

Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

3

Atena
Editora

Ano 2020

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)



Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

3

Atena
Editora

Ano 2020

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Luiza Batista

Revisão: Os 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. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

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. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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
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. 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
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. Lilian 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. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A872	Atividades de ensino e de pesquisa em química 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-102-2 DOI 10.22533/at.ed.022202206 1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Nardeli, Jéssica Verger. CDD 540
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A coleção “Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química” é uma obra que tem um conjunto fundamental de conhecimentos direcionados a industriais, pesquisadores, engenheiros, técnicos, acadêmicos e, é claro, estudantes. A coleção abordará de forma categorizada pesquisas que transitam nos vários caminhos da química de forma aplicada, inovadora, contextualizada e didática objetivando a divulgação científica por meio de trabalhos com diferentes funcionalidades que compõem seus capítulos.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos relacionados ao desenvolvimento de protótipo de baixo custo, análise do perfil químico de extratos, degradação de resinas, quantificação de flavonoides, estudo de substâncias antioxidantes e avaliação do grau de contaminação das águas. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado ao desenvolvimento, otimização e aplicação, entre outras abordagens importantes na área de química, ensino e engenharia química. Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 3 tem sido um fator importante para a contribuição em diferentes áreas de ensino e pesquisa.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de química. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, aplicações de processos, caracterização substanciais é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

Portanto, esta obra é oportuna e visa fornecer uma infinidade de estudos fundamentados nos resultados experimentais obtidos pelos diversos pesquisadores, professores e acadêmicos que desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática.

Jéssica Verger Nardeli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIDA DE ÂNGULO DE CONTATO Samanta Costa Machado Silva Jorge Amim Júnior Ana Lucia Shiguihara DOI 10.22533/at.ed.0222022061	
CAPÍTULO 2	9
MONITORING AGEING OF RESOL TYPE PHENOLIC RESIN BY IMPEDANCE SPECTROSCOPY Anderson Ferreira Luiz Claudio Pardini DOI 10.22533/at.ed.0222022062	
CAPÍTULO 3	17
ANÁLISE DO PERFIL QUÍMICO DOS EXTRATOS DAS PARTES AÉREAS DE <i>Peperomia pellucida</i> Gabriela Barbosa dos Santos Manolo Cleiton Costa de Freitas Ana Carolina Gomes de Albuquerque de Freitas Leandro Marques Correia Eduardo Antonio Abreu Pinheiro Anderson de Santana Botelho Wandson Braamcamp de Souza Pinheiro DOI 10.22533/at.ed.0222022063	
CAPÍTULO 4	33
ESTUDO DA DEGRADAÇÃO CONTROLADA DE RESINAS USADAS COMO VERNIZES EM OBRAS DE ARTE: A BUSCA POR INIBIDORES DE FOTOOXIDAÇÃO COM MECANISMO DUAL Luisa Malizia Alves Daniel Pais Pires Vieira Daniel Lima Marques de Aguiar DOI 10.22533/at.ed.0222022064	
CAPÍTULO 5	45
TRATAMENTO QUÍMICO NA RECUPERAÇÃO DE MERCÚRIO PRESENTES EM LÂMPADAS FLUORESCENTES Cesar Tatari Marcio Callejon Maldonato Douglas Cunha Siva DOI 10.22533/at.ed.0222022065	
CAPÍTULO 6	50
QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM MEL DE <i>Melipona subnitida</i> D. Maria da Conceição Tavares Cavalcanti Liberato Paulo Roberto Santos de Lima Glemilson Moita de Aguiar Ítalo Ramon Rocha Muniz Renata Almeida Farias Joaquim Rodrigues de Vasconcelos Neto Luziane Rocha da Silva Vanessa Cristina Silva Vasconcelos	

DOI 10.22533/at.ed.0222022066

CAPÍTULO 7 55

O USO DA ACETIL-L-CARTININA (LAC) NO DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA DEPRESSÃO

Danielle Cristina Gomes
Ascalazan Julio Bartles Marcondes
Beatriz Stefany dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.0222022067

