

A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra 3

6,0 Gt CO₂

1,5 Gt CO₂

Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)



Ingrid Aparecida Gomes

(Organizadora)

A Produção do Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra

3

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P964 A produção do conhecimento nas ciências exatas e da terra 3
[recurso eletrônico] / Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do
Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-240-1

DOI 10.22533/at.ed.401190404

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Gomes,
Ingrid Aparecida. II. Série.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 22 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação.

As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química.

O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O LUGAR DE NASCER: A SITUAÇÃO DE FORTALEZA EM RELAÇÃO A ESTRUTURA DE HUMANIZAÇÃO DO PARTO NORMAL	
<i>Ana Edméa Teixeira Elias</i> <i>Gláucia Barbosa Sobreira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190401	
CAPÍTULO 2	10
SANGUE BOM: APLICATIVO MÓVEL PARA GERENCIAMENTO DE DOAÇÕES DE SANGUE	
<i>Renan Lamon Machado</i> <i>Luan Lamon Machado</i> <i>Susana Brunoro Costa de Oliveira</i> <i>Glaice Kelly da Silva Quirino Monfardini</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190402	
CAPÍTULO 3	17
ESTUDO SOROLÓGICO DO BOHV-1 E BVDV EM FÊMEAS BOVINAS LEITEIRAS JOVENS NA ZONA DA MATA RONDONIENSE	
<i>Caio Cezar da Silva</i> <i>Geraldo Francisco dos Santos Junior</i> <i>Evelyn Rabelo Andrade</i> <i>Jair Sábio de Oliveira Junior</i> <i>Amauri Alcindo Alfieri</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190403	
CAPÍTULO 4	19
FRACIONAMENTO E ANÁLISE ESPECTROSCÓPICA NO INFRAVERMELHO DE SUBSTÂNCIA HÚMICA PROVENIENTE DE MATERIAL DE COMPOSTAGEM	
<i>Ângelo Rafael Machado</i> <i>Joyce Cristina de Rezende</i> <i>Agnaldo Guilherme Novaes de Souza</i> <i>Vivian Machado Benassi</i> <i>Juan Pedro Bretas Roa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190404	
CAPÍTULO 5	34
A SIMULAÇÃO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DA AVEIA A PARTIR DA DENSIDADE RECOMENDADA E AJUSTADA POR REGRESSÃO NA PROPOSIÇÃO DE MELHORIA DA INDICAÇÃO DE CULTIVO	
<i>Karla Kolling</i> <i>Denis Sidinei Rossi</i> <i>Luana Henrichsen</i> <i>Odenis Alessi</i> <i>Vanessa Pansera</i> <i>José Antonio Gonzalez da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190405	

CAPÍTULO 6 40

MODELAGEM MATEMÁTICA À INOVAÇÃO NA RECOMENDAÇÃO DE NITROGÊNIO NA BASE E COBERTURA À MELHORIA DE EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO DO NUTRIENTE NA PRODUTIVIDADE DA AVEIA

Dênis Sidinei Rossi

Karla Kolling

Luana Henrichsen

Adriana Roselia Kraisig

Douglas César Reginato

José Antonio Gonzalez da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4011904046

CAPÍTULO 7 46

REAPROVEITAMENTO DA CASCA DO OVO PARA ELABORAÇÃO DE FARINHA

Caroline Dallacorte

Camila Scheffer de Quadros

Samara Moro Behling

DOI 10.22533/at.ed.4011904047

CAPÍTULO 8 56

RESÍDUOS MADEIREIROS GERADOS EM DUAS MARCENARIAS DA SERRA GAÚCHA

Márcia Keller Alves

Alexandre Gomes Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.4011904048

CAPÍTULO 9 63

VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE GRAUTE PRODUZIDO COM AGREGADOS RECICLADOS PARA O REFORÇO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

Luanna da Silva Diamantino

Edna Alves Oliveira

Jamile Salim Fuina

Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco

DOI 10.22533/at.ed.4011904049

CAPÍTULO 10 82

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E DESMATAMENTO EM RONDÔNIA: UMA ANÁLISE DA RESERVA ESTADUAL EXTRATIVISTA – RESEX JACI-PARANÁ

