAS: 70458-96-7). Para ambos os testes (fotólise direta e fotólise + H_2O_2), fez-se uso de uma solução estoque do antibiótico na concentração de 5 mg/L, a qual foi preparada utilizando-se água ultra purificada, com resistividade específica de 18,2 M Ω .cm.

2.2 Teste de fotólise direta

O teste de irradiação baseou-se no trabalho de Sarkar et al. (2014). Primeiramente, montou-se o reator. Para isto, utilizou-se um reator de bancada com capacidade de 250 mL e inseriu-se a cerca de 5 centímetros do fundo do reator um tubo de quartzo (14 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro) contendo uma lâmpada de vapor de mercúrio (Osram) de 125 W, servindo de fonte de radiação UV. Durante os experimentos, manteve-se o reator em banho de gelo a fim de equilibrar a temperatura da solução a ser analisada, tendo em vista que a reação possui caráter exotérmico.

Em seguida, adicionou-se 200 mL da solução estoque de NOR (5 mg/L) no reator e irradiou-se por um período de 60 minutos, retirando-se alíquotas de 3 mL a cada 5 minutos para verificação da degradação, utilizando-se um espectrofotômetro de absorção molecular UV/Vis (Thermo Scientific, GENESYS 10) em um comprimento de onda de 275 nanômetros. Os experimentos foram conduzidos em um pH neutro e a temperatura da solução se manteve entre 21 e 23 °C.

2.3 Teste de fotólise + H₂O₂

Para realização da degradação da NOR por meio da fotólise e H₂O₂, utilizou-se o mesmo reator do teste de fotólise direta, variando-se a concentração de H₂O₂, adaptando-se ainda a metodologia de Santos, Meireles e Lange (2015).

Utilizou-se 200 mL de solução de NOR (5 mg/L) contendo as concentrações de 47,6; 71,4 e 193,12 mg/L de H₂O₂, o que corresponde a 1,4; 2,1 e 5,68 mmol/L, respectivamente. Três condições de pH foram avaliadas, sendo elas básico (pH 9), neutro (pH 7) e ácido (pH 4). Para todas as condições, manteve-se a temperatura em 22,5 °C e irradiou-se a solução por 20 minutos, retirando-se alíquotas de 3 mL a cada 3 minutos até se atingir 15 minutos, e então, aos 20 minutos retirou-se a última alíquota. Novamente, realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro UV-Vis em um comprimento de onda de 275 nm.

2.4 Quantificação de peróxido residual

A quantificação de H₂O₂ residual foi realizada através do método proposto por Nogueira, Oliveira e Paterlini (2005), que se baseia na reação do H₂O₂ com metavanadato de amônio em meio ácido, produzindo uma solução de coloração vermelho-alaranjada e com máximo de absorbância em 450 nm.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fotólise da norfloxacin

A Figura 1 traz a degradação da NOR durante o período de 60 minutos, utilizando-se o processo de fotólise direta.

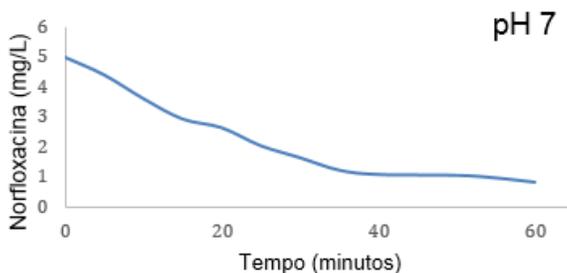


Figura 1 - Degradação da norfloxacin durante 60 minutos por meio da fotólise direta

Fonte: Dos autores (2020).

Ao final da irradiação obteve-se uma concentração de 0,85 mg/L do fármaco, de modo que aproximadamente 83% da molécula original tenha sido degradada

durante a irradiação. Um estudo realizado por Santos, Meireles e Lange (2015) obteve 50% de degradação de uma solução contendo 15 mg/L de NOR durante 60 minutos de fotólise direta, e 85% de degradação somente após 7 horas de reação. Isto indica que a concentração inicial do fármaco presente influencia no tempo e na degradação, de modo que maiores concentrações demandam um maior tempo para atingir um percentual de redução igual ao de menores concentrações, algo esperado, tendo em vista que em maiores concentrações de fármaco presente, mais moléculas precisam ser quebradas e conseqüentemente, degradadas.

3.2 Fotólise + H₂O₂

A Figura 2 traz os resultados obtidos para a degradação da norfloxacin utilizando-se fotólise + 47,6 mg/L de H₂O₂ em diferentes pHs (ácido, neutro e básico).

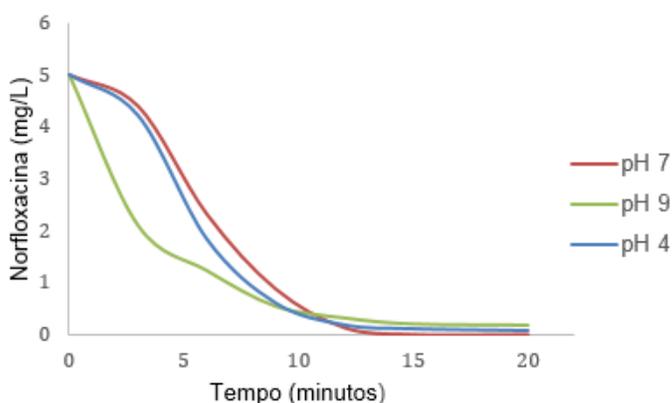


Figura 2 – Degradação da norfloxacin em pH 4, 7 e 9 (fotólise + 47,6 mg/L de H₂O₂)

Fonte: Dos autores (2020).

É possível observar que o pH 7 (neutro) foi o mais eficaz na degradação da norfloxacin nestas condições, pois em 15 minutos, aproximadamente 100% da concentração inicial de antibiótico havia sido degradada, uma vez que ficou abaixo do Limite de detecção da técnica da espectrometria de absorção molecular na região do UV/Vis, que foi de 0,004 mg/L. A segunda melhor condição foi o pH ácido, que em 20 minutos havia degradado 98% do micropoluinte, e então o pH alcalino, onde em 20 minutos obteve-se uma degradação de 96%.

Na Figura 3, tem-se os resultados obtidos para a degradação da norfloxacin utilizando-se uma concentração de 71,4 mg/L de H₂O₂ + fotólise, em pH 4, 7 e 9.

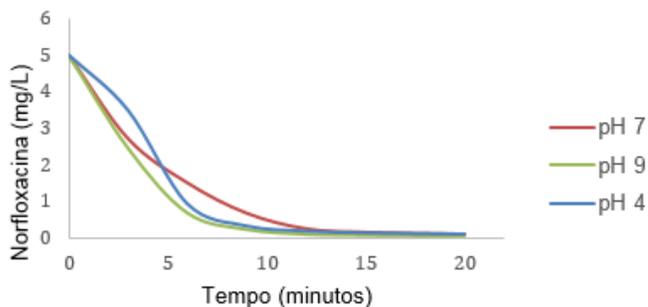


Figura 3 – Degradação da norfloxacina em pH 4, 7 e 9 (fotólise + 71,4 mg/L de H₂O₂)

Fonte: Dos autores (2020).

Verifica-se que nestas condições o melhor pH foi alcalino (9), pois em 12 minutos havia degradado 98% da concentração inicial do fármaco, enquanto utilizando-se pH 7 e pH 4 este percentual só foi atingido aos 20 minutos.

Na Figura 4 pode-se visualizar a degradação da norfloxacina utilizando-se fotólise + H₂O₂ na concentração de 193,12 mg/L, em pH ácido, básico e neutro.

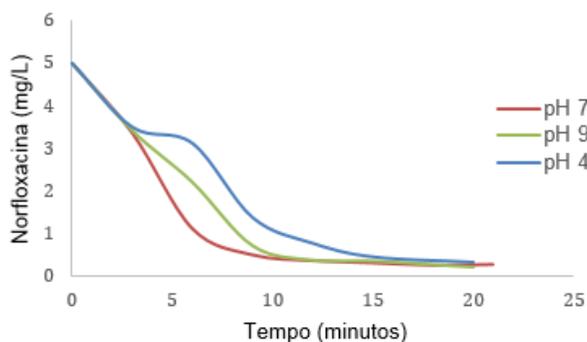


Figura 4 – Degradação da norfloxacina em pH 4, 7 e 9 utilizando fotólise + H₂O₂ (193,12 mg/L)

Fonte: Dos autores (2020).

Observa-se que para uma concentração de H₂O₂ de 193,12 mg/L o pH 9 é o que atinge a maior degradação do antibiótico em 20 minutos, correspondendo a 96% de degradação. Utilizando-se um pH de 7, tem-se 95% de degradação do antibiótico em 18 minutos, percentual que se mantém até os 21 minutos e para um pH de 4, em 20 minutos tem-se 94% de degradação do antibiótico.

Se compararmos todas as condições testadas de degradação por meio de

fotólise + H_2O_2 em diferentes pHs e concentrações de peróxido, pode-se verificar que a utilização de 47,6 mg/L de H_2O_2 em um pH neutro (7) foi a única capaz de degradar em torno de 100% da concentração inicial do antibiótico, demonstrando não ser necessária uma alta concentração de peróxido para uma maior quebra das moléculas de norfloxacina, além de utilizar-se um pH neutro, de modo que contribuiria para a utilização em estações de tratamento de esgoto e água. Estes resultados diferenciam daqueles observados por Santos, Meireles e Lange (2015), onde a melhor concentração de peróxido dentre as testadas foi utilizando-se 2,1 mmol/L (correspondente a 71,4 mg/L) em um pH de 2 a 3. No entanto, apesar da degradação ocorrer mais rápido em pH mais ácido, após cerca de 65 minutos houve degradação de quase 100% do antibiótico em pH 7, sendo necessário avaliar-se o custo-benefício. Estas diferenças nas concentrações e pHs ótimos podem estar relacionadas as condições do processo e concentração inicial do antibiótico utilizada.

3.3 Peróxido residual

A Tabela 1 traz a concentração de peróxido residual presente ao final de cada experimento utilizando-se diferentes concentrações de H_2O_2 + fotólise, tendo em vista que a presença de peróxido em água ou efluente também deve ser observada, pois pode apresentar efeitos tóxicos a organismos quando em concentrações elevadas, ou ainda, reagir com outras substâncias presentes.

Concentração inicial de H_2O_2 na solução (mg/L)	pH	Concentração residual de H_2O_2 na solução (mg/L)	Teor residual (%)
47,6	4	25,32	53,19
47,6	7	22,85	48,00
47,6	9	25,00	52,52
71,4	4	38,22	53,53
71,4	7	42,74	59,86
71,4	9	30,80	43,14
193,12	4	157,90	81,76
193,12	7	144,61	74,88
193,12	9	112,74	58,38

Tabela 1 – Concentração de peróxido de hidrogênio residual em cada condição utilizada conjuntamente com a fotólise: pH ácido, básico e neutro, nas concentrações de 47,6; 71,4 e 193,12 mg/L de H_2O_2

Fonte: Dos autores (2020).

Pode-se observar que as condições em que houve maior degradação da NOR apresentam menores teores de peróxido residual. Isto se deve ao fato de a degradação ocorrer devido à presença de radicais hidroxilas, e conseqüentemente, quanto maior a degradação, maior o consumo de radicais hidroxila e menor a concentração de peróxido residual.

4 | CONCLUSÃO

Pode-se concluir que por meio da fotólise direta (UV) utilizando-se uma lâmpada de 125 W é possível degradar 83% da concentração inicial (5 mg/L) de norfloxacin. Ainda, observou-se que para o processo utilizando-se H_2O_2 + fotólise a melhor condição se dá utilizando-se um pH 7 e 47,6 mg/L de H_2O_2 , na qual houve uma degradação de aproximadamente 100% da concentração inicial de antibiótico em 15 minutos e conseqüentemente, devido a total degradação, o teor de peróxido residual foi o menor dentre as condições avaliadas. Percebe-se assim que a utilização de H_2O_2 junto ao processo de fotólise traz maiores eficiências de degradação da norfloxacin. Cabe ressaltar ainda, a importância de avaliação dos produtos resultantes da degradação e da toxicidade destes.

REFERÊNCIAS

ALMOMANI, Fares; BHOSALE, Rahul; KUMAR, Anand; KHRAISHEH, Majeda. **Potential use of solar photocatalytic oxidation in removing emerging pharmaceuticals from wastewater: a pilot plant study**. *Solar Energy*, v. 172, p. 128–140, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.041>. Acesso em: 10 jul. 2020.

ARZATE, S.; PFISTER, S.; OBERSCHELP, C.; SÁNCHEZ-PÉREZ, J. A. **Environmental impacts of an advanced oxidation process as tertiary treatment in a wastewater treatment plant**. *Science of The Total Environment*, v. 694, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.378>. Acesso em: 13 jul. 2020.

BABU, D. Syam; SRIVASTAVA, Vartika; NIDHEESH, P.V.; KUMAR, M. Suresh. **Detoxification of water and wastewater by advanced oxidation processes**. *Science of The Total Environment*, v. 696, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133961>. Acesso em: 15 jul. 2020.

CHEN, Meijuan; CHU, W. **H_2O_2 assisted degradation of antibiotic norfloxacin over simulated solar light mediated Bi_2WO_6 : Kinetics and reaction pathway**. *Chemical Engineering Journal*, v. 296, p. 310–318. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2016.03.083>. Acesso em: 15 jul. 2020.

IKE, Ikechukwu A.; KARANFIL, Tanju; CHO, Jinwoo; HUR, Jin. **Oxidation byproducts from the degradation of dissolved organic matter by advanced oxidation processes – A critical review**. *Water Research*, v. 164, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114929>. Acesso em: 12 jul. 2020.

JIN, Xindie; ZHOU, Xiaoqin; SUN, Peng; LIN, Shuyao; CAO, Wenbin; LI, Zifu; LIU, WENXIU. **Photocatalytic degradation of norfloxacin using N-doped TiO₂: Optimization, mechanism, identification of intermediates and toxicity evaluation.** *Chemosphere*, v. 237, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124433>. Acesso em: 11 jul.2020.

LOPES, A.A.; SALGADO, K.; MARTINELLI, R.; ROCHA, H. **Aumento da frequência de resistência à norfloxacina e ciprofloxacina em bactérias isoladas em uroculturas.** *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 44, n. 3, p. 196–200, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-42301998000300006>. Acesso em: 11 jul. 2020.

LU, Jing; ZHU, Xiaoshan; TIAN, Shengyan; LV, Xiaohui; CHEN, Zuohong; JIANG, Yuelu; LIAO, Xingsheng; CAI, Zhonghua; CHEN, Baiyang. **Graphene oxide in the marine environment: toxicity to *Artemia salina* with and without the presence of Phe and Cd²⁺.** *Chemosphere*, v. 211, p. 390–396, 2018a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.140>. Acesso em: 16 jul. 2020.

LU, Jing; TIAN, Shengyan; LV, Xiaohui; CHEN, Zuohong; CHEN, Baiyang; ZHU, Xiaoshan; CAI, Zhonghua. **TiO₂ nanoparticles in the marine environment: impact on the toxicity of phenanthrene and Cd²⁺ to marine zooplankton *Artemia salina*.** *Science of the Total Environment*, v. 615, p. 375–380, 2018b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.292>. Acesso em: 17 jul. 2020.

MADHAV, M. R.; DAVID, S. Einstein Mariya; KUMAR, R. S. Suresh; SWATHY, J. S., BHUVANESHWARI, M.; MUKHERJEE, Amitava; CHANDRASEKARAN, N. **Toxicity and accumulation of copper oxide (CuO) nanoparticles in different life stages of *Artemia salina*.** *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 52, p. 227–238, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.etap.2017.03.013>. Acesso em: 16 jul. 2020.

MELO, Silene Alessandra Santos; TROVÓ, Alam Gustavo; BAUTITZ, Ivonete Rossi Bautitz; NOGUEIRA, Raquel Fernandes Pupo. **Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados.** *Química Nova*, v. 32, n. 1, p. 188–197, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000100034>. Acesso em: 12 jul. 2020.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. E., JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; McLAUGHLIN, J. L. **Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents.** *Planta Medica*, v. 45, n. 1, p. 31–34, 1982. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/s-2007-971236>. Acesso em: 20 jun. 2020.

NIU, Xi-Zhi; BUSETTI, Francesco; LANGSA, Markus; CROUÉ, Jean-Philippe. **Roles of singlet oxygen and dissolved organic matter in self-sensitized photo-oxidation of antibiotic norfloxacin under sunlight irradiation.** *Water Research*, v. 106, p. 214–222, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.10.002>. Acesso em: 11 jul. 2020.

NOGUEIRA, Raquel F.Pupo; OLIVEIRA, Mirela C.; PATERLINI, Willian C. **Simple and fast spectrophotometric determination of H₂O₂ in photo-Fenton reactions using metavanadate.** *Talanta*, v. 66, n.1, p. 86–91, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2004.10.001>. Acesso em: 20 jul. 2020.

ÖZCAN, Ali; ÖZCAN, Ayça Atilır; DEMIRCI, Yusuf. **Evaluation of mineralization kinetics and pathway of norfloxacin removal from water by electro-fenton treatment.** *Chemical Engineering Journal*, v. 304, p. 518–526, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.06.105>. Acesso em: 10 jul. 2020.

PINTO, Leydy Katherine Ardila; SILVA, Bianca Ferreira da; SPADOTO, Mariângela; BOTTA, Clarice Maria Rispoli; AZEVEDO, Eduardo Bessa. **Which route to take for diclofenac removal from water: Hydroxylation or direct photolysis?**. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, v. 382, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2019.111879>. Acesso em: 12 jul. 2020.

SARKAR, Shubhajit; ALI, Sura; REHMANN, Lars; NAKHLA, George; RAY, Madhumita B. **Degradation of estrone in water and wastewater by various advanced oxidation processes**. Journal of Hazardous Materials, v. 278, p. 16–24, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.05.078>. Acesso em: 17 jul. 2020.

SANTOS, Lucilaine Valéria de Souza; MEIRELES, Alexandre Moreira; LANGE, Liséte Celina. **Degradation of antibiotics norfloxacin by Fenton, UV and UV/H₂O₂**. Journal of Environmental Management, v. 154, p. 8–12, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.021>. Acesso em: 10 jul. 2020.

SU, Hailei; CHRISTODOULATOS, Christos; SMOLINSKI, Benjamin; ARIENTI, Per; O'CONNOR, Greg; MENG, Xiaoguang. **Advanced Oxidation Process for DNAN Using UV/H₂O₂**. Engineering, v. 5, n. 5, p. 849-854, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.08.003>. Acesso em: 12 jul. 2020.

TEGZE, Anna; SÁGI, Gyuri; KOVÁCS, Krisztina; TÓTH, Tünde; TAKÁCS, Erzsébet; WOJNÁROVITS, László. **Radiation induced degradation of ciprofloxacin and norfloxacin: Kinetics and product analysis**. Radiation Physics and Chemistry, v. 158, p. 68–75, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.01.025>. Acesso em: 10 jul. 2020.

WANG, Jianlong; WANG, Shizong. **Activation of persulfate (PS) and peroxymonosulfate (PMS) and application for the degradation of emerging contaminants**. Chemical Engineering Journal, v. 334, p. 1502-1517, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.11.059>. Acesso em: 10 jul. 2020.

WANG, Wen-Long; WU, Qian-Yuan; HUANG, Nan; XU, Zi-Bin; LEE, Min-Yong; HU, Hong-Ying. **Potential risks from UV/H₂O₂ oxidation and UV photocatalysis: A review of toxic, assimilable, and sensory-unpleasant transformation products**. Water Research, v. 141, p. 109–125, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.005>. Acesso em: 11 jul. 2020.