CAPÍTULO 8 58

PLANTAS MEDICINAIS COM EFEITOS ANTITUSSÍGENOS E EXPECTORANTES COMO FONTE DE TRATAMENTO RESPIRATÓRIO: UMA REVISÃO

Valdiléia Teixeira Uchôa
Deydiellen Gomes de Sousa
Patrícia e Silva Alves
Gilmânia Francisca Sousa Carvalho
Herbert Gonzaga Sousa
Antônio Rodrigues da Silva Neto
João Paulo Rodrigues da Silva
Katianne Soares Lopes
Maria Lanna Souza da Silva
Maria de Sousa Santos Bezerra
Renata da Silva Carneiro
Tatiana de Oliveira Lopes

DOI 10.22533/at.ed.0222022068

CAPÍTULO 9 71

ESTUDO DA CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO IBUPROFENO UTILIZANDO A CELULOSE

Matheus Londero da Costa
Joana Bratz Lourenço
William Leonardo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0222022069

CAPÍTULO 10 77

DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICAS DE COMPOSTOS COM ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM AMOSTRAS DE CHÁS

Miguel Oliveira Silva Santos
Débora de Andrade Santana
Hebert Matos Miranda
Samantha de Souza Cunha
Valesca Juliana Silveira Ferreira Nunes

DOI 10.22533/at.ed.02220220610

CAPÍTULO 11 87

CONTEÚDO FENÓLICO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FARINHA INTEGRAL DE AMARANTO

Bárbara Elizabeth Alves de Magalhães
Walter Nei Lopes dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.02220220611

CAPÍTULO 12 95

AValiação DO GRAU DE CONTAMINAÇÃO POR METAIS TÓXICOS E A DETERMINAÇÃO QUALIDADE DAS ÁGUAS DA LAGOA IMARUÍ DO COMPLEXO LAGUNAR

Jair Juarez João
Cintia Souza da Silva

CAPÍTULO 13	109
AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA AZITROMICINA USANDO REATOR COM RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA	
Rosecler Ribeiro Franzon	
Sabrina Grando Cordeiro	
Ani Caroline Weber	
Bruna Costa	
Gabriela Vettorello	
Bárbara Parraga da Silva	
Aline Botassoli Dalcorso	
Eduardo Miranda Ethur	
Lucélia Hoehne	
DOI 10.22533/at.ed.02220220613	
CAPÍTULO 14	118
DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO ANALÍTICO PARA PREVISÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ENERGIA DE IMPACTO EM COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS COMMINGLED REFORÇADOS COM FIBRA DE CARBONO	
Ricardo Mello Di Benedetto	
Edson Cocchieri Botelho	
Antonio Carlos Ancelotti Junior	
Edric João Gomes Putini	
DOI 10.22533/at.ed.02220220614	
CAPÍTULO 15	126
ANÁLISE QUANTITATIVA DE CIANETO EM AMOSTRAS DE MANDIOCA	
Igor Feijão Cardoso	
Paulo Sérgio Taube Júnior	
Júlio César Amaral Cardoso	
Sorrel Godinho Barbosa de Souza	
Márcia Mourão Ramos Azevedo	
Emerson Cristi de Barros	
José Augusto Amorim Silva do Sacramento	
Anna Beatriz Farias dos Santos	
Thalia Nascimento Figueira	
Gabriela Polato Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.02220220615	
SOBRE A ORGANIZADORA	138
ÍNDICE REMISSIVO	139

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIDA DE ÂNGULO DE CONTATO

Data de aceite: 01/06/2020

Data de Submissão: 25/05/2020

Samanta Costa Machado Silva

Universidade Federal do Rio de Janeiro-Campus
Macaé, Laboratório de Materiais Poliméricos e
Eletroquímica.

Macaé-Rio de Janeiro

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6702442488556540>

Jorge Amim Júnior

Universidade Federal do Rio de Janeiro-Campus
Macaé, Laboratório de Materiais Poliméricos e
Eletroquímica.