Ravele da Silva Santana

Siane Cristhina Pedroso Guimarães Silva

Maria da Conceição Silva

Helen Rose Oliveira da Silva

Liliana Borges Oliveira

Alcione Gomes Botelho

DOI 10.22533/at.ed.40119040410

CAPÍTULO 11	95
PROTÓTIPO DE UMA PORTA DESLIZANTE COM O MICROCONTROLADOR ARDUINO APLICADO À DISCIPLINA ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO	
<i>Felipe José Serpa da Silva</i>	
<i>José Claudenio da Silva</i>	
<i>César Vinicius Mota da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040411	
CAPÍTULO 12	103
CARTOGRAFIA E ICONOGRAFIA ANTIGAS NO PROCESSO EVOLUTIVO DAS TORRES MILITARES, CIVIS E RELIGIOSAS NA CIDADE DE ÉVORA - PORTUGAL	
<i>Maria do Céu Simões Tereno</i>	
<i>Maria Filomena Mourato Monteiro</i>	
<i>Marizia Clara de Menezes Dias Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040412	
CAPÍTULO 13	119
ESFERA DE BLOCH: INTERAÇÃO ENTRE TRENS DE PULSOS E SISTEMAS ATÔMICOS	
<i>Ronaldo Adriano do Nascimento Rodrigues</i>	
<i>Marco Polo Moreno de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040413	
CAPÍTULO 14	133
ESTUDO DO GELO DE METANOL BOMBARDEADO POR AGENTES IONIZANTES EM AMBIENTES ASTROFÍSICOS SIMULADOS EM LABORATÓRIO	
<i>Fabricio Moreira Freitas</i>	
<i>Sergio Pilling Guapyassu de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040414	
CAPÍTULO 15	144
POTENCIAL DE INIBIÇÃO DE CORROSÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DOS FRUTOS DE <i>Azadirachta indica</i> A. Juss (NIM, MELIACEAE)	
<i>Francisco Idelbrando Lima Rodrigues</i>	
<i>José Eduardo da Silva</i>	
<i>Francisco Lucas Alves Batista</i>	
<i>Franciglauber Silva Bezerra</i>	
<i>Luisa Célia Melo</i>	
<i>Francisco Ernani Alves Magalhães</i>	
<i>Francisco André Andrade de Aguiar</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040415	
CAPÍTULO 16	152
PROPOSTA AVALIATIVA EM QUÍMICA GERAL A PARTIR DO ASSUNTO OLIMPÍADAS	
<i>Veronica de Melo Sacramento</i>	
<i>Gliciane Ramos Azevedo Oliveira</i>	
<i>Jessyka Mylleny Soares</i>	
<i>Anne Caroline Oliveira Araújo</i>	
<i>Melquisedeque Seixas Neves</i>	
<i>Renato Lucas Vieira Magalhães</i>	
<i>Matheus Filipe Ramos Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040416	

CAPÍTULO 17	160
UMA ABORDAGEM BASEADA EM WEBSOCKET PARA COMUNICAÇÃO EM TEMPO REAL NO GENEMAISLAB	
<i>Eliseu Germano</i>	
<i>Marcelo Gonçalves Narciso</i>	
<i>Edgard Henrique dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040417	
CAPÍTULO 18	170
UMA PRÁTICA DE DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE SOLAR	
<i>Alessandro Chicarelli Pereira</i>	
<i>Lev Vertchenko</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040418	
CAPÍTULO 19	180
RELAÇÃO ENTRE VÓRTICES CICLÔNICOS DE ALTOS NÍVEIS E FORMAÇÃO DE DUTOS ATMOSFÉRICOS DE SUPERFÍCIE NA ÁREA DO AEROPORTO DE PETROLINA PE	
<i>Magaly de Fatima Correia</i>	
<i>André Gomes Penaforte</i>	
<i>Maria Regina da Silva Aragão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040419	
CAPÍTULO 20	195
PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE PARA MANGUEIRAS HIDRÁULICAS DOS VEÍCULOS COMPACTADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS	
<i>Francisco Igo Felix Gomes</i>	
<i>João Marcelo Carneiro</i>	
<i>Jully Amanda de Oliveira Ramos</i>	
<i>Lorena de Freitas Cavalcante</i>	
<i>Monaliza Sousa de Assis</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040420	
CAPÍTULO 21	202
RECURSOS HÍDRICOS DA CIDADE DE ÉVORA: (RE)INTERPRETAÇÃO DE ALGUMA CARTOGRAFIA E ICONOGRAFIA HISTÓRICAS DA CIDADE	
<i>Maria Filomena Mourato Monteiro</i>	
<i>Maria do Céu Simões Tereno</i>	
<i>Marizia Clara de Menezes Dias Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040421	
CAPÍTULO 22	219
SELEÇÃO DE INDICADORES ASSOCIADOS À AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
<i>Danielle Agnes M. dos Santos</i>	
<i>Fernando Jorge C. M. Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040422	
SOBRE A ORGANIZADORA	242

