

COLEÇÃO

# DESAFIOS

DAS

# ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA QUÍMICA



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

 Atena  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA QUÍMICA**



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

 Atena  
Editora  
Ano 2021

<b>Editora chefe</b>	
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira	
<b>Assistentes editoriais</b>	
Natalia Oliveira	
Flávia Roberta Barão	
<b>Bibliotecária</b>	
Janaina Ramos	
<b>Projeto gráfico</b>	
Natália Sandrini de Azevedo	
Camila Alves de Cremo	
Luiza Alves Batista	
Maria Alice Pinheiro	2021 by Atena Editora
<b>Imagens da capa</b>	Copyright © Atena Editora
iStock	Copyright do Texto © 2021 Os autores
<b>Edição de arte</b>	Copyright da Edição © 2021 Atena Editora
Luiza Alves Batista	Direitos para esta edição cedidos à Atena
<b>Revisão</b>	Editora pelos autores.
Os autores	Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

#### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. Elio Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Cândido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Gílrene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

#### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**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  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
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

**Coleção desafios das engenharias: engenharia química**

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia química /  
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. –  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-226-2  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.262212307>

1. Engenharia química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel  
da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 660

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## **DECLARAÇÃO DOS AUTORES**

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declararam que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## **DECLARAÇÃO DA EDITORA**

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de e-commerce, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

O e-book: “Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Química” constituído por dezessete capítulos de livros apresenta trabalhos das mais diversas áreas e que demonstram o quanto à área de Engenharia Química é interdisciplinar.

O primeiro trabalho avaliou a importância de se trabalhar em equipe por meio de projetos que contribuíra para um processo de ensino-aprendizagem mais significativo. No capítulo 2 e 3 são apresentados trabalhos sobre temáticas que geram muita discussão e resistência por parte da sociedade em aceitar: o potencial de contaminação dos cemitérios localizadas dentro do perímetro urbano da cidade e o tratamento de efluentes da indústria farmacêutica.

Os capítulos de 4 a 6 apresentam estudos que objetivam remover classes de contaminantes utilizando processos de adsorção tendo como adsorventes resíduos provenientes de garrafas PET e carvão ativado obtido a partir de ossos bovinos. Além disso, é apresentado um trabalho que avaliou a eficiência de um Processo Oxidativo Avançado ( $H_2O_2/UV$ ) para remoção do corante verde Malaquita. Já os capítulos 7 e 8 apresentam estudos que utilizam biomassa provenientes do caroço do abacate e da fibra da casca de coco verde com o intuito de melhorar o processo de inibição da corrosão do aço carbono e o galvanizado, aumentando sua durabilidade e reduzindo custos. O capítulo 9 apresenta a aplicação em processos biotecnológicos que visam o isolamento de fungos por intermédio de atividades enzimáticas a partir da utilização de casca de café.

Os capítulos de 10 a 13 apresentam trabalhos que buscaram avaliar a potencialidade de matérias-primas provenientes de fontes naturais para a obtenção de uréia a partir de biogás; obtenção de energia a partir de células combustíveis proveniente de micro-organismos; obtenção de briquetes a partir de co-produtos da agroindústria e caracterização de microplásticos encontrados em ecossistemas aquáticos. Já os capítulos de 14 a 17 tratam de temas bem diversificados: *i)* caracterização físico-química de briquetes a partir do tratamento térmico; *ii)* estudo comparativo do calor específico do leite provenientes de diferentes espécies de animais; *iii)* proposta de um método colorimétrico alternativo e de baixo custo para quantificação de glicose e *iv)* análise da intensidade do refino sobre as propriedades do papel de fibras de NSBK.

Neste sentido, a Atena Editora vem trabalhando e buscando cada vez mais a excelência em publicação de livros e capítulos de livros de acordo com os critérios estabelecidos e exigidos pela CAPES para obtenção do *Qualis L1*. Com o compromisso de colaborar e auxiliar na divulgação e disseminação de trabalhos acadêmicos provenientes das inúmeras instituições de ensino públicas e privadas do Brasil e de outros países com acesso gratuito em diferentes plataformas digitais.

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1..... 1

A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES DO TRABALHO EM EQUIPE NO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA NA FES ZARAGOZA

Ana Lilia Maldonado Arellano

María Esmeralda Bellido Castaños

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123071>

### CAPÍTULO 2..... 11

ANÁLISE DA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO E SOLO DO CEMITÉRIO MUNICIPAL FREI EDGAR – JOAÇABA – SC

José Carlos Azzolini

Daniel Claudino de Mello

Fabiano Alexandre Nienov

Eduarda de Magalhães Dias Frinhani

Adriana Biasi Vanin

Analu Mantovani

Leonardo Henrique de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123072>

### CAPÍTULO 3..... 27

ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA, MODELAGEM MATEMÁTICA E SIMULAÇÃO DO TRATAMENTO VIA DIGESTÃO ANAERÓBIA DO LODO PROVENIENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLuentes DE INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Thalles de Assis Cardoso Gonçalves

Mário Luiz Pereira Souza

João Victor Silva Cardoso

Hugo Lopes Ferreira

Vitor Miller Lima Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123073>

### CAPÍTULO 4..... 39

ESTUDOS INICIAIS DO USO DE RESÍDUOS DE PET (POLITEREFALATO DE ETILENO) COMO ADSORVENTE DO ÍON METÁLICO MANGANÊS ( $Mn^{2+}$ ) EM SOLUÇÕES AQUOSAS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Vanessa Pires

Priscila Afonso Rodrigues de Sousa

Bruno Elias dos Santos Costa

Luciana Melo Coelho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123074>

### CAPÍTULO 5..... 51

ADSORÇÃO DO HORMÔNIO  $17\beta$ -ESTRADIOL EM CARVÃO ATIVADO DE OSSO BOVINO

Ramiro Picoli Nippes

Paula Derksen Macruz  
Fernando Henrique da Silva  
Aline Domingues Gomes  
Patricia Lacchi da Silva  
Camila Pereira Girotto  
Mauricio Khenaifes  
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123075>

**CAPÍTULO 6.....60**

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> NA DESCOLORAÇÃO DO CORANTE VERDE DE MALAQUITA

Nayra Fernandes Santos  
Ana Beatriz Neves Brito  
Carlos Minoru Nascimento Yoshioka

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123076>

**CAPÍTULO 7.....71**

AVALIAÇÃO DO PÓ DA FIBRA DA CASCA DE COCO VERDE COMO INIBIDOR DE CORROSÃO NATURAL DO AÇO CARBONO EM MEIO ÁCIDO

Stéfany Saraiva Viana  
Gabriel Abelha Carrijo Gonçalves  
Lhaira Souza Barreto  
Miriam Sanae Tokumoto  
Fernando Cotting  
Vera Rosa Capelossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123077>

**CAPÍTULO 8.....83**

APLICAÇÃO DE FILMES DE SILANO VS/GPTMS MODIFICADOS COM O CAROÇO DO ABACATE PARA A PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DO AÇO GALVANIZADO

Luís Gustavo Costa Nimo Santos  
Nayara Maria Santos de Almeida  
Franco Dani Rico Amado  
Fernando Cotting  
Isabella Pacifico Aquino  
Vera Rosa Capelossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123078>