Macaé-Rio de Janeiro

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1367177135743573>

Ana Lucia Shiguihara

Universidade Federal do Rio de Janeiro-Campus
Macaé, Laboratório de Materiais Poliméricos e
Eletroquímica.

Macaé-Rio de Janeiro

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1875074247666834>

RESUMO: Neste trabalho, um protótipo de baixo custo para medida de ângulo de contato foi desenvolvido para ser utilizado em atividades experimentais no ambiente escolar.

Os valores de ângulo de contato para três tipos de superfícies (quartzo, vidro e teflon) foram avaliados. Os resultados obtidos foram satisfatórios para o equipamento proposto neste trabalho. Portanto, o protótipo desenvolvido pode ser utilizado por professores para ensinar conceitos de química tais como interações intermoleculares, molhabilidade e de química de superfície.

PALAVRAS-CHAVE: ângulo de contato, superfície, molhabilidade.

DEVELOPMENT OF LOW COST PROTOTYPE FOR CONTACT ANGLE MEASUREMENT

ABSTRACT: In this work, a low cost prototype for contact angle measurement was developed to be used in experimental activities in the school environment. The contact angle values for three types of surface (quartz, glass and teflon) were evaluated. The obtained results were satisfactory. Therefore, the developed prototype can be used by teachers to instruct chemical concepts such as intermolecular interactions, wettability and surface chemistry.

KEYWORDS: contact angle, surface, wettability.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização do método de experimentação em disciplinas de Química oferece uma grande contribuição no ensino aprendizagem, uma vez que possibilita uma correlação entre o conteúdo teórico e a aplicação prática. Somado a isso, estimula o aluno na construção de hipóteses diante de dúvidas e problematização do conteúdo envolvido na atividade, com consequente consolidação do tema discutido ao final da realização do experimento. Nesta perspectiva, Poletti (2001) afirma que a realização de atividades práticas faz com que o aluno aprenda e fortifique o conhecimento obtido, e Moraes e Rosito (2003) enfatizam a importância da problematização das aulas experimentais:

“É importante destacar que boas atividades experimentais se fundamentam na solução de problemas, envolvendo questões da realidade dos alunos, que possam ser submetidos a conflitos cognitivos.”

Compete então ao professor, a tarefa de proporcionar ao aluno experimentos que envolvam o seu dia a dia, como declara Gasparin (2002):

“A tarefa docente consiste em trabalhar o conteúdo científico e contrastá-lo com o cotidiano, a fim de que os alunos, ao executarem inicialmente a mesma ação do professor, através das operações mentais de analisar, comparar, explicar, generalizar, etc., apropriem-se dos conceitos científicos e neles incorporem os anteriores, transformando-os também em científicos constituindo uma nova síntese mais elaborada.”

Dessa forma, o professor, além de propiciar o conhecimento ao aluno, também é responsável pela sua transformação em um cidadão consciente e participativo dos problemas presentes na sociedade.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA- ÂNGULO DE CONTATO

O estudo da molhabilidade dos materiais é fundamental para o desenvolvimento de materiais com aplicação em processos de flotação de minério, catálise, filmes poliméricos e materiais compósitos (ASSIS, 2010; CHAU et al., 2009; GUPTA et al., 2015; STRNAD et al., 2016; XIONG et al., 2014).

A medida de ângulo de contato é uma técnica utilizada para a caracterização de superfícies sólidas, a fim de se avaliar a molhabilidade (ADAMSON, 1990; BUTT; GRAF; KAPPL, 2003). O ângulo de contato (θ) é definido como o ângulo entre um plano tangente a uma gota de um líquido e um plano contendo a superfície onde o líquido se encontra depositado (SHAW, 1975), conforme apresentado na Figura 1.