POTENCIAL DE INIBIÇÃO DE CORROSÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DOS FRUTOS DE *Azadirachta indica* A. Juss (NIM, MELIACEAE)

Francisco Idelbrando Lima Rodrigues

Escola de Ensino Médio de Tempo Integral Lili
Feitosa
Tauá – Ceará

José Eduardo da Silva

Escola de Ensino Médio José Ferreira Barbosa
Aiuaba – Ceará

Francisco Lucas Alves Batista

Universidade Regional do Cariri, URCA
Crato – Ceará

Franciglauber Silva Bezerra

Centro de Educação, Ciências e Tecnologia da
Região dos Inhamuns, CECITEC/UECE
Tauá – Ceará

Luisa Célia Melo

Centro de Educação, Ciências e Tecnologia da
Região dos Inhamuns, CECITEC/UECE
Tauá – Ceará

Francisco Ernani Alves Magalhães

Centro de Educação, Ciências e Tecnologia da
Região dos Inhamuns, CECITEC/UECE
Tauá – Ceará

Francisco André Andrade de Aguiar

Centro de Educação, Ciências e Tecnologia da
Região dos Inhamuns, CECITEC/UECE
Tauá – Ceará

RESUMO: Na atualidade o fenômeno da corrosão tem representado um sério problema para a economia mundial, sendo encontrado

em vários materiais que podem ser metais ou até mesmo não metais, causando ao longo do tempo perdas irreversíveis. Com o passar dos anos surgiu métodos de controle e de prevenção da corrosão, tais como proteção anódica, proteção catódica, revestimentos, uso de inibidores, entre outros. Nos dias atuais a aplicação de inibidores tornou-se um método de suma importância principalmente quando os produtos naturais apresentam alta eficiência de inibição e sua composição não oferece riscos de intoxicação. Este trabalho teve como objetivo investigar o potencial de inibição de corrosão do extrato etanólico dos frutos de *Azadirachta indica* A. Juss. O teste foi realizado através do método de perda de massa, na presença de aço-carbono em meio contendo ácido sulfúrico diluído (0,1 M). Discos de aço-carbono ficaram imersos, por 24 - 120 horas, em soluções do extrato (1.000 - 10.000 mg/L). Como resultado, o EtFrNim apresentou potencial de inibição de corrosão, chegando a um valor máximo de 69,60% na concentração de 10.000 mg.L⁻¹. Vale salientar que esta eficiência de inibição está bem próxima do valor mínimo de 70% necessário para a classificação de bom inibidor de corrosão. A deterioração sobre a superfície dos discos de aço-carbono é característica de uma corrosão alveolar generalizada.

PALAVRAS-CHAVE: Inibidores de corrosão; *Azadirachta indica* A. Juss; Discos de aço-

carbono.

ABSTRACT: At present the phenomenon of corrosion has been a serious problem for the world economy, being found in several materials that can be metals or even nonmetals, causing irreversible losses over time. Over the years, methods of control and prevention of corrosion, such as anodic protection, cathodic protection, coatings, use of inhibitors, among others emerged. Nowadays the application of inhibitors has become a very important method especially when the natural products have high inhibition efficiency and its composition does not pose risks of intoxication. The objective of this work was to investigate the potential for corrosion inhibition of *Azadirachta indica* A. Juss. The test was performed using the mass loss method in the presence of carbon steel in medium containing dilute sulfuric acid (0.1 M). Carbon steel discs were immersed for 24 - 120 hours in extract solutions (1.000 – 10.000 mg/L). As a result, EtFrNim showed corrosion inhibition potential, reaching a maximum value of 69.60% at the concentration of 10.000 mg.L⁻¹. It is worth mentioning that this inhibition efficiency is very close to the minimum value of 70% necessary for the classification of good corrosion inhibitor. Deterioration on the surface of carbon steel discs is characteristic of generalized honeycomb corrosion.