**CAPÍTULO 9.....94**

ISOLAMENTO DE FUNGOS COM ATIVIDADES ENZIMÁTICAS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO A PARTIR DA CASCA DE CAFÉ

Flaviana Pena Natividade  
Boutros Sarrouh

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123079>

**CAPÍTULO 10.....112****TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EMPREGADAS EM ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS BRASILEIROS**

Maurício Zimmer Ferreira Arlindo

Andressa Rossatto

Taiana Denardi de Souza

Christiane Saraiva Ogrodowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230710>**CAPÍTULO 11.....118****PIRÓLISE SUAVE DE BRIQUETES DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS**

Amanda de Araújo Drago

Viktória Oliveira Diaz de Lima

Débora Hungaro Micheletti

Aline Bavaresco dos Santos

Adriana Ferla de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230711>**CAPÍTULO 12.....126****OBTENÇÃO DE UREIA A PARTIR DE BIOGÁS: BALANÇOS MATERIAIS E ENERGÉTICOS**

Daniela de Araújo Sampaio

Júlio Sancho Linhares Teixeira Militão

Jeferson Marcos Silva Moraes

Ana Paula Machado Pereira

Antônio Carlos Duarte Ricciotti

Viviane Barrozo da Silva

Hebert Sancho Linhares Garcez Militão

Diogo Kesley Oliveira de Menezes

Avner Vianna Gusmão Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230712>**CAPÍTULO 13.....140****INTEGRAÇÃO DE SISTEMA DE ELUTRIAÇÃO EM CÉLULA COMBUSTÍVEL MICROBIOLÓGICA PARA ALIMENTAÇÃO CONTÍNUA DE MATÉRIA ORGÂNICA E GERAÇÃO DE ENERGIA**

Ricardo Pereira Branco

Taiana Denardi de Souza

Christiane Saraiva Ogrodowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230713>**CAPÍTULO 14.....144****CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ENERGÉTICA DE BRIQUETES DE GUANDU SUBMETIDOS A TRATAMENTO TÉRMICO**

Viktória Oliveira Diaz de Lima

Débora Hungaro Micheletti

Matheus de Paula Gonçalves

Fernanda Bach Gasparin

Bruno Aldo de Moura Nekel Ribeiro

Aline Bavaresco dos Santos

Valdir Luiz Guerini

Adriana Ferla de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230714>

**CAPÍTULO 15.....152**

ESTUDO COMPARATIVO DO CALOR ESPECÍFICO DE LEITE DE DIFERENTES ESPÉCIES ANIMAIS: INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO E DA TEMPERATURA

Halissom Clever Sanches

Rodrigo Rodrigues Evangelista

Marcio Augusto Ribeiro Sanches

André Luiz Borges Machado

Ana Lúcia Barreto Penna

Javier Telis Romero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230715>

**CAPÍTULO 16.....169**

DETERMINAÇÃO COLORIMÉTRICA DE GLICOSE ATRAVÉS DA FORMAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE OURO SOBRE PAPEL

Jacqueline Arguello da Silva

Bernardo Brito Vacaro

Vladimir Lavayen

Thágóor Moreira Klein

Manoelly Oliveira Rocha

Vanessa Cezar Ribas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230716>

**CAPÍTULO 17.....181**

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA INTENSIDADE DO REFINO TIPO PFI NAS PROPRIEDADES DO PAPEL DE FIBRAS DE *NORTHERN BLEACHED SOFTWOOD KRAFT* (NBSK)

Gustavo Batista

Rajnish Kumar

Franklin Zambrano

Hasan Jameel

Ronalds Gonzalez

Antonio José Gonçalves da Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230717>

**SOBRE O ORGANIZADOR.....187**

**ÍNDICE REMISSIVO.....188**

# CAPÍTULO 2

## ANÁLISE DA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO E SOLO DO CEMITÉRIO MUNICIPAL FREI EDGAR – JOAÇABA – SC

Data de aceite: 01/07/2021

### **José Carlos Azzolini**

Universidade do Oeste de Santa Catarina  
UNOESC – Área das ciências extaras e  
tecnológicas- Joaçaba- SC  
<http://lattes.cnpq.br/7879622217114151>

### **Daniel Claudino de Mello**

Universidade do Oeste de Santa Catarina  
UNOESC – Área das ciências extaras e  
tecnológicas- Joaçaba- SC  
<http://lattes.cnpq.br/8343371593302221>

### **Fabiano Alexandre Nienov**

Universidade do Oeste de Santa Catarina  
UNOESC – Área das ciências extaras e  
tecnológicas- Joaçaba- SC  
<http://lattes.cnpq.br/4532868651665458>

### **Eduarda de Magalhães Dias Frinhani**

Universidade do Oeste de Santa Catarina  
UNOESC – Área das ciências extaras e  
tecnológicas- Joaçaba- SC  
<http://lattes.cnpq.br/1593539255674923>

### **Adriana Biasi Vanin**

Universidade do Oeste de Santa Catarina  
UNOESC – Área das ciências extaras e  
tecnológicas- Joaçaba- SC  
<http://lattes.cnpq.br/4267799631198705>

### **Analu Mantovani**

Universidade do Oeste de Santa Catarina  
UNOESC – Área das ciências extaras e  
tecnológicas- Joaçaba- SC  
<http://lattes.cnpq.br/5785053349416048>

### **Leonardo Henrique de Oliveira**

Universidade do Oeste de Santa Catarina  
UNOESC – Área das ciências extaras e  
tecnológicas- Joaçaba- SC  
<http://lattes.cnpq.br/3337536914247344>

**RESUMO:** Os cemitérios podem ser consideradas fontes poluidoras das águas subterrâneas e do solo, pois após o óbito dos seres humanos e seus sepultamentos, os corpos através da sua decomposição liberam um líquido denominado de necrochorume, o mesmo apresenta elevada carga poluidora, alta concentração de microrganismos patógenos, bem como micropoluentes inorgânicos denominados de metais pesados, esses considerados, grandes contaminantes para o solo e para as águas, assim podendo alcançar e contaminar o lençol freático. Este trabalho se trata de um estudo experimental e teve como objetivo principal avaliar a qualidade da água e do solo no Cemitério Municipal Frei Edgar do município de Joaçaba-SC. A partir da determinação dos parâmetros físico-químicos, químicos e microbiológicos avaliou-se a qualidade dos mesmos. Após o estudo realizado comparou-se os resultados obtidos com padrões estabelecidos pelas resoluções CONAMA 357/2009, 430/2011 e 420/2009. As amostras das águas foram coletadas em quatro poços de monitoramento, ponto A1 a montante e externo ao cemitério e os pontos A2, A3 e A4 a jusantes e internos do mesmo. As amostras de solo foram coletadas em três pontos distintos, Ponto A1 a montante e externo ao cemitério e os pontos A2 e A3 a jusante e internos ao mesmo. Os resultados

obtidos durante a pesquisa comprovam que os parâmetros Cu, Cr, Zn, Fe e Mn no solo estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, enquanto os metais Pb e Ni se encontram em concentrações acima do permitido pela mesma resolução. Já nas amostras de águas os parâmetros Pb, Cu, Cr, Fe, Ni e Zn se encontram acima dos padrões estabelecidos pelas resoluções 430 e 357, bem como os parâmetros fosforo total, alumínio, coliformes totais/termotolerantes, DBO e sólidos totais. Os demais parâmetros analisados estão em conformidade com as legislações vigentes.