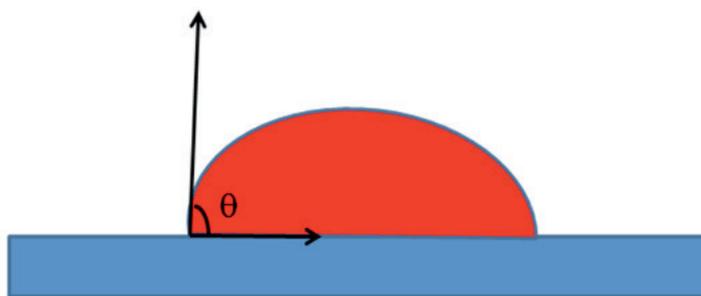


Figura 1: Definição do ângulo de contato entre uma gota líquida e superfície.

O ângulo de contato (θ) existente entre a gota de um líquido depositado sobre um substrato, com uma tensão superficial conhecida, e uma superfície sólida (substrato), depende da relação entre forças existentes, como as adesivas, que permitem com que o líquido se espalhe sobre o substrato, e as coesivas, que fazem com que a gota seja contraída a uma esfera com uma superfície mínima (SHAW, 1975). Os átomos e as moléculas do líquido apresentam a capacidade de mover-se de forma a ocupar uma posição que apresente menor energia potencial, ou seja, onde as forças atuantes estejam em equilíbrio (SILVERTEIN, 1993). Todavia, as partículas na superfície do líquido experimentam apenas forças dirigidas para dentro. Em função disso, as superfícies passam a apresentar regiões com uma maior energia, permitindo, dessa forma, que ocorra uma diferença entre as energias do material na superfície e no interior do mesmo. Essa diferença de energia existente é dita energia de superfície. De acordo com o princípio de menor energia, a natureza tende a um estado de menor energia e, em função disso, uma gota de água tende a permanecer na forma esférica, uma vez que esta forma apresenta menor área de superfície. Sendo assim, a adesão de um material sobre a superfície de um determinado substrato será melhor quanto mais favoráveis foram as interações entre as moléculas da gota e da superfície envolvida.

Dessa forma, quando $0^\circ < \theta < 90^\circ$, há o molhamento do líquido sobre a superfície, quando $\theta > 90^\circ$, o líquido não se espalha espontaneamente, portanto não ocorre o espalhamento do líquido. Quando se utiliza a água como líquido, tem-se uma superfície hidrofílica para $\theta < 90^\circ$; para $\theta > 90^\circ$, uma superfície hidrofóbica e para $\theta > 150^\circ$, superhidrofóbica (SONG e ROJAS, 2013).

Diante do contexto apresentado, o objetivo do trabalho consistiu na construção de um protótipo de baixo custo para medida do ângulo de contato de superfícies. Sua utilização será em aulas experimentais de Química que abordem a caracterização da superfície de materiais que estão presentes no cotidiano do aluno, verificando suas propriedades e aplicações.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os seguintes materiais foram utilizados para a montagem do equipamento de medida de ângulo de contato: microsseringa de cromatografia de volume 10mL da marca Hamilton, uma lanterna (Power Style), uma objetiva (Nikon), uma caixa de madeira, uma plataforma de elevação de laboratório, uma máquina fotográfica, um suporte universal para laboratório e uma garra. Para as medidas dos ângulos de contato foram utilizadas lâminas de quartzo, de vidro e teflon.

3.2 Métodos

O equipamento foi montado encaixando a lente objetiva à caixa de madeira. A caixa de madeira foi confeccionada com as seguintes dimensões: 26 cm de largura, 7,5 cm de profundidade, 27cm de altura e com uma base (pés) de 10 cm. Foi feito um orifício na caixa de madeira para o encaixe da objetiva com 6,4 cm de diâmetro de frente, 7,6 cm de diâmetro de fundo e com 9,5 cm de distância do centro do orifício à parte inferior da caixa. A plataforma de elevação ficou a uma altura de 16,5 cm para que as amostras fossem colocadas adequadamente. A caixa foi mantida a uma distância entre 50 e 60 cm da parede. Essa distância foi obtida experimentalmente regulando o foco e observando a projeção da imagem. Por fim, a lanterna foi encaixada no suporte de laboratório, de maneira que a luz incidisse sobre a amostra e a objetiva. Dessa forma, a imagem da gota foi projetada na parede.