KEYWORDS: Inhibitors of corrosion; *Azadirachta indica* A. Juss; Carbon steel discs.

1 | INTRODUÇÃO

Os materiais, sejam os metálicos ou em menor intensidade os orgânicos, estão suscetíveis à corrosão, um processo que é resultado da interação entre o meio e o material, causando sua deterioração (MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2004). No caso dos encanamentos a corrosão deteriora o material das tubulações que está em contato com o ambiente de serviço. Em gasodutos as falhas podem resultar em possíveis reparos e despesas de monitoramento, que custam à economia mundial bilhões de dólares anualmente (VANAEI, ESLAMI; EGBEWANDE, 2017).

Dentre os vários métodos de controle e de prevenção da corrosão, temos a proteção catódica, anódica, uso de inibidores, entre outros. Nos últimos anos o uso de inibidores se tornou muito popular, em razão de sua praticidade de aplicação nos setores da indústria e no cotidiano (de ALENCAR *et al.*, 2013). Inibidores são substâncias ou misturas de substâncias que quando presentes no meio têm a capacidade de reduzir ou até mesmo parar o processo de corrosão (GENTIL, 2003).

Na indústria, exemplo disso são as soluções ácidas utilizadas nos processos de decapagem dos metais para a remoção de produtos indesejáveis e ferrugem, sendo os ácidos clorídrico e sulfúrico os largamente utilizados nesses processos. O uso de inibidores nesses processos confere proteção contra a corrosão evitando a dissolução de metais e o consumo de ácido (CHAUHAN; GUNASEKARAN, 2007).

Algumas condições devem ser observadas na hora de se escolher um bom

inibidor de corrosão, são elas: o custo do inibidor, que não pode ser alto em relação ao metal que deve ser protegido, a quantidade e a toxicidade em relação aos seres vivos e ao meio ambiente. Neste sentido, tem-se buscado por inibidores de corrosão que sejam baratos e não tóxicos, como por exemplo, os inibidores naturais, isto é, aqueles oriundos de plantas. Dos estudos com o nim, uma planta não-nativa do bioma Caatinga, se chegou a identificar que o extrato das folhas era inibidor de corrosão para alguns metais, entre esses, o aço, o zinco e o cobre (de ALENCAR *et al.*, 2013).

Este trabalho teve como objetivo investigar o potencial de inibição de corrosão do extrato etanólico dos frutos de *Azadirachta indica* A. Juss, utilizando método de perda de massa.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Extrato dos frutos de *Azadirachta indica* A. Juss (Nim)

O extrato dos frutos do Nim (EtFrNim) utilizado nestes experimentos encontrava-se armazenado em geladeira (5°C) no nosso laboratório e foi preparado com etanol comercial (96°GL) por extração a frio, conforme da Silva (2014).

2.2 Discos de aço-carbono e ensaios de imersão

Foram utilizados discos de aço-carbono com composição de 96% de ferro e 4% de carbono, apresentando uma área superficial de 1.055,04 mm² cada, com variações de massas entre 9,2370 - 9,5667 g. As amostras passaram por lixamento com lixa d'água Advance nº 400 para retirada de imperfeições existentes na superfície, posteriormente foram lavadas e secas seguindo metodologia de Alencar *et al.*, (2013) com modificações.

Os ensaios de imersão foram realizados a uma temperatura de 25°C, em 35 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄; 0,1 M). As amostras foram divididas em cinco sistemas, sendo 1 somente em meio ácido e os outros 4 variando a concentração de 1.000 – 10.000 mg/L do EtFrNim a partir da adição de duas gotas do agente solubilizante Tween polissorbato 80 (Tween 80). As amostras foram submetidas a tempos de imersão de 24, 48, 72, 96 e 120 horas.

2.3 Taxa de corrosão

Com base nas medidas de massa e área superficial foi calculado o valor da taxa de corrosão dos discos nas soluções ácidas seguindo Oliveira *et. al.*, (2010), representado na Equação (1).

$$P = \frac{(m_i - m_f)}{St} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: m_i e m_f (g) representam a massa inicial e final do disco, respectivamente, S (mm^2) corresponde a área superficial, t (h) equivale o tempo de exposição e P ($\text{g} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) a taxa de corrosão do disco.