YIN, Fei; WANG, Cui; LIN, Kun-Yi Andrew; TONG, Shaoping. **Persulfate activation for efficient degradation of norfloxacin by a rGO-Fe₃O₄ composite**. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, v. 102, p. 163–169, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tjce.2019.05.022>. Acesso em: 12 jul. 2020.

CAPÍTULO 14

INSTRUMENTOS AVALIATIVOS: BUSCANDO PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO ESCOLAR

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Carlos Alberto Soares dos Santos Filho

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Bagé – RS
<http://lattes.cnpq.br/2826530895250173>

Morgana Welke

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Bagé – RS
<http://lattes.cnpq.br/0939932512816127>

André de Azambuja Maraschin

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Bagé – RS
<http://lattes.cnpq.br/4687310526172756>

Claudete da Silva Lima Martins

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Bagé – RS
<http://lattes.cnpq.br/6268846689825329>

RESUMO: A presente pesquisa apresenta uma investigação acerca da temática dos instrumentos avaliativos. Torna-se cada vez mais necessária a reflexão da prática docente utilizada, no sentido de se obter respostas quanto a efetividade das formas de avaliação adotadas pelo professor, bem como das contribuições na formação dos sujeitos enquanto seres reflexivos e argumentativos. Neste sentido, a avaliação não assume um caráter verificativo, mas sim, de construção a partir de um modelo teórico de educação e ciência. Como objetivo, investigou-

se os instrumentos avaliativos utilizados por um professor de química, que atua em uma escola estadual na cidade de Bagé-RS e verificou-se a perspectiva do mesmo e de seus alunos, do nono ano do ensino fundamental, a respeito de tais instrumentos. A metodologia utilizada foi de pesquisa de campo, de caráter exploratório. Foram descobertos quais instrumentos avaliativos são empregados nas aulas de químicas e como colaboram para o processo de ensino e aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Instrumentos avaliativos, Química, Ensino e aprendizagem.

ASSESSMENT INSTRUMENTS: SEARCHING PERSPECTIVES FOR TEACHING CHEMISTRY IN THE SCHOOL CONTEXT

ABSTRACT: This research investigates the theme assessment instruments in a public elementary school. Recently, it has become increasingly necessary to reflect on the teaching practices used in schools in order to evaluate the effectiveness of assessment instruments implemented by teachers, as well as the contributions of these instruments in forming the subjects as reflective and argumentative beings. In this sense, the assessment does not assume a judgment character, but a constructive one, based on a theoretical model of education and science. The objective of this research was to evaluate the assessment instruments used by a chemistry teacher in a public elementary school in the city of Bagé-RS-Brazil, and to determine the perspective of both the teacher and his students towards the assessment instruments. The methodology used

in this research was the exploratory field. The results of this study identify the types of assessment instruments used in chemistry classes, as well as their effectiveness in aiding the teaching and learning processes.

KEYWORDS: Assessment instruments, Chemistry, Teaching and learning.

1 | INTRODUÇÃO

As provas escritas, sejam elas de caráter dissertativo ou objetivo, são instrumentos de avaliação consolidados, utilizados por professores em todos os níveis e redes de ensino. Por mais que haja discussões acerca das metodologias de avaliação, ainda são poucos os casos em que é possível ver a diversificação na utilização dos mesmos, a fim de medir o crescimento dos estudantes durante o bimestre/trimestre/semestre/ano letivo. Também, por conta dos avanços no que se refere ao rápido acesso de informações, plataformas e recursos digitais, percebe-se que muitos discentes não se sentem mais atraídos com essas formas de avaliação, resultando na perda de interesse pela componente curricular e no estudo voltado à memorização/mecanização de fórmulas e conceitos para fins de aprovação. Com isso, perde-se o intuito de buscar o conhecimento através do conteúdo a ser avaliado.

Segundo Klein (2012, p. 3), “Concebe-se avaliação como processo contínuo, que permite a coleta e análise de dados, sendo os instrumentos avaliativos os recursos usados para este fim”, por isso, se faz necessário que todo o professor submeta seus alunos a alguma forma de avaliação, devendo ocorrer nesse processo contínuo, de maneira simultânea, o envolvimento e compartilhamento dos saberes entre docente e discente, buscando a compreensão da ciência aliada às experiências reais. Nesse enfoque, a seguinte investigação teve como objetivo compreender os instrumentos avaliativos utilizados por professores de química, trazendo como objeto de pesquisa uma turma de nono ano de uma escola estadual na cidade de Bagé-RS, onde verificou-se a perspectiva do professor e dos seus alunos a respeito de tais instrumentos.

2 | METODOLOGIA

Essa investigação foi desenvolvida no decorrer da componente curricular Organização do Trabalho Pedagógico na Escola, ofertada pelo curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal do Pampa (Unipampa) campus Bagé, no primeiro semestre de 2018. A mesma foi realizada em uma escola pública da rede estadual de ensino na cidade de Bagé-RS, através de uma pesquisa de campo de cunho exploratório (GIL, 2008) que dividiu-se em quatro etapas: Elaboração do projeto investigativo com base nas leituras e discussões proporcionadas pela componente;

Visita à escola para apresentação da proposta e solicitação de autorização para coleta de dados; Coleta de dados a partir de entrevistas semiestruturadas com o professor de química e aplicação de questionários semiestruturados com os estudantes do nono ano; Levantamento e análise dos dados obtidos.

Com base nas discussões trazidas na sala de aula da universidade, a temática dos instrumentos avaliativos enquanto prática docente levou os autores a refletir sobre como eles estão sendo empregados. Em outras palavras, o projeto buscou identificar como vem se dando a utilização dos instrumentos dentro do contexto escolar, tendo em vista que muitos professores, com uma postura mais conservadora, acabam aderindo somente a prova escrita e utilizando-se assim de apenas um meio para verificação de aprendizagem, o que não garante um diagnóstico preciso. Nesses casos, os instrumentos não fazem parte de um elemento do processo de construção do saber, pois tornam-se o único e exclusivo recurso.

Após os estudos bibliográficos, realizou-se uma visita à escola, onde a apresentação da proposta de trabalho foi feita, requisitando autorização com a Diretora para que a coleta de dados pudesse ser feita. Essa coleta se deu a partir de uma entrevista semiestruturada com o docente de química de uma turma do nono ano e um questionário para os discentes da disciplina dele. No que se refere a entrevista, primeiramente, o professor assinou um termo de consentimento livre e esclarecido, aceitando participar e dando autorização para o uso dos dados para fins acadêmicos. Utilizou-se um gravador no registro da entrevista, que se deu em forma de diálogo, onde o docente se mostrou totalmente disposto a colaborar e foi muito participativo.

Na aplicação do questionário, determinou-se em conjunto com o professor a data e horário em que seria realizada, possibilitando a presença dele em sala de aula, disponibilizando o seu espaço. A turma de nono ano era composta por 26 alunos, porém, somente 15 estavam presentes no momento da aplicação. Os estudantes estavam sentados em grupos, em decorrência de uma atividade proposta que antecedeu a visita dos pesquisadores. Na aplicação do questionário aos estudantes, foram passadas as devidas orientações como: o motivo e tema da pesquisa; a anonimidade, não sendo necessária qualquer forma de identificação; a utilização dos dados somente para fins acadêmicos; a participação de forma voluntária; a liberdade para sanar eventuais dúvidas sobre as questões em qualquer momento. Destaca-se que os pesquisadores observaram uma boa interação interpessoal entre professor e alunos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados obtidos através da entrevista com o professor e

questionário com os estudantes, alguns resultados serão apresentados a seguir:

Conforme proposto no início da pesquisa, a entrevista com o docente teve como foco as perspectivas que o mesmo possui em relação aos instrumentos avaliativos utilizados. Segundo ele, os mais comuns são a realização de trabalhos, prova escrita, simulação (phET), maquetes, experimentos no laboratório de química, avaliação do caderno, prova com consulta ao material e a avaliação direta da participação de cada discente. Porém, o mesmo ainda relatou que antes de fazer a escolha do tipo de instrumento avaliativo a ser utilizado, há uma preocupação em identificar o perfil de cada turma, porque ele entende que a avaliação e a metodologia utilizadas não podem ocorrer de maneira mecanizada, como se todas as turmas fossem iguais. Em sua visão, deve-se, portanto conhecer a singularidade de cada turma para que o processo de ensino e aprendizagem ocorra de maneira real.

Sobre o questionário dos alunos, foi possível também perceber algumas perspectivas e reflexões da turma. Uma das questões indagava sobre a satisfação com relação aos instrumentos avaliativos utilizados pelo professor, onde 100% dos estudantes demonstrou satisfação em relação a tais instrumentos. Dessa forma, a postura do docente enquanto gerenciador de decisões relacionadas ao processo avaliativo, com base nas particularidades de cada turma, revelou resultados plenamente efetivos.

Outra pergunta feita aos discentes, que recebeu destaque por parte dos pesquisadores foi: “Você gosta da componente curricular de Química?”, tendo 73,33% dos alunos respondendo que sim, com a maioria justificando achar a componente interessante e conseguindo dar um exemplo da química associada ao cotidiano. Em vista disso, foi possível resgatar uma passagem da entrevista com o professor, que faz referência à importância da relação com os estudantes:

Nós não temos mais a geração do aluno “pen-drive”, que tu vai largando informação pra dentro dele e ele vai armazenando e ficando quieto. O aluno hoje não é mais passivo frente às formas da educação, ele é diretamente ativo. Se tu disser que a teoria atômica é assim, ele vai te perguntar o porquê que ela é assim, e como se chegou até aquilo ali. Eles interagem bastante e outra coisa que leva muitos alunos a gostarem da disciplina é a interação aluno-professor. Tu não pode achar que tu está no patamar maior, o rendimento do aluno também depende dessa relação, se tu não tem uma interação boa com o aluno, ele fica até certo ponto travado, receoso em interagir. Muitas vezes é que nem eu digo, eu convivo mais com os meus alunos do que com meu filho. Tu tem que criar um ambiente bom de trabalho para que tu consiga desenvolver teu trabalho com mais fluência e eles consigam tirar o proveito principal disso que é a aprendizagem. (FRAGMENTO DA ENTREVISTA COM O PROFESSOR).

Com essa premissa, foi possível perceber que o professor utiliza um modelo

de avaliação e interação mediadora com os discentes, em que, segundo Hoffman (1994, P. 51):

[...] pretende opor-se ao modelo de transmitir-verificar-registrar e evoluir no sentido de uma ação avaliativa reflexiva e desafiadora do educador em termos de contribuir, elucidar, favorecer a troca de ideias entre e com seus alunos, num movimento de superação do saber transmitido a uma produção de saber enriquecido, construído a partir da compreensão dos fenômenos estudados. (HOFFMAN, 1994, p. 51).

Por conseguinte, esses princípios podem dar possíveis indícios que justificam a aceitação e o interesse de mais da metade da turma pela componente curricular de química.

O último questionamento que recebeu destaque buscou identificar como os alunos estudam para as avaliações de química, obtendo as seguintes respostas trazidas na Figura 1.



Figura 1 - Gráfico representando como cada aluno estuda para as avaliações de química.

Fonte: Autores, 2018

Em relação ao gráfico, pode-se notar que 14 de 15 discentes questionados estudam para as avaliações de química, além de outros métodos, prestando atenção nas aulas. Tal resultado nos leva a refletir sobre o motivo pelo qual escolhem estudar dessa forma. Uma possível resposta pode ser encontrada na questão discutida

anteriormente, onde eles afirmam ter interesse pela componente de química, ou seja, o professor utiliza uma metodologia em que a aula torna-se mais atrativa e faz com que haja interesse pelos assuntos abordados. Quando o aluno presta atenção e participa das aulas, a tarefa de realizar exercícios, resumos ou até mesmo assistir vídeo-aulas torna-se mais prazerosa, pelo fato de haver a reflexão e a compreensão do que está sendo apresentado e será avaliado pelo docente. Em outras palavras, esse envolvimento traz o aluno para dentro do seu processo de ensino e aprendizagem, possibilitando uma certa autonomia na construção dos saberes e por consequência um maior rendimento escolar.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos aspectos analisados, conclui-se que a prática do professor favorece a interação com seus alunos, não se limitando ao pensamento de que a avaliação se dá somente através da prova escrita, mas sim na forma de um processo em que há troca de conhecimentos, e o perfil de cada turma é levado em consideração. Tal conclusão condiz com os resultados obtidos na questão sobre a satisfação dos estudantes a respeito destes instrumentos. Além disso, foi possível identificar que o professor utiliza vários instrumentos avaliativos, desviando de um conservadorismo, o que atualmente faz parte das demandas do contexto educacional. Corrobora-se com a postura do docente, sendo esta responsável por motivar os pesquisadores a conhecer mais realidades semelhantes, no sentido da participação conjunta entre professor e aluno, na busca de um ambiente dialógico e democrático que envolva diversos instrumentos avaliativos e formas de aprendizagem. Sendo assim, a avaliação não assume um caráter verificador, mas construtor, tanto para o docente que se autoavalia, quanto para o discente que assimila os saberes transmitidos.

REFERÊNCIAS

DE ARAUJO, Ellene Leandro; LOURENÇO, Ariane Baffa; MORAES, Beneilde Cabral. A prática avaliativa de professores de química do ensino médio: um estudo em escolas de comunidades da rede pública estadual de Teresina, Brasil. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1883-1887, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307584/397565>. Acesso em 28 ago. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HOFFMANN, Jussara Maria Lerch. Avaliação mediadora: uma relação dialógica na construção do conhecimento. **Série Idéias**, n. 22. São Paulo: FDE, p. 51-59, 1994. Disponível em: <http://www.dn.senai.br/competencia/src/contextualizacao/celia-avaliacaomediadoraJussaraHoffmam.pdf>. Acesso em 28 ago. 2018.

KLEIN, Gilmara de Farias Souza. **Avaliação no processo ensino e aprendizagem: seu significado para o estudante-trabalhador do curso de graduação em enfermagem.** 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/22884/Tese-14078.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em 28 ago. 2018.

PEREIRA, Rozeli de Fátima Pissaia Gabardo. Avaliação da aprendizagem escolar: do instrumento de coerção às práticas avaliativas emancipadoras. In PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação, 2012. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/abril2012/pedagogia_artigos/rozeli_pereira.pdf. Acesso em 28 ago. 2018.

CAPÍTULO 15

INTEGRANDO EDUCAÇÃO, QUÍMICA E TECNOLOGIA: INOVAÇÕES NO ENSINO INTERDISCIPLINAR NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Samile Martel Rhoden

Instituto Federal Farroupilha – Campus
Panambi
Panambi - RS
<http://lattes.cnpq.br/3498827844106499>

Fabiana Beck Pires

Instituto Federal Farroupilha – Campus
Panambi
Panambi - RS
<http://lattes.cnpq.br/4245616208521712>

Glaucia Luciana Keidann Timmermann

Universidade Regional do Noroeste do Estado
do Rio Grande do Sul
Ijuí- RS
<http://lattes.cnpq.br/4899766223043586>

Larissa de Lima Alves

Instituto Federal Farroupilha – Campus
Panambi
Panambi - RS
<http://lattes.cnpq.br/0193175647149616>

Lucilene Losh de Oliveira

Instituto Federal Farroupilha – Campus
Panambi
Panambi - RS
<http://lattes.cnpq.br/8859065990797839>

RESUMO: O presente trabalho é um relato sobre uma Prática Profissional Integrada realizada com alunos do curso de Licenciatura em Química do

Instituto Federal Farroupilha *Campus* Panambi, envolvendo as disciplinas de Bioquímica, Análise Instrumental e Tecnologia da Informação Aplicada à Educação. Nesta atividade, se observou o processo de aprendizagem quando o ensino é abordado de forma interdisciplinar. Os acadêmicos foram instigados, inicialmente, a selecionar artigos científicos que integrassem as áreas de Bioquímica e Análise Instrumental e criar maquetes de cada instrumento de análise, previamente escolhido por cada grupo. Em seguida, foram desafiados a criar uma animação com as ferramentas trabalhadas na disciplina de Tecnologia da Informação, simulando o funcionamento do respectivo instrumento. Este processo demonstrou que a interdisciplinaridade tem grande importância para uma aprendizagem significativa, resultando em uma forma dinâmica de ensinar química, porém precisa ser pensado conforme a natureza do conteúdo e condições humanas diferenciadas durante o processo de interação.

PALAVRAS-CHAVE: Interdisciplinaridade, aprendizagem, análises.

INTEGRATING EDUCATION, CHEMISTRY AND TECHNOLOGY: INTERDISCIPLINARY TEACHING INNOVATIONS IN THE DEGREE COURSE IN CHEMISTRY

ABSTRACT: The present work is a report about an Integrated Professional Practice conducted with students of the chemistry degree course at the Federal Farroupilha Institute campus Panambi, involving the subject areas of Biochemistry, Instrumental Analysis and Information Technology

Applied to the Education. The academics were instigated, initially, to select scientific files that integrate the fields of Biochemistry and Instrumental Analysis and create models of each analytical tool, previously chosen for each group. Then, were challenged to create an animation with the tools worked in the discipline of Information Technology, simulating the operation of the respective instrument. This process demonstrated the great importance of interdisciplinarity for meaningful learning, resulting in a dynamic way of teaching chemistry, however it needs to be thought according to the nature of the content and different human conditions during the interaction process.

KEYWORDS: Interdisciplinarity, learning, analyses.

1 | INTRODUÇÃO

Muitos conteúdos de química são trabalhados de forma fragmentada dos demais saberes disciplinares, reduzindo o interesse e estímulo dos alunos. Essa dificuldade na integração e aplicação dos conhecimentos da química pode trazer resultados ainda mais impactantes, como dificuldades de aprendizagem dos conteúdos e, por consequência, total desinteresse pela área. Educadores devem estar cientes de que a interdisciplinaridade é um dos pontos norteadores no ensino de química e que esta não acontece somente por força da lei ou pela vontade do professor, do diretor ou do coordenador pedagógico (BRASIL, 2006). A interdisciplinaridade só ocorre em um ambiente de colaboração entre os professores, o que exige conhecimento, confiança e entrosamento da equipe, e, ainda, tempo disponível para que isso aconteça (BRASIL, 2006).

Considerando a importância da interdisciplinaridade no ensino da química e a relação entre Educação, Química e Tecnologia, os acadêmicos do 7º semestre do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal Farroupilha *Campus* Panambi foram instigados a buscar a integração e aplicação das disciplinas de Bioquímica II, Análise Instrumental e Tecnologia da Informação Aplicada à Educação como tema para Prática Profissional Integrada (PPI). A PPI normalmente é desenvolvida na forma de Projetos Integradores, realizados ao longo de cada semestre do curso e envolvem, no mínimo, duas disciplinas, numa perspectiva interdisciplinar, relativos à prática docente em química. O objetivo destas práticas é fortalecer a articulação da teoria com a prática, valorizando a pesquisa individual e coletiva, o que funciona como um espaço interdisciplinar, proporcionando oportunidades de reflexão sobre a tomada de decisões mais adequadas à sua prática docente, com base na integração dos conteúdos ministrados (INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA, 2014).

A partir da proposta de PPI, os alunos foram desafiados a trabalhar com tópicos relacionados à análise de biomoléculas estudadas na disciplina de Bioquímica II usando técnicas analíticas instrumentais abordadas na disciplina de Análise Instrumental. Para auxiliar na compreensão do princípio de cada técnica e

desenvolvimento de materiais didáticos, foram utilizadas ferramentas trabalhadas na disciplina de Tecnologia da Informação Aplicada à Educação.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo relatar as experiências vivenciadas durante o desenvolvimento da Prática Profissional, por meio da pesquisa e integração de conhecimentos entre as disciplinas envolvidas, com elaboração de materiais didáticos relacionado a cada instrumento em estudo. Os materiais didáticos produzidos foram uma maquete de cada instrumento e uma animação simulando o funcionamento do respectivo instrumento. Este relato, portanto, traz uma alternativa criativa para o ensino significativo da química, permitindo inovação no processo de ensino e aprendizagem no curso de Licenciatura em Química.