A Figura 2 mostra como foi realizada a montagem do equipamento.



Figura 2. Montagem do equipamento para medidas de ângulo de contato.

3.3 Medidas de Ângulo de Contato

As medidas dos ângulos de contato foram realizadas através da utilização do equipamento mostrado na Figura 2. Para realizar a medida, uma gota de água com volume de 8 μL foi depositada sobre a superfície dos três tipos de materiais (lâmina de quartzo, vidro e teflon). Em seguida, as imagens das respectivas gotas de água foram coletadas com uma máquina fotográfica. As imagens foram transferidas para um computador e os valores de ângulo de contato foram obtidos através do *software* Corel Draw X6. As medidas foram feitas em triplicata.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra como é a montagem final do equipamento proposto para a medida de ângulo de contato e um exemplo de como a imagem de uma gota de água sobre uma lâmina de vidro é projetada na parede.

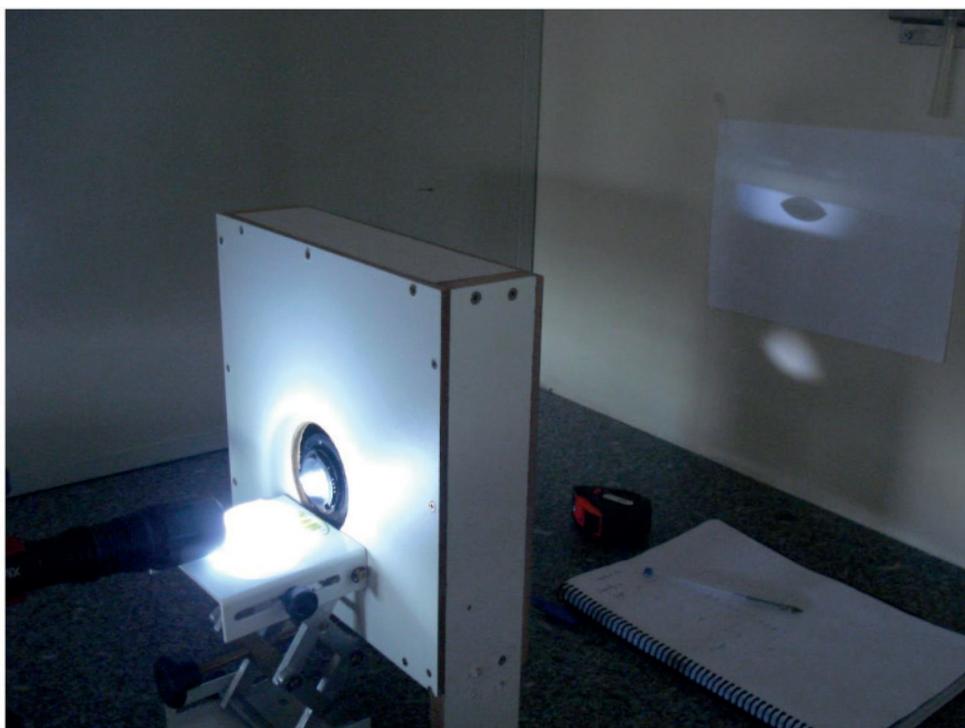


Figura 3. Projeção da gota de água para posterior determinação do ângulo de contato.

Como pode ser observado na Figura 3, foi possível identificar a formação nítida da imagem da gota de água sobre a lâmina de vidro, indicando que a montagem com os materiais utilizados neste trabalho foi satisfatória. Para verificar a reprodutibilidade na medida do ângulo de contato, foram escolhidos três diferentes tipos de superfícies, quartzo, vidro e teflon. Sendo que o quartzo e vidro são superfícies hidrofílicas, ou seja, que tem uma maior interação com a água e o teflon (politetrafluoretileno-PTFE) que é um

polímero inerte, impermeável e altamente hidrofóbico. A Figura 4 mostra as imagens das gotas de água sobre a superfície do quartzo, vidro e teflon.