2.4 Eficiência de inibição

Após ser calculado a taxa de corrosão dos discos de aço, foi possível determinar a eficiência de inibição do extrato natural (CHAUHAN; GUNASEKARAN, 2007), representado pela equação (2).

$$E_i = \left(\frac{P_e - P_a}{P_e} \right) \cdot 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: P_a e P_e ($\text{g} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) representam a taxa de corrosão no disco de aço-carbono sem e com o extrato, respectivamente, e E_i representa a eficiência de inibição em porcentagem.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perda de massa em função do tempo

A partir dos resultados da corrosão no aço-carbono em solução de ácido sulfúrico $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ na presença e na ausência do extrato dos frutos do nim, foi traçado o gráfico do tempo versus a perda de massa. De acordo com os valores encontrados, pode-se perceber que a faixa de concentração em que a corrosão ocorre de forma mais acentuada é a que usa $1.000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ do extrato, só perdendo para os tempos de 24 e 48 horas na faixa de concentração de $2.500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Observe a figura 1.

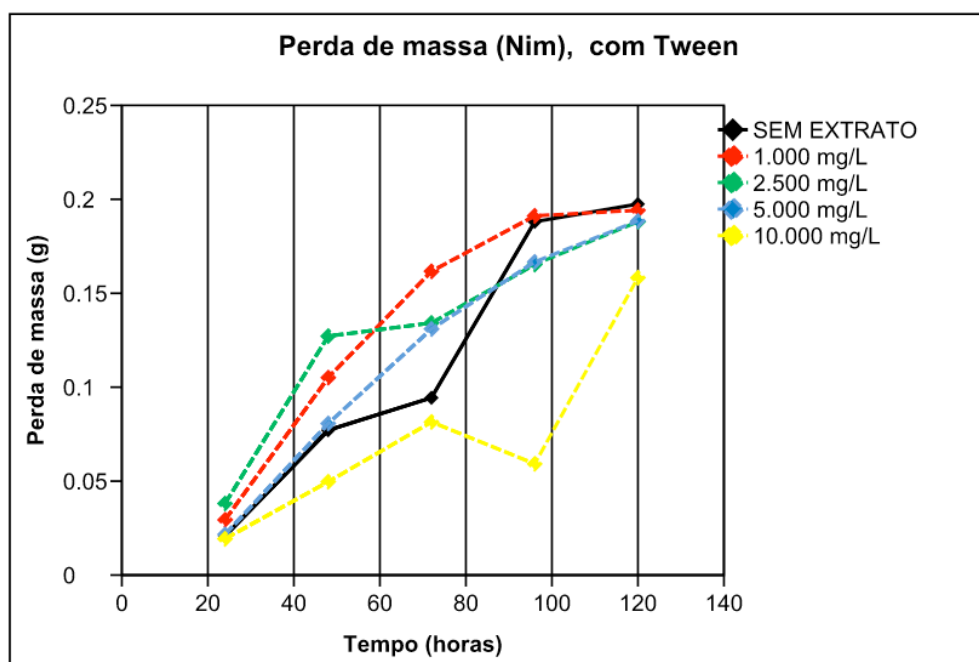


Figura 1: Perda de massa em função do tempo. Ensaios experimentais de corrosão em discos

de aço-carbono. Condições experimentais: solução 0,1 M de H₂SO₄; temperatura de 25°C; volume de 35 mL; agente solubilizante tween 80.

Na figura 1 à medida que o tempo varia, ocorre uma perda de massa nos discos sem extrato e naqueles com diferentes concentrações. Essa perda de massa é sempre progressiva, ocasionada pelo ataque das espécies do meio ácido sobre a superfície metálica do material, para valores bem definidos observe a tabela 1. A maior perda de massa ocorreu no ensaio sem extrato no tempo de 120 horas e foi de 0,1975 g do material.

Concentração do extrato	Tempo em Horas				
	24	48	72	96	120
	Perda de massa (g)				
Sem extrato	0,0208	0,0771	0,0944	0,1881	0,1975
1.000 mg.L ⁻¹	0,0294	0,1051	0,1617	0,1912	0,1942
2.500 mg.L ⁻¹	0,0381	0,1272	0,1342	0,1653	0,1881
5.000 mg.L ⁻¹	0,0216	0,0807	0,131	0,1667	0,1885
10.000 mg.L ⁻¹	0,0193	0,0497	0,0815	0,0592	0,1583

Tabela 1: Perda de massa em função do tempo em discos de aço-carbono na ausência e presença de extrato de frutos de *Azadirachta indica* A. Juss.

