

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

Data de aceite: 01/08/2022

Igor Ângelo Lobão de Souza

Graduando em Engenharia Civil, Faculdade de Ilhéus

Joandre Neres de Jesus

Servidor Público, Prefeitura Municipal de Ilhéus/Ba

Vanessa Neri de Souza

Especialista em Segurança do Trabalho, Faculdade de Tecnologia e Ciências

Kaique Ourives Silva

Professor, Especialista em Segurança do Trabalho, Faculdade de Ilhéus

Ozana Almeida Lessa

Doutora em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pós-Graduanda em Engenharia Ambiental Urbana pela Universidade Federal do Sul da Bahia-UFSB

RESUMO: Desastres são responsáveis por diversas perdas que afetam diretamente a população. No que tange às perdas materiais, danos causados às moradias implicam em perdas econômicas e afeta socialmente os ribeirinhos. Assim, o presente trabalho objetiva avaliar impactos estruturais ocorridos nos imóveis da população ribeirinha do bairro Banco da Vitória na cidade de Ilhéus/ Bahia após a enchente de 24 e 25 dezembro de 2021 e propor ações mitigadoras. Para isso, realizou-se um levantamento de dados através de documentos obtidos na Defesa Civil

da Prefeitura Municipal de Ilhéus/Ba e visita aos domicílios. Foi possível identificar que cerca de 20% da população do bairro em análise teve suas casas inundadas e em torno de 10% destas, tiveram suas casas destruídas. Patologias como fissuras, bolores e rachaduras foram identificadas. Fatores para além de ocupações indevidas de áreas ribeirinhas também foram verificados: construções em solo encharcado, obras sem supervisão de profissional habilitado, imóveis antigos e sem manutenção, expansão de bairro sem planejamento em conjunto com a enchente exerceram influência direta nos danos identificados. Como ação corretiva o governo propõe a construção de novas áreas de moradia para remanejamento dos ribeirinhos e é importante um trabalho de conscientização dos riscos ofertados a ocupações próximas ao rio, conscientização ambiental e melhoria nas condições socioeconômicas dos moradores.

PALAVRAS-CHAVE: Enchente. Patologia da construção. Gerenciamento de riscos.

STRUCTURAL ANALYSIS OF BUILDINGS IN RIVER AREAS AFTER DISASTER: A LOOK AT BANCO DA VITÓRIA, ILHÉUS-BA

ABSTRACT: Disasters are responsible for several losses that directly affect the population. With regard to material losses, damage caused to housing implies economic losses and socially affects riverside dwellers. Thus, the present work aims to evaluate structural impacts that occurred in the properties of the riverside population of the Banco da Vitória neighborhood in the city of Ilhéus / Bahia after the flood of December

24 and 25, 2021 and to propose mitigating actions. For this, a data collection was carried out through documents obtained in the Civil Defense of the Municipality of Ilhéus/Ba and visits to the homes. For this, a data collection was carried out through documents obtained in the Civil Defense of the City Hall of Ilhéus/Ba. It was possible to identify that about 20% of the population of the neighborhood under analysis had their homes flooded and around 10% of these had their homes destroyed. Pathologies such as fissures, mold and cracks were identified. Factors in addition to undue occupation of riverside areas were also verified: constructions on waterlogged soil, works without the supervision of a qualified professional, old and unmaintained buildings, unplanned neighborhood expansion together with the flood had a direct influence on the identified damages. As a corrective action, the government proposes the construction of new housing areas for the relocation of riverside dwellers and it is important to raise awareness of the risks offered to occupations close to the river, environmental awareness and improvement in the socioeconomic conditions of the residents.

KEYWORDS: Flood. Construction pathology. Risk management.

1 | INTRODUÇÃO

A história da construção de imóveis permeia pela necessidade do homem de armazenar seus mantimentos, se proteger das intempéries da natureza e também de firmar moradia em local de sua escolha (POUEY & LAROQUE, 2022). Segundo a NBR 5674 (2012), os elementos estruturais são projetados para determinada função e vida útil, ou seja, para um intervalo de tempo ao longo do qual uma edificação e suas partes constituintes atendem aos requisitos funcionais para os quais foram projetadas.

