

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2



Atena
Editora
Ano 2022

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2



Atena
Editora

Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2 / Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0384-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.845221108>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias (Organizador). II. Título.

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “*Engenharia civil: Demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2*” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados em instituições de ensino, pesquisa e extensão localizadas no Brasil. Nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia nas áreas de: materiais da construção civil, análise de estruturas por meio de métodos numéricos, recursos hídricos e gestão. A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos (as), mestres (as) e todos (as) aqueles (as) que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os (as) novos (as) pesquisadores (as) e os (as) que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulguem seus resultados obtidos.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA EM BAIRRO DE ELEVADO FLUXO DE VEÍCULOS – ESTUDO DE CASO

Eduardo Antonio Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Fabio Machado Cavalcanti
Maria Clara Pestana Calsa
Fernando Arthur Nogueira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211081>

CAPÍTULO 2..... 10

ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA RODOVIA PERNAMBUCANA

Eduardo Antonio Maia Lins
Adriana da Silva Baltar Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Fabio Machado Cavalcanti
Maria Clara Pestana Calsa
Fernando Arthur Nogueira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211082>

CAPÍTULO 3..... 24

ANÁLISE AMBIENTAL DOS IMPACTOS NEGATIVOS GERADOS POR CEMITÉRIO – ESTUDO DE CASO

Eduardo Antonio Maia Lins
Adriana da Silva Baltar Maia Lins
Daniele de Castro Pessoa de Melo
Diogo Henrique Fernandes da Paz
Sérgio Carvalho de Paiva
Adriane Mendes Vieira Mota

Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Luiz Oliveira da Costa Filho
Fábio José de Araújo Pedrosa
Fábio Correia de Oliveira
Rosana Gondim de Oliveira
Andréa Cristina Baltar Barros
Fabio Machado Cavalcanti
Fernando Artur Nogueira Silva
Maria Clara Pestana Calsa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211083>

CAPÍTULO 4..... 36

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO DO CONCRETO LEVE COM ARGILA EXPANDIDA E ADIÇÃO DA CINZA DO COCO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO

João Paulo Monteiro Carvalho
Simone de França Cardoso
Wilson Linhares dos Santos
Mércia Maria Pinheiro Gambarra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211084>

CAPÍTULO 5..... 49

EFFECT OF BASALT POWDER AND METAKAOLIN FILLERS ON ASPHALT MASTIC BEHAVIOR

Ana Luiza Rezende Rodrigues
Rodrigo Pires Leandro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211085>

CAPÍTULO 6..... 63

MASSA CERÂMICA À BASE DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA IMPRESSÃO 3D POR EXTRUSÃO

Márcia Silva de Araújo
Gabriel Elias Toledo Ferreira
José Alberto Cerri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211086>

CAPÍTULO 7..... 77

VALORIZATION OF SLATE WASTE TO PRODUCE MATERIALS CERAMICS AND COMPOSITES

Luciana Boaventura Palhares
Douglas Filipe Galvão
Tayna E. B. Lucena
Sthefany B. P. da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211087>

CAPÍTULO 8..... 90

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE PAVERS

PRODUZIDOS COM O USO DE SÍLICA ATIVA

Martônio José Marques Francelino

Fred Rodrigues Barbosa

João Manoel de F. Mota

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211088>

CAPÍTULO 9..... 103

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE ARGAMASSA PRODUZIDO COM AGLOMERANTE ÁLCALI-ATIVADO À BASE DE RCV E CINZAS

Otacisio Gomes Teixeira

Mateus Ribeiro Caetano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8452211089>

CAPÍTULO 10..... 113

ASPECTO HISTÓRICO DO PROJETO DO RESERVATÓRIO DO RIO ARICANDUVA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO SOB O ASPECTO HIDROLÓGICO