3.2 Taxa de corrosão em função da concentração

A perda de material expressa como a taxa de corrosão (g.mm⁻².h⁻¹) para os discos de aço-carbono contendo diferentes concentrações de extratos é um dado muito importante, uma vez que diz qual a melhor concentração para uma boa inibição da corrosão. O que há de se esperar é que as taxas de corrosão diminuam com o aumento da concentração do extrato, indicando que a extensão da inibição é dependente da quantidade de extrato presente (UWAH *et al.*, 2013). Na tabela 2 observa-se a menor taxa de corrosão de 5,84x10⁻⁷ g.mm⁻².h⁻¹ na concentração de 10.000 mg.L⁻¹, em contraponto a uma maior taxa de corrosão de 2,51x10⁻⁶ g.mm⁻².h⁻¹, que se dar na concentração de 2.500 mg.L⁻¹. Em termos de comparação simples pela razão entre a maior e a menor taxa, tem-se que nas melhores condições a corrosão pôde ser reduzida em mais de 4 vezes.

Concentração do extrato	Tempo em Horas				
	24	48	72	96	120
	Taxa de corrosão (g.mm ⁻² .h ⁻¹)				
Sem extrato	8,21x10 ⁻⁷	1,52x10 ⁻⁶	1,24x10 ⁻⁶	1,86x10 ⁻⁶	1,56x10 ⁻⁶
1.000 mg.L ⁻¹	1,16x10 ⁻⁶	2,08x10 ⁻⁶	2,13x10 ⁻⁶	1,89x10 ⁻⁶	1,53x10 ⁻⁶
2.500 mg.L ⁻¹	1,50x10 ⁻⁶	2,51x10 ⁻⁶	1,77x10 ⁻⁶	1,63x10 ⁻⁶	1,49x10 ⁻⁶
5.000 mg.L ⁻¹	8,53x10 ⁻⁷	1,59x10 ⁻⁶	1,72x10 ⁻⁶	1,65x10 ⁻⁶	1,49x10 ⁻⁶
10.000 mg.L ⁻¹	7,62x10 ⁻⁷	9,81x10 ⁻⁷	1,07x10 ⁻⁶	5,84x10 ⁻⁷	1,25x10 ⁻⁶

Tabela 2: Taxa de corrosão em função da concentração de extrato de frutos de *Azadirachta*

3.3 Eficiência de inibição em função da concentração

Observando o gráfico da figura 2, bem como a tabela 3, fica claro que a eficiência de inibição do extrato sobre os discos de aço-carbono aumenta à medida que se adiciona mais extrato. A maior eficiência de inibição é de 69,60%, em uma concentração de 10.000 mg.L⁻¹.