2 | METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido de maneira articulada entre as disciplinas de Bioquímica II, Análise Instrumental e Tecnologia da Informação Aplicada à Educação, as quais integram a Prática Profissional Integrada do 7º semestre do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal Farroupilha *Campus* Panambi, visando o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade e da autonomia de pensamento dos alunos. Neste projeto foram envolvidos todos os estudantes que cursavam ao menos uma das disciplinas acima referidas, sendo acompanhados pelos docentes responsáveis. Para o desenvolvimento das atividades propostas foi adotada uma metodologia interativa e dialógica, que lançou mão dos seguintes recursos: etapa 1 - divisão dos grupos de trabalho em sala de aula; etapa 2 - escolha dos temas a serem abordados e das metodologias a serem utilizadas para pesquisa e produção do material didático; etapa 3 - pesquisa sobre a temática escolhida envolvendo artigos científicos; etapa 4 - confecção do material didático (maquete/protótipo) dos instrumentos; etapa 5 - elaboração de animação simulando o funcionamento do respectivo instrumento; etapa 6 - elaboração de seminário para socialização das atividades pesquisadas utilizando-se de ferramentas de apresentação; etapa 7 - seminário para socialização das atividades pesquisadas e desenvolvidas envolvendo todos os alunos e docentes do curso de Licenciatura em Química.

A revisão teórica do assunto, relacionando conhecimentos da Bioquímica II com Análise Instrumental fundamentou-se em 4 temas: 1 - análise de proteínas por eletroforese; 2 - análise de lipídeos por cromatografia gasosa; 3 - análise de enzimas por espectrofotometria e 4 - análise de carboidratos por cromatografia líquida. Os temas integram ensino e pesquisa, à medida que estimulam a pesquisa de artigos científicos e a produção de material didático que pode ser usado em sala de aula.

Nesta etapa, os acadêmicos escolheram um ou mais artigos científicos de

periódico indexado que tratasse do tema de cada grupo para exemplificar uma aplicação prática da PPI. Após, foi produzido material didático, baseado em uma maquete/protótipo de cada instrumento de análise, utilizando diferentes materiais, preferencialmente recicláveis, de acordo com a escolha dos acadêmicos.

Pensando na importância da utilização de mídias e como forma de relacionar tópicos das disciplinas envolvidas, cada grupo produziu uma animação simulando o funcionamento do respectivo instrumento. Para tanto, utilizaram as ferramentas Synfig e GIMP. A primeira delas é um software livre, utilizado na edição e criação de animações em 2D (duas dimensões). O GIMP também é um software livre, porém, voltado para a edição e criação de imagens vetoriais e/ou em menor escala.

A produção de uma animação de cada instrumento foi pensada como possibilidade de facilitar a reprodução do funcionamento dos equipamentos quando utilizados nas análises abordadas. Se acredita também que este recurso é relevante porque envolve as seguintes faculdades/sentidos do aluno ao buscar a aprendizagem:

[...] sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Nos atingem por todos os sentidos e de todas as maneiras. [...] O vídeo combina a comunicação sensorial-cinética com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão. Combina, mas começa pelo sensorial, pelo emocional e pelo intuitivo, para atingir posteriormente o racional (MORAN, 1995, p.3).

A demonstração do material produzido na PPI foi realizada em um seminário de socialização que ocorreu no final do semestre, envolvendo todos os alunos e docentes do curso de Licenciatura em Química.

3 | ANÁLISES E RESULTADOS

O primeiro grupo de alunos estudou a análise de proteínas por eletroforese em gel, desenvolvendo uma maquete do funcionamento da técnica (Figura 1) de acordo com a proposta de Pinhati (2015). A eletroforese é um método de separação baseado nas velocidades de migração de espécies carregadas em um campo elétrico (SKOOG *et al.*, 2012), sendo uma das técnicas mais utilizadas na análise e separação de proteínas e fragmentos de DNA. As proteínas são formadas pela união de diversas unidades de aminoácidos e as diferentes quantidades e combinações desses aminoácidos conferem peso e carga elétrica distintos, sendo esta propriedade utilizada na separação eletroforética (NELSON & COX, 2014).

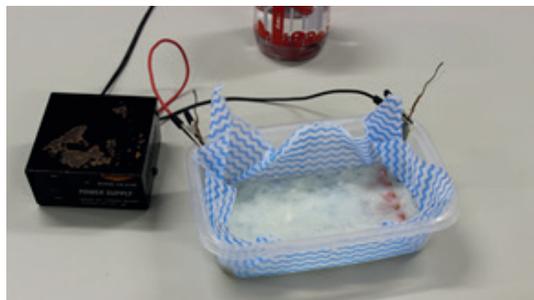


Figura 1. Maquete do sistema eletroforético.

Fonte: os autores

O segundo grupo trabalhou com análise de lipídeos por cromatografia gasosa, uma das técnicas mais utilizadas em análises químicas. O princípio da cromatografia gasosa está no transporte do analito gasoso por uma fase móvel, conhecida como gás de arraste, através de uma coluna contendo a fase estacionária líquida ou sólida (HARRIS, 2013). A Figura 2 ilustra uma imagem da animação produzida pelos alunos sobre o funcionamento do equipamento. Esta técnica é comumente utilizada em bioquímica para separar ácidos graxos, os quais compõem os lipídios. Para serem analisados, faz-se a necessidade de os ácidos graxos serem extraídos da amostra e convertidos em derivados voláteis, condição necessária nesta técnica. No caso do artigo adotado por este grupo para contextualizar a PPI (FANTI *et al.*, 2008), a cromatografia gasosa foi usada para separar e comparar ácidos graxos de amostras de leite orgânico e convencional, mostrando aos licenciandos que as técnicas analíticas estudadas são utilizadas para obter informações relevantes do dia a dia.

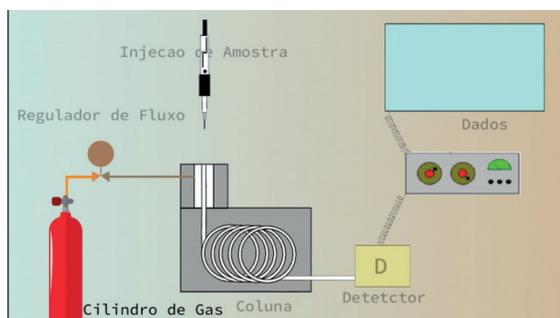


Figura 2: Imagem da animação produzida sobre o funcionamento do cromatógrafo a gás.

Fonte: os autores.

O terceiro grupo trabalhou com análise de enzimas por espectrometria de absorção molecular e a Figura 3 demonstra a maquete produzida pelo grupo. A espectrometria molecular é baseada no estudo da interação entre o analito e a radiação ultravioleta, visível ou infravermelha para determinar a concentração das espécies (SKOOG *et al.*, 2012). Esta técnica, entre outras aplicações, é empregada para mensurar a atividade de enzimas. Os alunos adotaram o trabalho de Freitas *et al.* (2008) para abordar a aplicação prática da técnica analítica, onde os autores avaliaram a atividade enzimática das enzimas peroxidase e polifenoloxidase em variedades de uvas, bem como nos sucos e nas geleias produzidos com estas frutas. Estas enzimas são responsáveis pelo escurecimento de vegetais e a medida da atividade enzimática usando espectrofotometria é uma maneira rápida e confiável de avaliar o seu grau de atividade.



Figura 3: Maquete do espectrofotômetro de absorção molecular

Fonte: os autores

O quarto e último grupo realizou estudo sobre análise de carboidratos por cromatografia líquida de alta eficiência, a qual baseia-se na separação dos componentes de uma amostra em consequência de sua interação entre uma fase móvel líquida e uma fase estacionária líquida ou sólida (SKOOG *et al.*, 2012). A Figura 4 é uma imagem produzida pelo grupo para produção da animação sobre o funcionamento do equipamento. A cromatografia líquida de alta eficiência foi utilizada no trabalho de Pauli *et al.* (2011), escolhido pelo grupo para trabalhar na PPI. Neste trabalho, a técnica foi usada para separar monossacarídeos (unidades monoméricas dos carboidratos) importantes para identificação de adulterações em café solúvel.

As maquetes de cada equipamento foram construídas nas aulas das disciplinas envolvidas neste projeto e também em horários extraclasse. Nesta construção, os alunos utilizaram materiais alternativos, sendo, na maioria dos casos,

materiais que seriam descartados (caixas de sapato, CD, papelão, etc), de acordo com a criatividade e capacidade de inovação de cada grupo, sendo isto considerado na avaliação pelos professores.



Figura 4: Imagem da animação sobre cromatografia gasosa.

Fonte: os autores

As animações foram desenvolvidas nas aulas de Tecnologia da Informação Aplicada à Educação, utilizando uma ferramenta gratuita. Como os alunos criaram algumas das imagens (desenharam-nas), o trabalho foi minucioso. Quanto às imagens que não foram totalmente criadas por eles, algumas delas tiveram de ser editadas, para isso utilizaram o GIMP, onde deveriam retirar partes, modificar cores e criar camadas, o que também foi, por vezes, um trabalho delicado.

No decorrer da criação das animações percebeu-se que os alunos pensavam sobre as análises que precisavam demonstrar. Quase que como estruturando um algoritmo mentalmente, traziam à memória as reproduções - visto que alguns grupos já haviam efetuado esse processo - e (re)organizam as imagens.

No seminário de socialização os alunos tiveram a oportunidade de explanar sobre os princípios e aplicações de cada técnica. Em seguida, demonstraram e explicaram suas respectivas maquetes e animações desenvolvidas nesta Prática Profissional Integrada, integrando conhecimentos das disciplinas de Análise Instrumental, Bioquímica II e Tecnologia da Informação Aplicada à Educação. De acordo com os Parâmetros Curriculares (BRASIL, 2002):

[...] É importante enfatizar que a interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (p. 88-89).

Ainda assim, permanece a inquietação sobre as condições discentes

diferenciadas neste processo de interação que se buscou estabelecer, se os conhecimentos foram integrados, significados de maneira mais eficiente do que se a tentativa fosse efetuada de outra maneira. É importante compreender que tal recurso não se basta. Deve ser compreendido como auxiliar, talvez uma forma de recordar os processos antes trabalhados pelo professor, até mesmo porque permite a visualização em duas dimensões, sendo que o processo real executado permite uma captação maior de detalhes. Como acredita Moran (1993), quando se iniciavam as discussões sobre a utilização de tal recurso em sala de aula “o vídeo ajuda um professor, atrai alunos, mas não modifica substancialmente a relação pedagógica” (p. 33).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento tão almejado e valioso para o mundo e, sobretudo, para as instituições de ensino, tem considerado a interdisciplinaridade como uma forma de aprimoramento por sua busca e seu ensino. Assim como Fazenda (2008), acredita-se que a aliança entre saber saber, saber ser e saber fazer é de onde emerge o conhecimento, que deve ser compartilhado, contextualizado e não fragmentado. É relevante compreender a natureza do conhecimento e escolher recursos que facilitem sua abordagem. A simples alteração do recurso pode significar a repetição do método, o que normalmente ocasionará resultados similares aos que se esperavam aprimorar.

A prática comumente utilizada apoia-se em metodologias tradicionais, pautadas na transmissão de informações por parte do professor, concebendo o aluno como um sujeito passivo. Com a utilização de metodologias ativas, o aluno acaba assumindo papel principal no processo de ensino e aprendizagem, internalizando o conhecimento de maneira significativa. Ademais, a Prática Profissional Integrada vai ao encontro das novas exigências do mundo contemporâneo, oportunizando a formação de profissionais com perfil crítico-reflexivo e capazes de trabalhar em equipes e isso pressupõe a utilização de novas metodologias de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, este trabalho desenvolvido como Prática Profissional Integrada mostrou-se profícuo como meio de integrar as disciplinas de Bioquímica II, Análise Instrumental e Tecnologia da Informação Aplicada à Educação, uma vez que demonstrou interdisciplinaridade e aplicações destas aos discentes. A maioria dos alunos relatou melhor compreensão dos conteúdos das disciplinas envolvidas e maior entusiasmo frente a regência diante das possibilidades apresentadas, permitindo-se a inovação no processo de ensino e aprendizagem. Percebeu-se que a interdisciplinaridade foi devidamente efetivada neste trabalho, usando-

se aplicações práticas dos conteúdos estudados, sendo uma forma dinâmica de ensinar Química. Além disso, os materiais produzidos poderão ser utilizados pelos docentes em outras turmas, sendo assim uma oportunidade de atrair a atenção dos alunos e até mesmo cultivar a busca por novas metodologias.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília, 2002.

FANTI, M. G. N. *et al.* Contribuição ao estudo das características físico-químicas e da fração lipídica do leite orgânico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, p. 259-265, dez. 2008.

FAZENDA, I. C. A. (org). **O que é Interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez. 2008. 199 p.

FREITAS, A. A. *et al.* Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geléias. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, p. 172-177, 2008.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 920 p.

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA. Projeto pedagógico do Curso de Licenciatura em Química do *campus* Panambi, 2014. Disponível em: <http://www.iffarroupilha.edu.br/projeto-pedag%C3%B3gico-de-curso/campus-panambi>> Acesso em julho de 2018.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. *Revista Comunicação e Educação*, São Paulo, n. 2, p. 27-35, abr.1995.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. São Paulo: Artmed, 2014. 1328 p.

PAULI, E. D.; CRISTIANO, V.; NIXDORF, S. L. Método para determinação de carboidratos empregado na triagem de adulterações em café. *Química Nova*, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2011.

PINHATI, F. R. Eletroforese de DNA: Dos Laboratórios de Biologia Molecular para as Salas de Aula. *Química nova na escola*, São Paulo, v. 37, p. 316-319, 2015.

SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**, 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 1088 p.

USO POTENCIAL DA ÁGUA PRODUZIDA DE PETRÓLEO NA GERAÇÃO DE ENERGIA TERMELÉTRICA: TECNOLOGIA E PERFIL QUÍMICO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 06/07/2020

Adriana de Lima Mendonça

Centro Universitário Universitário Tiradentes
Maceió, Alagoas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0381713043828464>

Lucas Barbosa Silva Neto

Centro Universitário Universitário Tiradentes
Maceió, Alagoas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6097159064973817>

Wesley da Costa Araújo

Centro Universitário Universitário Tiradentes
Maceió, Alagoas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5214259229269484>

Ruth Rufino do Nascimento

Universidade Federal de Alagoas, Campus A.C
Simões
Maceió – AL
<http://lattes.cnpq.br/7975227032836139>

RESUMO: A água produzida de petróleo ou água de formação é a água contida no reservatório geológico de onde provêm os hidrocarbonetos. A exploração dos reservatórios produz além de óleo e gás, excesso de água, este último como fator diretamente proporcional ao tempo de maturidade do poço. Nesse sentido, na ótica das fontes renováveis, é preciso desenvolver alternativas que possibilitem o reaproveitamento deste resíduo de maneira eficiente. Assim, o presente estudo teve como objetivo investigar

o potencial de utilização da água produzida de petróleo, do ponto de vista químico, como fonte de compostos com potencial de geração de energia. Para tanto, amostras de água produzida de petróleo foram submetidas a análises químicas através das técnicas de Espectrofotometria UV-Vis a fim de elucidar a presença, no enfoque qualitativo, de compostos de origem orgânica tais como os Ácidos Policíclicos Aromáticos (HPAs). Os resultados obtidos demonstraram que a técnica de UV-Vis possibilitou a identificação dos compostos orgânicos bem como da caracterização da água produzida de petróleo e, a mesma foi considerada promissora para estudos futuros de sua utilização em torres de resfriamento, após tratamento prévio.

PALAVRAS-CHAVE: Água Produzida, Espectrofotometria UV-Vis, HPAs.

POTENTIAL USE OF OIL WASTEWATER FOR THE GENERATION OF THERMAL POWER: TECHNOLOGY AND CHEMICAL PROFILE

ABSTRACT: The produced water of petroleum or water of formation is the water contained in the geological reservoir where the hydrocarbons come from. The exploration of the reservoirs produces in addition to oil and gas, excess water, the latter as a factor directly proportional to the time of maturity of the well. In this sense, from the point of view of renewable sources, it is necessary to develop alternatives that allow the reuse of this wastewater efficiently. Thus, the present study aimed to investigate the potential of the use of oil wastewater from the chemical

point of view as a source of compounds with potential of generation of energy. For this, a bibliographic descriptive study was carried out, from indexed books, articles and databases, followed by an experimental study with the samples of wastewater. These samples were submitted to chemical analysis using UV-Vis Spectrophotometry techniques to elucidate the presence, from a qualitative point of view, of compounds of organic origin. The results showed that the UV-Vis technique allowed the identification of the organic compounds as well as the characterization of the oil wastewater was considered potential in the future studies involving cooling towers, after previous threathment.

KEYWORDS: Oil Wastewater, Spectrophotometry UV-Vis, HAPs.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com a Eletrobrás (2017), a Energia Elétrica se tornou a principal fonte de luz, calor e força utilizada no mundo moderno. Atividades cotidianas tais como, assistir à televisão ou navegar na internet são possíveis devido ao fornecimento deste tipo de energia às residências, comércio e indústrias. Obtida a partir de todos os outros tipos de energia, a eletricidade é transportada e chega aos consumidores no mundo inteiro por meio de sistemas elétricos complexos, compostos de quatro etapas: geração, transmissão, distribuição e consumo. A facilidade de transporte da eletricidade e seu baixo índice de perda energética durante conversões incentivam o uso da energia em grande escala no mundo todo, inclusive no Brasil. Fontes renováveis, como a força das águas, dos ventos ou a energia do sol e recursos fósseis, estão entre os combustíveis usados para a geração da energia elétrica. Por meio de turbinas e geradores podemos transformar outras formas de energia, como a mecânica e a química, em eletricidade. (CCEE, 2017)

O desenvolvimento dos países depende de uma infraestrutura energética capaz de complementar as buscas de sua população e de suas atividades econômicas, tema que vem sendo abordado constantemente na situação geopolítica mundial. Além disso, do ponto de vista ambiental são elencadas diversas questões referentes às diversas formas de aplicação de recursos energéticos considerando inclusive os impactos naturais gerados. As fontes de energia podem ser consideradas conforme a disposição natural de reposição de seus recursos. Existem as chamadas fontes renováveis e as fontes não renováveis. Nas usinas térmicas a energia elétrica gerada a partir do calor da combustão é produzida pela queima de carvão mineral, óleos derivados do petróleo, gás natural e resíduos agroindustriais (LEÃO, 2009). Durante o processo, o resfriamento ocorre através de um fluido refrigerante (água) morno, oriundo do condensador, o qual é canalizado para o topo de uma torre de refrigeração aspergido para um reservatório sendo reciclada e reutilizada novamente no processo (LEÃO, 2009). Segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente (2016) em sua publicação sobre Uso de Água em Termelétricas a termoeletricidade tem sido

cada vez mais objeto de atenção em todo o mundo, muito em função da contribuição dos combustíveis fósseis para as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Deste modo, a busca por alternativas a este tipo de geração de energia tem sido um dos elementos centrais das políticas energéticas, particularmente as dos países onde a eletricidade ocupa lugar de destaque dentre as principais fontes de emissão de GEE, sendo o caso da Alemanha, Japão e China. Ao decorrer da produção de petróleo e gás obtêm-se também a produção simultânea de água, denominada água de formação ou água produzida. Este fluido é basicamente composto pela água de formação do próprio reservatório e pela água do mar injetada no campo, tanto para manter a pressão do reservatório, quanto para aumentar a recuperação secundária do óleo. Assim, gerenciar a Água Produzida (AP) do petróleo se constitui em um enorme desafio para as empresas petrolíferas. As opções que geralmente são usadas para o seu destino são o descarte, injeção e o reuso. Porém, em todos os casos é necessário tratamento da água produzida, a fim de evitar danos ao meio ambiente e às instalações de produção, ou até mesmo, reutilizar sem causar prejuízos aos processos nos quais a AP será utilizada (MOTTA, 2013).

