

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 2



CARLOS AUGUSTO ZILLI
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 2



CARLOS AUGUSTO ZILLI
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

iStock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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 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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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. Eloi 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele 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 Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª 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
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal 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
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
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 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 Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Brito de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramirez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Coleção desafios das engenharias: engenharia civil 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizador: Carlos Augusto Zilli

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia civil 2 /
Organizador Carlos Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-303-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.030211407>

1. Engenharia civil. I. Zilli, Carlos Augusto (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.arenaeditora.com.br

contato@arenaeditora.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. 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

Esta obra, intitulada “Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Civil”, em seu segundo volume, apresenta 19 capítulos que abordam pesquisas relevantes sobre os desafios enfrentados pela engenharia civil mundo afora, tais como: Enchentes e Ocupações Irregulares, Planejamento Urbano, Manifestações Patológicas em Edificações, Retrofit e Adequação Estrutural, Escolha de Estruturas de Fundação e uso de Tecnologia BIM.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações relacionadas ao planejamento urbano, manifestações patológicas, tecnologia BIM, ou desenvolvimento da tecnologia *expander body*, por exemplo.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ENCHENTES E OCUPAÇÕES IRREGULARES COMO DESAFIOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO EM MARABÁ (PA): DELINEAMENTO DE ÁREAS ABAIXO DA COTA SEGUNDO O PLANO DIRETOR

Michael Vinícius Pontes Nunes

Flaviany Luise Nogueira de Sousa

Tháís Carolayne Bastos Rodrigues

Nuria Pérez Gallardo

Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira


Alan Monteiro Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114071>

CAPÍTULO 2..... 23

URBANIZAÇÃO DE ENCOSTAS – ESTRATÉGIAS PARA OCUPAÇÃO E CONTENÇÃO

Henrique Dinis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114072>

CAPÍTULO 3..... 32

ESTUDO DAS CAUSAS E ORIGENS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM OBRA PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE TOLEDO-PR


Gladis Cristina Furlan

Neusa Eliana Figur

Elmagno Catarino Santos Silva

Calil Abumanssur

Silvana da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114073>

CAPÍTULO 4..... 46

APLICAÇÃO DO MÉTODO SCS PARA SUPORTE AO PLANEJAMENTO URBANO

Wanderson Ferreira dos Santos


Ed Carlo Rosa Paiva

Juliana Alves de Jesus Iraçabal

Bruna Gôbbo de Águas

Thaynara de Almeida Corrêa Silva


Lariane Fernanda de Deus Faria

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114074>

CAPÍTULO 5..... 68

PRAÇAS URBANAS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DE MERITI: UMA ANÁLISE DA MANUTENÇÃO DAS PRAÇAS


Aline da Silva de Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114075>

CAPÍTULO 6..... 80

UTILIZAÇÃO DA FIBRA DO AÇÁI NA COMPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS INTERTRAVADOS PARA PASSEIO PÚBLICO NA CIDADE DE SANTARÉM-PA


Fernanda Camila Ramos Rodrigues
Liandra Caroline Avelino Rego
Marlon David Almeida da Silva
Suene Riley Guimarães da Silva
Sérgio Gouvêa de Melo
Hugo Ricardo Aquino Sousa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114076>

CAPÍTULO 7..... 94

RETROFIT E ADEQUAÇÃO ESTRUTURAL PARA MUDANÇA DE USO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL PARA COMERCIAL

Daniel de Oliveira Pereira
Elizabeth Montefusco Lopes
Guilherme Guelfi Binati
Lucas Gonçalves de Oliveira
Sthefanie Busch Andres Montes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114077>

CAPÍTULO 8..... 107

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DE MISTURAS RAP E SOLO PARA APLICAÇÃO EM VIAS VICINAIS


Adriely Maria Sandi
Gislaine Luvizão
Fabiano Alexandre Nienov

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114078>

CAPÍTULO 9..... 123

EVOLUÇÃO NORMATIVA BRASILEIRA SOBRE SISTEMAS PREDIAIS PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Luciano Zanella
Wolney Castilho Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0302114079>

CAPÍTULO 10..... 133

FUNDAÇÕES MAIS USUAIS DE AEROGERADOR: ESCOLHA EM FUNÇÃO DA INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA, PROCESSO EMPÍRICO

Adriana Dominique da Costa Rocha de Sá
Giovanni Maciel de Araújo Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140710>

CAPÍTULO 11..... 151

O USO DA PLATAFORMA BIM PARA OTIMIZAÇÃO DAS OBRAS PÚBLICAS: UMA ANÁLISE DO MODELO DIGITAL E OS RESULTADOS ESPERADOS PELA ESTRATÉGIA

BIM BR


Michely Cristina Melo Kretschmer
Paulo Roberto Nascimento de Góes
Peter Ruiz Paredes
André Luís Oliveira Gadelha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140711>

CAPÍTULO 12..... 165

A TECNOLOGIA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL


Ana Carolina Martins de Pádua
Pedro Lucio Bonifacio
Darlan Einstein do Livramento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140712>

CAPÍTULO 13..... 173

PLANOS DE CONTINGÊNCIA PARA SITUAÇÕES EMERGENCIAIS EM BARRAGENS


Rafaela Baldi Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140713>

CAPÍTULO 14..... 179

REDUÇÃO DA AMPLITUDE TÉRMICA POR MEIO DE TECNOLOGIA VERDE: ESTUDO DE CASO NO INVERNO DE SÃO CARLOS-SP, BRASIL


Nuria Pérez Gallardo
Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira
Alan Monteiro Borges
Flaviany Luise Nogueira de Sousa
Stéfane Mireles da Silva Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140714>