Ariston da Silva Melo Júnior

Claudia de Oliveira Lozada

João Jorge Pereira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110810>

CAPÍTULO 11..... 125

ANÁLISE ESTRUTURAL DE EDIFICAÇÕES DAS ÁREAS RIBEIRINHAS PÓS DESASTRE: UM OLHAR PARA O BANCO DA VITÓRIA, ILHÉUS-BA

Igor Ângelo Lobão de Souza

Joandre Neres de Jesus

Vanessa Neri de Souza

Kaique Ourives Silva

Ozana Almeida Lessa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110811>

CAPÍTULO 12..... 138

ESTUDO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DA PRAIA DO BAIRRO NOVO, OLINDA, PERNAMBUCO

Eduardo Antonio Maia Lins

Daniele de Castro Pessoa de Melo

Diogo Henrique Fernandes da Paz

Sérgio Carvalho de Paiva

Adriane Mendes Vieira Mota

Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha

Luiz Oliveira da Costa Filho

Fábio José de Araújo Pedrosa

Fábio Correia de Oliveira

Rosana Gondim de Oliveira

Fabio Machado Cavalcanti

Maria Clara Pestana Calsa

Fernando Arthur Nogueira Silva

Hugo Vinicius Arruda de Sales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110812>

CAPÍTULO 13..... 155

TAIPA DE PILÃO: UMA TÉCNICA CONSTRUTIVA COM TERRA

Kauan de Jesus Oliveira

Júlio Coura Diniz

Erick Roberto Campos

Sayonara Espinoza Silva

Samuel Velasques Fernandes de Noronha

João Victor Rech Ruiz da Silva

Muriellen Cristina Cavalheiro da Frota Monteiro

Rafael Luis da Silva

Alex Gomes Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110813>

CAPÍTULO 14..... 165

ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS DE VIGAS EM CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DO SOFTWARE ANSYS

Henrique Cardoso Koch

Bruna Manica Lazzari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110814>

CAPÍTULO 15..... 214

ANÁLISE NUMÉRICA DE ATERRO TESTE SOBRE SOLO ARGILOSO MUITO MOLE REFORÇADO COM COLUNAS DE BRITA

Pedro Gomes dos Santos Pereira

Bruno Teixeira Lima

Marcus Peigas Pacheco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110815>

CAPÍTULO 16..... 225

ANÁLISE ESTRUTURAL ELÁSTICA LINEAR DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO POR DIFERENTES MODELOS DE CÁLCULO: UM ESTUDO DE CASO

Ray Calazans dos Santos Silva

Luan Reginato

José Anchieta Damasceno Fernandes Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110816>

CAPÍTULO 17..... 241

GERENCIAMENTO, CONTROLE E APLICAÇÃO DO MÉTODO - *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diego Ramos de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84522110817>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 255

ÍNDICE REMISSIVO..... 256

ANÁLISE AMBIENTAL DOS IMPACTOS NEGATIVOS GERADOS POR CEMITÉRIO – ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 01/08/2022

Eduardo Antonio Maia Lins

Instituto Federal de Pernambuco – IFPE
/ Universidade Católica de Pernambuco -
UNICAP

Adriana da Silva Baltar Maia Lins

Daniele de Castro Pessoa de Melo

Diogo Henrique Fernandes da Paz

Sérgio Carvalho de Paiva

Adriane Mendes Vieira Mota

Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha

Luiz Oliveira da Costa Filho

Fábio José de Araújo Pedrosa

Fábio Correia de Oliveira

Rosana Gondim de Oliveira

Andréa Cristina Baltar Barros

Fabio Machado Cavalcanti

Fernando Artur Nogueira Silva

Maria Clara Pestana Calsa

RESUMO: Os cemitérios quando não seguem as normas de implantação e operação, estabelecidas pelo CONAMA, podem ser fontes de potencial impactos ambientais, causando danos à saúde

pública e ao ambiente. No processo de putrefação os cadáveres são gerados efluentes cadavéricos, gasosos e líquidos, que podem causar potenciais impactos no solo, nos corpos hídricos superficiais e subterrâneos e na qualidade do ar. O efluente produzido da decomposição dos corpos é o necrochorume, que possui uma alta carga de patógenos, rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, incluindo a Cadaverina e a Putrescina, duas aminas altamente tóxicas. Os gases gerados são Ácido Sulfídrico (H_2S), Mercaptanas, Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Amônia (NH_3) e Fosfina, (PH_3). Os possíveis impactos ambientais negativos gerados pelo cemitério foram analisados neste trabalho. A investigação foi realizada no cemitério de São Luís, no município de Escada que fica localizado na Zona da Mata Sul do estado de Pernambuco. A metodologia utilizada para levantamento e análise dos dados foram visitas técnicas in loco, aplicação de questionário, registro fotográficos, e a matriz de Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) que orientou na análise dos impactos e o que pode ser feito para mitigar ou evitar os problemas atuais e futuros. Durante as análises, observou-se que o gerenciamento das necrópoles está em desconformidade com as normas vigentes. Além do impacto que pode ser gerado pelo processo putrefação dos corpos, os resíduos sólidos gerados da exumação não têm destinação adequada e a falta de ossário é um dos grandes problemas. Na atividade cemiterial os riscos de contaminação e poluição irão sempre existir, porém estes riscos podem ser reduzidos, seguindo as normas de implantação e gerenciamento para cemitérios. Considerando