Nos campos onde há injeção de água do mar, também são injetados produtos químicos, tais como biocidas, anticorrosivos, antiincrustantes, antiespumantes, sequestrante de oxigênio, etanol, trietilenoglicol, desemulsificantes, entre outros. Segundo o Ministério de Meio Ambiente (2006), alguns desses produtos estão associados ao óleo e, portanto, não são descartados, porém, outros produtos químicos estão associados à água, podendo vir a ser descartados no mar juntamente com a água produzida (IEMA, 2016). Deste modo, fatores como o volume e a composição dessa água (basicamente componentes inorgânicos e orgânicos, gases dissolvidos e aditivos químicos) expressam um fator de grande preocupação em relação à geração de impactos ambientais. A poluição em mar, rios, lagos, a contaminação de aquíferos e do solo, provoca danos a fauna e a flora e, representam os possíveis danos causados pela ação, combinada ou não, de efeitos tóxicos em decorrência da salinidade, de sólidos suspensos, de componentes orgânicos solúveis e insolúveis, de produtos químicos e de materiais radioativos presentes na água de produção (SILVA, 2000). Nesse sentido, estudos que apontem as características químicas de utilização deste resíduo devem ser desenvolvidos a fim de explorar seu potencial de remanejamento, contribuindo para a geração de fontes de energia e renováveis.

Considerando a composição deste tipo de resíduo, a água produzida de Petróleo apresenta em sua composição compostos orgânicos que incluem ácidos orgânicos, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs) e fenóis. Esses hidrocarbonetos são provavelmente contribuintes para o aumento da toxicidade desta água. Neste sentido, a fração de HPAs, originados principalmente da queima de combustíveis fósseis, contribui para a toxicidade aguda e crônica (PATRA

e MISHRA, 2001). Os HPAs constituem uma classe de mais de 100 compostos orgânicos que contêm dois ou mais anéis aromáticos fundidos, constituídos de átomos de carbono e hidrogênio. Os HPAs que apresentam de 2 a 3 anéis aromáticos tem origem principalmente em processos degradativos os quais envolvem os resíduos que apresentam petróleo. Entre os compostos originados neste processo estão os naftaleno, fluoreno e fenantreno. Por sua vez, os processos que originam HPAs com quatro ou mais anéis aromáticos estão relacionados com a pirogênese, ou seja, através processo onde a matéria orgânica é decomposta por meio da queima incompleta (baixa concentração de oxigênio) deste material sob condições de elevada temperatura, baixa pressão e curto tempo. São exemplos deste último os fluoranteno, pireno, benzo-[b]-fluoranteno, benzo-[k]-fluoranteno e benzo-[g,h,i]-perileno (PATRA e MISHRA, 2001).

Quanto às propriedades físicas e químicas, os fatores que caracterizam os HPAs estão diretamente relacionados ao tipo de ligação apresentada nestes compostos (duplas conjugadas). Em temperatura ambiente os HPAs são sólidos e apresentam pontos de fusão e ebulição elevados. No entanto apresentam baixa solubilidade em água que varia entre os altamente insolúveis a pouco solúveis em água. Por estarem presentes na AP estes HPAs são indicativos da presença de hidrocarbonetos com alto potencial de combustão, fato este que pode sugerir um potencial de uso desta água como fonte de energia térmica.

Diversas técnicas podem ser utilizadas para determinação de HPAs em amostras de água. Por apresentar boa seletividade a Cromatografia Gasosa (CG) com detecção por ionização com chama (DIC) ou acoplado a espectrometria de massas (MS), ou cromatografia líquida de alta performance (CLAE) com detector de fluorescência ou acoplado a espectrometria de massas têm sido utilizados. Apesar disto, estas técnicas consomem tempo elevado de análise alto custo e manutenção dos aparelhos.

Assim, as técnicas Espectrofotométricas têm sido utilizadas como alternativa por apresentarem custo relativamente baixo, alta sensibilidade e simplicidade. Muitos HPAs apresentam luminescência em regiões muito próximas, processo que ocorre com moléculas como o antraceno, benzo-[k]-fluoranteno e benzo-[a]-pireno que fluorescem em torno de 399 nm, 402 nm e 403 nm respectivamente. Outros HPAs como criseno e pireno também apresentam emissões próximas (381 nm e 383 nm respectivamente) (MOTTA, 2013).

Pelo exposto, o presente estudo teve como objetivo geral investigar o potencial de utilização da água produzida, do ponto de vista químico, como fonte de compostos com potencial de geração de energia térmica. Especificamente, amostras de água produzida de petróleo foram analisadas com auxílio das técnicas de Espectrofotometria UV-Vis, identificando qualitativamente grupos de compostos

orgânicos que indiquem potencial destes para estudos envolvendo a sua utilização como fonte de geração de energia térmica.

2 | METODOLOGIA

2.1 Levantamento de Referencial bibliográfico em bases científicas

A caracterização teórica acerca do tema energia termelétrica e dos parâmetros químicos apresentados nesse estudo foi investigada a partir de dados publicados em artigos científicos, monografias, dissertações, teses e documentos técnicos disponíveis nas bases: Hindawi, Scielo, Sciencedirect, ABQ (Associação Brasileira de Química), Web of Science, Elsevier, Periódicos Capes, Springer. Os descritores utilizados para a pesquisa foram: Água produzida de petróleo (Oilfield produced water), composição química da água produzida (physical chemical parameters Oilfield produced water), e relações destes fatores com a geração de energia termelétrica (Oilfield produced water and thermoelectric power), técnicas analíticas de análise de água produzida (analytical techniques of produced water), Análises por UV-Vis (UV-Vis Analysis). Foram consideradas as pesquisas publicadas nos últimos 15 anos, nos idiomas inglês e português.

2.2 Coleta, caracterização e preparo das amostras de Água produzida

A amostra bruta de água produzida (AP) de petróleo foi gentilmente cedida pela Petrobrás- Unidade Pilar (densidade média: 39° API a 20°C /viscosidade de 1 cp a 200°F/coordenadas geográficas: 09°35'50"S35°57'24"O. A amostra foi conduzida sob armazenamento térmico (5°C) até o laboratório multidisciplinar de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL) onde foi mantido em freezer, à mesma temperatura, para análises químicas por Espectrofotometria UV-Vis. No laboratório, foi preparada uma solução de AP em hexano (1:100) para extração líquida dos HPAs, as quais foram analisadas por UV-Vis. Para obtenção das amostras para análise, as mesmas foram submetidas ao processo de centrifugação, utilizando a Centrífuga GEHAKA, modelo K144000 , a 3.000 rpm durante 5 minutos.

2.3 Análise das amostras de água produzida por Espectrofotometria UV-Vis

As análises foram conduzidas em espectrofotômetro UV-Vis modelo Q898DPT. A curva de calibração de comprimento de onda em função da concentração foi obtida utilizando padrão de Hexano grau P.A. A faixa de comprimento de onda escolhida foi àquela de 340 nm a 400 nm, considerada adequada para a detecção de HPAs, os quais normalmente absorvem na faixa de 350 nm a 420 nm, aproximadamente.

2.4 Delineamento experimental e análises estatísticas

As amostras ($n=5$) foram analisadas compreenderam os seguintes tratamentos: (1) tratamento branco: água destilada, (2) tratamento-controle: Hexano, (3) Amostra 1: Água produzida bruta (APB) e (4) Amostra 2: água produzida com Hexano (APH). Para fins de comparação entre os tratamentos, os dados obtidos foram primeiramente verificados quanto ao atendimento dos pressupostos paramétricos através do teste de normalidade e homogeneidade dos erros das variâncias de *Lilliefors*. Uma vez atendidos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), para verificação de diferenças significativas entre as médias obtidas, seguida pelo teste de comparação múltipla, *Tukey HSD*. Em todos os casos o nível de significância foi considerado para valores de $p \leq 0.05$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil químico qualitativo da água produzida de petróleo por UV-Vis

As análises espectrofotometria UV-Vis de amostras de água produzida revelaram um perfil de absorção na faixa de comprimento de onda entre 340nm e 370nm (Figura 1), aproximadamente, com picos de concentração ocorrendo na faixa entre 360 nm e 370 nm. A amostra 1 (sem hexano), foi àquela que apresentou maior concentração de compostos em relação aos demais, com pico de concentração correspondendo a aproximadamente 400 mg.L⁻¹, seguido pela amostra 2 (com hexano), com pico concentração de aproximadamente 300 mg.L⁻¹, hexano, com pico de concentração de aproximadamente 250 mg.L⁻¹ e água destilada, com pico de concentração menor que 250 mg.L⁻¹, aproximadamente.

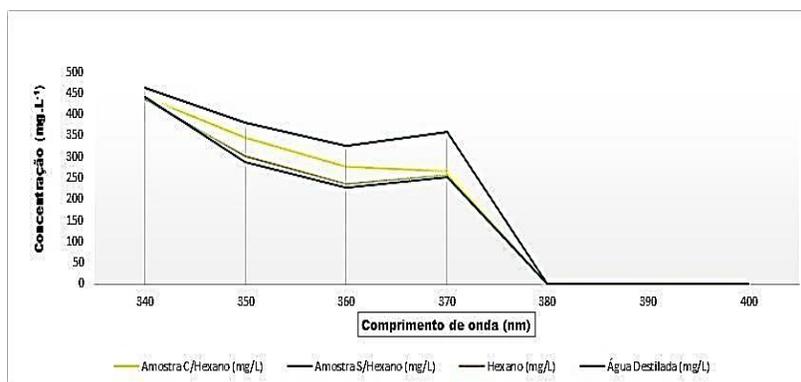


Figura 1 - Perfil Espectrofotométrico por UV-Vis de amostras de água produzida de Petróleo

A tabela 1, abaixo, descreve às médias de concentrações obtidas em relação às amostras, bem como a análise estatística entre os tratamentos. Como pode ser verificado, as amostras de água produzida com hexano foram àquelas que apresentaram maior concentração, com diferença estatística significativa em relação aos demais tratamentos, para comprimentos de onda de 350 nm e 370 nm sugerindo que hidrocarbonetos, tais como HPAs estão presentes na referida amostra em quantidade significativa, seguindo das amostras de água produzida sem Hexano, apresentando diferença estatística para o comprimento de onda equivalente a 370 nm.

Tratamento	Comprimento de onda (nm)			
	340	350	360	370
AP	425 ± 18.18a	346.5 ± 12.25b	292.16 ± 18.11ab	284.3 ± 20.32a
AP + Hexano	443.3 ± 20.81a	375.16 ± 5.07b	323.33 ± 5.58a	360.6 ± 2.98b
Água destilada	408.3 ± 13.67a	299.16 ± 10.16a	250 ± 22b	271.6 ± 19.66a
Hexano	420.8 ± 16.16a	310 ± 8.0ab	257.5 ± 20.5b	276.6 ± 18.66a

Tabela 1 - Análise comparativa de água produzida de petróleo por UV-Vis

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística significativa entre os tratamentos pelo Teste *de Tukey HSD* ($p < 0.05$).

Após as análises químicas por UV-Vis foi verificado que a água produzida de petróleo apresentou perfil químico compatível com a presença de HPAs, compostos provenientes da queima de combustíveis, demonstrando, portanto, forte potencial para geração de energia térmica. Recentemente têm sido desenvolvidas técnicas de extração com solventes orgânicos, tais como o hexano, utilizado no presente estudo. Algumas técnicas propostas são: extração em líquido pressurizado (PLE), extração em fluido supercrítico (SFE) e extração assistida por microondas (MAE) (HAWTHORNE et al., 2000). A extração por solvente abrange uma ampla variedade de componentes orgânicos apolares, no caso dos HPAs, inclusive para amostras ambientais. O desenvolvimento destes métodos torna o processo de identificação química mais simplificado e proporciona redução de tempo e de resíduos (KUBATOVÁ et al., 2002).

Os resultados obtidos demonstraram que a técnica de UV-Vis possibilitou a identificação dos compostos orgânicos, fato comprovado pela diferença observada nas concentrações dos compostos para os diferentes comprimentos de onda investigados, inclusive com diferença estatística significativa. A natureza altamente fluorescente dos HPAs fez a espectroscopia se tornar uma técnica popular para análise desses compostos. Esta técnica apresenta custo relativamente baixo,

alta sensibilidade e simplicidade, embora a vasta gama de amostras e impurezas fluorescentes encontradas em amostras biológicas e ambientais tornem as análises complexas, justificando, portanto, o uso da extração por solvente. A absorção para os comprimentos de onda verificados na faixa de 340-370 nm corrobora com outros estudos, os quais através de análises espectrofotométricas detectaram absorção de HPAs em comprimentos de onda como segue na Tabela 2.

Substância	Comprimento de Onda (λ)
benzo-antraceno	366,4 nm
fenantreno	346 nm
antraceno	374 nm
fluoranteno	359 nm
pireno	372 nm
criseno	362 nm
benzo-fluoranteno	369 nm

Tabela 2 - Relação das substancias por comprimento de Onda (λ).

Fonte: Adaptado de GUEDES, 2005 apud KUMKE et al. 1998

4 | CONCLUSÕES

Após as análises químicas por UV-Vis foi verificado que a água produzida de petróleo apresentou perfil químico compatível com a presença de HPAs, compostos provenientes da queima de combustíveis, demonstrando, portanto forte potencial para geração de energia térmica. Estes resultados estimulam o desenvolvimento de técnicas voltadas para exploração deste resíduo, direcionando-o para produção sustentável de energia, como alternativa limpa de para o futuro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a concessão de bolsa de Iniciação Científica- UNIT/AL concedida pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) ao co-autor Wesley da Costa Araújo.

REFERÊNCIAS

CCEE-Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/ondeatuamos/fontes+&cd=5&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br. Acesso em 29/11/2017.

ELETROBRÁS. **Importância da energia elétrica**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/natrilhadaenergia/energia-eletrica/main.asp?View={B1E5C97A-39C6-49BE-9B34-9BC51ECC124F}>>>. Acesso em: 29/11/2017.

GUEDES, C. L. B., SEGATO, T. P., PÉCORÁ, M. M. C., DALL'ANTONIA, L. H., & DI MAURO, E. (2005). **Avaliação da degradação fotoquímica e eletroquímica de aromáticos no resíduo de óleo lubrificante**. Universidade Estadual de Londrina.

HAWTHORNE, S. B., GRABANSKI, C. B., MARTIN, E., & MILLER, D. J. (2000). **Comparisons of Soxhlet extraction, pressurized liquid extraction, supercritical fluid extraction and subcritical water extraction for environmental solids: recovery, selectivity and effects on sample matrix**. Journal of Chromatography A, 892(1-2), 421-433.

ITEMA - INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE, **Uso de Água em Termelétricas**. Série: Termoeletricidade em Foco, São Paulo, novembro de 2016.

KUBÁTOVÁ, A.; JANSEN, B., VAUDOISOT, J.F., HAWTHORNE, S. B. (2002). **Thermodynamic and kinetic models for the extraction of essential oil from savory and polycyclic aromatic hydrocarbons from soil with hot (subcritical) water and supercritical CO₂**. J. Chromatogr. A. 975,175-188.

KUMKE, M. U., TISEANU, C., ABBT-BRAUN, G., & FRIMMEL, F. H. (1998). **Fluorescence decay of natural organic matter (NOM) – influence of fractionation, oxidation, and metal ion complexation**. Journal of fluorescence, 8(4), 309-318.

LEÃO, R. P. S. GTD – **Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica**. Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, v. 2-33 Ceará, 2009.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Informação Técnica ELPN/IBAMA nº 001/2006**, Rio de Janeiro, 31 de março de 2006.

MOTTA, A.R.P.; **Tratamento de Água Produzida de Petróleo para Remoção de Óleo por Processos de Separação por Membranas: revisão**. Revisão de literatura. Eng Sanit Ambient, v.18, n.1, jan./mar. 2013. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n1/a03v18n1>>. Acesso em: 27/11/2018.

SILVA, C. R. R. **Água produzida na extração de petróleo**. Monografia (Especialização). Departamento de Hidráulica e Saneamento – Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria - Escola Politécnica. Bahia, 2000, 27 p. Disponível em: <<http://www.teclin.ufba.br>>. Acesso em: 08/11/2017.

PRODUÇÃO DE IOGURTE COMO TEMA GERADOR PARA UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO MÉDIO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Larissa de Lima Alves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Panambi Panambi - RS

<http://lattes.cnpq.br/0193175647149616>

<https://orcid.org/0000-0002-9945-9027>

Sandra Elisabet Bazana Nonenmacher

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Panambi Panambi - RS

<http://lattes.cnpq.br/9681694187131323>

<https://orcid.org/0000-0003-2735-5154>

Samile Martel Rhoden

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Panambi Panambi - RS

<http://lattes.cnpq.br/3498827844106499>

Taigor Quartieri Monteiro

Escola Municipal de Ensino Fundamental Rui Barbosa

Panambi - RS

<http://lattes.cnpq.br/8971914918804603>

RESUMO: Em função das diversas reações e fenômenos químicos, físicos e biológicos que ocorrem durante a fabricação de iogurte, este alimento torna-se um tema gerador interessante de ser explorado em sala de aula, principalmente para a aprendizagem de conceitos da área de ciências da natureza. O objetivo deste trabalho é

sugerir propostas de abordagem para conteúdos e conceitos das disciplinas de química, biologia, física e matemática do ensino médio. As propostas foram delineadas com base em atividades desenvolvidas ao longo de uma Prática Profissional Integrada do 3º ano do curso Técnico Integrado em Química do IFFAR – Campus Panambi, acrescidas de outras sugestões de abordagem. Alguns dos aspectos explorados foram as características químicas da matéria-prima e do produto, a etapa de fermentação, os micro-organismos e os fenômenos bioquímicos e físicos envolvidos, a produção de gráficos e de funções matemáticas que descrevem o processo, entre outras sugestões. O que apresentamos neste artigo permite perceber que há uma ruptura na organização linear dos conteúdos, rompendo com aquela tradicionalmente ensinada. Assim, os estudantes podem perceber a presença de fenômenos da natureza em sala de aula e interferirem de forma crítica na realidade que os cerca.

PALAVRAS-CHAVE: Interdisciplinaridade, ciências da natureza, alimento.

YOGURT PRODUCTION AS A GENERATOR TOPIC FOR INTERDISCIPLINARY PRACTICE IN HIGH SCHOOL

ABSTRACT: Due to the various chemical, physical and biological reactions and phenomena that occur during the manufacture of yogurt, this food becomes an interesting generating theme to be explored in the classroom, mainly for learning concepts in the field of natural sciences. The aim of this paper is to suggest proposals for

approaching content and concepts in the subjects of chemistry, biology, physics and mathematics in high school. The proposals were outlined based on activities developed during an Integrated Professional Practice of the 3rd year of the Integrated Technical Course in Chemistry at IFFAR - Campus Panambi, plus other approach suggestions. Some of the aspects explored were the chemical characteristics of the raw material and the product, the fermentation stage, the microorganisms and the biochemical and physical phenomena involved, the production of graphics and mathematical functions that describe the process, among other suggestions. We show in this article that there is a rupture in the linear organization of the contents, breaking with that traditionally taught. Thus, students can perceive the presence of nature phenomena in the classroom and critically interfere in the reality that surrounds them.