**PALAVRAS - CHAVE:** Cemitérios. Necrochorume. Contaminação do solo e das águas.

## ANALYSIS OF THE WATER FROM THE GROUNDWATER AND SOIL OF MUNICIPAL FREI EDGAR CEMETERY - JOAÇABA – SC

**ABSTRACT:** Cemeteries can be considered polluting sources of groundwater and soil, because after the death of humans and their burials, the bodies through their decomposition release a liquid called necrochorume, it has a high pollutant load, high concentration of pathogenic microorganisms , as well as inorganic micropowder called heavy metals, which are considered to be large contaminants to soil and water, thus reaching and contaminating the water table. This work is an experimental study and had as main objective to evaluate the water and soil quality in the Frei Edgar Municipal Cemetery in the municipality of Joaçaba-SC. From the determination of the physical-chemical, chemical and microbiological parameters the quality of the same was evaluated. After the study, we compared the results obtained with standards established by Resolução CONAMA 357/2009, 430/2011 and 420/2009. The water samples were collected in four monitoring wells, point A1 upstream and outside the cemetery, and points A2, A3 and A4 downstream and inside it. The soil samples were collected in three distinct points, Point A1 upstream and outside the cemetery and points A2 and A3 downstream and internal to it. The results obtained during the research confirm that the parameters Cu, Cr, Zn, Fe and Mn in the soil are in compliance with the standards established by Resolução CONAMA 420, while the metals Pb and Ni are in concentrations higher than allowed by the same resolução. Pb, Cu, Cr, Fe, Ni and Zn parameters are above the standards established by Resolução 430 and 357, as well as the parameters total phosphorus, aluminum, total / thermotolerant coliforms, BOD and total solids. The other parameters analyzed are in compliance with current legislation.

**KEYWORDS:** Cemeteries. Necrochorume. Contamination of soil and water.

## 1 | INTRODUÇÃO

As fontes de poluição de águas subterrâneas e do solo podem ser provenientes de lançamento de efluentes líquidos e resíduos sólidos de origem industrial, doméstico, agrícola e de cemitérios. Nesse último caso, características como: profundidade de covas, tipo de solo, drenagem e perímetro urbano, influenciam o nível de contaminação o que tem despertado interesse científico para mitigação do impacto ambiental (ALMEIDA, 2006).

Após o óbito o corpo humano se transforma, constituindo um ecossistema de população formado por artrópodes, bactérias, microrganismos, patógenos, e destruidores de matéria orgânica. A transformação do corpo humano e a sua decomposição ocorrida

em lugares onde não há estudos hidrológicos e infraestrutura adequada, pode vir a causar significativos impactos físicos sobre o ambiente, como principal agravante a contaminação das águas superficiais e subterrâneas por microrganismos que se proliferam ao se decompor os corpos (BACIGALUPO, 2013).

O necrochorume gerado pela decomposição dos corpos humanos apresenta uma carga poluidora elevada e, em virtude do local onde se encontra, poderá atingir e contaminar o solo e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. O problema é agravado quando as necrópoles se localizam em áreas de vulnerabilidade considerável e a população do entorno faz uso direto dos recursos hídricos sob a influência do mesmo, estando assim sujeita a doenças de veiculação hídrica (KEMERICH, 2012).

Leli, et al. (2012) consideraram que as características da água subterrânea é o aspecto mais importante a ser considerado num cemitério, uma vez que a contaminação do lençol freático é o problema mais latente neste caso. Considerando que na construção da maioria destas necrópoles não são levados em conta estudos geológicos e hidrogeológicos estas instalações podem representar alto risco de contaminação durante a decomposição dos corpos (NEIRA, et al. 2008).

A partir da investigação em 600 cemitérios do país (75% municipais e 25% particulares), Silva (1995 *apud* Silva, Malagutti Filho e Moreira, 2009) observou a incidência de 15% a 20% de casos de contaminação do subsolo por necrochorume; destes cerca de 60% dos cemitérios problemáticos eram municipais.

A localização dos cemitérios ocorre, preferencialmente, em áreas afastadas do centro urbano, porém hoje é possível encontrar cemitérios totalmente integrados à malha urbana (BRASIL, 2007), como é o caso do cemitério municipal Frei Edgar localizado em Joaçaba – SC às margens do rio do Peixe e próximo à residência, área de lazer e outros.

Diante do exposto, observa-se que a preocupação com o impacto ambiental causado pelos cemitérios é recente no Brasil. Considerando que é de extrema importância manter a água destinada ao abastecimento humano à uma distância suficientemente livre de possíveis fontes de contaminação e considerando que uma vez contaminado, o transporte do agente poluidor segue preferencialmente a direção do fluxo das águas do aquífero, este presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do aquífero freático e do solo do Cemitério Municipal Frei Edgar através da investigação por meio de análises físico-químicas, químicas e microbiológicas, indicadores de contaminação das águas subterrâneas, bem como a determinação das concentrações dos metais: cromo; ferro; níquel; zinco; cobre, chumbo e manganês no solo levando em consideração a permeabilidade.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O corpo humano é abrigo de muitos microrganismos dos quais alguns são patógenos. Quando um indivíduo morre, o processo de degradação ocorre por ação de enzimas e pela ação bacteriana, resultando ao final, gases e necrochorume. (MARINHO, 1998 apud ALMEIDA et al. 2006).

O necrochorume é caracterizado por ser um líquido viscoso mais denso que a água (1,23 g/cm<sup>3</sup>), rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, castanho-acinzentado, polimerizável, elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), de cheiro acre forte e com grau variado de patogenicidade (SILVA, 1995 apud SILVA, MALAGUTTI FILHO, MOREIRA, 2009), composto por 60% - 64% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, duas delas altamente tóxicas: a putrescina ( $C_4H_{12}N_2$ ) e a cadaverina ( $C_5H_{14}N_2$ ) (SILVA, 2000 apud FERNANDES, 2014).

O necrochorume pode conter resíduos de tratamentos químicos hospitalares como de quimioterapia, formaldeído e metanol utilizados na embalsamação, cosméticos, corantes e enrijecedores utilizados no preparo e maquiagem do cadáver, patógenos associados a mortes por doenças infecto-contagiosas e óxidos metálicos de Ti, Cr, Cd, Pb, Fe, Mn, Ni, dentre outros e lixiviados dos adereços das urnas mortuárias (SILVA; MALAGUTTI FILHO; MOREIRA; 2009).

Segundo Leziro Marques Silva (2000 *apud* Fernandes, 2014), um cadáver adulto de 70 kg libera em média 30 litros de necrochorume, que ocorre de forma intermitente e mais significativa durante os primeiros cinco a oito meses de sepultamento. O mesmo autor realizou pesquisa em 600 cemitérios do Brasil e constatou que 75% deles poluem o meio ambiente, sendo a principal causa a contaminação por necrochorume.

A contaminação do meio físico por líquido proveniente da decomposição de cadáveres, também conhecido como necrochorume, particularmente no primeiro ano do sepultamento, ocorre principalmente devido à implantação inadequada de cemitérios, em locais que apresentam condições hidrogeológicas desfavoráveis, como baixa profundidade do nível freático, solos muito permeáveis, rochas com fraturas e zonas cáusticas (MACEDO, 2004 *apud* NEIRA, 2008, SILVA; MALAGUTTI FILHO; MOREIRA, 2009).