Souza e Hipper 2009 explicam que há diversos processos de deterioração das estruturas e, para este fim, classificam-se as origens em causas intrínsecas (inerentes às estruturas) e extrínsecas (externas ao corpo estrutural). Ambas as origens podem ser resultado de falhas humanas, causas naturais próprias ao material concreto e ações externas. Dentro das ações externas, que são aquelas que independem da composição interna do concreto e de falhas durante a execução da obra, é possível destacar a influência de fatores físicos que são oriundos de causas naturais como variação de temperatura, vento e atuação da água.

Ilhéus é uma cidade do interior da Bahia, Brasil cercada por águas. O bairro Banco da Vitória pertencente à ela é uma localidade centenária que antecede a própria emancipação da cidade. O Banco da Vitória é uma das localidades mais antigas do Sul da Bahia. Sua ocupação se iniciou no meado do século XV, quando do desbravamento da Capitania de São Jorge dos Ilhéus (BA). Devido ao trecho navegável do rio Cachoeira entre a sede da antiga vila de São Jorge dos Ilhéus e a localidade, onde estiveram padres jesuítas, desbravadores e bandeirantes portugueses, bem como estudiosos europeus. Antes da ocupação portuguesa, a região de Banco da Vitória era disputada por índios Tupiniquins e Aimorés, devido seu caráter religioso para estes povos. Por mais de quatro séculos essa localidade foi passagem obrigatória para os desbravadores, plantadores de

cacau e fundadores de localidades e cidades que surgiram na região Cacaueira do Sul da Bahia (RODRIGUES, 2017).

Segundo Tucci e Bertoni (2003) as inundações ribeirinhas são de ocorrência natural e ocorrem em bacias de grande e médio porte, onde o declínio da área é baixo e a seção de escoamento é pequena. Durante uma chuva muito intensa se for maior que a capacidade de drenagem do rio, resultará em inundações nas áreas ribeirinhas.

As enchentes e as inundações são fenômenos naturais, os impactos negativos estão relacionados com as intervenções antrópicas sob as condições e limites naturais do meio em que vive a população, principalmente em áreas suscetíveis, como as planícies de inundações (ALVES et al., 2013).

Segundo o IBGE e o CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) Ilhéus possui 11.285 pessoas expostas em áreas de risco, estando elas sujeitas a inundações, enxurradas e deslizamentos provocados por desastres naturais.

De acordo com o mapeamento de riscos da Coordenação Municipal de Defesa Civil de Ilhéus/BA o volume necessário para provocar deslizamentos de terra, alagamentos e outros eventos relacionado à desestabilização do solo pela chuva é de 50 mm em 24 horas corridos.

Porém nos dias 24 e 25 de dezembro de 2021 choveu na região sul da Bahia, o volume esperado para o mês inteiro em apenas 2 dias. Esse evento atípico foi provocado pelo fenômeno *El Niña*. Os fenômenos naturais tem aumentado no decorrer dos anos com o aquecimento global provocado pela emissão de gases poluentes. A normal climatológica deste município é de 160 mm a 204 mm para o mês de dezembro. Esse acumulado de chuvas levou a um desastre na região.

Os problemas de umidade, além de ser frequentes, representam um dos maiores problemas de uma edificação durante sua vida útil. A frequência da ocorrência da patologia de umidade está associada à idade da construção, ao clima, aos materiais e técnicas construtivas aplicadas e ao nível de controle de qualidade realizado nas construções (Jonov, et al., 2013) e esses fatores são agravados após enchentes onde os imóveis ficam horas ou dias submersos.

Diante desse contexto, o presente trabalho objetiva avaliar impactos estruturais ocorridos nos imóveis da população ribeirinha do bairro Banco da Vitória na cidade de Ilhéus/ Bahia após enchente de 2021 através de levantamento de dados obtidos pela Defesa Civil local e, expor ações mitigadoras para o pós desastre.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Pesquisa

Ilhéus é uma cidade de Estado do Bahia, localizada no interior, ao sul e dista 310

Km da capital Salvador. O município se estende por 1.760 km² e contava com 184.236 habitantes e densidade demográfica de 104,67 habitantes por km² no último censo (IBGE, 2010) e, atualmente, estima-se uma população de 157.639 pessoas (IBGE, 2021). Situado a 9 metros de altitude, Ilhéus tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 14° 47' 50" Sul, Longitude: 39° 2' 8" Oeste (site oficial da Prefeitura Municipal de Ilhéus).