KEYWORDS: Interdisciplinarity, natural sciences, food.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente vivenciamos uma mudança educacional que torna necessária a inserção de outras posturas didáticas, com planejamento flexível do conteúdo e de atividades potencialmente significativas, possibilitando ao estudante relações entre o conhecimento científico aprendido em sala com o empírico resgatado de sua vivência. Tornar a aprendizagem mais efetiva implica em planejar atividades que proporcionem a elaboração do conhecimento, a partir de relações entre o material potencialmente significativo com os conhecimentos prévios e o cotidiano dos alunos (MOREIRA, 1999).

Os processos de ensino e aprendizagem nas disciplinas de Química, Física, Biologia e Matemática não ocorrem, em sua maioria, como preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), principalmente no que concerne à importância e à necessidade de um ensino interdisciplinar. Maldaner et al. (2007) consideram que a problemática curricular é particularmente grave no Ensino Médio, justamente pelo caráter propedêutico dado aos conteúdos declinado, dessa forma, de sua função significativa e de propostas interdisciplinares e contextualizadas.

A Química permite uma grande quantidade de interações com as outras disciplinas do Ensino Médio, possibilitando discussões interdisciplinares de temas relevantes, tais como a produção de alimentos. Por estar presente no cotidiano, a temática “alimentos” torna-se potencialmente significativa para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos de diversos componentes curriculares, instigando a curiosidade dos estudantes de como alguns alimentos são produzidos e a identificação de quais conteúdos trabalhados em sala de aula estão presentes nestes processos.

Abordar uma temática de estudo por meio de um tema gerador que direcione os conteúdos das disciplinas como possibilidade de metodologias contextualizadas e interdisciplinares é defendida por Freire (1987). De acordo com o autor, para que sejam realmente significativos e mobilizadores para os alunos, os temas geradores devem fazer parte da sua realidade, estarem inseridos no seu cotidiano, em suas relações com o mundo em que vivem e com o ambiente que os cerca. Freire assim define os temas geradores:

Estes temas se chamam geradores porque, qualquer que seja a natureza de sua compreensão como da ação por eles provocada, contém em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas (FREIRE, 1987, p.93).

O tema gerador, por aproximar disciplinas e trabalhar conteúdos de modo interdisciplinar, é uma das metodologias adotadas para desenvolver a Prática Profissional Integrada (PPI), prevista no Plano Pedagógico do Curso Técnico Integrado em Química do Instituto Federal Farroupilha – Campus Panambi (IFFar-Campus Panambi). Cursos técnicos integrados ao Ensino Médio podem oportunizar ao estudante uma formação integral quando aliam a formação geral à educação profissional. Especificamente no IFFar, esta formação é oportunizada pela PPI, que se configura como um dos espaços no qual se buscam formas e métodos responsáveis por promover, durante o itinerário formativo, a politecnia, a formação integral e omnilateral e a interdisciplinaridade pela integração dos núcleos da organização curricular (INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA, 2014).

A temática “alimentos” como eixo articulador de aprendizagem é bastante ampla e pode ser abordada em sala de aula a partir de diversas perspectivas, tais como composição nutricional, aspectos relacionados à manutenção de boa saúde e doenças, rotulagem nutricional, impactos ambientais, relações de consumo, influência do histórico da alimentação nos dias atuais, fenômenos envolvidos durante as etapas de produção de alimentos, entre outros. Nesta diversidade de subtemas, a produção de derivados do leite, a exemplo do iogurte, pode ser facilmente explorada como tema gerador para trabalhar conceitos de disciplinas da área de Ciências da Natureza, ou ainda, ser expandida e envolver outras áreas do conhecimento. O objetivo deste trabalho é sugerir propostas de abordagem de conteúdos e de conceitos especialmente para as disciplinas de Química, Biologia, Física e Matemática, utilizando a produção de iogurte como tema gerador para turmas de ensino médio.

2 | METODOLOGIA

2.1 Delimitação do tema gerador

As abordagens são descritas com base em atividades da PPI do 3º ano do curso Técnico Integrado em Química do IFFAR – *Campus* Panambi. No início de ano letivo, o grupo de professores do curso define uma temática geral para direcionar a PPI para os três anos do curso. Em 2017, o grande tema escolhido foi “Ciência e Inovações Tecnológicas” e as subtemáticas foram escolhidas pelos grupos de alunos em conjunto com professores orientadores em cada turma.

Neste contexto, alguns alunos do 3º ano escolheram delimitar o tema na área de alimentos, tendo como base a disciplina de Química de Alimentos. Esta disciplina faz parte do núcleo tecnológico do curso, porém, sua ementa traz conteúdos/conceitos que estão presentes, também, dentro das habilidades a serem adquiridas pelo estudante de ensino médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) e por isso a abordagem proposta neste trabalho pode ser utilizada mesmo em cursos não integrados.

2.2 Produção do iogurte

Para atender a temática geral de inovações tecnológicas, os alunos pesquisaram novos sabores para alguns derivados lácteos, entre eles o iogurte. Em função do apelo antioxidante da planta, optaram por iogurte sabor hibisco (*Hibiscus sabdariffa*), para desenvolver um produto até então desconhecido no mercado. A criação de novos sabores instiga ainda mais a curiosidade, o interesse e a participação dos alunos na atividade, mas sabores convencionais para o produto (morango, coco, ameixa, etc) também podem ser adotados nesta prática.

A primeira atividade da PPI envolveu pesquisa teórica sobre os processos de fabricação e testes até chegarem às melhores formulações, principalmente com relação à quantidade de hibisco a ser adicionada. Em uma segunda etapa, durante as aulas da disciplina de Química de Alimentos e como parte da metodologia de trabalho da PPI, alguns tópicos referentes aos conteúdos de outros componentes curriculares foram sendo explorados e estão descritos abaixo, acrescidos de sugestões de outras propostas de atividades.

O iogurte foi produzido com leite integral pasteurizado (4 litros), 120 g/L de açúcar, 3 g/L de leite em pó e 100 mL/L de iogurte natural sem sabor. Após a mistura dos ingredientes em uma jarra, o conteúdo foi colocado para fermentação em banho-maria usando isopor com água a 42 - 45 °C. O ponto final desta etapa pode ser determinado pelo pH do iogurte, pelo tempo de fermentação (4 a 5 h) e pela mudança na consistência, ao adquirir o ponto de iogurte. Na sequência, o

iogurte foi passado para geladeira por 12 h para que cessasse a fermentação e o produto adquirisse consistência mais firme, para então ser saborizado (20 g/L de hibisco desidratado) e degustado pelos estudantes. O esquema da produção do iogurte pode ser visualizado na Figura 1.

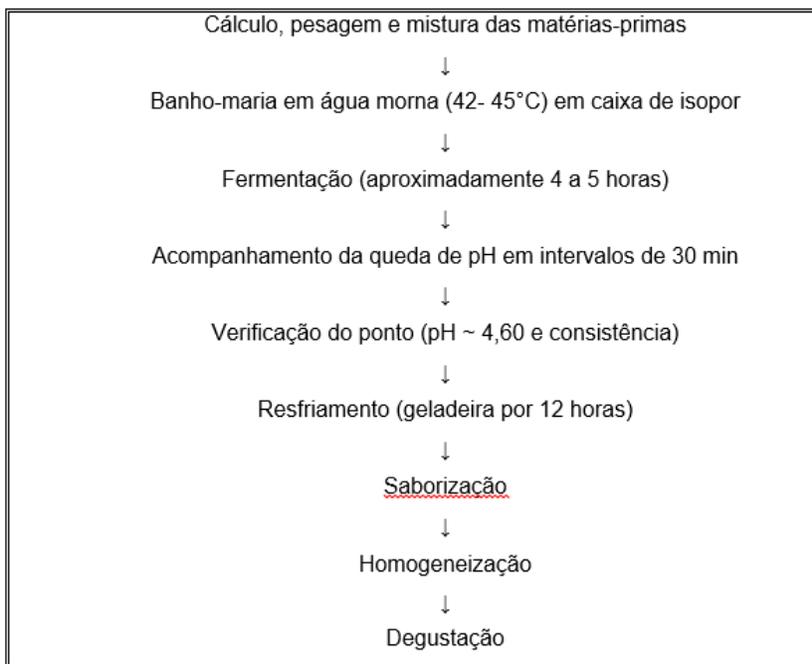


Figura 1. Esquema de produção do iogurte.

Fonte: os autores.

2.3 Atividades desenvolvidas e outras sugestões

A Química pode ser considerada como componente curricular centralizador do processo de construção da situação em estudo, uma vez que muitas reações e fenômenos bioquímicos ocorrem durante a produção do iogurte. A composição química e nutricional da matéria-prima pode ser o ponto de partida da atividade, considerando que o leite possui constituintes de natureza orgânica (carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e ácidos orgânicos), bem como substâncias inorgânicas (sais minerais). Como parte integrante do conteúdo de química orgânica e bioquímica, pode-se explorar os grupos funcionais e as funções orgânicas presentes em cada um desses constituintes.

Os carboidratos possuem como unidades monoméricas os monossacarídeos, caracterizados quimicamente como poli-hidroxialdeídos ou poli-hidroxiconas,

onde encontramos os grupos funcionais hidroxila e carbonila, além de poder explorar reações de ciclização e isomeria dos monossacarídeos. Na Figura 2 pode-se visualizar alguns dos grupos funcionais na estrutura da lactose, carboidrato típico do leite e que está diretamente envolvido na produção de iogurte.

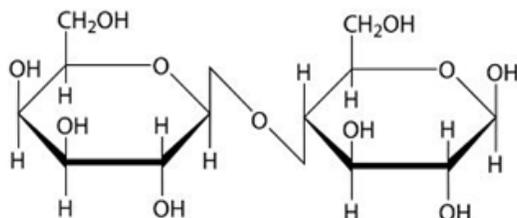


Figura 2: Estrutura química da lactose.

Fonte: DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010.

Nas proteínas encontramos as funções ácido carboxílico e amina, com uma reação de desidratação ocorrendo ao unir os monômeros aminoácidos na ligação peptídica para formar a proteína. Os lipídios presentes no leite são basicamente triglicerídeos, formados a partir de reações de esterificação entre o álcool glicerol e ácidos graxos, os quais possuem uma carboxila em sua estrutura. As estruturas químicas das vitaminas encontradas no leite apresentam as funções orgânicas álcool, ácido carboxílico, éter, tio éter, cetona, amina, imina, fenol, aldeído, entre outras (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). O iogurte possui como metabólitos ácido láctico, acetaldeído e diacetil, que proporcionam as particularidades de aroma e sabor típicos do produto e se caracterizam pela presença das funções ácido carboxílico, aldeído e cetona, respectivamente.

Ainda trabalhando conteúdos de química, antes e durante a etapa de fermentação foram coletadas alíquotas do produto a cada 30 min para acompanhamento da queda de pH, usando pHmetro digital. Nesse momento, podem ser retomados os conceitos de escala de pH e comparar a acidez deste produto com a de outros alimentos do cotidiano dos estudantes. O pH 4,60 geralmente é usado como referência para determinar o ponto final do processo na indústria, a fim de evitar que o iogurte fique demasiadamente ácido (ORDÓÑEZ, 2004). Caso a escola não disponha de pHmetro, o acompanhamento de queda do pH pode ser realizado com fitas de pH (facilmente encontradas em lojas de produtos para piscina) ou outros indicadores fabricados a partir de frutas ou repolho roxo (TERCI; ROSSI, 2002). A redução no pH do leite (6,60 a 6,80) ao se transformar em iogurte (pH final 4,60) é causada pela conversão da glicose (originada da quebra da lactose do

leite) em ácido láctico, em um processo bioquímico denominado fermentação láctica (NELSON; COX, 2014), cuja reação está descrita na Figura 3. O ácido láctico é o responsável pela acidificação do produto e consequente queda de pH, podendo-se retomar conceitos de cinética bioquímica nesta perspectiva.

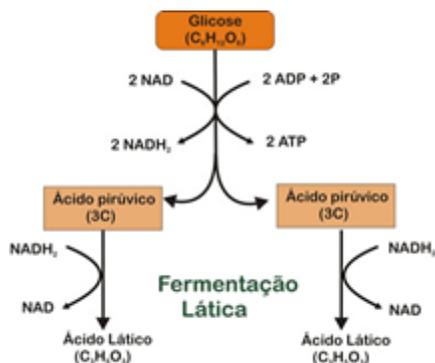


Figura 3. Fermentação láctica.

Fonte: www.sobiologia.com.br

O componente curricular de Biologia também se envolve facilmente nesta prática interdisciplinar por diversos aspectos. A fermentação está inserida no contexto de conteúdos sobre micro-organismos, respiração celular e metabolismo energético, uma vez que este processo é um dos meios de obtenção de energia dos micro-organismos fermentadores (formação de ATP, Figura 3). A biodiversidade de seres vivos nas bactérias lácticas responsáveis pela fermentação pode ser explorada, uma vez que para fabricar o iogurte são usadas bactérias no formato de cocos (*Streptococcus termophilus*) e bacilos (*Lactobacillus bulgaricus*) (OLIVEIRA, 2009). Estas bactérias foram incorporadas ao leite pela adição de iogurte natural e a manutenção da temperatura a 42 – 45 °C durante a fermentação pode ser abordada sob a ótica de condições necessárias para manutenção da vida e reprodução, como fonte de nutrientes, água e temperatura ideal. As relações entre seres vivos podem ser consideradas pela simbiose existente entre as duas bactérias, pois o resultado deste crescimento conjunto é que se obtém a mesma concentração de ácido láctico e de outros metabólitos em menor tempo do que se crescessem separadas (ORDÓÑEZ, 2004).

A produção de iogurte também levanta questões relativas à sustentabilidade ambiental. Na indústria de laticínios, o soro do leite geralmente é considerado como um resíduo com alta demanda bioquímica de oxigênio e prejudicial ao meio

ambiente se descartado sem tratamento. No entanto, diferentemente do processo de fabricação de queijo, na produção de iogurte o soro fica retido no produto, reduzindo a produção de efluente com alto impacto ambiental. O desmatamento que ocorre para criação do gado leiteiro também pode ser debatido no contexto de impactos ambientais. Sugere-se outros tópicos para serem explorados na Biologia, como a fisiologia da produção de leite em mamíferos, a importância do consumo de iogurte para manutenção da flora intestinal e a intolerância à lactose, temas comuns nos dias atuais e que permitem articulação de conteúdos e conceitos importantes na Biologia e que muitas vezes não são significados pela falta de contextualização a eles atribuída.

A disciplina de Física também pode contribuir na construção de saberes significados a partir da temática da produção de iogurte. Conhecer as escalas termométricas, manusear um termômetro e compreender como se realizam as interações e interconvecções energéticas são conteúdos e habilidades fundamentais no ensino de Física. Quando se coloca a mistura do leite para a produção do iogurte num recipiente que deve ser mantido a uma temperatura praticamente constante entre 42 e 45 °C, diversas técnicas podem ser usadas na prática. Se tivermos uma estufa ou forno podemos colocar o recipiente no seu interior e mantendo a temperatura constante ou a mistura pode ser colocada, também, em banho-maria. Nessa situação, o calor é transferido do ambiente (interior de forno ou água) para a mistura. Porém, se na escola não se tiver forno, o leite pode ser aquecido até a temperatura ideal e colocado num recipiente térmico ou podemos minimizar as trocas de calor entre a mistura e os recipientes ou o meio externo envolvendo-a com um isolante que pode ser jornal, manta de lã, ou caixa de isopor como descrito na nossa atividade. Além de entender que a transferência de calor acontece em virtude de uma diferença de temperatura entre os corpos sempre no sentido da maior temperatura para o da menor temperatura, diferentes materiais isolantes podem ser testados. O calor fornece energia para iniciar o trabalho de quebrar as proteínas, para que elas formem a retícula molecular que faz parte do iogurte e acelera o processo de reprodução das bactérias.

Além dos conceitos de termologia apresentados no parágrafo anterior, podem ser explorados conceitos de mecânica dos fluidos, como a diferença de massa específica (densidade) e de viscosidade do leite e do iogurte; de ótica quando são adicionados corantes ou outras substâncias coloridas como por exemplo, o hibisco.

Como complemento, além das disciplinas de Ciências da Natureza (Química, Biologia e Física), outros componentes curriculares podem contribuir no processo em estudo, ampliando a abrangência da atividade e caracterizando seu caráter interdisciplinar. A disciplina de Matemática está envolvida intrinsecamente nos cálculos de quantidade de matéria-prima com conceitos de razão e proporção.

O acompanhamento de queda de pH gera um gráfico em relação aos intervalos de tempo, obtendo-se uma equação linear com taxa de variação negativa. O crescimento de micro-organismos durante a fermentação geralmente pode ser modelado com uma função exponencial, retomando assim conceitos relacionados a funções matemáticas. Conceitos básicos de estatística para Ensino Médio, como a plotagem e interpretação de gráficos de dispersão também estão inseridos nesta atividade. Outras possibilidades incluem trabalhar conceitos de geometria espacial, uma vez que as quantidades de matéria-prima envolvem grandeza de volume, e noções de matemática financeira ao realizar cálculos de custos de produção, receita de possíveis vendas e a margem de lucro dos produtos.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de ensinar conceitos de diversas disciplinas, a partir de um tema gerador, como a produção de iogurte, nos parece profícuo. Como professores que atuam em cursos técnicos integrados ao ensino médio, vislumbramos que a Prática Profissional Integrada tem proporcionado uma aproximação entre os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza e a articulação destes com os da formação técnica.

O que apresentamos, neste artigo, permite perceber que há uma ruptura na organização linear dos conteúdos, rompendo com aquela tradicionalmente ensinada, como por exemplo, a química inorgânica e orgânica de forma concomitante e não separadas na segunda e terceira séries do ensino médio, respectivamente. O uso da experimentação, com materiais simples como jornal e caixa de isopor permite que as atividades práticas sejam realizadas com baixo custo, facilitando seu desenvolvimento em escolas sem estrutura de laboratório ou grandes recursos financeiros.

Por fim, consideramos que a participação ativa dos estudantes na atividade, tanto por seu caráter prático quanto dinâmico, contribui para que estes sejam construtores do próprio conhecimento, percebendo a presença de fenômenos da natureza em sala de aula e interferindo de forma crítica na realidade que os cerca.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos estudantes da Turma 05 do Curso Técnico Integrado em Química que participaram na aplicação das atividades e ao IFFAR -Campus Panambi pelo apoio.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Portaria nº 1570. Publicada no Diário Oficial da União em 21/12/2017, seção 1, p. 146.

DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L.; FENNEMA, Owen R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2010. 900 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA. **Projeto Pedagógico do Curso Técnico Integrado em Química do Campus Panambi**. 2014. Disponível em: < <http://www.iffarroupilha.edu.br/projeto-pedag%C3%B3gico-de-curso/campus-panambi>>. Acesso em 14 de julho 2018.

MALDANER, Otavio A. et al. In: ZANON, L.B.; MALDANER, O.A. **Fundamentos e propostas de ensino de química para educação básica no Brasil**. Ijuí: Editora UNIJUI, 2007. p. 109-198.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. 1 ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. Ed. São Paulo: Artmed, 2014. 1328 p.

OLIVEIRA, Maricê Nogueira de Oliveira. **Tecnologia de Produtos Lácteos Funcionais**. 1. Ed. São Paulo: Atheneu, 2009. 384 p.

ORDÓÑEZ, Juan A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. 1. Ed. v 2. São Paulo: Artmed, 2004. 280 p.

RIBEIRO, Eliana P.; SERAVALLI, Elisena. **Química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Blucher. 184 p.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V.; Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, São Paulo, vol. 25, nº 4, p. 684-688, 2002.