O solo tem um papel muito importante na retenção dos microrganismos, através de fatores físicos e químicos ambientais, que afetam a infiltração e o carreamento dos microrganismos em direção ao lençol freático. A implantação dos cemitérios, sem levar em consideração os critérios hidrológicos, constitui uma das causas de deterioração da qualidade das águas subterrâneas, pois substâncias e microrganismos contaminadores provenientes da decomposição dos cadáveres podem ter acessos às mesmas, representando um risco do ponto de vista sanitário e higiênico (MARTINS et al, 1991).

Devido à ação das águas superficiais e das chuvas infiltradas nas sepulturas, ou pelo contato dos corpos com as águas subterrâneas, o necrochorume pode entrar em

contato e contaminar estas águas (NEIRA et al., 2008). A infiltração da água da chuva é o principal mecanismo de transporte de substâncias e microrganismos para corpos de água subterrâneos e o primeiro ano de sepultamento do cadáver é considerado do ponto de vista microbiológico, o mais importante (MARINHO, 1998 apud ALMEIDA et al. 2006).

Macedo (2004 apud NEIRA, 2008) complementa que dentre as diversas fontes de contaminação das águas subterrâneas por necrópoles, as principais são as sepulturas com menos de um ano e localizadas nas cotas mais baixas, próximas ao nível freático, em torno de 4 metros. O necrochorume em contato com a água subterrânea, ocasiona o consumo de oxigênio, provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica da água, levando a um aumento da concentração dos íons como bicarbonato, cloreto, sódio e cálcio e dos metais ferro, alumínio, chumbo e zinco.

Matos (2001) observou um aumento da concentração de sais minerais e da condutividade elétrica próximos as sepulturas com menos de um metro localizada nas cotas mais baixas, próximas ao nível freático.

Almeida e Macedo (2005) determinaram os parâmetros alcalinidade bicarbonato, pH, condutividade, dureza cálcio e magnésio, oxigênio dissolvido e consumido, cloreto, amônia e nitrato em amostras de água coletadas do aquífero freático de cemitério de Juiz de Fora – MG e observaram aumento das concentrações de condutividade e cloreto quando se compara os pontos de amostragem altos com os pontos baixos de amostragem.

Kemerich (2012) avaliou a contaminação do solo do cemitério do município de Seberi – RS em relação aos metais bário, cromo, cobre e zinco em 10 pontos de amostragem e observou que os metais bário e cobre apresentaram concentrações elevadas, indicando contaminação do solo em todos os pontos amostrados, já o elemento cromo apresentou indícios de contaminação nas profundidades variando entre 1 a 3 metros. Para o elemento zinco os valores ficaram abaixo do valor estabelecido como máximo pela legislação brasileira em todos os pontos amostrados.

Neira et al. (2008) avaliaram o impacto de componentes do necrochorume no lençol freático do cemitério de Santa Inês localizado em Vilha Vela – ES através de análises dos parâmetros cor, turbidez, pH, temperatura, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, cálcio, coliformes termotolerantes e totais de água coletadas em poços de monitoramento. Os pesquisadores observaram concentração de nitrogênio amoniacal, nitrato e coliformes totais e termotolerantes acima do permitido em alguns dos pontos amostrados.

Almeida et al. (2006) avaliaram a ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da Várzea em Recife – PE, as amostras de águas foram coletadas em três poços de monitoramento localizados no interior do Cemitério e oito poços em residências localizadas nas redondezas. As análises bacteriológicas das águas dos oito poços demonstraram a presença, principalmente de bactérias heterotróficas e proteolíticas, indicando que a contaminação das águas subterrâneas do aquífero sob o cemitério da Várzea é gerada pela presença abundante de matéria orgânica e bactérias

que dominam durante o processo de decomposição.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Localização da Área de Estudo

O cemitério Municipal Frei Edgar de Joaçaba – SC está localizado na Av. Caetano Natal Branco, as margens do rio do Peixe, e a 3,4 Km a jusante do ponto de captação de água pela empresa Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto (SIMAE) das cidades de Joaçaba, Herval do Oeste e Luzerna (Figura 1). A seguir, estão representados os pontos de coleta de solo e de águas, bem como os pontos em que foi executado ensaio de permeabilidade.



Figura 1. Mapa com localização do cemitério municipal Frei Edgar e dos pontos de monitoramento de água (A1, A2, A3 e A4) e monitoramento do solo (A1, A2 e A3)

Fonte: Adaptado de Googlemaps (2019).

#### 3.2 Coleta e Análise do Solo

Para os ensaios de laboratório foram coletadas três amostras de solo do tipo indeformadas, nos pontos A1, A2 e A3. Após a coleta, as mesmas foram secas ao ar, acomodadas e armazenadas em sacos plásticos. Realizaram-se os ensaios quantitativos de caracterização, como a composição granulométrica (NBR 7181:2016), limite de liquidez (NBR 6459:2016), limite de plasticidade (NBR 7180:2016) e peso específico real dos grãos (DNER-ME 093/94).

### **3.2.1 Determinação da permeabilidade do solo**

A determinação da permeabilidade do solo ou capacidade de absorção foi realizada *in loco*, baseado nas recomendações da ABGE (Associação Brasileira de Geologia e Engenharia, Ensaio de Permeabilidade em Solo) e consiste na escavação de uma cava circular (diâmetro de 75 mm) até a cota desejada (aproximadamente 200 mm) e determinar-se a capacidade de percolação do solo adicionando água e fazendo leituras sucessivas. O Procedimento de ensaio inicia-se com a perfuração com trado que possibilite a instalação permeômetro. Alcançada a profundidade de ensaio, procede-se a limpeza do fundo do furo. Coloca-se então o tubo de PVC dentro do furo, apoiado sobre uma pequena camada de areia limpa que tem a função de regularizar o fundo. A extensão do tubo de PVC fica em contato com o solo e ranhurada (perfurações) para permitir a saída da água. Executou-se uma camada de filtro em areia entre a parte do tubo ranhurado e a parede do solo para facilitar a percolação da água.

### **3.2.2 Coleta e Análise de metais no solo**

A localização e número de pontos de coleta de solo foram determinados em função da topografia existente no cemitério e do fluxo preferencial de água superficial. As coletas foram realizadas em três pontos distintos denominados de ponto A1, ponto A2, e ponto A3. Para a coleta das amostras foi utilizado um trado manual holandês de 200 cm de comprimento. Cada amostra coletada foi armazenada em sacos plásticos e devidamente identificada correspondendo à localização do ponto de amostragem e a profundidade da coleta. As amostras foram coletadas em três diferentes profundidades: amostra superficial (0 a 50 cm); 50 a 100 cm, 150 a 200 cm em cada ponto de coleta. Para evitar alterações nos resultados o trado foi lavado com água destilada ao fim de cada coleta de amostra.

Os seguintes metais foram determinados nas amostras de solo coletadas: cromo – Cr; ferro – Fe; níquel – Ni; zinco – Zn; cobre – Cu e chumbo – Pb. As amostras de solo para determinação de metais por absorção atômica foram tratadas por digestão nítrica perclórica e os metais determinados utilizando um espectrofotômetro de Absorção atômica por chama Perkin Elmer modelo Analyst 600 do laboratório de solos da Unoesc Campos Novos.