CAPÍTULO 15..... 190

ANÁLISE DO FENÔMENO DE *FLUTTER* EM UMA AERONAVE NÃO TRIPULADA


Robert Davis Cavalcanti Barros
Francisco Gilfran Alves Milfont

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140715>

CAPÍTULO 16..... 197

COMPARAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA DOS MÉTODOS TABULAR E GRÁFICO NA DETERMINAÇÃO DO TEMPO REQUERIDO DE RESISTÊNCIA AO FOGO EM VIGAS CONTÍNUAS

Jefferson Milton Muller Martins
Elie Chahdan Mounzer


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140716>

CAPÍTULO 17..... 215

COMER; BEBER E REZAR: UMA CIDADE DE 15 MINUTOS AMAZÔNICA

Arthur Gabriel Lopes Leal


Romerito Rodrigues Vieira
Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140717>

CAPÍTULO 18.....223

OSMOSE INVERSA UTILIZADA NA REMOÇÃO DE FLUOXETINA DE ÁGUA DE SOLUÇÕES MODELO


Talita Dalbosco
Gabriel Capellari Santos
Vandré Barbosa Brião
Nelson Miguel Grubel Bandeira
Aline Manfroi Soster

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140718>

CAPÍTULO 19.....228

O AVANÇO DA TECNOLOGIA *EXPANDER BODY* NO BRASIL

Carlos Medeiros Silva
Fernando Feitosa Monteiro
Renato Pinto da Cunha
Yago Machado Pereira de Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.03021140719>

SOBRE O ORGANIZADOR.....238

ÍNDICE REMISSIVO.....239

ENCHENTES E OCUPAÇÕES IRREGULARES COMO DESAFIOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO EM MARABÁ (PA): DELINEAMENTO DE ÁREAS ABAIXO DA COTA SEGUNDO O PLANO DIRETOR

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Michael Vinícius Pontes Nunes

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Marabá – PA, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1924195699246223>

Flaviany Luise Nogueira de Sousa

Universidade Federal do Pará
Marabá – PA, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8912254813326716>

Thaís Carolayne Bastos Rodrigues

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Marabá – PA, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0451243143497973>

Nuria Pérez Gallardo

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Marabá – PA, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8695660515236363>

Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Marabá – PA, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6722503859790070>

Alan Monteiro Borges

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Marabá – PA, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3697783631620731>

RESUMO: O planejamento territorial é um fator primordial inserido no contexto urbano que deve ser levado em consideração principalmente

quando se tratar de áreas sujeitas a algum tipo de intervenção natural. Desse modo, o mapeamento de regiões que apresentam problemas recorrentes com inundações, como é o caso de Marabá, devem trabalhar na elaboração de um Plano Diretor fidedigno a atual situação da cidade, de maneira a tentar prevenir desastres naturais frente à expansão urbana. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi produzir uma revisão da literatura através do delineamento das áreas que se encontram abaixo da cota altimétrica mínima de segurança do município de Marabá, estabelecida no Plano Diretor como áreas abaixo da cota de 82 m, que se encontram, em parte, ocupadas, e são passíveis de inundação. Por meio deste trabalho, foi possível constatar a ausência de medidas para regularização urbanística do município por parte dos órgãos municipais, uma vez que a delimitação das áreas de alagamentos proposta no Plano Diretor da cidade demonstrou que os moradores continuam a ocupar tais áreas de risco, mesmo sabendo da possibilidade de ocorrência de possíveis desastres. Conclui-se que esta situação com enchentes tende a perdurar todos os anos, em virtude da não obediência do que se determina no Plano Diretor de Marabá e devido ao aumento gradativo do grau de cheias dos rios Tocantins e Itacaiúnas, contabilizando prejuízos tanto para o poder público quanto para os habitantes em termos financeiros, econômicos e sociais.

PALAVRAS-CHAVE: Enchente; Ocupações irregulares; Planejamento urbano; Plano Diretor; Zoneamento.

FLOODS AND IRREGULAR OCCUPATION AS CHALLENGES FOR URBAN PLANNING IN MARABÁ (PA-BRAZIL): DELINEATION OF AREAS OF RISK ACCORDING TO THE CITY'S MASTER PLAN

ABSTRACT: Territorial planning is a primary factor inserted in the urban context that must be taken into account mainly when dealing with areas subject to some kind of natural intervention. Therefore, the mapping of regions that present recurrent problems with flooding, as is the case of Marabá, should be carried out in parallel with the elaboration of a Master Plan that accurately portrays the current situation of the city in order to try to prevent natural disasters in face of urban expansion. In this sense, the objective of the present study was to elaborate an literature review by outlining the areas that are below the minimum altimetric level of safety in the municipality of Marabá, established in the Master Plan as 82 m in altitude, which are relatively occupied and prone to flooding. As a result, it was possible to verify an absence of measures for urban regularization in the municipality by municipal agencies since the delimitation of flooding areas, proposed in the city's Master Plan, demonstrated that residents continue to occupy such risk areas despite the possible occurrence of disasters. It can be concluded that this flood-related situation tends to persist every year due to non-compliance with the determinations of Marabá's Master Plan and the gradual increase in the degree of flooding of the Tocantins and Itacaiúnas rivers, accounting for financial, economic, and social losses for both public authorities and the city's inhabitants.