O bairro em estudo é um dos 27 bairros de Ilhéus e chama-se Banco da Vitória, ele está localizado à zona oeste de Ilhéus/Ba e possui em torno de 2.900 habitantes, sendo 30% de população moradora à margem do rio Cachoeira.

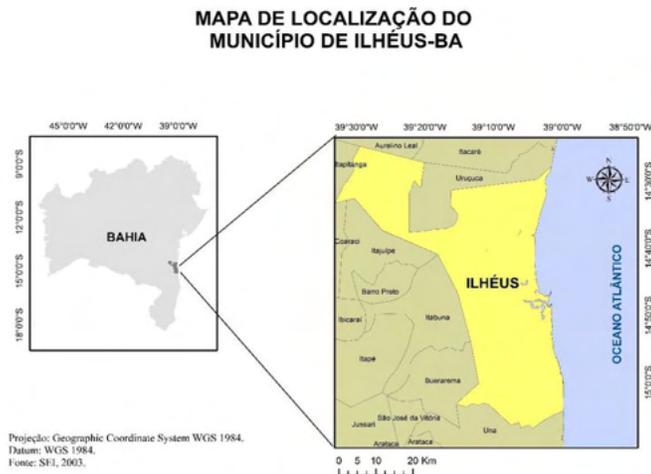


Figura 1. Mapa de localização da cidade de Ilhéus-Ba

Fonte: Santos et al., 2017.

2.2 Caracterização durante desastre

Para a realização desta pesquisa foi feito um estudo de caso após visita “*in loco*” ao bairro de população ribeirinha, banhado pelo rio Cachoeira chamado Banco da Vitória durante a enchente de 24 de dezembro de 2021 no município de Ilhéus-Ba. A visita foi realizada em conjunto com a Defesa Civil Municipal para avaliação estrutural das edificações e identificar os riscos que a população estava exposta. Além disso, posteriormente, foram feitas buscas em arquivos públicos gerados após o desastre.

2.3 Vistorias aos domicílios

A vistoria aos domicílios foi realizada no período entre dezembro de 2021 e janeiro de 2022. Nas vistorias foram observadas características das edificações tais como idade, padrão construtivo, estado de conservação, manifestações patológicas e eventuais medidas de proteção existentes, bem como realizados registros fotográficos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do Evento

Fortes chuvas foram iniciadas na manhã do dia 24 de dezembro de 2021 e se estenderam ininterruptamente até o dia 25. Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), nesse período de 48 horas, foram registrados 203,7 mm de chuvas no pluviômetro instalado no Bairro do Malhado, localizado à zona norte de Ilhéus/Ba e 151,12 mm no pluviômetro localizado no Bairro da Conquista, centro da cidade.

Esse evento atípico para a região nesta época, deve-se ao fenômeno *La Niña*, que esfria as águas do Pacífico equatorial, causando um aumento de chuvas no centro-norte do Brasil, reforçado pelo *El Niño*, que aquece o Atlântico, levando calor e umidade ao Nordeste. “Em resumo, tanto o oceano Atlântico como o Pacífico estão trabalhando juntos para termos chuvas acima da média na região nordeste”, explica o meteorologista Marcelo Seluchi, do CEMADEN.

Nos últimos anos, a ocorrência de extremos de precipitação tem aumentado e, segundo o IPCC (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas) continuará crescendo, em decorrência das mudanças climáticas.

Além das questões ambientais, existem os condicionantes antrópicos que favorecem a ocorrência de enchentes como: uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d’água; disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d’água; alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d’água (vazão, retificação e canalização de cursos d’água, impermeabilização do solo, entre outras). Sobretudo com a ocupação antrópica de várzeas e planícies fluviais é comum o enfrentamento de problemas com a ocorrência de enchentes e inundações (Guasseli; Oliveira; Alves, 2013).

A Figura 2 apresenta o mapa do bairro Banco da Vitória em Ilhéus/Ba com destaque em vermelho para a área afetada pela enchente de dezembro de 2021, em amarelo corresponde à área da população ribeirinha e em azul o trecho do Rio Cachoeira.