## **3.3 Coleta e Análise de Água**

Amostras de água foram coletadas a partir de quatro poços de monitoramento denominados: Ponto A1, A2, A3 e A4 conforme localizados na Figura 1.

As amostras foram coletadas nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2018 em frascos de polietileno descartáveis, armazenadas em caixas térmicas e encaminhadas para o laboratório de Estruturas, Saneamento e Meio Ambiente da Unoesc Joaçaba.

Foram analisados os parâmetros recomendados na Instrução Normativa 52 da IMA (SANTA CATARINA, 2010), pH (método potenciométrico); Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos - STD (condutivímetro multiprocessado); sulfato –  $\text{SO}_4^{2-}$ , nitrito

–  $\text{NO}_3^-$ ; nitrito –  $\text{NO}_2^-$ ; nitrogênio amoniacial –  $\text{NH}_4^+$ , fósforo total; alumínio total – Al (por análise colorimétrica – espectrofotômetro Pharo 300); cromo total– Cr; ferro total – Fe; níquel total – Ni; zinco total – Zn; cobre total– Cu e chumbo total – Pb (absorção atômica por chama) e coliformes totais e termotolerantes pelo método dos tubos múltiplos utilizando caldo Fluorocult LMX. Bem como, os parâmetros não recomendados pela mesma, como: temperatura (termômetro digital) ; bicarbonato –  $\text{HCO}_3^-$  (titulação ácido-base); cloreto –  $\text{Cl}^-$  (titulação argentométrica); sódio –  $\text{Na}^+$  e potássio –  $\text{K}^+$  (fotometria de chama); cálcio –  $\text{Ca}^{+2}$ , magnésio –  $\text{Mg}^{+2}$ , DBO e DQO.

As amostras de água para determinação de metais por absorção atômica foram tratadas por digestão nítrica perclórica e analisadas em espectrofotômetro de Absorção atômica por chama Perkin Elmer modelo Analyst 600.

### 3.4 Análise dos dados

Os resultados obtidos pelas análises foram comparados com padrões exigidos pelas Resoluções Federais do CONAMA Nº 430/2011, que dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes e que complementa a Resolução 357 (2009); Resolução Conama Nº 420/2009 - que dispõe sobre os critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de área contaminada por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas e Resolução Conama Nº 357/2009, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização e classificação do solo no cemitério frei edgar

O solo foi classificado pelo sistema H.R.B (*Highway Research Board*), pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos (S.U.C.S.) e pelo método textural, os resultados desses ensaios e as classificações podem ser observados no quadro 1.

	Ponto A1	Ponto A2	Ponto A3
Limite de Liquidez (%)	59	42	48
Limite de Plasticidade (%)	41	31	32
Índice de Plasticidade (%)	18	11	16
Peso esp. real dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )	2,84	2,77	2,74
Classificação pelo sistema H.R.B	A7 -5	A7 -5	A7 -5
Classificação pelo sistema S.U.C.S.	MH	ML	ML

Quadro 1. Caracterização e classificação do solo

O solo em estudo apresenta características típicas da formação de solo da região meio oeste catarinense, solos formados de origem residual de rocha basáltica. A composição granulométrica é predominantemente fina, com mais de 80% do solo formado por silte e argila.

## 4.2 Permeabilidade do Solo no Cemitério Frei Edgar

Os resultados obtidos para o coeficiente de permeabilidade foram para o Ponto A1 de  $7,8 \times 10^{-4}$  cm/s, para o Ponto A2 de  $1,4 \times 10^{-3}$  cm/s e para o Ponto A3 de  $3,8 \times 10^{-4}$  cm/s. Dos pontos analisados o ponto A3 localizado na cota mais baixa do local de estudo apresenta o menor coeficiente de permeabilidade, sendo esse local considerado como de média a baixa permeabilidade, ou seja, esse local apresenta maior retenção de água.

## 4.3 Qualidade do Solo no Cemitério Frei Edgar

Amostras de solo foram coletadas em quatro diferentes profundidades em três pontos de amostragem denominados Ponto A1 – a montante do cemitério e pontos A2 e A3 localizados na parte interna e a jusantes do mesmo. Não foi possível coletar amostras de solo no ponto A4 devido ao local ser rochoso e de difícil introdução do equipamento.

Para a caracterizar a presença de metais no solo, foram utilizadas a média das duas análises realizadas em laboratório das amostras coletadas nos pontos de coletas A1, A2 e A3.

A Tabela 1 apresenta os valores médios dos resultados obtidos para os metais analisados, bem como a comparação dos mesmos com os padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 420.

MÉDIA DAS AMOSTRA DE SOLOS					
COBRE	PROFUNDIDADE DO SOLO	A1	A2	A3 (CRÍTICO)	PADRÃO RESOLUÇÃO 420
	0 - 50 cm	187,50 mg/kg	160,06 mg/kg	160,47 mg/kg	60 mg/kg
	50 - 100 cm	236,72 mg/kg	166,42 mg/kg	161,16 mg/kg	60 mg/kg
	100 - 150 cm	195,94 mg/kg	163,25 mg/kg	164,23 mg/kg	60 mg/kg
	150 - 200 cm	156,90 mg/kg	163,49 mg/kg	159,58 mg/kg	60 mg/kg
CHUMBO	PROFUNDIDADE DO SOLO	A1	A2	A3 (CRÍTICO)	PADRÃO RESOLUÇÃO 420
	0 - 50 cm	21,12 mg/kg	26,73 mg/kg	23,25 mg/kg	72 mg/kg
	50 - 100 cm	22,00 mg/kg	23,02 mg/kg	22,18 mg/kg	72 mg/kg