USO DE UM SIMULADOR INTERATIVO PARA O ESTUDO QUALITATIVO DO CONCEITO DE DENSIDADE

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Samuel Robaert

Instituto Federal Farroupilha
Santo Augusto – RS

<http://lattes.cnpq.br/8523716748495665>

<https://orcid.org/0000-0002-2786-8112>

RESUMO: Este trabalho se refere a uma atividade prática desenvolvida com um simulador interativo, que foi realizada priorizando uma abordagem qualitativa do conceito de densidade. Segundo pesquisadores, o ensino da densidade é muito centrado em abordagens quantitativas, o que possibilita a aprendizagem da definição de densidade, em detrimento do conceito. Após esta atividade, os estudantes responderam a um questionário como forma de avaliar o potencial do uso do simulador e também a aprendizagem deste conceito. Concluiu-se que uso do simulador tem grande potencial de uso para estudo da mesma; que no ensino fundamental não ocorrem estudos que permitem a construção deste conceito; e que apesar do uso do simulador interativo associado às práticas experimentais, muitos estudantes permaneceram utilizando a definição para explicar a densidade, em detrimento da apropriação do conceito, o que demonstra que o conceito precisa ser melhor desenvolvido ao longo do período de escolarização básica.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de química, simulações interativas, densidade.

USE AN INTERACTIV SIMULATOR FOR THE QUALITATIVE STUDY OF DENSITY

ABSTRACT: This work refers to a practical activity developed with an interactive simulator which was carried out prioritizing a qualitative approach to the concept of density. According to researchers, the teaching of density, is very centered on quantitative approaches, which makes it possible to learn the definition of density, to the detriment of the concept. After this activity, students answered a questionnaire as a way to assess the potential of using the simulator and also to learn this concept. It was concluded that the use of the simulator has great potential for its study. That in elementary education there are no studies that allow the construction of this concept; and that despite the use of the interactive simulator associated with experimental practices, many students continued to use the definition to explain density, to the detriment of the appropriation of the concept, which demonstrates that the concept needs to be better developed throughout the period of basic schooling.

KEYWORDS: Chemistry teaching, interactive simulations, density.

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho relata uma atividade desenvolvida no contexto de um projeto de ensino do qual participam estudantes de primeiros anos do ensino médio de cursos técnicos integrados em informática e agropecuária.

A estratégia de usar um simulador para aprendizagem do conceito de densidade surgiu

de um conjunto de necessidades evidenciadas nas aulas de química em turmas de primeiros e segundos anos do Ensino Médio: a) primeiramente, a necessidade de aprendizagem de conceitos da química que envolvem muitas vezes o uso de experimentos difíceis de serem controlados com as variáveis que temos em um laboratório de uso didático; b) do caráter essencialmente abstrato e subjetivo da ciência química e das dificuldades que se colocam para a aprendizagem significativa dos estudantes, que fixam suas explicações nos aspectos macrocópicos, sem conseguir fazer a transposição para o “mundo submicroscópico”; d) do excessivo tratamento matemático dado ao ensino de alguns conceitos dentro da química do ensino médio, como a densidade, por exemplo, que faz com que os estudantes aprendam a substituir dados matemáticos de massa e volume em uma fórmula, mas não compreendam o conceito, o que fica evidenciado pelo fato de não conseguirem aplicar este no seu cotidiano, em situações concretas.

Desta maneira, o objetivo geral foi utilizar a simulação interativa do repositório digital *Phet*, da Universidade do Colorado, como estratégia para a abordagem qualitativa da densidade, pretendendo possibilitar a aprendizagem deste conceito através do desenvolvimento de atividades baseadas na resolução de problemas, com estudantes dos primeiros anos do ensino médio integrado em agropecuária e informática.

Como parte das atividades de estudo da densidade, explorou-se também uma prática experimental tradicional, no laboratório do campus, que consistiu no aferimento da densidade de diferentes objetos, através da medida do volume do líquido deslocado, após a imersão do objeto em uma proveta graduada e da massa, em uma balança semi - analítica. As duas atividades experimentais permitiram investigar possíveis contribuições do uso do simulador interativo associado ao desenvolvimento de uma prática experimental tradicional para a construção do conceito de densidade. Na sequência, aplicou-se um questionário aos estudantes envolvidos.

2 | NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO E SIMULAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: DIFICULDADES DA PRÁTICA E POSSIBILIDADES DE APRENDIZAGEM

No paradigma atômico-molecular vigente, a natureza particulada e descontínua da matéria é uma fundamentação teórica essencial para a compreensão das propriedades dos materiais e, a partir destas, da sua aplicabilidade no nosso cotidiano.

Para representar esta dimensão da química, as substâncias, partículas, transformações, propriedades e comportamentos são indexados por meio de símbolos, códigos, fórmulas e equações químicas, assim como por representações

algébricas, palavras, imagens (GIORDAN, 2013). Fazemos uso de elementos semióticos específicos para representar e dar significado à realidade (sub) microscópica, ou seja, usamos de elementos representacionais para dar sentido às evidências (sub)microscópicas encontradas em práticas experimentais macroscópicas.

Então, a química só pode ser comunicada e estudada através de uma linguagem própria, que seja capaz, mesmo que precariamente, de representar os níveis macroscópicos e (sub)microscópicos.

Esta linguagem própria da química é complexa e requer um pensamento químico sobre o mundo. Diversas pesquisas com estudantes, sobre aprendizagem em química, têm apontado que tais dificuldades na aprendizagem de química podem estar relacionadas com este caráter abstrato e não observável da química (GIORDAN, 2013).

Estas evidências, de que o caráter extremamente abstrato da química, potencializam as dificuldades de aprendizagem na área, são antigas. Em 1982, Alex H. Johnstone publicou um célebre artigo, *Micro e Macro (Chemistry)*, em que se debruçava sobre o assunto Com base em estudos da psicologia da aprendizagem, principalmente de Piaget, Vigotsky e Ausubel, defendeu que o conhecimento químico é, na verdade, constituído por três diferentes “níveis de pensamento”, e que os químicos experientes são capazes de transitar, intelectualmente, entre os três níveis (TALANQUER, 2011).

Assim, químicos experientes transitariam no centro do triângulo e a aprendizagem dos estudantes ocorreria nos vértices, ou seja, no momento em que o estudante soubesse relacionar os níveis. Porém, estudantes iniciantes teriam dificuldade em estabelecer relações entre os diferentes níveis de representação química, gerando dificuldades de aprendizagem

Para representar este modelo, Johnstone (1993) criou um triângulo (imagem 1), em que cada lado representaria um nível do conhecimento químico, ou nível de pensamento, ou ainda domínios.

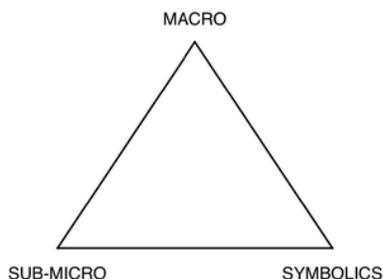


Imagem 1: Triângulo de Johnstone

Fonte: Johnstone (1991, p. 78) apud Taber (2013, p. 157)

No Brasil, os pesquisadores Machado e Mortimer (2012, p. 28) perceberam que a química, por trabalhar com grande variedade de conceitos, pode, muitas vezes, ser entendida como um componente curricular em que se supõe que “aprender química é tão somente aprender o conteúdo químico” e defendem uma proposta de currículo de química centrada nos focos de investigação da química, as substâncias, suas propriedades e transformações. Para exemplificar a proposta, sugerem o uso de um triângulo (imagem 2), que representa as inter-relações entre os objetos e focos de interesse da química.

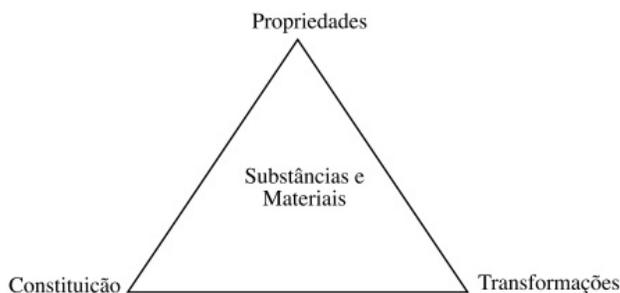


Imagem 2: Triângulo proposto por Mortimer, Machado e Romanelli (2000)

Fonte: Revista Química Nova, 2000.

Mortimer, Machado e Romanelli (2000) defendem que é “útil” didaticamente distinguir o conhecimento químico em três “aspectos”: fenomenológico, teórico e representacional. Segundo os autores, o aspecto fenomenológico se refere aos fenômenos da química, sejam eles concretos ou abstratos, visíveis ou invisíveis, como por exemplo a mudança de estado físico da matéria ou a interação radiação-matéria, que apesar de não ser visível, pode ser detectado por instrumentos espectroscópicos. Os aspectos teóricos relacionam-se com informações de natureza atômico-molecular e incluem entidades não captadas pelos nossos sentidos diretamente. O aspecto representacional compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações de modelos, gráficos e equações matemáticas.

O uso de simulações e no ensino de química está apoiado no entendimento de que o conhecimento químico se articula entre estes três níveis de representação, ou de pensamento, como denominou Johnstone (1993)

Grande parte dos fenômenos químicos, de natureza fenomenológica, somente podem ser percebidos e observados através de informações transmitidas pelos nossos sentidos e através de medições que nos permitem dimensionar macroscopicamente os fenômenos. No entanto, o entendimento destes fenômenos,

das propriedades dos materiais e de todas estas características percebidas sensorialmente, somente podem ser compreendidos através do estudo (sub) microscópico destes materiais e seus constituintes, átomos, moléculas, íons e outros. Conhecendo estes e as propriedades, podemos fazer previsões e isto é algo muito importante para que determinado conhecimento possa ser considerado científico.

No entanto, estes constituintes dos materiais não podem ser “observados”, pois isto escapa às nossas percepções sensoriais. Por isso, fazemos uso de modelos, para representar e “visualizar” aquilo que entendemos ser a realidade, ou seja, modelamos uma aproximação de como a realidade é percebida.

Muitas dificuldades de aprendizagem dos conceitos da química podem estar diretamente relacionadas com este aspecto abstrato da química. Conforme aponta Giordan (2013, p.180), “parece existir uma dificuldade maior por parte dos estudantes em compreender o nível submicroscópico e a representação do nível simbólico, pelo fato de os mesmos serem, respectivamente, invisíveis e abstratos”.

Tal dificuldade pode estar relacionada com o fato de a aprendizagem se dar, em um primeiro momento, sempre no nível das percepções sensoriais. Por isso, a tendência é de que os estudantes permaneçam no nível macroscópico em suas explicações sobre fenômenos e propriedades das substâncias (MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI, 2000).

Assim, parece muito provável que o uso de modelos e simulações interativas possa potencializar a aprendizagem da química. Conforme também nos mostra Giordan (2013), a visualização de objetos moleculares, mediada pelo computador, pode estabelecer uma ligação entre as propriedades das moléculas e sua representação, tratando-se de uma "situação [...] de alto valor didático, capaz de mobilizar as ações dos alunos na manipulação do objeto, na elaboração discursiva e também na elaboração de significado (GIORDAN, 2013, p. 132).

Corroborando com esta perspectiva do potencial de uso de computadores como mediadores da aprendizagem, Borges (2002) percebe que, muito embora haja uma determinada expectativa em relação a aulas "concretas", ou "práticas", as atividades experimentais podem ser desenvolvidas em qualquer ambiente, sem o uso de aparelhos sofisticados por exemplo, já que o importante em uma aula de ciências é "o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente pensamento (BORGES, 2002, p. 12). Assim, atividades de resolução de problemas, modelagem e representação, com simulações de computador, desenhos, pinturas e colagens, dentre outras, cumprem este papel mobilizador dos estudantes.

O uso de simulações no ensino de química tem um grande e promissor potencial, como bem já perceberam Oliveira et al (2013). Para estes autores, as

simulações aliadas ao ensino podem contribuir no desenvolvimento da capacidade interpretativa e na promoção de objetivos mais sofisticados de aprendizagem, como em atividades investigativas, que permitem maior autonomia ao estudante na construção da aprendizagem.

Além disso, estudos tem apontado que a construção de conceitos está muito relacionada às representações visuais com as quais os estudantes tiveram contato durante seu aprendizado. Razão esta que faz com que diversos pesquisadores defendam a integração entre gráficos computacionais e representação tridimensional como uma forma de melhorar as capacidades de visualização no ensino de ciências (GIORDAN, 2013).

3 I USO DE EXPERIMENTO EM AMBIENTE VIRTUAL PARA ESTUDO QUALITATIVO DO CONCEITO DE DENSIDADE

No desenvolvimento desta atividade, buscou-se priorizar o estudo qualitativo da densidade, utilizando um simulador interativo associado a práticas experimentais tradicionais em um laboratório de química.

A aprendizagem do conceito de densidade, muito embora seja tratada de forma rápida no ensino médio, requer que o aluno se aproprie do conceito e este não é um processo simples. O estudante que desenvolve cálculos utilizando a expressão matemática da densidade e que consegue, com facilidade, substituir dados de massa e volume na fórmula para obtenção do resultado, pode ter êxito na maioria das vezes e mesmo assim, não saber explicar a aplicação prática do conceito, como no caso do funcionamento do densímetro dos postos de combustíveis.

Neste caso, entendem Mortimer, Machado e Romanelli (2000), houve a aprendizagem de uma definição, mas não de um conceito, pois a aprendizagem deste envolve a apropriação do mesmo pelo estudante e seu uso para explicação de outros fatos ocorridos em seu cotidiano. Conforme apontam estes autores

[...] os conceitos são confundidos com definições, que o aluno passa a usar de maneira mecânica em problemas de tipos bem determinados. O conceito de densidade, por exemplo, é introduzido, na maioria dos livros utilizados no Ensino Médio, através de uma única linha em que se apresenta a fórmula da densidade, [...] Quando solicitamos ao aluno, que "aprendeu" densidade por esse processo, que explique o funcionamento dos densímetros, [...], descobrimos que, na maioria das vezes, ele não é capaz de reconhecer neste um problema que possa ser resolvido usando o "conceito" de densidade. (MORTIMER, MACHADO E ROMANELI, 2000, p. 274)

O estudo qualitativo da densidade é defendido também por Hawkes (2004 apud ROSSI et al, 2008, p. 56), que percebe que no estudo essencialmente quantitativo, com o uso de fórmulas matemáticas que exigem a construção dos

conceitos matemáticos de razão e proporção, o estudante não percebe que a densidade relaciona-se com a distribuição espacial das partículas constituintes de determinado material, ou seja, que a densidade reflete no nível das percepções sensoriais (macroscópicas) os arranjos submicroscópicos dos átomos e moléculas que constituem este material. Por isso, nesta atividade, buscou-se uma abordagem qualitativa da densidade.

Neste estudo, os estudantes interagiram no simulador com o auxílio de um roteiro problematizador, onde priorizou-se questionar os estudantes de forma a pensarem sobre como poderiam objetos de massas semelhantes ter volumes diferentes, ou de como seria possível que objetos de volumes semelhante tivessem massas diferentes. Da mesma forma, procurou-se levar o aluno a perceber que variações de massa e de volume não alteravam a densidade, já que esta é uma propriedade específica da matéria.

Após a realização das atividades experimentais, os estudantes responderam a um questionário, como forma de obtenção de dados qualitativos para que fosse possível avaliar a aprendizagem do conceito de densidade e também como as atividades experimentais foram importantes para a aprendizagem deste conceito. Responderam ao questionário 62 estudantes dos cursos técnicos integrados em agropecuária e informática do campus Frederico Westphalen do Instituto Federal Farroupilha.

A primeira pergunta realizada foi se os estudantes já haviam estudado a densidade anteriormente, no ensino fundamental, sendo que 60 % dos estudantes apontaram que sim, 20% responderam que não haviam estudado e ainda 20 % afirmaram não se lembrar, do que inferimos que para 40% dos estudantes, não houve contato algum com o conceito de densidade ao longo do ensino fundamental ou o mesmo não foi significativo.

Os estudantes que responderem sim, também foram questionados sobre em qual série/ano do ensino fundamental teriam estudado sobre a densidade, sendo que a maioria respondeu que os estudos ocorreram na última série/ano do ensino fundamental.



Imagem 3: Estudantes realizam atividade com o uso do simulador

Da mesma forma, 67,7% dos estudantes responderam que tiveram seus estudos baseados na aplicação da fórmula da densidade, sendo que a grande maioria consistiu apenas no desenvolvimento de cálculos. Em oposição a estes dados, uma pequena porcentagem, 32,3%, teve os estudos sobre densidade baseados em aspectos qualitativos da densidade. Os estudantes também foram questionados se teriam realizado alguma atividade experimental envolvendo a densidade (gráfico 1), sendo que a grande maioria, 63 % apontaram nunca ter realizado atividade experimental envolvendo este conceito.

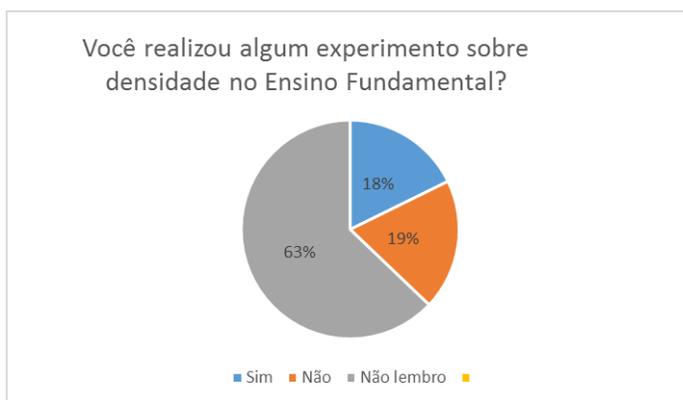


Gráfico 1: Você realizou algum experimento sobre densidade no ensino fundamental?

Após o uso do simulador interativo, procurou-se avaliar de que forma esta atividade experimental havia sido significativa (gráfico 2). Os estudantes responderam, em sua maioria, cerca de 71%, que o uso do simulador foi importante no estudo sobre a densidade e colaborou muito na construção do conceito.

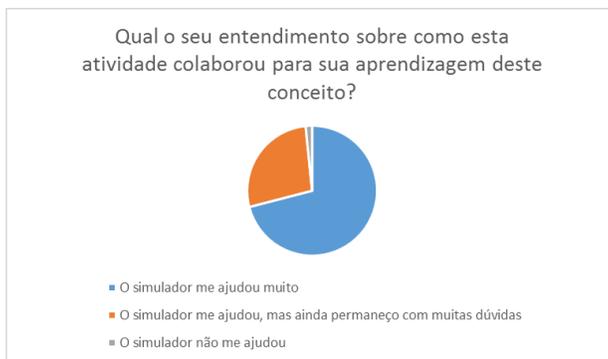


Gráfico 2: Qual o seu entendimento sobre como esta atividade colaborou para sua aprendizagem deste conceito?

Da mesma forma, para avaliar o quanto significativo havia sido o uso do simulador, mesmo após a prática experimental tradicional no laboratório de química, os estudantes foram questionados se, após o uso do simulador, e da realização de uma atividade experimental no laboratório de química, qual seria o entendimento destes sobre como a atividade com o simulador facilitou a compreensão do conceito de densidade em relação às atividades experimentais. Cerca de 75,8 % dos estudantes assinalaram que a atividade no simulador interativo foi tão importante quanto a prática experimental no laboratório de química. Outros 19,4 % entenderam que a atividade no simulador foi menos importante que as atividades experimentais desenvolvidas e 4,8 % opinaram, ainda, que a atividade com o simulador foi mais significativa que as práticas tradicionais no laboratório de química.

Os estudantes foram questionados acerca da visão que teriam acerca da sua aprendizagem após a realização da atividade com o simulador, sendo que 40,3 % dos estudantes consideraram saber "muita coisa", 40,3% apontaram saber "mais ou menos", 17,7% assinalaram "saber um pouco" e 1,8 % entenderam "saber tudo".