estas áreas de potenciais impactos ambientais, é indispensável à fiscalização e monitoramento constante pelos órgãos responsáveis para prevenção e controle dos impactos provenientes desta atividade.

PALAVRAS-CHAVE: Jazigos, Riscos, Saúde, Meio Ambiente.

ABSTRACT: Cemeteries where they do not follow the implementation and operation regulations established by CONAMA can be sources of potential environmental impacts, causing damage to public health and the environment. In the process of putrefaction, the corpses are generated cadaveric, gaseous and liquid effluents, that can cause potential impacts in the ground, in the superficial and subterranean water bodies and in the quality of the air. The effluent produced from the decomposition of the bodies is necrochorume, which has a high pathogen load, rich in minerals and degradable organic substances, including Cadaverine and Putrescina, two highly toxic amines. The gases generated are Sulfuric Acid (H₂S), Mercaptanas, Carbon Dioxide (CO₂), Methane (CH₄), Ammonia (NH₃) and Phosphine, (PH₃). The possible negative environmental impacts generated by the cemetery were analyzed in this work. The investigation was carried out in the São Luís cemetery, in the municipality of Escada, located in the Zona Sul Mata in the state of Pernambuco. The methodology used for data collection and analysis was on-site technical visits, questionnaire application, photographic record, and the Pressure-State-Impact-Response (PEIR) matrix that guided the impact analysis and what can be done to mitigate or avoid current and future problems. During the analyzes, it was observed that the management of the necropolis disagrees with the current norms. Besides the impact that can be generated by the putrefaction process of the bodies, the solid residues generated from the exhumation are not destined properly and the lack of ossuary is one of the great problems. In cemetery activity, the risks of contamination and pollution will always exist, but these risks can be reduced, following the rules of implantation and management for cemeteries. Considering these areas of potential environmental impacts, it is indispensable to the monitoring and constant monitoring by the responsible organisms for prevention and control of the impacts coming from this activity.

KEYWORDS: Reservoirs, Risks, Health, Environment.

INTRODUÇÃO

Na construção da maioria dos cemitérios não foi realizado nenhum estudo dos riscos que esta atividade poderia causar a população e o meio ambiente. Considerando que a qualidade de vida e os problemas ambientais estão interligados, qualquer alteração no meio ambiente tem consequências no meio urbano, causando impactos que afetam a qualidade de vida da população. Kemerich et al. (2014) provam que os cemitérios podem ser uma fonte geradora de impactos ambientais, pois apresenta alto potencial de poluição e contaminação, estes riscos podem ser aumentados, se a localização e gerenciamento são inadequados.

No Brasil, os cemitérios são carentes de planejamento e monitoramento ambiental, não há controle na construção de cemitérios e muito menos na fiscalização dos existentes. Estas responsabilidades foram repassadas aos municípios, que não tem interesse político

em investir. Os cemitérios públicos estão mais suscetíveis a estes impactos, pois são implantados e operados de forma negligente (HINO, 2015).

Em relação à implantação e gerenciamento de cemitérios, principalmente os localizados em áreas urbanas, é fundamental o conhecimento dos impactos ambientais causados pelos mesmos. As substâncias tóxicas produzidas pela putrefação dos corpos, necrochorume, gases, metais pesados, podem poluir o ar, o solo e a água, acarretando um grande problema ambiental sanitário e de saúde pública.