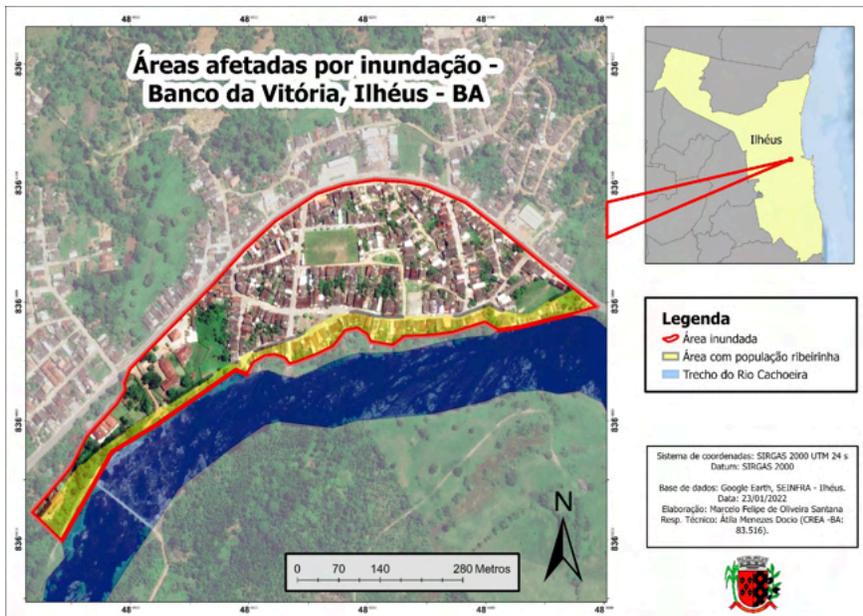


Figura 2. Mapa da área afetada pela inundação no Banco da Vitória, Ilhéus-Ba.

Fonte: Prefeitura de Ilhéus

3.2 Impactos na estrutura dos imóveis no Bairro Banco da Vitória

Desastres são responsáveis por diversas perdas que afetam diretamente a população. No que tange às perdas materiais, danos causados às moradias implicam em perdas econômicas e afeta socialmente os ribeirinhos que já vivem em situação de vulnerabilidade social.

No evento ocorrido no Banco da Vitória imóveis foram danificados pelas inundações (Figura 3), em algumas casas não houve danos estruturais perceptíveis enquanto em outras ocorreram níveis altos de danos, onde todo imóvel foi destruído (Figura 4).



Figura 3. Ruas e imóveis do Banco da Vitória inundados.

Fonte: Defesa Civil Ilhéus, 2021



Figura 4. Imóvel totalmente destruído pela enchente no Banco da Vitória.

Fonte: Defesa Civil Ilhéus, 2021

As patologias identificadas nos imóveis da população ribeirinha do bairro Banco da Vitória durante e após desastre foram: pinturas danificadas, presença de rachaduras e fissuras no interior do imóvel, paredes com infiltrações e mofo, destacamento do revestimento argamassado em paredes, portas e janelas de madeira danificadas, quedas de muros e paredes, sedimento de pisos e casos de perda total do imóvel.

Fissuras em estruturas de concreto armado, como exposto na Figura 5, são aberturas superficiais, que afetam o elemento estrutural tornando-se um facilitador para a entrada de

agentes agressivos à estrutura. Conforme a NBR 9575 (2010), as fissuras são definidas como aberturas até 0,5 mm; trincas entre 0,50 mm a 1,00 mm; rachaduras de 1,00 mm a 1,5 mm e fendas para as aberturas acima de 1,50mm.



Figura 5. Casa inundada no Banco da Vitória apresentando fissura na parede superior.

Fonte: Defesa Civil Ilhéus, 2021

A patologia mostrada da Figura 6 provoca alteração na superfície, exigindo na maioria das vezes a recuperação ou até mesmo a necessidade de se refazer revestimentos, gerando gastos dispendiosos.



Figura 6. Infiltração e bolor em parede danificando a pintura após o desastre no Banco da Vitória.

Fonte: Defesa Civil Ilhéus, 2021

A umidade age como um meio necessário para que grande parte das manifestações patológicas em construções ocorra. Ela é fator principal para o aparecimento de eflorescências, bolores, deterioração de pinturas, de rebocos e, em casos mais extremos, ela pode ser a causa de acidentes estruturais (VERÇOZA, 1991).