KEYWORDS: Flood; Irregular occupation; Urban planning; Master Plan; Zoning.

1 | INTRODUÇÃO

Na promoção do planejamento territorial, mapear e estudar as diferentes áreas que compõem um determinado espaço se apresenta como uma etapa de importância fundamental, ainda mais quando se trata de áreas que estão sujeitas a algum tipo de intervenção natural. Nesse sentido, o mapeamento de regiões que apresentam recorrentes problemas com inundações pode e deve basear a construção de elementos como os Planos Diretores, tendo em vista um subsídio à prevenção de desastres naturais frente à expansão urbana.

Se tratando de áreas que naturalmente estão sujeitas a inundações, deve-se compreender a existência de um leito menor e um leito maior dos rios, os quais em diferentes períodos são atingidos pelas águas. Contudo, a urbanização desses espaços converte o escoamento natural desses terrenos em áreas praticamente impermeabilizadas, aumentando a potencialidade dos danos gerados pelas inundações (CAMPOS *et al.*, 2015). Nesse contexto, destacar e estudar os riscos apresentados na ocupação desses espaços são etapas que devem ser levadas em conta na construção de ferramentas referentes ao planejamento urbano.

Nesse segmento, no estabelecimento de critérios para a ocupação do solo urbano, técnicas que fazem uso da incorporação de questões sociais, ambientais e econômicas e que se baseiam na utilização de ferramentas que cooperam com a análise de fenômenos

naturais contribuem para o estudo dos diferentes impactos periódicos aos quais uma área está sujeita (REIS, 2015).

É com base nisso que nesse trabalho optou-se por uma revisão bibliográfica de literatura auxiliada pelo mapeamento das áreas que se encontram abaixo da cota altimétrica mínima do município de Marabá, estabelecida no Plano Diretor como abaixo de 82 m.

2 I REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Partindo da pesquisa de Sampaio e Mancini (2007), a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e os demais tipos de estudos de revisão, compõem um modelo de pesquisa que utiliza dados da literatura próprios de cada assunto. Sendo assim, o desenho de cada estudo visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar informações de outros trabalhos disponíveis relacionados ao tópico estudado.

Como medida para a realização da RSL, foram necessárias as execuções de algumas etapas, sendo elas: a utilização de uma estratégia de pesquisa, a busca por documentos relacionados à temática, a classificação desses documentos e, finalmente, a obtenção de um mapa do sistema contendo todos os artigos usados na pesquisa. Dessa forma, a seguir, é mostrado como foram escolhidos os trabalhos que serviram de base para esta pesquisa.

2.1 Estratégia de pesquisa

Partindo do método de pesquisa de Bardin (2011), a escolha dos nove termos para abordagem do tema passou por um processo de três etapas, as quais permitiram a seleção desses tópicos ligados à pesquisa. Na primeira fase, realizou-se uma pré-análise com o intuito de sistematizar as ideias iniciais a partir da organização de documentos afins ao tema. Já na segunda etapa, foi necessária a leitura dos materiais para que suas categorias pudessem ser definidas e suas unidades de registro identificadas. Na terceira e última fase houve o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação dos dados analisados (BARDIN, 2011).

Tratando do período de busca, foram escolhidos trabalhos de 2017 a 2021 (últimos 5 anos) com a finalidade de obter estudos aplicados nesse período que estivessem relacionados ao campo da pesquisa. Com a utilização de operadores booleanos, foi possibilitada a formação de *Strings* de busca. Sendo assim, fazendo uso de operadores como, por exemplo, “AND”, “OR” ou “NOT”, foram exequíveis restrições para o recolhimento de artigos científicos à disposição nas bases de dados já citadas.

A fim de obter resultados específicos nas bases de pesquisa BDTD, Scielo e Scopus, foram usadas as *Strings* intermediadas por esses operadores booleanos, tendo seu detalhamento evidenciado no Quadro 1.

TERMOS DE BUSCA	STRINGS DE BUSCA
1. Irregular occupations/ocupações irregulares	Irregular occupations OR Urban invasion Urban growth OR Urban densification Urban planning AND Urbanization Social housing AND Urban planning Urban zoning AND Urbanization
2. Urban invasion/invasão urbana	
3. Urban growth/crescimento urbano	
4. Urban density/adensamento urbano	
5. Urban planning/planejamento urbano	
6. Urbanization/urbanização	
7. Master plan/plano diretor	
8. Social housing/habitação social	
9. Urban zoning/zonamento urbano	
BASE DE DADOS	
1. Scielo	
2. Scopus	
3. BDTD	
PERÍODO	
2017 - 2021	
TIPO DE PUBLICAÇÃO	
Revista/Outros	

Quadro 1 - Estratégia de busca.

Fonte: Autores, 2021.

Durante a pesquisa, os termos escolhidos foram inseridos nas bases de dados (BDTD, Scielo e Scopus). Os documentos obtidos nessas bases foram separados e posteriormente passaram por análise. Partindo então dessa pesquisa de documentos, foram obtidos os resultados nas plataformas. No final, foram selecionados um total de 21 trabalhos.