Procurou-se avaliar também se, após as atividades experimentais, os estudantes percebiam a densidade como uma propriedade da matéria, constante em objetos de mesmos materiais, independente do formato, volume e massa, a partir do trabalho desenvolvido por Rossi et al (2008). Para isso, foi perguntado o seguinte: "Abaixo existem três objetos, todos feitos do mesmo material (chumbo), cuja densidade é 11,4 g/mL. Acerca destes três objetos, assinale o que você considera correto" (figura 2). Neste questionamento, 77% dos estudantes concluíram que todos os objetos possuíam a mesma densidade, independente do formato e do volume do objeto.

Os dados qualitativos permitiram perceber que os estudantes consideraram a atividade com o simulador tão significativa quanto a atividade prática desenvolvida

em um laboratório tradicional de química. Trata-se de uma constatação que vem ao encontro do que apontam Borges (2002) e Oliveira et al (2008), de que atividades em computadores, em especial simulações interativas, podem contribuir com a aprendizagem de conceitos mais sofisticados.

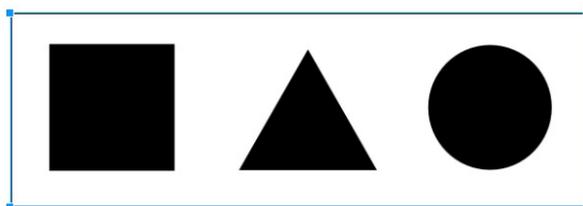


Imagem 3: figura utilizada no questionário

Fonte: Adaptado a partir de Rossi et al (2008)

Assim, constatou-se que a maioria dos estudantes conseguiram atingir um dos objetivos da atividade, que foi o de perceber que a densidade, enquanto propriedade da matéria, independe de forma e volume que o corpo ocupa. Da mesma forma, os estudantes, quando instados a dar uma definição de densidade, deram repostas que puderam ser categorizadas em explicações com foco em uma abordagem qualitativa, que refletiu a metodologia utilizada no estudo da densidade proposto aos estudantes e também explicações centradas em uma abordagem quantitativa da densidade, conforme quadro 1.

Explicações centradas em abordagens qualitativas	Explicações centradas em abordagens quantitativas
<p>"É o quanto um objeto é compacto "; " É uma concentração de massa "; " É a massa comprimida de um certo material "; " O quanto as moléculas estão aproximadas uma das outras "; " Densidade é o quão agrupadas estão as partículas de uma determinado objeto "; " O quanto algo é compactado e as moléculas estão próximas umas das outras "; " Porção de massa contida em um certo volume"; " Quantidade de matéria presente em certo volume "; " Unidade de medida presente nos materiais, com ela pode se medir o quanto um objeto está " amontoado", quanto espaço o corpo ocupa ".</p>	<p>" É a divisão da massa pelo volume de um objeto "; " É a massa dividida pelo volume "; " Densidade é uma relação entre a massa e o volume ocupado por um corpo "; " É uma grandeza que relaciona a massa com o volume de um determinado material ".</p>

Quadro 1: Definições de densidade dos estudantes.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que, mesmo após o estudo realizado em uma abordagem qualitativa, com pouco enfoque na expressão matemática da densidade, muitos estudantes permanecem focando suas explicações na definição matemática, sem fazer qualquer menção aos aspectos (sub)microscópicos, ou seja, o arranjo das partículas no espaço e as interações entre estas, que determinam esta propriedade da matéria.

Talvez, com outros dados obtidos no questionário, seja possível conjecturar que o ensino deste conceito, que é complexo para os estudantes do ensino médio, deva ser estudado e (re)visitado ao longo da formação básica do estudante, ou seja, ao longo do ensino fundamental e, posteriormente, aprofundado no ensino médio, e não desenvolvido apenas na última série do ensino fundamental e na primeira série do ensino médio, conforme os dados do questionário apontaram, para que o conceito possa ser construído, (re)construído e contextualizado ao longo da formação básica dos estudantes.

Também se concluiu que o uso do simulador interativo contribui muito para a aprendizagem do conceito de densidade, permitindo relações até antes não percebidas pelos estudantes, como a de que objetos de massas semelhantes podem ter volumes diferentes, e de que objetos de volume semelhante podem ter massas diferentes. Porém, para os estudantes, a prática experimental continua sendo muito importante, e, por isso, o simulador deve ser utilizado associado às práticas experimentais de densidade no laboratório de química.

REFERÊNCIAS

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, jan. 2002. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

JOHNSTONE, A.H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education** n. 70, 701-704, 1993. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed070p701?src=recsys>. Acesso em maio de 2020.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; ROMANELLI, L.I. **A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos**. Química Nova, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MACHADO, A.M; MORTIMER. E.F. Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e fazer cotidiano. In: ZANON, L.B.; MALDANER, O.A. **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2012.

OLIVEIRA, S. F.; MELLO, N.F.; SILVA, J.T.; VASCONCELOS, E. A.. Softwares de Simulação no Ensino de Atomística: Experiências Computacionais para Evidenciar Micromundos. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35.3, p. 147-151, 2013.

ROSSI, A.V; MASSAROTO, A.M.; GARCIA, F.B.T.; ANSELMO, G.R.T.; MARCO, I.L.G.; CURRALERO, I.C.B.; TERRA, J.; ZANINI, S.M.C. Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, V.30, p. 55-60, novembro de 2008.

TABER, K.S. Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**. 2013, 14, 156-168. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/RP/C3RP00012E#!divAbstract>. Acesso em maio de 2020.

TALANQUER V. Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”, *International Journal Scientific Education*, 33 (2), 179-195, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690903386435>. Acesso em maio de 2020.

VÍDEOS DRAW-CHEMISTRY COMO RECURSO DIDÁTICO AUDIO-LOGO-VISUAL PARA DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 20/06/2020

Narayana Sandes Silva

Instituto de Química e Biotecnologia – IQB/
UFAL
Maceió - Alagoas.
<https://orcid.org/0000-0002-8883-1495>

Ana Íris Correia Tavares da Silva

Instituto de Química e Biotecnologia – IQB/
UFAL
Maceió - Alagoas.
<https://orcid.org/0000-0002-2803-8444>

Monique Gabriella Angelo da Silva

Instituto de Química e Biotecnologia - IQB/
UFAL
Maceió - Alagoas.
<https://orcid.org/0000-0002-9262-6507>

RESUMO: O referente artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de promoção da Química através da produção e divulgação de vídeos *Draw Chemistry* no contexto do Ensino de Ciências. Apresenta-se primeiramente um breve histórico sobre o uso de novas tecnologias de comunicação e informação tanto em sala de aula, tanto como um meio de popularização da ciência/química para a sociedade. Em seguida, descreve-se, a importância do uso de vídeos como recursos audiovisuais e apresenta a inovação da junção da produção de vídeos com metodologia de arte desenhada como estratégia de disseminação da Química. Ao final, apresenta-

se algumas imagens de vídeos produzidos e alguns impactos nos ambientes virtuais.

PALAVRAS-CHAVE: Química desenhada, ensino de química, produção de vídeos.

DRAW-CHEMISTRY VIDEOS AS AN AUDIO-LOGO-VISUAL TEACHING RESOURCE FOR SCIENCE/CHEMISTRY DISSEMINATION

ABSTRACT: This paper presents a new approach of promoting the Chemistry Learning through the design and divulgation of Draw Chemistry videos. A brief historic about the use of new information and communication technologies in the classroom and their use for enhancing the popularization of Science/Chemistry in the society is shown. Next, we described the importance of the use of videos as an audiovisual tool revealing the innovation related to the combination of the drawn art methodology and the videos production. This new approach stands out as a strategy for the promotion of the Chemistry learning. A few images of the produced videos and their impact on the virtual environment are presented at the end.

KEYWORDS: Draw Chemistry, teaching chemistry, video production.

1 | INTRODUÇÃO

A tecnologia tem avançado constantemente, o rápido acesso e as atualizações das informações são características intrínsecas da geração atual. Os meios digitais

são os canais em que as diversas áreas do conhecimento são propagadas, as mídias já fazem parte do ambiente sociocultural e a adaptação aos novos recursos digitais é notável. A educação também está passando pelo processo de inserção digital visto que os estudantes – jovens e crianças – estão completamente imersos e familiarizados com os recursos digitais. Segundo Nakashima (2006, p. 35):

Quando se observa uma criança a partir dos quatro anos, notam-se certas habilidades que, anteriormente, uma criança da década de 80, nessa mesma faixa etária, não apresentava, como por exemplo, a capacidade de ligar a televisão e o DVD sozinha, colocar seus filmes prediletos e escolher a cena que deseja ver, memorizar as falas de personagens com facilidade, ligar o computador e instalar os jogos que deseja brincar. As crianças de hoje não têm medo de conhecer e investigar os recursos que os eletroeletrônicos proporcionam. Elas perguntam aquilo que não sabem, gostam de experimentar coisas novas e fazer descobertas na prática, ou seja, elas já estão familiarizadas com o uso da tecnologia e interagem facilmente com a linguagem digital. Nakashima (2006, p. 35).

É notável que o advento da Era Digital trouxe mudanças tão significativas para o ser humano que as vezes é comparado a outros grandes marcos da história, como o surgimento da linguagem e o da imprensa. As tecnologias são extensões das capacidades humanas e assim como o homem transforma seu ambiente, o ambiente transforma o homem. (MEIRINHOS, 2015; SANTAELA, 2010).

Partindo deste fato, onde a influência tecnológica tem ganhando espaço imprescindível em todo o contexto social, a escola certamente receberá tal influência. O perfil do alunado está completamente diferente, o que é propício à adequação de metodologias de Ensino e aprendizagem para contemplar o público dessa geração e das gerações vindouras.

A produção de vídeos, apesar de ser amplamente associada ao lazer e ao entretenimento, também pode ser utilizada como ferramenta didática para promover o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos com ampla potencialidade de alcance. A produção e o uso de vídeos em sala de aula ou como meio de divulgação de ciências, evidencia alguns fatores positivos de cunho educacional, como podemos conferir na tabela 1:

VANTAGENS DO USO DE VÍDEO COMO METODOLOGIA DE ENSINO	CITAÇÃO DOS AUTORES
<i>“O desenvolvimento do pensamento crítico na formação de alunos mais bem informados, tornando-os aptos a serem mais observadores e críticos através do desenvolvimento de bases analíticas necessárias.”</i>	Shewbridge & Berge (2004)
<i>“Promoção da expressão e da comunicação por proporcionar a ampliação do espaço discursivo, argumentativo e investigativo.”</i>	Moran (1995) & Monteiro (2006)

<i>“Favorecimento de uma visão interdisciplinar porque promove uma ação de comunicação sobre diferentes contextos, assuntos e temas explorados.”</i>	Martiani (1998)
<i>“Integração de diferentes capacidades e habilidades porque envolve diferentes aptidões tais como a inteligência linguística, lógico matemática, musical, espacial, corporal-sinestésica, inter-pessoal e intra-pessoal.”</i>	Martiani (1998)
<i>“Valorização do trabalho em grupo porque durante o processo de produção é necessário um trabalho em equipe, desenvolvendo nos indivíduos a capacidade de interação social e de liderança porque estimula a iniciativa e a ação.”</i>	Shewbridge & Berge (2004)
<i>“A integração de todos estes recursos audiovisuais na sala de aula, além de servir para organizar as atividades de ensino, serve também para o aluno desenvolver a competência de leitura crítica do mundo.”</i>	Aginaldo Arroio e Marcelo Giordan (2006)
<i>“O uso da linguagem audiovisual proporciona o desenvolvimento de múltiplas atividades perceptivas onde a imaginação é constantemente solicitada.”</i>	Moran, J. M. (2007)
<i>“Excelente instrumento para que o aluno aprenda a formular perguntas, para que aprenda a expressar-se, para que aprenda a aprender”.</i>	Silbiger, L.N. (2005)

Tabela 1: Tabela descritiva das vantagens do uso de vídeo como metodologia de ensino.

Fonte: Grifo da autora; 2019.

Estes benefícios educacionais podem ser acrescidos se a produção de vídeos abranger não somente às filmagens, mas buscar contemplar no seu roteiro e nas suas etapas de produção alguns dos indicadores de alfabetização científica, de maneira a aprimorar as habilidades cognitivas a serem desenvolvidas nos alunos, proporcionando uma maior capacidade de criar, atuar e articular ideias. Mudanças como estas são imprescindíveis, visto que a geração de estudantes que compõe o sistema escolar atual necessita de novas metodologias que se aproximem da realidade do mundo em que vivemos, não sendo coerente permanecer utilizando os mesmos métodos utilizados a anos atrás com pessoas totalmente diferentes nos dias de hoje.

Inúmeras metodologias estão sendo desenvolvidas e pesquisadas a fim de proporcionar a inclusão digital no ambiente escolar e na formação dos estudantes. Dentro deste contexto, este trabalho enfatiza a utilização de vídeos como recurso pedagógico para o ensino de Química, assim como a criação de uma modalidade de vídeo que pode atuar como metodologia alternativa. Apresentamos no corpo do texto as etapas para o desenvolvimento de vídeos da categoria *Draw Chemistry*.

2 | VÍDEOS COMO RECURSO DIGITAL DE EDUCAÇÃO

O uso de vídeos didáticos está atualmente em todos os níveis educacionais, especialmente se considerarmos a televisão, presente em mais de 90% das casas dos brasileiros, exercendo grande influência no modo de como lemos e interpretamos o mundo. É grande a oferta de materiais audiovisuais que estão à disposição nas redes digitais, produzidos para fins didáticos nas mais diversas áreas, especialmente a científica.

Os recursos audiovisuais como os vídeos digitais possuem um potencial capacidade de síntese na transmissão do conhecimento, combinando linguagem e expressão que podem ser amplamente explorados sem deixar de escanteio a didática e a qualidade pedagógica. É analisando dentro desse contexto, que se observa muitos vídeos didáticos que não articulam de maneira agradável, descontraída e consolidada cientificamente entre os interesses dos alunos e dos professores (SEVERINO, 2008). Entendemos neste ponto o termo didático como um material produzido primeiramente para apoio de atividades pedagógicas, visto que a maioria dos vídeos produzidos podem ser utilizados tanto com finalidade de comunicação, como ensino-aprendizagem (SEVERINO, 2008).

A linguagem utilizada nos vídeos apesar de ser uma linguagem em forma de imagem, continua sendo uma linguagem verbal reproduzida em formato de áudio, então no lugar do termo audiovisual pode ser utilizado o termo áudio-logo-visual. Essa explanação justifica o termo utilizado para a categoria de nossos vídeos do tipo *Draw Chemistry*.

3 | VÍDEOS *DRAW CHEMISTRY*

A modalidade de vídeo *Draw Chemistry* que por conceito significa “Química Desenhada” faz menção ao gênero de vídeo *Draw My Life*, que é uma técnica de animação onde uma mão desenha em um quadro branco (Figura 1) sendo produzido usando uma câmera fixa, papel, lápis ou caneta para retratar uma narrativa sobre a vida de alguma pessoa, utilizando um programa de edição de vídeo, fazendo uso de músicas de fundo e outras ferramentas de edição (COUTINHO, 2013).

A técnica foi lançada pelo jovem britânico Sam Pepper e postada no site YouTube, onde possui vídeos com mais de dois milhões de visualizações e passou a ser copiados por inúmeros usuários, inclusive brasileiros. São vídeos curtos com imagens, desenhos manuais ou digitalizados que articulam as ideias de modo dinâmico (DINIZ, J. B. & JESUS, M.A., 2014).

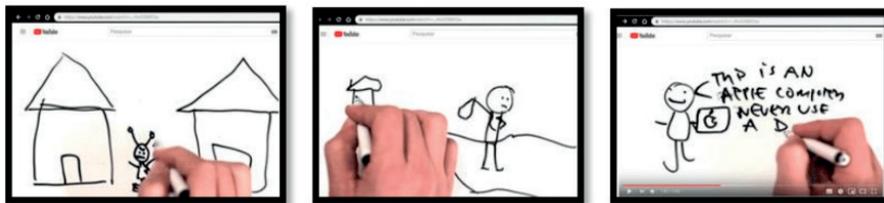


Figura 1. Imagens de *PrintScreen* de telas de vídeos *Draw My Life* do YouTube
Fonte: canal do YouTube de Sam Pepper (link: <https://www.youtube.com/channel/UCKGiTasUqLcZUuUjQiyKotw>)

O *Draw Chemistry* surgiu com a proposta de unir conteúdo de química utilizando a metodologia, linguagem e expressão dos vídeos *Draw my life* de Pepper. A linguagem utilizada nos vídeos *Draw Chemistry* é sintética, ou seja, combina e soma imagens, sons e fala com um mínimo de texto escrito, e consegue por essa sobreposição e entrelaçamento, apresentar conceitos complexos de maneira mais clara e compreensível que na forma puramente textual, e desta forma alcançar envolver o indivíduo, neste caso, o aluno, por todos os sentidos e de todas as maneiras. Destacando-se a importância de que o conteúdo que se aprende visualmente reforça conexões temporais e espaciais, tornando-as mais duradouras. Quando a visualização do vídeo é entrelaçada a situações narrativas que agregam componentes de emotividade, a retenção dos conhecimentos é potencializada (COUTINHO, 2008).

Os conteúdos de química em geral possuem termos e conceitos, muitas vezes considerados complexos e de difícil compreensão pelos alunos, o que dificulta o entendimento do assunto. Considerando este fato, o primeiro quadro criado nessa modalidade de vídeos *Draw Chemistry* foi o Glossário de Química com o objetivo de facilitar o entendimento dos alunos frente a algumas substâncias e compostos químicos corriqueiros na área da Química.

O glossário de química segue a sequência em ordem alfabética, de termos químicos, esses termos são destrinchados e explicados por meio do vídeo, onde palavras chaves são destacadas de forma escrita ou em desenhos, seguindo um roteiro previamente criado que explica o conceito da palavra abordando situações cotidianas e mostrando a aplicação daquele determinado termo químico. Essas características aproximam e prendem a atenção, fazendo com que em poucos minutos eles sejam levados a refletir, associar, compreender e articular ideias.

4 | A PRODUÇÃO DE VÍDEOS *DRAW CHEMISTRY*

O processo de produção de um vídeo tem, basicamente, três etapas: i)

Pré-produção que consiste na preparação, planejamento e projeto do vídeo a ser construído. Nesta etapa é realizada a revisão bibliográfica, e organizada a execução de todas as outras etapas desde a ideia original do projeto até o processo de filmagem e publicação; ii) Produção: Nesta etapa é realizada a filmagem das cenas que compõem o vídeo; iii) Pós-Produção: Nesta etapa se faz a edição e finalização do vídeo para publicação (ver Tabela 2). (Kindem & Musburger, 1997).

Etapa I Pré-Produção	Sinopse ou storyline	Etapa inicial que se baseia na produção de um resumo geral do que vai ser exibido no vídeo. Neste momento é estimado tempo e viabilidade de execução de cada uma das etapas posteriores
	Argumento	Esta etapa é intermediária. Acontece entre a sinopse e o roteiro e tem como objetivo descrever, de forma breve, como se desenvolverá a ação. Neste momento é realizada a revisão bibliográfica para se mensurar a abrangência do assunto a ser abordado.
	Roteiro	Nesta etapa ocorre o detalhamento de tudo o que vai acontecer no vídeo. O roteiro tem uma linguagem própria - que se destina a orientar a equipe de produção nas filmagens – e divide o vídeo em cenas com o objetivo de informar – textualmente - o leitor a respeito daquilo que o espectador verá/ouvirá no vídeo
	Storyboard	Nesta etapa ocorre a produção dos desenhos, que são organizados na sequência de representação das cenas, que ocorre de maneira semelhante a uma história em quadrinhos. Tem o objetivo de tornar mais fácil, para a equipe de produção, a visualização das cenas antes que sejam gravadas.
Etapa II Produção	Gravação	Nesta etapa ocorre o processo de gravação do vídeo. Podendo ser refeito diversas vezes até ser atingida a qualidade e o vocabulário adequado em ritmo de voz encaixado com o roteiro.
Etapa III Pós-produção	Edição	Nesta etapa ocorre o processo de edição dos vídeos, utilizando a adição de trilha sonora, aceleração das cenas para enquadramento com a voz de narração, adição da vinheta de abertura e de término (Figura 2c).
	Validação	Nesta etapa o vídeo é validado pelo grupo de pesquisa e/ou por profissionais da área específica e pedagógica.