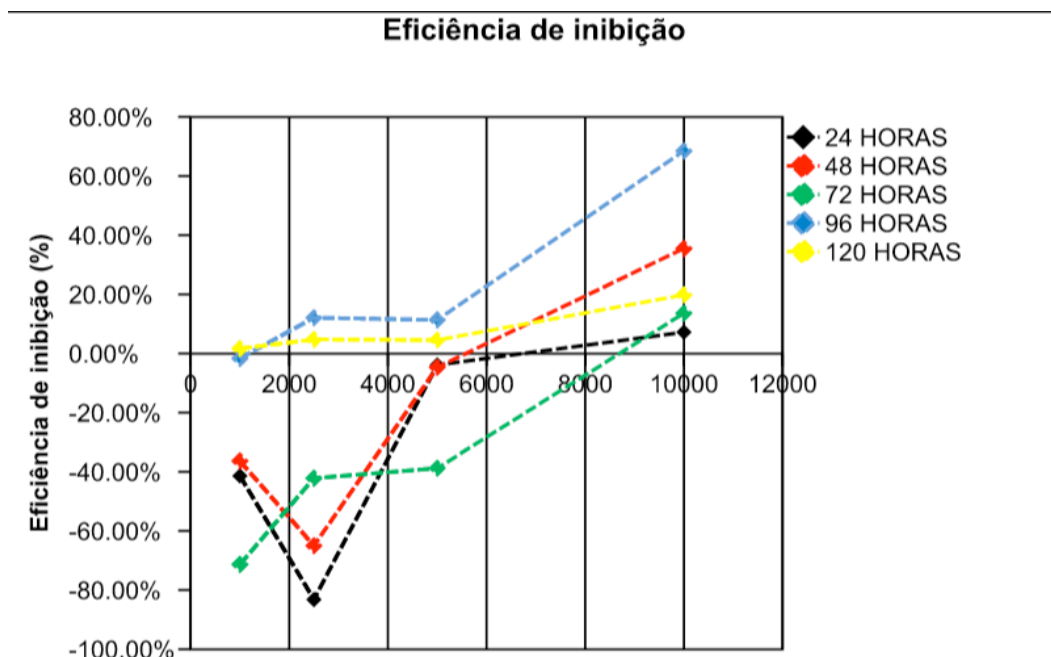


Figura 2: Eficiência de inibição em função da concentração do extrato de frutos de *Azadirachta indica A. Juss*. Ensaios experimentais de corrosão em discos de aço-carbono. Condições experimentais: solução 0,1 M de H₂SO₄; temperatura de 25°C; volume de 35 mL; agente solubilizante tween 80.

Para um inibidor de corrosão ser considerado bom, a eficiência de inibição deve ser $\geq 70\%$. Para o extrato dos frutos de *Azadirachta indica A. Juss* utilizado neste artigo, a máxima eficiência de inibição não apresenta valor tão discrepante com o da literatura, e pouco falta para esse extrato ser considerado como bom inibidor. Abaixo na tabela 3 a eficiência de inibição em cada uma das concentrações.

Concentração do extrato	Tempo em Horas				
	24	48	72	96	120
	Eficiência de inibição (%)				
1.000 mg.L ⁻¹	-41,29	-36,84	-71,77	-1,61	1,92
2.500 mg.L ⁻¹	-82,70	-65,13	-42,74	12,37	4,49
5.000 mg.L ⁻¹	-3,90	-4,61	-38,71	11,29	4,49
10.000 mg.L ⁻¹	7,19	35,46	13,71	69,60	19,87

Tabela 3: Eficiência de inibição em função da concentração de extrato de frutos de *Azadirachta indica A. Juss* em discos de aço-carbono.

3.4 Tipo de corrosão

Na figura 3 tem-se a representação dos discos utilizados nos ensaios de corrosão. Percebe-se que o disco 1 é o que apresenta a superfície mais danificada e o 5 a superfície mais lisa, refletindo a ação corrosiva dos meios em que estavam em contato. O disco 5 tinha como contato o meio ácido contendo 10.000 mg.L^{-1} , nessa concentração ocorre a maior eficiência de inibição. A deterioração sobre a superfície dos discos é característica de uma corrosão alveolar generalizada, onde ocorrem sulcos ou escavações semelhantes a alvéolos, tendo esses, fundo arredondado e profundidade geralmente menor que seu diâmetro (GENTIL, 2003).

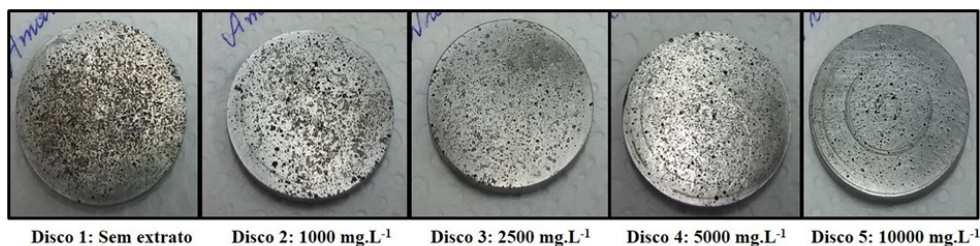


Figura 3: Superfície dos discos de aço-carbono depois de submetidos em meio corrosivo com extrato de frutos de *Azadirachta indica* A. Juss.

No final dos ensaios de corrosão os discos de aço apresentaram uma película em toda extensão de sua área superficial, semelhante a que pode ser observada na figura 4. Essa película de proteção oferece resistência a difusão de espécies entre o material e o meio corrosivo, diminuindo a perda de massa.