2.2 Triagem de documentos

Nesta fase foram escolhidos dentre os trabalhos selecionados aqueles que trariam maior aproveitamento para a pesquisa. Em seguida, a triagem dos documentos seguiu pela leitura dos títulos de cada um dos artigos. Dando continuidade à seleção, a leitura dos resumos foi usada como um outro critério de escolha dos trabalhos. Por último, a leitura completa dos artigos foi realizada com o objetivo de selecionar apenas aqueles documentos que continham em sua pesquisa uma relação mais próxima com o estudo.

Além dessas etapas de filtragem, realizou-se ainda uma pesquisa mais ampla que tratou de buscar artigos que não estavam nas bases de dados, mas que continham relação com o tema (PETERSEN *et al.*, 2008). Com esse procedimento, denominado pelo próprio autor como “Amostragem Bola de Neve”, alguns documentos foram incluídos e usados na pesquisa com a intenção de adicionar conteúdos relevantes.

2.3 Produção do mapa sistemático

Partindo da triagem previamente estabelecida, foi possível a realização de um mapa sistemático. Isso posto, concebeu-se um quadro adaptado de Filho M. *et al.* (2016) contendo informações relevantes para a pesquisa como, por exemplo, as discussões levantadas que se relacionam com a temática. A escolha das colunas do quadro partiu da seleção de características dos trabalhos que se mostraram mais pertinentes à proposição da pesquisa, como os resultados alcançados e a metodologia utilizada.

Os trabalhos dispostos na Quadro 2, a seguir, foram os empregados como meio de embasamento para a pesquisa.

Título	Base de pesquisa	Autor (ano)	Metodologia	Resultados e discussões
Plano Diretor Participativo, território e inundações em Rio do Sul/SC	Scielo	Bogo (2020)	Revisão de literatura	Observou-se que os técnicos responsáveis pelo Plano Diretor Participativo consideraram minimamente as inundações no processo de composição desse instrumento, não dando a elas a atenção necessária.
O planejamento de quatro áreas do Programa Vila Viva na cidade de Belo Horizonte, Brasil: uma análise documental	Scielo	Silveira, Carmo e Luz (2019)	Pesquisa de campo	Foi indicada a comum inclusão de intervenções não apontadas pela população em todos os Planos Globais Específicos (PGE).
A face do tecido urbano e as mazelas ao acesso à moradia social: como o caso do município de Petrópolis desvenda a construção de uma lenda urbana	Scielo	Matos (2017)	Revisão de literatura	Houve o reconhecimento real da área para atender ao déficit habitacional no território estudado.
Processos participativos para elaboração de Planos Diretores Municipais: inovações em experiências recentes	Scielo	Freitas e Bueno (2018)	Estudo de caso	Conseguiu-se, com análise dos casos dos municípios de Jundiá e Vinhedo, no estado de São Paulo, a amostragem da introdução de uma inovadora metodologia participativa que reflete em cidades mais democráticas e inclusivas.
Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros	Scielo	Espíndola e Ribeiro (2020)	Estudo de caso	Chegou-se à conclusão de que poucos dos Planos Diretores das capitais brasileiras apresentam uma preocupação com as questões climáticas locais.

Inundações em Marabá: Avaliação estratégica para declarar situação de emergência.	BDTD	Bentes (2018)	Estudo de Caso	No período de 1972 a 2015, constatou-se a vulnerabilidade da população da área de risco a inundações, uma vez que na maioria desses anos a cota fluviométrica do Rio Tocantins atingiu metragem de impacto.
Habitação social em um contexto suburbano: um portador da diversidade periurbana?	Scopus	Maleas (2018)	Estudo de Caso	Conseguiu-se uma análise acerca dos processos que nortearam e ainda norteiam a promoção de projetos de habitação social.
Álgebra de mapas aplicado na determinação de ocupações irregulares e o risco ambiental em Catolé do Rocha-PB.	Scielo	Junior <i>et al.</i> (2016)	Utiliza estatística aplicada junto a ferramentas do SIG.	Apresentou mapas com áreas de risco e áreas irregulares, apontando também áreas de interesse ambiental, que não deveriam estar ocupadas.
Território e dinheiro.	Bola de Neve	Santos (2002)	Revisão da Literatura	Acredita-se que inicialmente o território rege o dinheiro, e progressivamente, esta relação é invertida, e o dinheiro passa a reger o território. Assim, através dessa troca, se cria a informação e a regulação.
Percepções do ambiente, condições psicológicas e de qualidade de vida em habitantes de ocupações irregulares de área de manguezais na Baixada Santista, SP, Brasil	Scielo	Monteiro e Silva (2018)	Revisão de Literatura	Demonstrou a influência dos aspectos culturais, psicológicos e políticos na vida das pessoas que ocupam áreas irregulares, sendo estas as mais expostas a todo tipo de violência.
Análise da revisão do Plano Diretor de Araraquara-SP (2014): Em discussão o papel do Legislativo e os pilares da participação no planejamento urbano	BDTD	Santos (2018)	Estudo de caso	O autor conclui que o Plano Diretor de Araraquara não atualizou suas informações e diretrizes, estando sujeito à demandas do setor privado e dificultando a ampla discussão democrática.
A habitabilidade urbana como referencial para a gestão de ocupações irregulares.	Bola de Neve	Castro (2007)	Utiliza indicadores de desenvolvimento humano como instrumentos de análise de gestão.	A pesquisa não é conclusiva. O modelo desenvolvido possibilita a discussão do tema, porém aplicá-lo seria um desafio por parte dos gestores urbanos para auxiliar em ocupações irregulares.
Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na região Metropolitana de São Paulo.	Scielo	Rodrigues e Listo (2016)	Utiliza o SIG e uma classificação de áreas de risco segundo a literatura.	Os autores concluíram que mesmo sendo aplicados intervenções de desapropriação nessas áreas, elas voltam a ser ocupadas, o que necessitaria de uma fiscalização mais constante.