Tabela 2. Etapas do processo de produção do vídeo

Fonte: adaptado de (VARGAS, A., 2008).

Para o desenvolvimento das etapas da produção de vídeos descritas acima, na etapa de pré-produção os desenhos são confeccionados em folha de papel A4 branca, desenhados com caneta hidrocor preta e pintados com lápis de colorir (ver

figura 2a). Posteriormente os desenhos são recortados e separados em blocos seguindo a sequência de representação das cenas, obedecendo ao roteiro. Após, se inicia a gravação dos vídeos com uma câmera Canon T5i com foco sobre a mesa onde as folhas A4 em branco que são devidamente marcadas e posicionadas. No primeiro momento da gravação, cada um dos membros de produção fica com uma designação, a interação é simultânea, enquanto um estudante fica responsável por monitorar o posicionamento da câmera, início e término da gravação, outro estudante narra o roteiro e auxilia na organização dos desenhos na sequência, deste modo o último estudante envolvido ilustra o roteiro (ver Figura 2b). Em seguida o áudio é gravado separadamente via aparelho celular.

Para finalizar todo o nosso processo de criação, os vídeos são editados e sincronizados no software de aplicação Sony Vegas Pro versão 15.1; e por fim renderizado no formato de saída mp4 com configuração 29,970 fps; 1280x720 (ver Figura 2c).

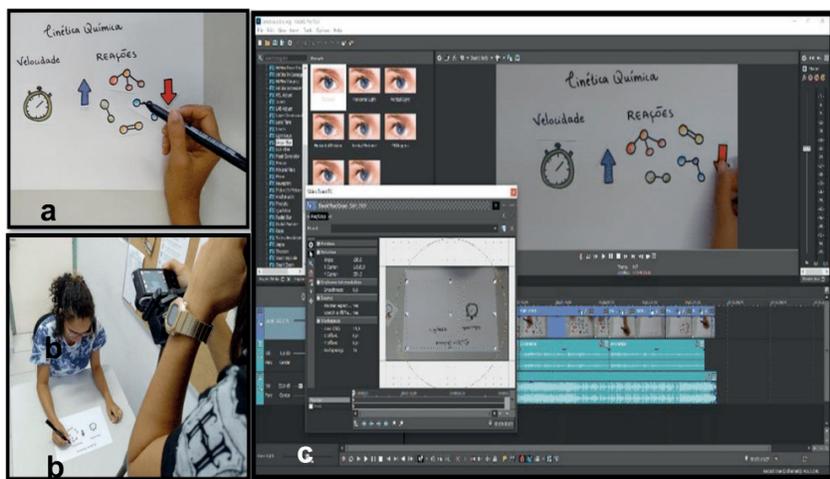


Figura 2. Ilustrações das etapas de produção do vídeo: 2a) pré-produção – elaboração das cenas; 2b) Produção – momento de gravação e 2c) Pós-Produção – momento de edição do vídeo.

Fonte: Autores, 2019.

Em seguida na pós-produção é feita uma revisão do vídeo editado, os professores e alunos envolvidos em todo o projeto, analisam os vídeos observando se há a necessidade de fazer alterações e após à aprovação unânime o vídeo é redimensionado e enviado para a fase de lançamento. O vídeo é postado na plataforma do *YouTube* no Canal do QuiCiência disponibilizando o acesso para

a população mundial. O site fornece dados que utilizamos como análise sobre o alcance do vídeo, dentre eles: a quantidade de visualizações, dispositivos usados para o acesso ao vídeo, faixa etária e sexo dos espectadores.

5 | ANÁLISE DO ALCANCE DOS VÍDEOS DISPONÍVEIS NO YOUTUBE.

No canal **QuiCiência** disponível no *YouTube*, há uma sequência de vídeos denominada Glossário de Química, que são vídeos baseados na categoria de vídeos *Draw Chemistry*. A coleção publicada segue a ordem alfabética apresentando termos da química, totalizando 5 vídeos publicados, são eles respectivamente: 1- Ácido Ascórbico, 2- Barbituratos, 3- Cânfora, 4- Diamantes e 5- Efeito Tyndall. O primeiro vídeo foi publicado no dia 26 de junho de 2017, tendo em média 2 minutos e meio de duração, onde a divulgação foi feita por meio das redes sociais (*YouTube*, *Instagram*, *Facebook* e *WhatsApp*). Os dados e gráficos mostrados a seguir são retirados da plataforma analítica do *YouTube* (*YouTube Analytics*), os períodos retratados nesses gráficos é desde o primeiro dia de exibição do vídeo até o dia 31 de março do decorrente ano.

No gráfico 1, observa-se o crescente número de visualizações do vídeo desde o ano de 2017 até o ano de 2019 e por definição as visualizações no *YouTube* mostram o interesse dos espectadores no vídeo, durante todo o tempo que o Glossário de Química está disponível, foi atingido 1.287 visualizações.

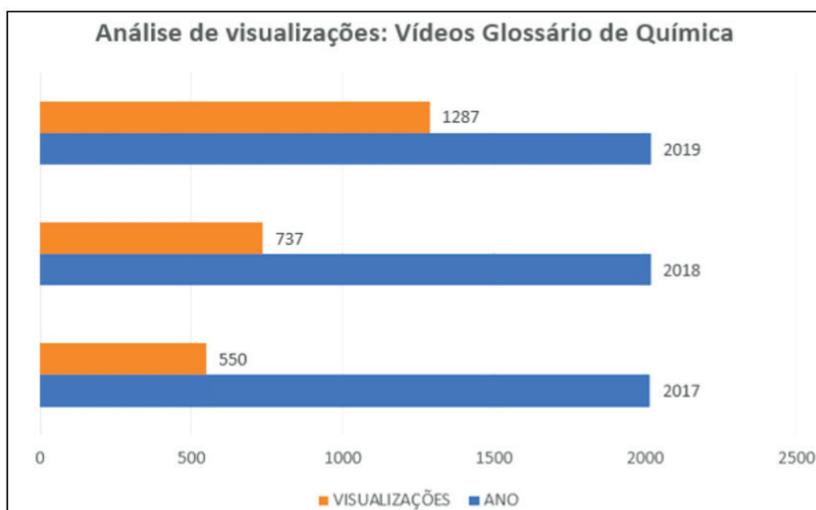


Gráfico 1. Gráfico de análise de visualizações dos vídeos extraídos da Plataforma do YouTube.

Fonte: *YouTube Analytics*, 2019.

A faixa etária dos espectadores dos vídeos Glossário de Química – *Draw Chemistry* estão descritas na figura baixo (ver gráfico 2a). Por meio do gráfico pode-se perceber que com maior predominância de público temos os da faixa etária entre 18 a 24 anos com 89,80% das visualizações e 10,20% são representados pela faixa etária de 13 a 17 anos. Esses valores podem ser explicados pois, o canal QuiCiência como originado por estudantes do grupo de pesquisa do curso de química licenciatura, foram os que interagiram primeiramente com as mídias sociais onde os vídeos estão postados.

Na gráfico 2b está descrito outra informação que é possível obter pelos dados analíticos do *YouTube*, que é o acesso dos espectadores divididos por gêneros, onde 66,40% dos espectadores são mulheres e 33,60% visualizações do público masculino.

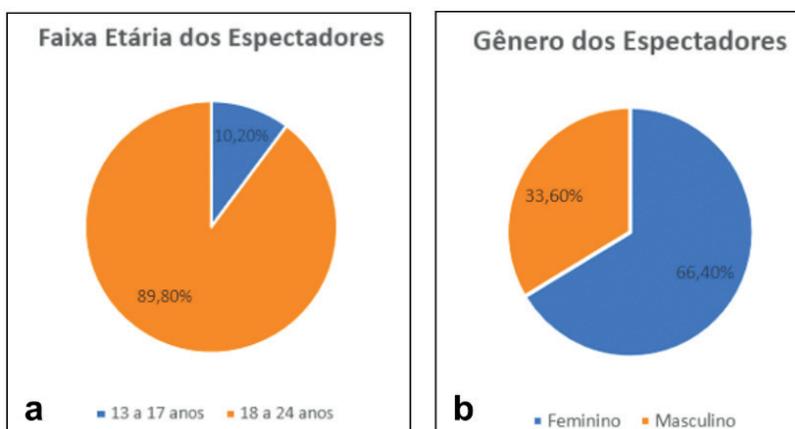


Gráfico 2. 2a) Gráfico representativo da faixa etária dos espectadores dos vídeos.; 2b) Gráfico representativo o gênero dos espectadores dos vídeos.

Fonte: *YouTube Analytics*, 2019.

Por fim, para expressar graficamente outro aspecto analisado temos os tipos de dispositivos utilizados para ter acesso aos vídeos descritos. Esse gráfico faz-se necessário pra essa pesquisa pois, é essencial saber quais são os meios de acesso mais utilizados pelos espectadores, ou seja, como os vídeos são produtos educacionais metodológicos pra o ensino de química, o professor que utilizará esse recurso precisará reconhecer me sua turma quais meios de acesso são utilizados pelos estudantes da turma.

Tipos de Dispositivos Utilizados

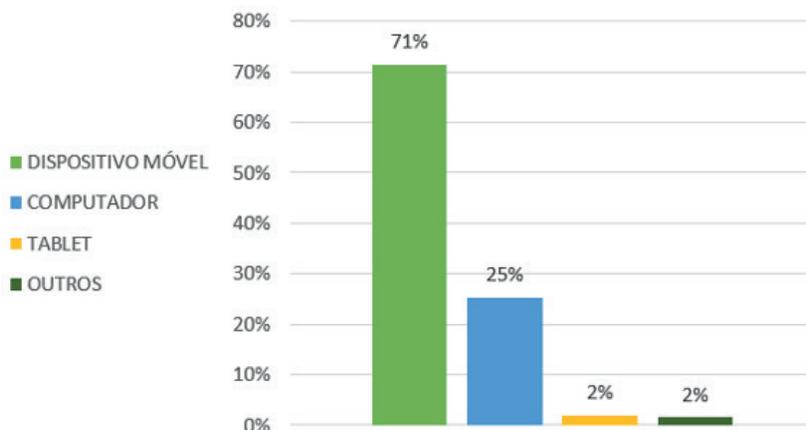


Gráfico 3. Representação analítica dos tipos de dispositivos mais utilizados para a visualização extraídos do *YouTube*.

Fonte: *YouTube Analytics*, 2019.

No caso do gráfico acima (gráfico 3) temos que a maioria do público no canal, 71% tem acesso aos vídeos por meio de dispositivos móveis. O segundo lugar com 25% dos acessos é referente aos computadores. Nos 4% restantes, estão inclusos: tablets, TV, console de jogos e etc.

6 | CONCLUSÕES

Os vídeos *Draw Chemistry* trazem consigo uma inovação nas modalidades de vídeos no ensino de química, mostrando um potencial significativo como projeto de intervenção de divulgação científica, nota-se também nessa particularidade que o conteúdo do vídeo é relevante e têm demonstrado o interesse dos espectadores, pois a quantidade de acesso em um espaço relativamente pequeno de tempo teve crescimento gradual e atuou de forma favorável na página oficial do *YouTube* do grupo QuiCiência onde não é a única modalidade de vídeos que a página apresenta. Como tratam-se de vídeos produzidos por um grupo de pesquisa e extensão do Instituto de Química e Biotecnologia- UFAL, é possível destacar que os próprios alunos e professores do Instituto, comentam sobre o vídeo, ou seja, a propagação do mesmo tem ocorrido na própria comunidade acadêmica.

REFERÊNCIAS

ARROIO, A.; GIORDAN, M. **O Vídeo Educativo: Aspectos da Organização do Ensino**. Química Nova Escola, n. 24, Nov., 2006.

BETTI, Mauro. **Mídias: Aliadas ou Inimigas da Educação Física Escolar?** Motriz, v. 7, n.2, pp. 125-129, Jul./Dez. 2001.

BETTI, M.; BATISTA, S. R. **A Televisão E o Ensino Da Educação Física Na Escola Uma Proposta De Intervenção.** Revista Brasileira Ciências Do Esporte, Campinas, v. 26, n. 2, p. 135-148, jan. 2005.

COUTINHO, J.S. **A Filosofia da Educação na Rbep: o debate filosófico nos últimos 15 anos.** R. bras. Est. pedag., Brasília, v. 89, n. 223, p. 477-492, set./dez. 2008.

GIORDAN, Marcelo. **Educação em Química e Multimídia.** Química Nova Escola, n. 6, Nov., 1997.

GOMES, Luiz Fernando. **Vídeos didáticos: uma proposta de critérios para análise.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 89, n. 223, p. 477-492, set./dez. 2008.

GULINSKA, H.; LEWICKI, R.; BUREWICZ, A.. **Interactive Computer-Video Programs Used in the Process of Chemistry Teaching.** J. Chem. Educ., v. 68, n.6, XXX-XXX, Jun., 1991.

JESUS, M. A; DINIZ, J.B. **The Study Of Life And Work Of Modern And Contemporary Physics Reference Names Through Video Production With Draw My Life Technic.** South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, 2014.

MCCLEAN, S.; MCCARTAN, K. G.; MESKIN, S.; GORGES, B.; HAGAN, W. P. **Reflections on “YouTestTube.com”: An Online Video-Sharing Platform To Engage Students with Chemistry Laboratory Classes.** J. Chem. Educ., v. 93 n. 11, p. 1863–1870, Set., 2016.

NAKASHIMA, Rosária Helena Ruiz; AMARAL, Sérgio Ferreira do. **A linguagem audiovisual da lousa digital interativa no contexto educacional.** ETD – Educação Temática Digital, Campinas, v.8, n.1, p. 33-48, dez. 2006 – ISSN: 1676-259

PASSERO, G.; ENGSTER, N. E. W.; DAZZI, R. L. S. **Uma Revisão Sobre O Uso Das Tics Na Educação Da Geração Z.** Novas Tecnologias na Educação. v. 14,n. 2, Dez., 2016.

REZENDE, L. A.; STRUCHINER, M. **Uma Proposta Pedagógica para Produção e Utilização de Materiais Audiovisuais no Ensino de Ciências: análise de um vídeo sobre entomologia.** Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.1, p.45-66, mar., 2009.

SILVA, J. L.; SILVA, D. A.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; FILHO, E.B.; FIORUCCI, A. R. **A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros.** Química Nova Escola, v. 34, n. 4, p. 189-200, Nov., 2012.

SCHNEIDER, K. C.; CAETANO, L; RIBEIRO, L. O. M. **Análise De Vídeos Educacionais No Youtube: Caracteres E Legibilidade.** Novas Tecnologias na Educação. v. 10, n. 1, Jul., 2012.

SILBIGER, L. N. **O Potencial Educativo Do Audiovisual Na Educação Formal.** Actas Do III Sopcom, VI Lusocom E II Ibérico – Volume IV.

TAVARES, Romero. **Animações Interativas E Mapas Conceituais.** XVI Simpósio Nacional De Ensino De Física, Rio de Janeiro, 2005.

VARGAS, A.; ROCHA, H.V.; FREIRE, F.M.P. **Promídia: produção de vídeos digitais no contexto educacional.** Revista Renote, v.5, n. 2., 2007.

SOBRE A ORGANIZADORA

ÉRICA DE MELO AZEVEDO - Possui Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2019), Graduação em Química com Atribuições Tecnológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2012) e complementação pedagógica para exercício da docência na Faculdade Souza Marques (2015). É docente efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) e ministra aulas de Química Geral e Inorgânica para turmas do Ensino Médio/Técnico e Graduação e aulas de análise térmica aplicada à alimentos para turmas da Pós-Graduação. Atualmente é vice-coordenadora de Extensão do IFRJ Campus Duque de Caxias. Coordena e colabora com projetos de pesquisa no IFRJ e colabora em projetos de pesquisa financiados pelo CNPq e desenvolvidos na Escola de Química da UFRJ na área de Tecnologia Química, análise térmica e tratamento térmico de resíduos. Orientou e participou de bancas de trabalhos de conclusão de curso nos temas citados. Têm atuado como membro de comissões julgadoras de editais de fomento à pesquisa e bolsas de iniciação científica do CNPq no âmbito do IFRJ. Publicou artigos em revistas nacionais e internacionais na área de Análise Térmica e na área de Educação e em Congressos. Desde 2016 é revisora do renomado periódico Journal of Thermal Analysis (JTAC). Atuou como tutora presencial do Consórcio CEDERJ e em escolas particulares e cursos pré-militares e pré-vestibulares.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem didática para o ensino de química 92

Agrotóxicos 175, 176, 178, 179

Alimento 165

Aluminium alloy 40, 52

Amazônia meridional 66, 68

Azul de metileno 75, 76, 78

B

Bagaço de cana-de-açúcar 32, 34, 36

Barriga suína 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111

BNCC 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13

C

Compostagem 15, 17, 18, 20, 21

Concentração de mercúrio total em peixes 65

Corrosion resistance 40, 42

D

Densidade 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 160, 172, 180, 181, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191

Divulgação de ciências 192, 193

Drogas de abuso 92, 94

E

Educação 1, 3, 5, 6, 9, 13, 15, 16, 20, 53, 54, 56, 57, 62, 63, 64, 75, 92, 93, 100, 101, 113, 115, 120, 121, 140, 143, 146, 147, 148, 149, 153, 154, 155, 165, 167, 174, 175, 178, 179, 190, 193, 195, 202, 203

Educação ambiental 15, 16, 179

Ensino-aprendizagem 2, 4, 9, 10, 12, 112, 114, 119, 195

Ensino de química 1, 53, 57, 63, 92, 100, 114, 140, 148, 174, 175, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 190, 192, 200, 201

Estudo qualitativo 180, 185

F

Filtro residencial 32, 38

Formação de professores 13, 62, 112, 118

Funções orgânicas 6, 57, 58, 92, 93, 94, 98, 99, 100, 169, 170

H

HPAs 156, 158, 159, 160, 162, 163

I

Ictiofauna 66, 70, 71

Instrumentos avaliativos 140, 141, 142, 143, 145

Interdisciplinaridade 54, 55, 94, 112, 117, 147, 148, 153, 154, 155, 165, 167

L

Licenciatura em Química 112, 113, 115, 121, 147, 148, 149, 150, 155, 177

M

Metodologias alternativas 1

N

Norfloxacin 130, 137, 138, 139

Norfloxacin 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

P

Plantas medicinais 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64

Processos oxidativos avançados 130, 131, 138

Produção de iogurte 165, 167, 170, 171, 172, 173

Produção de vídeos 192, 193, 194, 196, 197, 202

Q

Química desenhada 192, 195

Química verde 122, 123, 128

R

Reação de complexação 122, 124, 128

S

Saber científico 53, 62

Salga úmida 102, 103, 104, 105, 107, 109, 111

Saneamento 23, 29, 30, 38, 164

Saúde pública 23, 24, 29, 30

Simulações interativas 180, 184, 189

T

Tema gerador 165, 167, 168, 173, 175, 179

V

Voltametria cíclica 75, 77, 79

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **2**

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **2**



www.arenaeditora.com.br



contato@arenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/arenaeditora.com.br