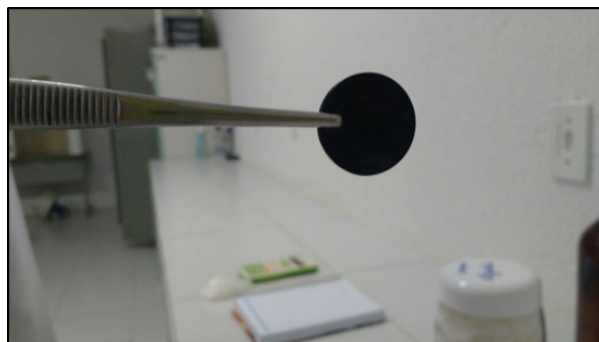


Figura 4: Superfície de disco de aço-carbono com película em toda a extensão de sua área superficial decorrido tempo de 24 horas. Meio ácido sem presença de extrato.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados aqui apresentados demonstram que o extrato etanólico dos frutos do Nim apresentou potencial inibidor de corrosão, chegando a um valor máximo de 69,60 % na concentração de 10.000 mg.L^{-1} . Vale salientar que esta eficiência de inibição está bem próxima do valor mínimo de 70% necessário para a classificação de bom inibidor de corrosão. A deterioração sobre a superfície dos discos de aço-carbono

foi característica de uma corrosão alveolar generalizada.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os colaboradores do Grupo de Pesquisa Biotecnologia em Recursos Naturais (BIOREN-CECITEC-Tauá-CE) e ao CECITEC-UECE pelo suporte.

REFERÊNCIAS

CHAUHAN, L. R.; GUNASEKARAN, G. Corrosion inhibition of mild steel by plant extract in dilute HCl medium. **Corrosion Science**, v. 49, ed. 3, p. 1143-1161, 2007;

DA SILVA, D. A. **Prospecção de metabólitos especiais e atividade larvicida de extratos etanólicos de *Azadirachta Indica* A. Juss. (Nim), coletada em Tauá-Ce frente a larvas de mosquitos *Aedes aegypti***. 56p. Monografia: Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Estadual do Ceará, Tauá, Ceará, Brasil, 2014;

DE ALENCAR, M. F. A.; DE OLIVEIRA, L. R. F.; GOMES, R. S.; GOMES, F. F. S.; ARAÚJO NETO, J. A. M.; FERREIRA JÚNIOR, J. M.; DA SILVA, R. C. B.; Extratos de plantas da Caatinga como inibidor de corrosão. In: **V Congresso Norte-Nordeste de Química**, Natal, Rio Grande do Norte. Anais 570, p. 15, 2013;

DE LIMA, D. R. **Prospecção de metabólitos especiais e avaliação da toxicidade frente a *Artemia salina* de extratos etanólicos de folhas, cascas, galhos e raízes de *Cnidocolus phyllacanthus*, *Euphorbiaceae*, coletada na Caatinga da Região dos Inhamuns do Nordeste Brasileiro**. Monografia. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Estadual do Ceará, Tauá, Ceará, Brasil, 2011;

GENTIL, V. Corrosão. Livros Técnicos e científicos editoriais **Editora S. A**, quarta edição, Rio de Janeiro, 2003;

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B.; Corrosão: Um exemplo usual de fenômeno químico. **Química Nova na Escola**, v. 19, p. 11-14, 2004;

OLIVEIRA JUNIOR, E. P.; PEREIRA, W. G.; ARAÚJO, S. V. L.; ABREU, F. D.; SILVA, R. C. B. Caracterização do extrato de *Z. syncarpum* Tull como inibidor da corrosão do cobre metálico em HCl 1 M. **50º Congresso Brasileiro de Química**, Cuiabá – MT, 2010;

UWAH, I. E.; OKAFOR, P. C.; EBIEKPE, V. E. Inhibitive action of ethanol extracts from *Nauclea latifolia* on the corrosion of mild steel in H₂SO₄ solutions and their adsorption characteristics. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 6, ed. 3, p. 285-293, 2013;

VANAEI, H. R.; ESLAMI, A.; EGBEWANDE, A. A review on pipeline corrosion, in-line inspection (ILI), and corrosion growth rate models. **International Journal of Pressure Vessels and Piping**, v. 149, p. 43-54, 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

Ingrid Aparecida Gomes - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-240-1