A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas.	Bola de Neve	Rattner (2001)	Resenha	Conclusão inexistente.
Zoneamento ambiental e planejamento de bacias hidrográficas: estudo de caso - do local (Arroio Barracão, no município de Bento Gonçalves / RS) ao regional (região metropolitana da Serra Gaúcha)	BDTD	Cobalchini (2017)	Estudo de caso	É necessária a implantação de um instrumento jurídico de alcance regional eficaz para planejar a proteção das bacias hidrográficas de toda a região, preservando os recursos hídricos que ultrapassem fronteiras municipais.
Proposta metodológica para participação popular na definição de estratégias em planejamento urbano	BDTD	Cruz (2019)	Pesquisa exploratória, pesquisa descritiva e abordagem participante em um determinado grupo.	Com a integração de abordagens à luz da ciência pós-normal, instrumentos e técnicas de consulta popular e a ciência de decisões é possível um delineamento de diretrizes e procedimentos para tornar a participação popular mais efetiva do que a prática corrente.
Alternativas de uso e ocupação do solo frente às pressões do avanço urbano nas encostas do Morro do Ribeirão ao norte dos limites do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis-SC	BDTD	Nogueira (2017)	Estudo de caso	O avanço das ocupações às encostas do Morro do Ribeirão é desproporcional às condições de suporte dessas áreas.
Portarias de zoneamento e mercado imobiliário em países em desenvolvimento: evidências de municípios brasileiros	Scopus	Lima e Neto (2019)	Estudo de caso	Mesmo sendo uma política geralmente bem intencionada, as portarias de zoneamento tendem a gerar custos sociais que precisam ser levados em consideração na análise do mercado imobiliário no Brasil.
Planejamento urbano: para quê e para quem?	Bola de Neve	Santos (2012)	Revisão de Literatura	A autora chega ao fim do artigo sem dar respostas definitivas às questões formuladas em seu título.
A urbanização dispersa da cidade de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil	Bola de Neve	Michelotto e Sobrinho (2018)	Revisão bibliográfica, trabalhos de campo e análise de imagens de satélite	Sobre a expansão urbana dispersa e diversa de Uberlândia, concluiu-se que o modo como a expansão urbana avança para as bordas da cidade é resultado de grandes agentes imobiliários e do poder público.

Zoneamento e forma urbana: ausências e demandas na regulação do uso e ocupação do solo	Bola de Neve	Silva (2014)	Levantamento de referenciais teóricos e análise de tecidos urbanos existentes	O trabalho elucidou limitações e ausências que ainda demandam reflexão por parte dos estudiosos e também dos formuladores de política urbana.
--	--------------	--------------	---	---

Quadro 2 - Informações acerca dos documentos.

Fonte: Autores, 2021.

Com o término do mapa sistemático e a leitura dos documentos, deu-se início à reunião do conjunto de dados essenciais para compor este trabalho.

3 I PLANO DIRETOR MUNICIPAL: UMA FERRAMENTA DE GESTÃO URBANA

Entendido como um norteador da ocupação do solo urbano, o Plano Diretor Participativo (PDP) representa um mecanismo legal orientado tanto por interesses coletivos e difusos, constituindo a preservação da natureza e da memória, como por outros interesses particulares dos moradores.

Partindo da busca pela construção de cidades mais democráticas, no ano de 2001, o Estatuto da Cidade passou a tratar em seu texto como lei federal a implementação de um planejamento para as cidades que trouxesse justiça e sustentabilidade, além de um bom vínculo com a participação popular na estruturação dessa nova política urbana, a qual deve partir da responsabilidade dos municípios (FREITAS; BUENO, 2018).

Nesse segmento, o Ministério das Cidades, atual Ministério do Desenvolvimento Regional, procurou até 2006 implantar a participação popular nos planos diretores municipais, buscando trazer melhorias para a organização do meio urbano. Compreende-se então pela promulgação dos Planos Diretores que, assim como descreve Santos (2018, p. 16), o “objetivo primordial é democratizar as intervenções na construção do desenvolvimento das cidades, possibilitando que aqueles antes silenciados pudessem, enfim, ter participação efetiva”.

Nesse contexto, é possível perceber a relação do documento do Plano Diretor com a implementação de políticas públicas. Assim, visando pôr em prática os direitos previstos pela Constituição Federal de 1988, a institucionalização do planejamento urbano em todo o Brasil trouxe como identidade a ideia de zonedar, gerir o ambiente urbano de forma mais eficaz e articular os interesses associados a esse espaço (BOGO, 2020).