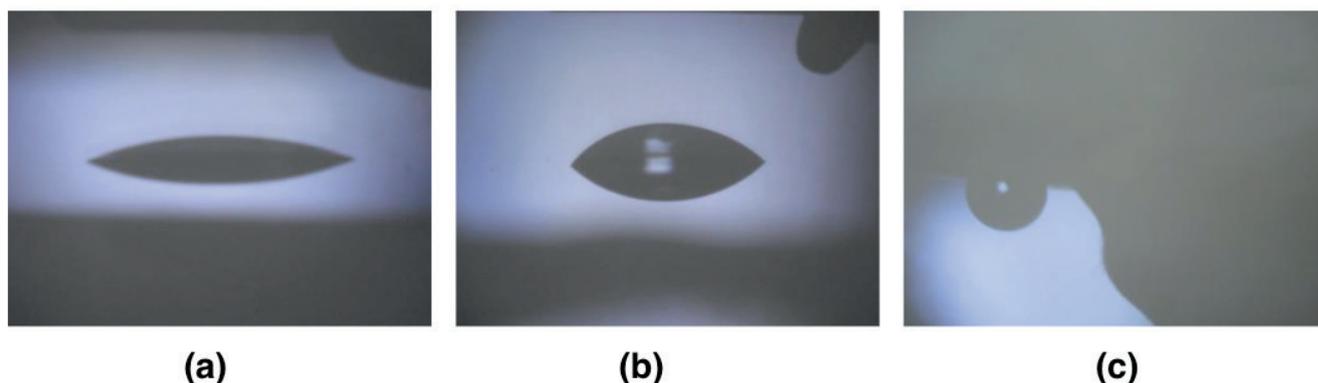


Figura 4. Imagens das gotas de água sobre as superfícies de (a) quartzo, (b) vidro e (c) teflon.

A Figura 5 mostra um exemplo de como é feito a obtenção do ângulo de contato usando a função angular do programa Core Draw X6. Após a marcação correta da linha base e da angular, o valor do ângulo de contato é obtido automaticamente.

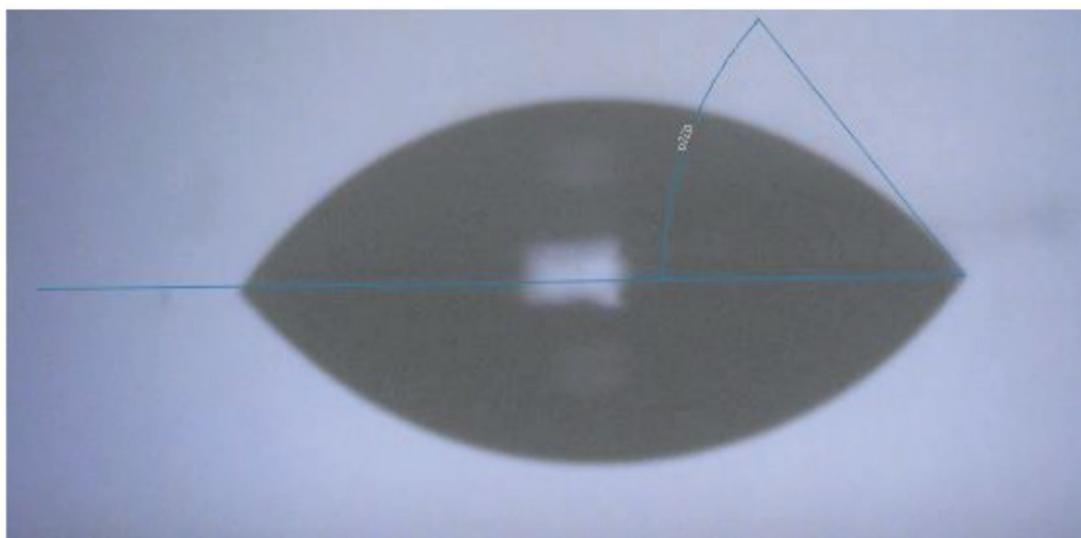


Figura 5. Exemplo de como medir o ângulo de contato usando o programa Coredraw X6 (a foto refere-se a uma gota de água sobre uma lâmina de vidro).