Após a morte os cadáveres produzem e liberam grandes quantidades de substâncias oriundas do processo de putrefação como: gás sulfídrico (H_2S), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), amônia (NH_3), Cadaverina e a Putrescina, responsáveis pelo cheiro de carne podre, além da Fosfina (PH_3). A maioria destas substâncias apresenta alto grau de contaminação e poluição ambiental. Quando o corpo humano para suas atividades vitais, ele se transforma em um ecossistema habitado por microrganismo, insetos e outros seres que se alimentam de matéria morta (SANTOS, 2013). Além destas substâncias, o necrochorume produto da putrefação contém quantidades elevadas de diferentes bactérias, como as causadoras de tétano (*Clostridium tetani*), gangrena gasosa (*Clostridium perfringes*), febre tifóide (*Salmonella typhi*), febre parasitóide (*Salmonella paratyphi*), disenteria (*Shigella dysenteriae*) e vírus como os da hepatite. Estão presentes ainda metais pesados, formaldeído e metanol utilizado no embalsamento e poder conter resíduos de tratamentos químicos hospitalares (SANTOS, 2013).

OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise dos possíveis Impactos Ambientais negativos gerados pelo cemitério público de São Luís, no município de Escada, localizado na Zona da Mata Sul de Pernambuco, através de inspeções in loco e utilizando a matriz de PEIR.

METODOLOGIA

• Área de estudo

O município de Escada com uma população estimada de 68.281 habitantes (CENSO IBGE, 2017), está localizado na Mesorregião da Mata e na Microrregião Meridional do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com o Cabo de Santo Agostinho Vitória de Santo Antão, a sul com Sirinhaém e Ribeirão, a leste com Ipojuca e a oeste com Primavera. Ocupa uma área 348,8 km², representado 0,35% do Estado de Pernambuco. A sede do município tem uma altitude aproximada de 109,0 metros, Latitude 8° 21' 33", Longitude 35° 13' 25".



Figura 1: Localização dos Cemitérios no município de Escada – PE.

Fonte: Googlemaps (2018).

• **Materiais e métodos**

O estudo iniciou-se com revisão bibliográfica e legislação pertinente sobre o tema, que deu suporte ao desenvolvimento do estudo. Os subsídios utilizados para análise da situação da área foram coletados através de cinco visitas técnicas a campo com registros fotográficos, entrevistas informais com os administradores e funcionários do cemitério de São Luís. Também foi realizada a visita a Secretaria Municipal de Infraestrutura, órgão responsável pela administração do cemitério no município. Como a área de estudo está inserida totalmente em ambiente urbano, sentiu-se a necessidade de analisar os problemas enfrentados pelos moradores nas áreas circunvizinhas ao cemitério.

Para uma análise mais detalhada e representação visual dos dados obtidos, utilizou-se o programa Microsoft Office Excel na criação dos gráficos e tabulação dos questionários. Pela complexidade que envolve o diagnóstico dos impactos ambientais, é preciso ter uma visão holística na análise dos dados, então foi aplicada a Matriz-PEIR. Para identificação e análise dos impactos negativos gerados e suas consequências para o meio ambiente. A Matriz-PEIR é utilizada para orientar na avaliação do estado do Meio Ambiente e o que pode ser feito para mitigar ou evitar os problemas atuais e futuros. A matriz é classificada em quatro indicadores principais: pressão, estado, impacto e resposta (DANTAS, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Cemitério São Luís está instalado no centro do município, onde existem diversos estabelecimentos residenciais e comerciais e a arquitetura dos túmulos são desde as mais simples as mais sofisticadas. Hoje, o cemitério está com superlotação, não tendo vagas para construção de novos jazigos. O tipo de sepultamento oferecido pelo Cemitério São

Luís é por entumulação, que são construções de caixas em concreto ou alvenaria na forma horizontal e vertical. De acordo com Santos (2013), o tipo de sepultamento também pode contribuir para aumentar, controlar ou diminuir a poluição. Comparando a entumulação com a inumação, a entumulação é a técnica mais recomendada, porém a construção dos jazigos precisa ser bem executada, para evitar o escape do necrochorume e dos gases. A Figura 1 apresenta os tipos de jazigos encontrados no cemitério de São Luís, por entumulação na forma horizontal e vertical.



Figura 1: Tipos de sepultamentos – Cemitério de São Luís – Escada - PE.

Fonte: Os autores.

O cemitério de São Luís possui aproximadamente 1200 jazigos, muitos são considerados centenários, sendo que alguns encontram-se em total abandono. As famílias podem reutilizá-los após um período mínimo de três anos para adultos e dois anos para crianças. De acordo com as informações coletadas no local, a construção dos túmulos não envolve nenhum tipo de material especial, são feitos de areia, cimento e tijolos, sem qualquer impermeabilização. Porém, o Art. 6º da resolução CONAMA 335/03, estabelece que a construção dos túmulos deve obedecer a tecnologias que impeçam a passagem dos gases e o vazamento dos líquidos oriundos da coliquação.