Apesar disso, como Bogo (2020) enfatiza, ainda são visíveis nos planos falhas como o não entendimento do nível de risco em determinadas áreas. Com base em seu estudo acerca plano diretor de Rio do Sul/SC, o autor constata ainda um baixo entendimento dos riscos de inundações para certas localidades do município, tendo em vista que alguns instrumentos de auxílio ao Plano Diretor mostram uma restrição ainda não tão severa

quanto à ocupação de áreas de risco ambiental.

Esses mesmos Planos Diretores são também responsáveis por abarcar todas as circunstâncias tangíveis às cidades em que se pretende planejar, não havendo espaços para problemas presentes ou futuros que possam vir a conturbar o convívio urbano. Mesmo diante dessa realidade, Espíndola e Ribeiro (2020), após analisarem os Planos Diretores das capitais brasileiras, constataram falhas como a despreocupação de 26 das 27 capitais para com as mudanças climáticas vivenciadas no meio urbano, preocupação essa apresentada apenas no Plano Diretor da capital Palmas.

Os mesmos autores verificaram ainda quais das capitais brasileiras reformularam e aplicaram seus planos diretores municipais após o ano de 2015. A fim de verificar o desempenho de cada cidade no controle de problemas relacionados às mudanças climáticas, os autores consultaram os documentos das capitais a partir da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) publicada em 2016 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de visitarem os *sites* das prefeituras de cada capital brasileira. Dados esses que fundamentaram a pesquisa e concluíram a não atenção dessas capitais a problemas urbanos como as mudanças climáticas.

De maneira análoga, é perceptível na análise no Plano Diretor do município de Marabá a preocupação para com a realidade instaurada nas regiões abaixo da cota altimétrica indicada pelo documento, igual a 82 metros. Nesse sentido, o entendimento das ocupações dessas áreas durante a revisão do plano é válido, pois considera riscos acerca da expansão desordenada no município e da vulnerabilidade trazida àqueles que ocupam essa região.

Buscando compreender os desafios que assolam as áreas susceptíveis a inundações na região do município, entendidas como abaixo da cota altimétrica estabelecida pelo Plano Diretor, Bentes (2018) conceitua que com a boa compreensão desses territórios, é propiciada uma maior ciência dos riscos, podendo esses ser enfrentados com maior organização e preparo pelos órgãos associados à apresentação de contramedidas. Dessa maneira, com mais essa orientação ao Plano Diretor, diferentes medidas podem ser tomadas e analisadas para a área em questão.

4 | A HABITAÇÃO SOCIAL: UM DESAFIO PARA O PLANEJAMENTO URBANO

Em meio aos debates acerca da formulação de um modelo de cidade que seja inclusiva e bem estruturada, temas como a habitação social e o planejamento urbano são imprescindíveis. O primeiro é importante, pois traz consigo a ideia da inclusão social e da promoção do bem comum a todo e qualquer habitante de um sistema urbano. Já o segundo, quando bem consolidado, pode servir como uma forte base para as cidades.

Nesse sentido, é valorosa a interligação entre essas duas temáticas dentro do ambiente urbano. Quando isso não ocorre durante o processo de urbanização, a

modernização desse espaço apresenta também um modelo de exclusão, mais enfático quando associado à população de baixa renda (SILVEIRA; CARMO; LUZ, 2019). Assim, compreender a ocupação do espaço e promover nesse a inclusão pode parecer trabalhoso, mas representa uma forte necessidade para o crescimento urbano bem planejado.

Nessa conjuntura, é perceptível que as escolhas dos espaços para a prática de políticas destinadas às habitações sociais não devem apresentar sinais de aleatoriedade ou despreocupação, uma vez que isso pode determinar as dinâmicas do meio e de quem o habita. No entanto, em uma pesquisa realizada por Matos (2017), foram constatados em uma parte da área central do município de Petrópolis no Rio de Janeiro imóveis passíveis de ocupação e que poderiam atender a até 60% do déficit habitacional da região, déficit esse que vinha sendo sanado a partir da alocação de habitações sociais em áreas periféricas.

Além disso, Matos (2017) comunica ainda uma visível produção de habitações de interesse social alocadas em áreas periféricas urbanas, apresentando também certas dificuldades dessa política em atender à população de baixa renda. Para tanto, o autor enfatiza a necessidade de se haver a articulação de uma política de habitação condizente com as condições locais em que é instaurada, garantindo boas condições para o aproveitamento dessa.

Ademais, a conscientização e participação da população em todo o processo de efetivação das políticas de habitação social também é crucial para que essas ações possam ser executadas da melhor maneira. Nesse sentido, Maleas (2018, p. 79) considera os processos participativos como “uma forma de discutir e ajustar um projeto para conseguir sua construção e, ao mesmo tempo, fornecer soluções satisfatórias a todos os atores interessados”.

Na região de Marabá, a Superintendência de Desenvolvimento Urbano – SDU tem promovido conferências, nelas surgem debates com a própria sociedade acerca das prioridades do Poder Público na articulação das políticas públicas de habitação de interesse social (MARABÁ, 2017). A promoção desse espaço para o debate é importante, pois abre oportunidades para que a comunidade tenha conhecimento dos atos do Poder Público, podendo até mesmo intervir diretamente com a avaliação dessas políticas públicas.

Em contrapartida, apesar dessa abertura ao debate ser realizada, ainda é registrada uma baixa participação popular nesses eventos em que pontos de suma importância como a proposição de diretrizes e o plano de trabalho são discutidos (MARABÁ, 2017). Diante dessa situação, avaliar a divulgação e conscientização popular da importância desses eventos se apresenta como uma etapa necessária para entender a ausência dos convidados.