A Tabela 1 mostra os valores dos ângulos de contato obtidos para as superfícies do quartzo, vidro e teflon utilizando o equipamento proposto neste trabalho em comparação com os valores descritos na literatura. Como pode ser observada na Tabela 1, a maior discrepância entre os valores obtidos e os relatados na literatura aconteceu para a superfície mais hidrofóbica (teflon). Entretanto, os resultados são satisfatórios para identificar e avaliar a diferença entre uma superfície hidrofílica e hidrofóbica.

Amostra	Protótipo desenvolvido	Dados da literatura
Quartzo	$24^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$22^{\circ} \pm 4^{\circ}$ (SUMMER et al. 2004)
Vidro	$48^{\circ} \pm 5^{\circ}$	$51,05 \pm 0,84^{\circ}$ (SKLODOWSKA et al., 1999)
Teflon	$95^{\circ} \pm 2^{\circ}$	$106,2^{\circ}$ (MARTINEZ-URRUTIA et al., 2018)

Tabela 1. Valores de ângulo de contato obtidos experimentalmente e os descritos na literatura.

5 | CONCLUSÃO

Neste trabalho foi construído um protótipo de medida de ângulo de contato com materiais que estão presentes no cotidiano e que podem ser adquiridos facilmente em lojas especializadas, com valor gasto significativamente inferior a compra de um equipamento comercial. Os experimentos de medida de ângulo de contato apresentaram resultados satisfatórios que possibilitam a utilização em um ambiente escolar. Além disso, o professor pode trabalhar com vários tópicos de Química usando este experimento, tais como química de superfície, molhabilidade e interações intermoleculares.

REFERÊNCIAS

ADAMSON, A. W., GAST, A. P., **Physical Chemistry of Surfaces**; A Wiley-Interscience Publication, 6ª Ed., N.Y, 1997.

ASSIS, O. B. G. **Alteração do caráter hidrofílico de filmes de quitosana por tratamento de plasma de HMDS**. Química Nova, v. 33, n 3, p. 603-606, 2010.

CHAU, T.T.; BRUCKARD, W.J.; KOH, P.T.L.; NGUYEN, A.V. **A review of factors that affect contact angle and implications for flotation practice**. Advances in Colloid and Interface Science v. 150, p.106–115, 2009.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 3 ed., Campinas, SP, 2002.

GUPTA, A.; MONDAL, K.; SHARMA, A.; BHATTACHAYA, S. **Superhydrophobic Polymethylsilisesquoxane pinned one dimensional ZnO nanostructures for water remediation through photo-catalysis**. RSC Advances, v. 5, p. 45897-45907, 2015.

MARTINEZ-URRUTIA, A.; ARROIABE, P. F.; RAMIREZ, M.; MARTINEZ-AGIRRE, M.; MOUNIR BOU-ALI, M. **Contact angle measurement for LiBr aqueous solutions on different surface materials used in absorption systems**. International Journal of Refrigeration. v. 95, p. 182-188, 2018.

MORAES, R.; ROSITO, B. A. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 2ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

POLETTI, N. **Estrutura e Funcionamento do Ensino Fundamental**. 26ª ed. São Paulo: Ática, 2001.

SHAW, D.J., **Introdução à Química de Coloides e Superfícies**; Editora Edgard Blucher/Edusp, 1ª Ed., 1975, S.P.

SILVERSTEIN, T.P., **Polarity, miscibility and surface tension of liquids**, Journal of Chemical Education, v. 70, p. 253, 1993.

SKLODOWSKA, A.; WOZNIAK, M.; MATLAKOWSKA, R. **The method of contact angle measurements and estimation of work of adhesion in bioleaching of metals** Biological Procedures Online, v.1, p.114-121, 1999.