	100 - 150 cm	24,17 mg/kg	16,41 mg/kg	20,79 mg/kg	72 mg/kg
	150 - 200 cm	20,51 mg/kg	17,30 mg/kg	23,88 mg/kg	72 mg/kg
CROMO	PROFOUNDIDADE DO SOLO	A1	A2	A3 (CRÍTICO)	PADRÃO RESOLUÇÃO 420
	0 - 50 cm	40,44 mg/kg	51,74 mg/kg	53,23 mg/kg	75 mg/kg
	50 - 100 cm	49,82 mg/kg	51,39 mg/kg	61,01 mg/kg	75 mg/kg
	100 - 150 cm	53,38 mg/kg	59,15 mg/kg	59,42 mg/kg	75 mg/kg
	150 - 200 cm	46,37 mg/kg	46,65 mg/kg	60,56 mg/kg	75 mg/kg
FERRO	PROFOUNDIDADE DO SOLO	A1	A2	A3 (CRÍTICO)	PADRÃO RESOLUÇÃO 420
	0 - 50 cm	117433,56 mg/kg	98300,52 mg/kg	93838,63 mg/kg	---
	50 - 100 cm	121050,65 mg/kg	100600,08 mg/kg	93470,06 mg/kg	---
	100 - 150 cm	115285,47 mg/kg	94380,22 mg/kg	94680,40 mg/kg	---
	150 - 200 cm	110378,88 mg/kg	93426,14 mg/kg	96392,37 mg/kg	---
NÍQUEL	PROFOUNDIDADE DO SOLO	A1	A2	A3 (CRÍTICO)	PADRÃO RESOLUÇÃO 420
	0 - 50 cm	30,57 mg/kg	33,89 mg/kg	39,86 mg/kg	30 mg/kg
	50 - 100 cm	39,02 mg/kg	43,03 mg/kg	41,92 mg/kg	30 mg/kg
	100 - 150 cm	37,63 mg/kg	41,91 mg/kg	44,12 mg/kg	30 mg/kg
	150 - 200 cm	30,76 mg/kg	38,02 mg/kg	38,07 mg/kg	30 mg/kg
ZINCO	PROFOUNDIDADE DO SOLO	A1	A2	A3 (CRÍTICO)	PADRÃO RESOLUÇÃO 420
	0 - 50 cm	106,19 mg/kg	121,41 mg/kg	143,88 mg/kg	300 mg/kg
	50 - 100 cm	109,33 mg/kg	159,99 mg/kg	138,16 mg/kg	300 mg/kg
	100 - 150 cm	94,23 mg/kg	140,08 mg/kg	149,67 mg/kg	300 mg/kg
	150 - 200 cm	89,31 mg/kg	141,75 mg/kg	139,65 mg/kg	300 mg/kg
MANGANÉS	PROFOUNDIDADE DO SOLO	A1	A2	A3 (CRÍTICO)	PADRÃO RESOLUÇÃO 420
	0 - 50 cm	2343,04 mg/kg	1645,46 mg/kg	2187,67 mg/kg	---
	50 - 100 cm	1345,49 mg/kg	2194,77 mg/kg	2152,16 mg/kg	---
	100 - 150 cm	1215,62 mg/kg	1732,33 mg/kg	2217,92 mg/kg	---
	150 - 200 cm	1383,00 mg/kg	1924,30 mg/kg	2645,86 mg/kg	---

Tabela 1 – Valor médio obtido para a análise de metais nos três pontos de amostragem do cemitério Frei Bruno, em diferentes profundidades, e limites estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 420

De acordo com os dados encontrados, o parâmetro cobre, Cu, se encontra em maior concentração no solo no ponto de coleta A1, sendo este localizado na parte externa e a montante do cemitério. Na comparação entre os pontos de coleta A1, A2 e A3 não se verifica influência do cemitério na contaminação do solo por esse metal, pois a concentração de Cu

no ponto A1 é maior do que nos pontos A2 e A3 localizados na parte interna e a jusantes do mesmo.

Para o metal chumbo, Pb, com exceção do ponto de coleta A3, na profundidade de 150-200 cm, observou-se que a concentração de chumbo ultrapassou o limite estabelecido na Resolução CONAMA 420, para os demais pontos e profundidade estudados as concentrações do metal Pb no solo se encontram em conformidade com a Resolução CONAMA 420. Verifica-se que na amostra do solo no ponto de coleta A1 as médias das concentrações encontradas nas profundidades de 0-50 cm e 50-100 cm são inferiores as médias das concentrações encontradas nos pontos de coletas A2 e A3 nestas mesmas profundidades, mostrando que o cemitério em estudo está influenciando na contaminação do solo em relação a esse parâmetro de qualidade.

Com relação ao metal cromo, Cr, em todos os pontos de coletas e em todas as profundidades estudadas as concentrações no solo se encontram em conformidade com a Resolução CONAMA 420. No entanto, observa-se que na amostra do solo no ponto de coleta A1 as médias das concentrações são inferiores as médias das concentrações nos pontos de coletas A2 e A3 em todas as profundidades estudadas do solo, assim mostrando que há contribuição do cemitério na contaminação do solo, com relevância no ponto de coleta A3.

Conforme a tabela 1, as médias das concentrações encontradas do metal níquel, Ni, no ponto de coleta A1 são inferiores as médias das concentrações encontradas nos pontos de coletas A2 e A3, em todas as profundidades do solo estudadas, mostrando claramente a contribuição do cemitério na contaminação do mesmo. O maior agravante em relação a esse parâmetro de qualidade, é que as concentrações encontradas durante o estudo são superiores aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 420 com destaque no ponto de coleta A3.

Com relação ao metal zinco, Zn, mostra-se que as médias das concentrações encontradas no ponto de coleta A1 são inferiores as médias das concentrações encontradas nos pontos de coletas A2 e A3, em todas as profundidades estudadas no solo, mostrando claramente a contribuição do cemitério em relação a esse metal na contaminação do mesmo, ressaltando que os valores encontrados durante o estudo estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 420.

Analizando a Tabela 1, nota-se que as médias das concentrações do metal ferro, Fe, no ponto de coleta A1 em todas as profundidades estudadas são maiores que as médias das concentrações encontradas nos pontos de coletas A2 e A3, nas mesmas profundidades do solo, mostrando a não contribuição do cemitério na contaminação do solo por esse metal, destacando-se que o parâmetro Fe não possui padrão pela Resolução CONAMA 420.

Com relação ao parâmetro Mn, as médias das concentrações encontradas no ponto de coleta A1 são inferiores as médias das concentrações encontradas nos pontos de coletas

A2 e A3, em todas as profundidades estudadas no solo, mostrando a possível influência do cemitério em relação a esse metal na contaminação do mesmo. Destacando-se que para o parâmetro Mn não há padrão estabelecido pela resolução CONAMA 420.

#### 4.4 Qualidade da Água do Cemitério Frei Edgar

Para a retirada das amostras de águas foram utilizados os poços de monitoramento localizados na parte externa do referido cemitério e na parte interna. Os usos mais comuns desses tipos de poços são para a conferência da qualidade da água durante determinados períodos de tempo, conforme NBR 15495-1:2007 Versão Corrigida 2:2009 que fixa as condições exigíveis para construção de poços de monitoramento de aquífero freático e dados mínimos para apresentação de projetos de redes de monitoramento.

Para a caracterizar a possível contaminação das águas pelo cemitério em estudo, foram utilizadas a média dos resultados obtidos em três coletas das amostras de água coletadas nos poços de monitoramento internos (pontos A2, A3 e A4) e na parte externa do mesmo (ponto A1).

A Tabela 2 apresenta os valores médios dos resultados para cada parâmetro de análise, bem como a comparação dos mesmos com os padrões de qualidade estabelecidos pelas legislações vigentes.