Observou-se que nesse cemitério não só os jazigos mais antigos apresentam problemas estruturais. Jazigos mais recentes, incluindo os reformados, também apresentam problemas. Ressalta-se que estes problemas de construção dos túmulos podem fazer com que ocorram fugas do necrochorume e emissão dos gases para o meio ambiente. Pacheco (2012, apud SANTOS, 2013), classifica este tipo de impacto como físico secundário, que

estão diretamente ligados à má confecção e manutenção dos jazigos. A Figura 2 apresenta as condições estruturais dos jazigos.



Figura 2: Condições estruturais dos jazigos no cemitério São Luís.

Fonte: Os autores.

Silva, (1999, apud CAMPOS, 2007) salientou que nos sepultamentos por entumescimento, dependendo das condições de impermeabilização dos jazigos, o necrochorume polimeriza-se naturalmente, reduz-se a pó e não passa para o solo circunvizinho. Porém, se os jazigos estiverem mal estruturados, pode tornar o ambiente bastante insalubre, através da infiltração nas paredes, emitindo odor e atraindo insetos.

Outra problemática diagnosticada foi ausência de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados da exumação, das visitas e reforma dos jazigos. Segundo Nascimento (2009) estes tipos de resíduos se não tiverem gerenciamento adequado podem causar impactos significativos sobre a saúde e o meio ambiente. No artigo 9º da resolução do (CONAMA) 335/03, existe uma determinação de que os resíduos sólidos, não humanos, resultantes da exumação dos corpos deverão ter destinação ambiental e sanitariamente adequada, seguindo o mesmo tratamento dado aos resíduos sólidos dos serviços de saúde, como a incineração (CONAMA nº 5/93). Foram observados diversos tipos de resíduos dispostos inadequadamente no Cemitério São Luís, tais como resíduos de construção, da exumação dos corpos, restos de coroas, flores, velas entre outros. Hino (2015) salienta que é preciso considerar que estes resíduos podem servir de focos para fungos e bactérias, principalmente se forem resíduos oriundos de corpos humanos derivados de doenças

contagiosas, bem como os restos de exumação de cadáveres submetidos a tratamentos para câncer.

Na visita técnica in loco, verificou-se que prefeitura não segue as normas para o acondicionamento, tratamento e destinação final deste tipo de resíduo. O manejo dos resíduos gerados no cemitério é inadequado, pois são expostos ao meio ambiente e a comunidade local sem nenhum cuidado sanitário e ambiental. Os resíduos são colocados na frente do cemitério, esperando ser recolhido pela prefeitura, que dá a disposição final no aterro controlado do município, ou jogados em um terreno baldio próximo ao cemitério (Figura 3). Os manejos dos resíduos sólidos dos cemitérios devem obedecer às normas técnicas para minimização dos riscos à saúde pública e à qualidade do meio ambiente. O CONAMA nº 358/05, classifica os resíduos deste tipo em dois grupos: o grupo A, resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos patogênicos como, por exemplo, urnas, roupas, luvas, plásticos, etc, gerados pela exumação de corpos, e, o grupo D, são os resíduos comuns, com características de resíduos urbanos, como por exemplo, restos de coroas, flores e velas, resíduos de escritório, papéis de sanitários, resíduos de cozinha e refeitório, restos de podas de árvores e de cortes de gramas, etc.

Depois de transcorrido o prazo para exumação dos corpos, e caso a família não compareça, a exumação e os restos mortais humanos são queimados no próprio cemitério, tratando-se um ato ilícito penal que infringe os Arts. 208 a 212 do código penal brasileiro que trata dos crimes contra o sentimento religioso e contra o respeito aos mortos, além do lançamento de gases poluentes para atmosfera. A justificativa dada pela administração local se deve à falta de ossário no referido cemitério.



Figura 3: Disposição inadequada dos resíduos sólidos gerados no cemitério.

Fonte: Os autores.



Figura 4: Ossos queimados no cemitério e em áreas adjacentes.

Fonte: Os autores.