Nesse segmento, é possível a compreensão da importância de aspectos como um bom planejamento e a participação social nos programas de habitação social do município de Marabá. Quanto a esses programas, o município tem apresentado ainda em seu Plano Diretor boas medidas para sua implementação, mas não se tem ideia do estado

de conscientização popular quanto ao direito à uma habitação cedida por essa política, principalmente daquela comunidade que se encontra ocupando áreas abaixo da cota altimétrica.

5 | O CONCEITO E A PRÁTICA DO PLANEJAMENTO URBANO

Inicialmente, o planejamento urbano foi identificado como uma resposta aos problemas enfrentados pelas cidades, os não resolvidos pelo urbanismo moderno e os causados por ele. Essa expressão provém da Inglaterra e dos Estados Unidos e marcou a mudança na compreensão que se tinha acerca dos municípios e suas adversidades (COBALCHINI, 2017).

No Brasil, previamente caracterizou-se o planejamento urbano como uma política higienista para suprir uma necessidade oriunda das políticas de saúde coletiva as quais fundamentavam a demolição de obras decadentes e urbanisticamente desordenadas, que favoreciam a disseminação de doenças infectocontagiosas. Após a intensificação do processo de urbanização, o planejamento urbano passou a ser considerado uma técnica para expandir e/ou criar novas cidades, propondo soluções que permitissem o ordenamento do uso do solo em cidades em contínuo crescimento (SANTOS, 2012).

Cruz (2019) analisa se as alterações na forma e no uso do espaço urbano satisfazem as reais expectativas de uma população, visto que as cidades em suas diversas áreas possuem demandas com vários níveis de atendimento e de carências, assim como há diferenças em termos sociais e comunitários de cada região.

Conforme o autor supramencionado, a deficiência no controle do uso e da ocupação do solo e a atuação do mercado imobiliário, juntamente com outros fatores, ocasionam o movimento das classes menos favorecidas para as periferias na cidade. Dessa forma, as classes de maior poder aquisitivo vão ocupando os espaços que lhes convém, de modo que fica evidente o privilégio do interesse privado em questões imobiliárias e assim favorecendo a segregação socioespacial.

Observando a questão do crescimento populacional no município de Marabá, segundo dados do IBGE de 2020, vive-se um aumento acelerado do número de habitantes em que desde o último censo no ano de 2010 até a estimativa no ano de 2020 o município apresentou um aumento populacional de mais de 45 mil habitantes, partindo de 233.669 pessoas para 283.542.

Com esse crescimento populacional ocorrendo em todo o país, nota-se então a necessidade de um procedimento metodológico mais completo, assim como Cruz (p. 32, 2019) sugere que “Nessas situações, as decisões precisam se pautar em critérios (qualitativos e quantitativos) técnicos, objetivos e transparentes, que sejam capazes de incorporar os juízos de natureza política e subjetiva dos gestores públicos e, sobretudo, da sociedade civil.”

Outrossim, Michelotto e Sobrinho (2018) alegam ser válido considerar que o avanço da urbanização no mundo de um modo geral tem ignorado a capacidade de suporte do meio ambiente, necessitando de uma mudança nos padrões culturais, de consumo e governabilidade. É nas cidades que as relações econômicas, sociais, culturais e ambientais são intensas, desiguais e contraditórias.

Como uma das demandas para a organização e gestão do espaço urbano surge então o zoneamento. Segundo Lima e Neto (2019), a falta de infraestrutura adequada, incluindo forte segregação espacial e um alto grau de habitação informal resultante do crescimento rápido e intenso das cidades, impulsionado pela industrialização dos grandes centros urbanos e pela agricultura mecanizada, propuseram que os instrumentos de planejamento urbano e ordens de zoneamento abrangentes passassem a ser adotados sistematicamente.

O zoneamento é um processo urbanístico cuja finalidade é o emprego adequado do solo cidadão. Apresentado como um mecanismo no processo de planejamento urbano, o qual é realizado por meio do Plano Diretor Urbano, é denotado dividindo-se em zonas de categorias de uso: Residencial, comercial, industrial, ou zonas de lazer (NOGUEIRA, 2017).

A ferramenta do zoneamento tem como principal função proporcionar a distribuição adequada dos usos do solo em uma área urbana, sendo assim um recurso preponderante para a gestão do território e uma prática do planejamento urbano. Contudo, na maioria dos municípios brasileiros, algumas das características iniciais da utilização do zoneamento como instrumento urbanístico de controle da produção privada mantêm-se, especialmente no tocante às análises políticas e ideológicas que mostram como o instrumento é utilizado na manutenção de interesses de determinados grupos sociais, mediante uma linguagem de difícil entendimento por não técnicos, obtendo-se a facilidade para o seu mau uso (SILVA, 2014).

Observando certas áreas do município de Marabá, sobretudo aquelas abaixo da cota altimétrica prevista no Plano Diretor, são evidentes locais em que é nítida a presença dos aspectos como precariedade e irregularidade. Nesse sentido, empregar esforços para estudá-las e analisá-las é uma tarefa válida e pode trazer um abrandamento do problema instaurado.