MÉDIA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA						
PARÂMETROS	A1	A2	A3	A4	PADRÃO RESOLUÇÃO 357	PADRÃO RESOLUÇÃO 430
Temperatura	22°C	23°C	22°C	23°C	--	< 40°C
pH	6,9	6,2	6,1	6	6 a 9	5 a 9
Conduтивidade	475	86	198	-	--	--
Potássio (K)	7,5 mg/L	2,02 mg/L	1,25 mg/L	-	--	--
Sódio (Na)	29,83 mg/L	8,20 mg/L	8,75 mg/L	-	--	--
Cloreto	21,75 mg/L	10,82 mg/L	11,52 mg/L	-	250 mg/L	--
DQO	62 mg/L	141 mg/L	69 mg/L	-	--	--
DBO	12 mg/L	75 mg/L	8 mg/L	-	5 mg/L	120 mg/L
Bicarbonato	272,98 mg/L	44,37 mg/L	80,57 mg/L	-	--	--
STD	245,66 mg/L	43,65 mg/L	103,50 mg/L	-	Ausente	500 mg/L
Cálcio total (Ca)	138,96 mg/L	11,22 mg/L	106,21 mg/L	88,79 mg/L	-	-
Magnésio total (Mg)	20,70 mg/L	3,95 mg/L	24,78 mg/L	24,78 mg/L	-	-
Cromo total (Cr)	0,02 mg/L	0,02 mg/L	2,86 mg/L	2,91 mg/L	0,05 mg/L	1 mg/L
Alumínio (Al)	0,35 mg/L	0,65 mg/L	0,93 mg/L	-	0,1 mg/L	--
Ferro dissolvido	27,39 mg/L	23,19 mg/L	1577,46 mg/L	1865,88 mg/L	0,3 mg/L	15 mg/L
Níquel total (Ni)	0,04 mg/L	0,04 mg/L	0,40 mg/L	0,4 mg/L	0,025 mg/L	2 mg/L

Zinco total (Zn)	0,09 mg/L	0,07 mg/L	1,39 mg/L	1,39 mg/L	0,18 mg/L	5 mg/L
Cobre total (Cu)	0,10 mg/L	0,13 mg/L	10,50 mg/L	2,85 mg/L	0,009 mg/L	1 mg/L
Chumbo total (Pb)	0,03 mg/L	0,00 mg/L	7,61 mg/L	0,49 mg/L	0,1 mg/L	0,5 mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,24 mg/L	0,41 mg/L	1,03 mg/L	-	3,7 mg/L (pH < 7,5 )	20 mg/L
Nitrato	2,04 mg/L	2,72 mg/L	5,37 mg/L	-	10 mg/L	--
Nitrito	0,10 mg/L	0,14 mg/L	0,36 mg/L	-	1 mg/L	--
Sulfato	20 mg/L	33 mg/L	119 mg/L	-	250 mg/L	--
Fósforo total	1,10 mg/L	0,81 mg/L	2,17 mg/L	-	0,020 mg/L	--
Coliformes totais	98013	6000	812400	766666	200 por 100 mL	Ausente
Coliformes termotolerantes	813	372	5473	260015	200 por 100 mL	Ausente

Tabela 2- Valor médio dos resultados para os parâmetros físico, químicos e microbiológicos das águas coletadas nos quatro poços de monitoramento do cemitério Frei Bruno e limites estabelecidos nas Resoluções CONAMA 430/2011 e a 357/2005 para rios classe 2.

Fonte: os autores

Analisando a Tabela 2, nota-se que os parâmetros de qualidade pH, sulfatos, nitratos, nitritos, nitrogênio amoniacal e cloreto estão em conformidade com os padrões de lançamento de efluentes estipulados na Resolução CONAMA 430/2011 e com os valores máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2009 para rios classe 2 nos quatro pontos de coletas, portanto não influenciando na contaminação das águas subterrâneas pelo cemitério em estudo.

No entanto, observou-se redução do pH e aumento nos compostos nitrogenados e sulfatados quando se compara o ponto a montante (A1) com os demais pontos localizados dentro do perímetro do cemitério.

Já em relação os parâmetros fósforo total, alumínio, coliformes totais e coliformes termotolerantes, em relação ao ponto de coleta A1 os pontos de coleta A2 e A3 possuem concentrações maiores e acima dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357 para rios classe 2, principalmente no ponto de coleta A3. Determinando-se que esses parâmetros estão contribuindo para a contaminação das águas subterrâneas pelo referido cemitério.

Com relação os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e sólidos totais dissolvidos estão acima dos padrões estabelecidos pela resolução Conama 357 e inferiores a resolução Conama 430.

Os parâmetros DQO, sódio, potássio, bicarbonatos e condutividade se encontram em concentrações elevadas comparadas ao ponto de coleta A1, porém as resoluções CONAMA 357 e 430 não estipulam padrões para os mesmos.

Com relação os parâmetros metais, a tabela 2 mostra que o parâmetro Ca mesmo não tendo padrão estabelecidos pelas resoluções CONAMA 430 e 357 encontra-se em

maior concentração no ponto de coleta A1, sendo este a montante do cemitério em estudo, portanto mostrando que o referido cemitério não está contribuindo para a contaminação das águas em relação a este parâmetro de qualidade.

Em relação aos metais Pb, Cu, Cr, Fe, Ni e Zn, no ponto de coleta A1 a concentração média encontrada é relativamente baixa e inferior aos valores estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 430 e 357, já nos pontos de coleta A2, A3 e A4, localizados a jusante do cemitério, as concentrações encontradas desses metais nas amostras de águas analisadas estão acima dos valores estabelecidos nas referidas Resoluções, mostrando que há contribuição na contaminação das águas subterrâneas pelo referido cemitério em estudo, sendo o ponto de coleta A3 o de maior contribuição e considerado o mais crítico, isso devido a sua localização na região de maior declividade do terreno.

Assim como na presente pesquisa, Matos (2001) em seu estudo também observou um aumento na concentração de íons maiores como bicarbonato, cloreto, sódio e cálcio, além dos metais ferro, alumínio, chumbo e zinco nas águas próximas as sepulturas.

A Resolução CONAMA 369;2006 estabelece que a área prevista para a implantação do cemitério deverá estar a uma distância segura de corpos de água, superficiais e subterrâneos, de forma a garantir sua qualidade, de acordo com estudos apresentados e a critério do órgão licenciador; no entanto, o cemitério Frei Edgar está localizado as margens do Rio do Peixe, principal manancial para abastecimento urbanos dos municípios e Joaçaba, Herval D’Oeste e Luzerna, estando a captação da SIMAE (Sistema Intermunicipal de Água e Esgoto) localizada a 3,4 Km.

## 5 I CONCLUSÃO

Após o estudo realizado conclui-se que os parâmetros dos metais Cu, Cr, Zn, Fe e Mn no solo estão em conformidade com a Resolução CONAMA N° 420. Embora observa-se que em relação aos metais Cr e Zn nos pontos de coletas A2 e A3 são maiores do que no ponto A1, mostrando a influência do cemitério na contaminação do solo por esses metais. Quanto aos metais Pb e Ni nos pontos de coleta A2 e A3 se encontram acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 420, mostrando claramente a influência do cemitério no processo de contaminação do solo.

No que concerne a qualidade da água os parâmetros pH, sulfatos, nitratos, nitritos, nitrogênio amoniacal estão em conformidade com os padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 430 e 357, enquanto que os parâmetros de qualidade fósforo total, alumínio, coliformes totais/termotolerantes, DBO e sólidos totais dissolvidos, se encontram acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, podendo assim contribuir para a contaminação das águas subterrâneas próximas ao local do estudo.

Em relação os metais nas amostras de água Pb, Cu, Cr, Fe, Ni e Zn se encontram acima dos padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMANº 430 e 357, e possivelmente

estão contribuindo para a contaminação das águas subterrâneas na região do cemitério.

Em relação a permeabilidade do solo, no ponto de coleta A3 verificou-se a menor taxa permeabilidade que, acarretou na acumulação de micro poluentes e formação de uma pluma de contaminação nesse local. O solo em todos os pontos foi caracterizado como sendo do tipo silte e argila com baixa a média permeabilidade.