De posse de todas as informações foi possível montar a Matriz PEIR para análise dos possíveis impactos ambientais negativos gerados pelo cemitério (Quadro 1). Procurar compreender a causa e efeito das ações antrópicas sobre o meio ambiente é fundamental para tomada de decisões que contribuirá na orientação do diagnóstico ambiental e o que

pode ser feito para prevenir e mitigar os impactos negativos atuais e futuros.

A infringência das normas técnicas na operação e adequação dos cemitérios, ausência de fiscalização, falta de planejamento e gerenciamento ambiental, servem como características das pressões exercidas pela atividade antrópica, fatores que podem levar a contaminação e poluição das áreas onde está implantado o cemitério. O estado do meio ambiente, que resultam das pressões são: liberação de efluentes cadavéricos líquidos e gasosos, produção de resíduos sólidos sem gerenciamento adequado, queima de ossos por falta de ossário, inexistência de drenagem das águas pluviais.

Os impactos são produzidos pelo estado do meio ambiente, sobre diferentes aspectos como, meio ambiente, qualidade de vida e economia, que gera impactos negativos tais como: contaminação dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos e o solo, poluição atmosférica, disseminação de doenças, custos hospitalares, poluição visual, proliferação de vetores de doenças, poluição atmosférica, erosão do solo e saponificação.

PRESSÃO	ESTADO	IMPACTO	RESPOSTA
INFRINGÊNCIA DAS NORMAS TÉCNICAS: NA OPERAÇÃO E ADEQUAÇÃO DOS CEMITÉRIOS; AUSÊNCIA DE FISCALIZAÇÃO; FALTA DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL	VAZAMENTO EFLUENTES LÍQUIDOS	Contaminação dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos; Contaminação do solo; Disseminação de doenças; Custos hospitalares.	Programa de prevenção de Riscos Ambientais (PPRA); Recuperação imediata dos túmulos; Mantas absorventes e pastilhas com bactérias selecionadoras; Aplicação de óxido de cálcio (Ca(OH) ₂ e Ácido Peracético (CH ₃ CO ₃ H).
	EMISSÃO EFLUENTES GASOSOS	Poluição atmosférica; Disseminação de doenças; Custos hospitalares.	Programa de prevenção de Riscos Ambientais (PPRA); Tratamento dos efluentes gasosos com utilização de carvão ativado; Recuperação imediata dos túmulos.
	PRODUÇÃO RESÍDUOS SÓLIDOS.	Contaminação do solo; Poluição visual; Proliferação de vetores de doenças; Disseminação de doenças; Custos hospitalares.	Plano de gerenciamento de resíduos sólidos para destinação sanitária adequada dos resíduos gerados; Controle de vetores.
	QUEIMA DE OSSOS POR FALTA DE OSSÁRIO	Poluição visual; Poluição atmosférica; Custos por indenização as famílias.	Construção de ossário; Cremação dos restos mortais exumados não reclamados
	INEXISTÊNCIA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS.	Erosão do solo; Infiltração das águas pluviais; Contaminação dos corpos hídricos; Saponificação; Disseminação de doenças; Custos hospitalares;	Sistema de drenagem adequado para captar e encaminhar de maneira segura o escoamento das águas pluviais.

Quadro 1: Matriz PEIR para o cemitério de São Luís – Escada – PE.

As respostas são o componente da matriz que corresponde às ações que irão mitigar ou prevenir os impactos ambientais negativos, e que conservam os recursos naturais contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população local. São eles: Programa de prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), Recuperação imediata dos túmulos para impedir as fugas dos líquidos oriundos da coligação e também tratamento de eventuais efluentes gasosos, com utilização, por exemplo, de carvão ativado.

De acordo com Francisco et al. (2017), há alguns produtos que podem neutralizar ou reter o necrochorume, servindo como métodos para mitigar os impactos ambientais causados por cemitérios. A manta absorvente, utilizada para evitar a fuga do necrochorume, também é um recurso eficiente, onde é constituída por um plástico resistente, que possui uma camada de celulose e um pó que em contato com o efluente se transforma num gel. Neckel et al. (2014) sugerem a utilização de pastilhas contendo uma imensa quantidade de bactérias seletivas que possuem alta capacidade de digerir matéria orgânica também servem de recursos para minimizar os impactos ambientais. Esses produtos de origem natural, também chamados de bioenzimas, contém cepas de bactérias selecionadas com alta capacidade de digerir matéria orgânica, ativadas gradativamente na medida em que entram em contato com o necrochorume, transformando os complexos compostos orgânicos em dióxido de carbono e água. Essas bactérias vêm em forma de esporos e são ativadas gradativamente. As pastilhas são colocadas dentro da urna funerária, e, na medida em que o corpo vai liberando o necrochorume elas são ativadas e vão digerindo essas substâncias. Ferraz (2014) sugere a utilização de substâncias oxidantes nos sepultamentos, como o óxido de cálcio anidro (cal virgem) ou peróxido de cálcio, substância oxidante que maximiza a decomposição devido a sua acidez e minimiza as fugas de necrochorume para o solo.