A Figura 7 podemos identificar rachadura na alvenaria de forma vertical que pode ter como causa a falta de manutenção na estrutura e pela baixa qualidade dos materiais utilizados na construção ocasionando tal abertura em decorrência da forte enchente. É interessante, ainda, vincular a intensidade do desastre aos modelos construtivos, pois o bairro Banco da Vitória, por se tratar de uma localidade centenária, possui alguns imóveis do tipo vertical, sem suas devidas amarrações em vigas e pilares.



Figura 7. Rachadura da parede da alvenaria em imóvel no Banco da Vitória.

Fonte: Defesa Civil Ilhéus, 2021

A Figura 8 apresenta dados sobre o impacto da enchente de 2021 no Banco da Vitória, Ilhéus/Ba. Nota-se que cerca de 20% da população afeta tiveram suas casas inundadas e em torno de 10% destas, tiveram suas casas destruídas, ou seja, com alto nível de impacto estrutural.



Figura 8. Dados da população e imóveis afetados pela enchente.

Fonte: Dados Defesa Civil Ilhéus, Mapa o Autor.

Com o exposto, é possível elencar fatores que influenciaram em danos estruturais nos imóveis do Banco da Vitória durante a enchente de 2021 além das ocupações

indevidas de áreas ribeirinhas: construções em solo encharcado, obras sem supervisão de profissional habilitado, imóveis antigos e sem manutenção, expansão de bairro sem planejamento, dentre outros. Segundo JONOV et al., 2013, se a qualidade da edificação na condição pré-inundação é boa, os impactos sobre a edificação serão reduzidos.

3.3 Ações Mitigadoras

Para lidar com os impactos de desastres como o ocorrido na região sul da Bahia foram elaborados Planos de Emergência. Estes, como base da administração de desastres, atuam no estabelecimento de procedimentos, bem como na definição dos recursos necessários.

Os sistemas de Defesa Civil fornecem guias e orientações gerais para tal planejamento. Com base no Plano Setorial de Proteção e Defesa Civil, as principais etapas são o diagnóstico, os objetivos e a estruturação do plano. No primeiro, há um diagnóstico da visão do presente sobre as ações de proteção e defesa civil. Em seguida, há a definição dos objetivos para o período a ser planejado, com uma visão no futuro. Então, o plano é estruturado com o estabelecimento de itens estruturantes que abrangem ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e de recuperação (GOMES, 2017).

Após uma análise em principais jornais de circulação para o entendimento das atuações governamentais e comunitárias durante a enchente ocorrida em dezembro de 2021, é possível elencar os principais atores na gestão de desastres: a Defesa Civil Municipal, a Prefeitura e suas secretarias, o Governo Estadual através de liberação de verbas, disponibilização do corpo de bombeiros; o Governo Federal desde o monitoramento de estrada, atuação do exército e liberação de verbas federais; participação ativa da comunidade não afetada através de doações, entidades religiosas, instituições reconhecidas socialmente, principalmente a Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), ONG's (Organização sem Fim Lucrativo) locais e a iniciativa privada.

Oliveira et al., 2019 afirmam que é pertinente pontuar que a solução para os problemas de infraestrutura e serviços urbanos não pode ser dissociada das esferas política, econômica, ambiental e social. Ou seja, é imprescindível a participação dos mais diversos setores da sociedade junto à gestão pública.

Sobre imóveis, mais especificamente, existe um projeto habitacional de parceria do Governo Federal com a Prefeitura local que busca remanejar a população ribeirinha do Banco da Vitória para moradias sociais em área segura. A Figura 9 mostra mapa desse projeto que contempla a construção de 98 imóveis.

Área destinada a implementação de moradias sociais "Minha casa minha vida" (Banco da Vitória, Ilhéus - BA)