Conclui-se também, que para alguns metais mesmo em concentrações inferiores aos padrões das Resoluções CONAMA vigentes, foi encontrado determinadas concentrações tanto nas amostras de solo, quanto nas amostras de água analisadas, mostrando um possível potencial futuro para contaminação do local.

O presente estudo permitiu compreender de maneira clara, a influência das atividades dos cemitérios na qualidade da água e do solo de sua região e de abrangência.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adriano M. de; MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL – um convite a interdisciplinaridade. 2005, Juiz de Fora. **Anais eletrônicos...** Juiz de Fora. 2005. Disponível em: <<http://jorgemacedo.pro.br/TRABALHO%20SOBRE%20necrochorume.pdf>>. Acesso em 16 mai. 2015.

ALMEIDA, F.R., ESPÍNDULA J.C., VASCONCELOS U; CALAZANS G.M.T. Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da várzea em Recife-PE. **Águas Subterrâneas v.** 20, p. 19-26, 2006.

BRASIL. Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas. **Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT**. Brasília: Funasa - Fundação Nacional de Saúde. 2007. 118 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. Altera a Resolução CONAMA no 335/03 que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2006\\_368.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2006_368.pdf)>. Acesso em: 16 mai. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial Danniel União** Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res03/res33503.xml>>. Acesso em: 16 mai. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2009 (PDF)**. Disponível em:< <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em 10 mai. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre o licenciamento ambiental. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 (PDF)**. Disponível em:< <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em 10 mai. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de Dezembro de 2009. Dispõe sobre os critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de área contaminada por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. . **Diário Oficial da União**. Brasília, 2009. Disponível em: <[http://homologa.ambiente.sp.gov.br/aquiferos/CONAMA%20Resolucao%202009\\_420.pdf](http://homologa.ambiente.sp.gov.br/aquiferos/CONAMA%20Resolucao%202009_420.pdf)>. Acesso em: 16 mai. 2016.

Fernandes, David Augusto. O efeito do necrochorume e sua imputação penal. **AREL FAAR**, Ariquemes, RO, v. 2, n. 1, p. 6-27, jan. 2014.

KEMERICH, P. D. C.; BORBA, W. F.; SILVA, R. F.; BARROS, G.; GERHARDT, A. E.; FLORES, C. E. B. Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 140-156, 2012.

LELI, Isabel Teresinha et al. Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 45-54, 2012.

MATOS, Bolivar antunes. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismo no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. 2001. 113p. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NEIRA, D. F.; TERRA, V. R.; SANTOS, R. P.; BARBIÉRI, R. S. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Natureza On Line**, Santa Teresa, v. 6, p. 36-41, jan./fev. 2008.

SANTA CATARINA, **Instrução normativa IN 52 – Cemitérios**. FATMA – Fundação de meio ambiente do Estado de Santa Catarina. 2010. 17p.

SILVA, Robson Willians da Costa Silva, MALAGUTTI FILHO, Walter; MOREIRA, César Augusto. Emprego do método da eletroresistividade no estudo da contaminação subterrânea do cemitério municipal de vila Rezende, Piracicaba – SP. **Revista Brasileira de Geofísica**. V. 26, n. 3. 2009 p. 389-399.

MARTINS, Maria Therezinha Martins. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios, **Rev. Saúde Publ**, 25, 47-52, 1991.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

- Aço Carbono 11, 71  
Adsorção 9, 10, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 61, 78, 157  
Adsorvato 43, 44, 46  
Adsorvente 10, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 58  
Agroindustriais 12, 73, 74, 78, 110, 111, 118, 119, 124, 125, 151  
Agronegócio 119, 124, 153  
Águas Subterrâneas 11, 12, 13, 14, 15, 23, 24, 25, 26  
Analito 39, 45, 46, 47  
Ânodo 84, 141  
Atividade Enzimática 94, 102, 106, 107

### B

- Bactérias 12, 15, 29, 141, 142  
Biocatalisadores 96  
Biocombustível 119, 120, 122, 123, 147  
Bioconversão 94, 96  
Biodegradáveis 41, 71, 73, 76, 86  
Biofilme 141, 142  
Biogás 9, 12, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 138  
Biomassa 9, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 138, 144, 145, 146, 149, 150, 151  
Biotecnologia 94, 95, 100, 110  
Briquetes 9, 12, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151

### C

- Carbonização 120, 125, 145, 146, 151  
Carvão Ativado 9, 10, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58  
Cátodo 141  
Células Combustíveis 9, 141  
Celulose 61, 78, 98, 100, 106, 123, 147, 148, 181, 182, 183  
Combustíveis Fósseis 126, 141  
Contaminação Ambiental 60  
Corante 9, 11, 49, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 106

**Corpo Humano** 12, 14, 41

**Corpos Hídricos** 41

**Corrosão** 9, 11, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 91, 93, 170

## **D**

**Desreguladores endócrinos** 52, 59

## **E**

**Efluentes Líquidos** 12

**Eletrodo** 71, 75, 84, 86, 88, 91, 141, 142, 171

**Enzimas** 14, 94, 95, 98, 99, 100, 101, 103, 108, 109, 155, 171

## **F**

**Fibras** 9, 13, 61, 86, 97, 101, 181, 182, 183, 184, 185

**Fungos** 9, 11, 94, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 107, 109, 110, 122

## **G**

**Galvanização** 84

**Grupos Funcionais** 42, 44, 47, 86, 115, 170

## **H**

**Hormônio** 10, 51, 52, 53, 58, 98

## **I**

**Impacto Ambiental** 12, 13, 41

**Isotermas de adsorção** 53, 57

## **L**

**Lençol Freático** 10, 11, 13, 14, 15, 25

## **M**

**Materiais Renováveis** 94

**Meio Ambiente** 14, 17, 25, 26, 28, 29, 41, 48, 49, 52, 59, 80, 84, 92, 95, 142

**Metabólitos** 95

**Metais Pesados** 11, 26, 41, 49

**Micro-Organismos** 9, 95, 99, 155

**Micropoluentes Inorgânicos** 11

## **N**

**Nanopartículas** 13, 169, 170, 171, 174

**Necrochorume** 11, 12, 13, 14, 15, 25, 26

## O

Oxidação Fotoquímica 60

Oxirredução 41, 71, 92

## P

Peletização 145

Pirólise 12, 118, 119, 120, 124, 145, 146

Potabilidade 41

Processos Biotecnológicos 9, 69, 94, 95, 100, 109

Processos Químicos 72, 95, 127, 129, 145, 147

## R

Recursos Hídricos 13

Resíduos Lignocelulósicos 94, 101, 144, 151

## S

Silanos 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Sistema de elutriação 12, 140, 141

Solo 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 41, 98, 99

Superfície Metálica 85

## T

Torrefação 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151

Toxicidade 48, 61, 73, 84

Tratamento de efluentes industriais 41

COLEÇÃO

# DESAFIOS

DAS

# ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA QUÍMICA



- [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- [facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

COLEÇÃO

# DESAFIOS

DAS

# ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA QUÍMICA



🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

✉️ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

-instagram icon @atenaeditora

-facebook icon [facebook.com/atenaeditora.com.br](https://facebook.com/atenaeditora.com.br)