Existem inúmeras soluções para os problemas ambientais gerados por cemitérios, onde os estudos de Ferraz (2014), Neckel et al. (2014) e Francisco et al. (2017), por exemplo, comprovam a eficiência. Porém, a existência de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para destinação sanitária adequada dos resíduos gerados e controle de vetores torna-se fundamental para a redução dos riscos ambientais. A Construção de ossário e a implantação de um sistema de drenagem de águas pluviais adequado para captar e encaminhar de maneira segura o escoamento das águas pluviais tornam-se fundamentais para o adequado gerenciamento.

CONCLUSÕES

- Com este estudo observou-se que os principais impactos ambientais negativos gerados pelos cemitérios estão ligados ao descumprimento das normas vigentes, ausência de fiscalização, gerenciamento ambiental e uma equipe multidisciplinar de profissionais capacitados. Considerando estas áreas como potenciais fonte de impactos ambientais é necessário licenciar, fiscalizar, monitorar e acompanhar a atividade cemiterial rigorosamente;

- No cemitério estudado é notável a falta de cuidados sanitários e ambientais, que podem gerar impactos ambientais significativos para o meio ambiente e para a saúde pública. Os efluentes líquidos e gasosos gerados pelo processo de putrefação podem contaminar o solo, os corpos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Diante dos problemas enfatizados, pode-se considerar as áreas de estudos suspeitas de contaminação e poluição ambiental, porém, faz-se necessário realizar uma análise ambiental mais aprofundada das características geológicas e hidrogeológicas;
- A aplicação da matriz PEIR tentou mostrar o funcionamento do cemitério de São Luís-PE, demonstrando as ligações entre os elementos ambientais, agentes sociais e políticos. Foram selecionados vários dados para a aplicação da matriz, porém a dificuldade ao acesso das informações que deveriam ser públicas, a inexistência de outros e até a não autorização para repasse de dados, prejudicou a análise.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 368, de 28 de março de 2006**. Altera dispositivos da Resolução n o 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 335, de 03 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitério
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 402, de 17 de novembro de 2008**. Altera os arts 11 e 12 da Resolução CONAMA no 335/03. Revoga o art. 3º da Resolução CONAMA no 368/06
4. BRASIL. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
5. BRASIL. **Constituição Federal**. Código Penal Brasileiro. Arts. 208 a 212 tratam dos crimes contra o sentimento religioso e contra o respeito aos mortos.
6. CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
7. FERRAZ, R. L. S. **Estudos dos impactos ambientais causado por necrochorume: proposta de adequações ao cemitério Santo Antônio do município de Sorocaba - SP**. 67 p., Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de São Paulo, - Campus São Roque, São Roque - SP, 2014.
8. FRANCISCO, A. M.; SILVA, A. K. G.; SOUZA, C. S.; SANTOS, F. C. S. Tratamento do necrochorume em cemitérios. **Revista Atas de Saúde Ambiental** (São Paulo, online), ISSN: 2357-7614 - Vol. 5, janeiro, 2017, p. 172-188.
9. HINO, T. M. O; Necrochorume e a Gestão Ambiental dos Cemitérios. **Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - Edição nº 10 Vol. 01/ 2015 dezembro/2015**.