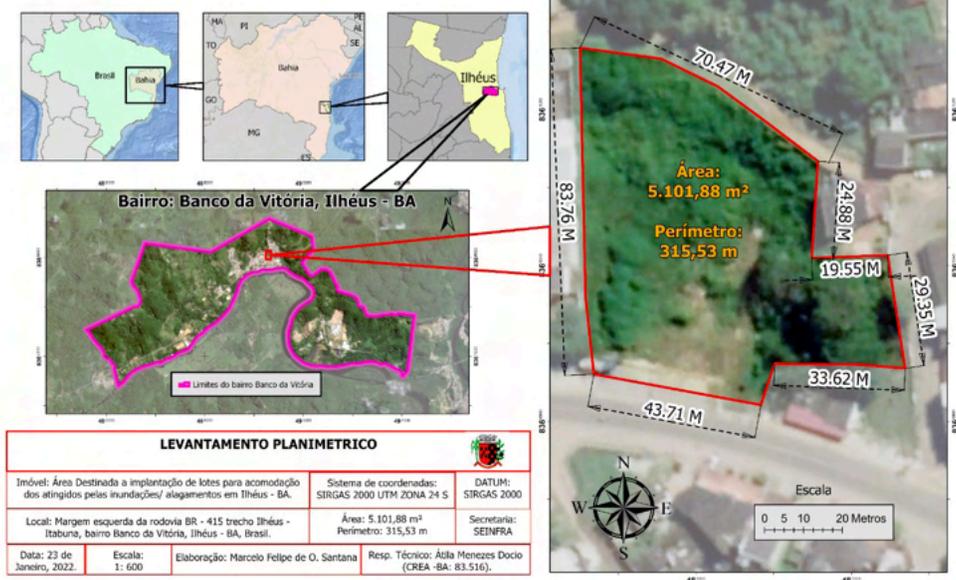


Figura 9. Mapa de Projeto de remanejamento da população ribeirinha do Banco da Vitória, Ilhéus/BA

Fonte: Arquivo Prefeitura Municipal de Ilhéus

Para Melo et al., 2019 a construção de cidades mais resilientes passa obrigatoriamente pela construção de cidades socialmente inclusivas, minimizando sua vulnerabilidade através da redução da quantidade de moradias informais, em especial em áreas de risco ambiental.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os efeitos causados nas estruturas dos imóveis que passam por desastres envolvendo água como enchentes, costumam deixar a população em situação crítica durante e após desastre, pois a recuperação destes demanda tempo e envolve altos custos que, geralmente, a vulnerabilidade sócio-econômica dos moradores não lhes permite arcar.

Medidas preventivas custam menos do que medidas corretivas, principalmente em casos de desastres naturais que envolve perda de vidas e destruição de parte da cidade.

Por se tratar de uma problemática que envolve questões de política pública, faz-se urgente um olhar para ações mitigadoras e de prevenções, pois o crescimento desordenado e sem planejamento de cidades expõe a população a diversos riscos de desastres naturais que tem aumentado no decorrer dos anos devido aos danos ambientais, sendo urgente a busca por obtenção de cidades resilientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Ilhéus/Ba por disponibilizar arquivos, fotos e documentos para a elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto.** Rio de Janeiro, 2010.

ALVES, A.; BIANCHINI, C. D.; MALHEIROS, M.; QUARTIERI, M. T.; SALVADOR P. F.; ECKHARDT, R. R. **Correlação entre o nível atingido e os prejuízos causados pelas inundações do Rio Taquari no Município de Cruzeiro do Sul-RS.** Revista Destaques Acadêmicos, vol. 5, n. 4, 2013.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

GUASSELLI, L. A.; OLIVEIRA, G. G de; ALVES, R. de C. M. (orgs.) **Eventos Extremos no Rio Grande do Sul: Inundações e Movimentos de Massa.** Porto Alegre: Evangraf, 2013.

JESUS, Joandre Neres. **Parecer Técnico nº 07 da Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Ilhéus.** Dez/2021.

JONOV, C. M. P.; NASCIMENTO, N. O.; SILVA, A. P. **Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação.** Ambient. constr. 13 (1), 2013.

MELO, A.O. et al., **Conceito de Ecologia Urbana: um estudo de revisão sistemática associado à cidade e sustentabilidade.** Livro Discutindo a Cidade. UFSB, Itabuna, 2019.

OLIVEIRA, C.A. et al., **Análise das estratégias de planejamento urbano nas cidades inteligentes/sustentáveis.** Livro Discutindo a Cidade. UFSB, Itabuna, 2019.

POUEY, J.F.F.; LAROQUE, L.F.S. **Construção Civil E Meio Ambiente: O Homem Versus Necessidades Básicas E Suas Contradições.** Revista Educação Ambiental em Ação. Volume XXI, Número 79 · Junho-Agosto/2022.

RODRIGUES, Roberto Carlos. **Banco da Vitória: a história esquecida das margens vitoriosas do Rio Cachoeira.** 2ª Ed. Editora Mondrongo, 2017.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, Pini, 2009.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): **AR5 Climate Change 2014 Report: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** 2014.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.

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