SONG, J.; ROJAS, O. J. **Approaching super-hydrophobicity from cellulosic materials: A Review**. Nordic Pulp and Paper Research Journal v. 28(2), p.216-238, 2013.

STRNAD, G.; CHIRILA, N.; PETROVAN, C.; RUSSU, O. **Contact Angle Measurement on Medical Implant Titanium Based**. Biomaterials. Procedia Technology, v.22, p.946 – 953, 2016.

SUMMER, A. L.; MENKE, E. J.; DUBOWSKI, Y.; NEWBERG, J. T.; PENNER, R. M., HEMMINGER, J. C.; WINGEN, L. M.; BRAUERSC, T.; FINLAYSON-PITTS, B. J. **The nature of water on surfaces of laboratory systems and implications for heterogeneous chemistry in the troposphere**. Physical Chemistry Chemical Physics, v. 6, p. 604-613, 2004.

XIONG, Z.; MA, S.; FAN, L.; TANG, Z.; ZHANG, R.; NA, H.; ZHU, J. **Surface hydrophobic modification of starch with bio-based epoxy resins to fabricate high-performance polylactide composite materials**. Composites Science and Technology v. 94, p. 16–22, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção 25, 77, 79, 99, 100, 112, 113, 118, 119, 123, 126

Adsorção 71, 72, 73, 74, 75, 76, 105

Ageing 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 44

Ângulo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Antioxidante 18, 20, 21, 23, 29, 30, 31, 38, 44, 50, 51, 52, 53, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 94

Antitussive 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Atividade Antioxidante 18, 20, 21, 23, 29, 30, 38, 50, 51, 52, 53, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 94

B

Bandas Cromatográficas 25, 26, 27, 28

Bioativos 20, 77, 78, 85, 87, 88, 92

Biopolímero 71, 72, 73, 75

C

Compósitos 2, 118, 119, 120

compostos cianogênicos 127, 128, 135

Compostos Fenólicos 17, 23, 25, 26, 27, 30, 50, 51, 52, 54, 77, 78, 79, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Contato 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 22, 46, 73, 122, 134

E

Electrical Properties 9, 13, 15

Energia 3, 37, 38, 75, 99, 109, 118, 119, 121, 122, 123, 124

Espectrofotometria 32, 77, 79, 109, 112, 113, 115, 127

Espectroscopia De Infravermelho Médio 34

F

Farinha De Amarantho 87, 88, 91, 92

Fármaco 43, 71, 72, 73, 109, 110, 112, 115, 137

Fibra De Carbono 118

Fotooxidação 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

I

Impedance Spectroscopy 9

Inibição 34, 37, 38, 39, 52, 83, 84, 85, 87, 90, 92

L

Lâmpadas Fluorescentes 45, 46, 48, 49

M

Manihot esculenta 126, 127, 136, 137

Melipona subnitida D. 50, 51, 52

Mercúrio 45, 46, 47, 48, 49, 105

Metais 95, 98, 99, 105, 106

Método Cromatográfico 23

Mikania Glomerata 59, 60, 61, 62, 68, 69, 70

Modelo Analítico 118

Molhabilidade 1, 2, 7

N

Nitroimidazóis 34, 38

P

Peperomia Pellucida 17, 18, 19, 21, 30, 31, 32

Perfil Químico 17, 18, 21, 30

Phenolic Resin 9, 10, 12, 15

Phytotherapy 59, 61, 64, 70

Pinturas 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43

Placa Cromatográfica 24, 25, 27, 28, 29

POAs 109, 110, 111, 115

Q

Qualidade De Água 95, 100, 105, 106

R

Reator De Batelada 109, 110, 111, 112

Regalrez 1094 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43

S

Superfície 1, 2, 3, 5, 6, 7, 22, 36, 37, 74, 75, 118, 122, 123, 138

T

Toxicidade 110, 132, 136

 **Atena**
Editora

2 0 2 0