10. IBGE. **Censo Demográfico 2017** - População do município de Escada. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/escada>. Acesso em 17/01/2018.
11. KEMERICH, P. D. C.; BIANCHINI, D. C.; FANK, J. C.; BORBA, W. F.; WEBER, D. P.; UCKER, F. E. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria Revista Monografias Ambientais - REMOA, V. 13, N. 5 (2014): Edição Especial LPMA/UFSM, p. 3777-3785.
12. NASCIMENTO, W. G. **Investigação geofísica ambiental e forense nos cemitérios do Bengui e do Tapanã (Belém – PA)**. 153 p., Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.
13. NECKEL, A.; COSTA, C.; MARIO, D. N.; SABADIN, C. E. S.; BODAH, E. T.; Environmental damage and public health threat caused by cemeteries: a proposal of ideal cemeteries for the growing urban sprawl. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, 2017 maio/ago, 9(2), 216-230.
14. SANTOS, Aline Silva. Espaços Cemiteriais e suas Contribuições para a Paisagem e Meio Ambiente Urbano. **Revista LABVERDE** nº6 - Artigo nº04. Jun, 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidez 1, 2, 5, 6, 7, 8, 33

Agregado miúdo 36, 45, 46, 47, 97, 105, 107, 112

Álcali-ativado 103, 109, 110, 111

Análise por elementos finitos 165, 186

ANSYS 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 180, 184, 185, 186

Argamassa 65, 88, 94, 97, 102, 103, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Asphalt mastic 49, 50, 51, 55, 61, 62

Asphalt mixture 49, 50, 51, 52, 53, 60

B

Benefícios 10, 11, 37, 93, 94, 163, 248

Binder 49, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 76, 103, 104, 112

C

Cerâmica vermelha 65, 75, 103, 104, 105, 111, 112

Characterization 53, 54, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 89

Civil construction 2, 77, 79, 80, 86, 87, 103, 104, 155, 156, 241

Coco 36, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48

Concreto 28, 36, 38, 39, 45, 46, 47, 65, 76, 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 113, 121, 126, 131, 137, 159, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 195, 207, 208, 210, 211, 213, 216, 218, 220, 221, 223, 225, 232, 233, 234, 239, 240

Construção civil 1, 7, 8, 37, 47, 63, 65, 75, 89, 103, 104, 105, 111, 137, 155, 163, 165, 241, 242, 243, 245, 249, 251, 252, 253, 254

Contaminação 2, 6, 10, 24, 25, 26, 32, 34, 152

D

Danos 10, 13, 15, 18, 24, 125, 130, 134, 136, 137

Densidade 17, 115, 117, 121, 128, 138, 139, 140, 152

E

Enchente 125, 127, 128, 129, 131, 133, 134, 135

Estrada 10, 21, 135

F

Filler 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 84, 93, 95

G

Gerenciamento de riscos 125

H

Hidráulica 113, 124

Hidrologia 23, 113

I

Impactos 1, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 104, 125, 127, 130, 135, 138, 140

Impressão 3D 63, 65, 66, 68, 74

Inundação 113, 130, 135

J

Jazigos 25, 27, 28, 29

L

Litoral 6, 138, 153

M

Manufatura aditiva 63

Massa cerâmica 63, 73

Matriz 10, 11, 12, 13, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 65, 97, 159

Meio ambiente 2, 11, 14, 19, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 103, 137, 139, 152, 153, 163

N

New materials 77

P

Patologia da construção 125

Pavimento intertravado 90, 91, 92, 96, 102

Piscinão 113

Polição 2, 6, 14, 22, 24, 25, 26, 28, 32, 34, 37, 145

População 10, 13, 14, 15, 17, 21, 25, 26, 33, 35, 118, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 152, 153

Precipitação 1, 2, 3, 4, 116, 129

Pressão 24, 27, 32, 68, 138, 152, 234

Processing 77, 78, 79, 80, 88, 89

R

RCC 63, 65

Resíduo de construção civil 63

Resistência à compressão 36, 39, 46, 47, 63, 65, 69, 70, 71, 90, 92, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 161

Riscos 15, 17, 24, 25, 30, 32, 33, 125, 127, 128, 136

S

Saúde 5, 8, 17, 24, 25, 26, 29, 30, 34

Sílica ativa 90, 93, 95, 96, 97, 99, 101

Slate waste 77, 80, 82, 83, 84, 87, 89

Soluções construtivas 63, 155

Sustentabilidade 102, 103, 137, 152, 163, 255

T

Taipa de pilão 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164

V

Variáveis 10, 12, 48, 165, 166, 169, 172, 174

Vigas em concreto armado 165, 168, 174

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 




Atena
Editora

Ano 2022

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 




Atena
Editora

Ano 2022