6 | OCUPAÇÕES IRREGULARES: O IMPASSE DA HABITABILIDADE URBANA

No Brasil, o surgimento de assentamentos humanos periféricos seria devido as desigualdades sociais e econômicas no país, gerados através da urbanização acelerada e da má distribuição de renda (CASTRO, 2007). A esse fator, a autora destaca que também está agregada a ação insuficiente do Estado, que não tem conseguido intervir, por meio de políticas públicas, no combate às mazelas sociais, o desemprego e a degradação

ambiental.

Ainda segundo a autora, a política urbana deve estar alinhada ao planejamento e gestão para a introdução de políticas públicas para enfrentar tais problemas e, principalmente, para prevenir a ocupação urbana em áreas irregulares.

As ocupações irregulares no Brasil, ou também chamadas de espontâneas, informais ou favelas, em alguns casos, tiveram sua origem através da modernização das atividades laborais, devido à Era Industrial, atraindo a população rural que buscava melhores condições de vida, para a cidade (RODRIGUES; LISTO, 2016). Ainda, segundo os autores, com o tempo, essas migrações revelaram outro fator colaborativo para a diminuição das condições de habitabilidade dessa população, sendo este a desigualdade social

Segundo a lógica de Santos (2002, p. 19) sobre o assunto,

“a posição social das populações mais diretamente atingidas pela globalização caracteriza-se pela desigualdade de oportunidades de vida, isto é, um acesso desigual a recursos e uma vivência de situações sociais desiguais, as quais podem ser resumidas em oito dimensões: saúde, habitação, trabalho, educação, relações de sociabilidade, segurança, informação e participação política.”

De acordo com Monteiro e Silva (2018), a preocupação em intervir nas favelas é em virtude da complexidade social encontrada nestas localidades. O Poder Público, por exemplo, tem constatado uma desestabilização na vida de famílias que acabam sendo transferidas para conjuntos habitacionais distantes de onde moravam. Desse modo, a política de *desfavelamento* tem procurado reconduzir esses moradores para espaços dentro do mesmo bairro ou próximo a ele, que tenham uma infraestrutura adequada (MONTEIRO; SILVA, 2018).

Ademais, as ocupações urbanas irregulares acabam sendo reflexos do processo de urbanização do Brasil. Esse fenômeno que tem ocorrido desde 1940, revelou as facetas do desemprego, uma vez que essa população não possuía conhecimentos técnicos para assumir certos trabalhos, o que levou essas pessoas necessitadas a ocupar as periferias, margens de rios, favelas, e até mesmo encostas (CASTRO, 2007).

A urbanização promoveu o aumento da concentração de pessoas nas grandes cidades do país, cidades estas que segundo Santos (2012), não estavam preparadas para receber tal demanda populacional, acarretando problemas como a falta de moradia, água potável, coleta de resíduos, recursos sanitários, entre outros.

Rattner (2001, p. 9) ratifica essa informação esclarecendo que,

“No início de 2000, a proporção de urbanização chegou a 82% do total de 169 milhões. Durante a última década, enquanto a população total aumentou cerca de 20%, o número de habitantes urbanos aumentou mais 40%, particularmente, as nove áreas metropolitanas são habitadas por um terço da população brasileira.”

Com a urbanização acelerada e o empobrecimento da população, o processo

de periferização é iniciado. A exclusão territorial é ainda mais intensificada através da especulação imobiliária, que define altos valores para áreas centrais da cidade, expulsando a população de baixa renda e contribuindo para a formação de mais periferias (SANTOS, 2002).

O governo local, utilizando da gestão urbana, precisa criar mecanismos que consigam promover a inclusão territorial e instrumentos legais que evitem a segregação espacial (MONTEIRO; SILVA, 2018). A segregação pode induzir as populações pobres a ocupar espaços distantes e periféricos, afetando os indivíduos no que concerne aos aspectos sociais, econômicos, culturais e políticos.

Dessa forma, por não terem outra opção a não ser ocuparem locais periféricos, muitas famílias acabam se sujeitando e se instalando em espaços de risco. A exemplo, utilizando uma classificação para áreas suscetíveis a escorregamentos e inundações, Rodrigues e Listo (2016) identificaram, através do seu trabalho, cerca de oito setores de risco para a população que ocupava áreas marginais do Rodoanel em São Paulo.

No trabalho, os autores supracitados destacam que o Poder Público havia realizado intervenções para solucionar essa questão, por meio da execução de desapropriações na região em virtude de escorregamentos ocorridos, e as famílias locais acabaram reconduzidas para um empreendimento habitacional construído próximo ao bairro. Contudo, os autores citam que algumas dessas áreas desapropriadas já se encontram reocupadas novamente por novos moradores, o que necessitaria de um monitoramento e fiscalização constante.

Para Junior *et al.* (2016), para a determinação de ocupações irregulares em áreas de risco, o SIG (Sistema de Informações Geográficas) pode ser uma excelente ferramenta de localização. Em seu trabalho, os autores encontraram no município de Catolé do Rocha na Paraíba, diversas infrações ao Plano Diretor Municipal, constatando que a expansão urbana acabou sendo direcionada para áreas de manancial, sendo desmatada parte da mata ciliar, contribuindo para a formação de áreas de deslizamentos. Para os autores, esses problemas só serão solucionados com a adoção de uma política habitacional criteriosa.

Em Marabá não é diferente. A cidade tem crescido consideravelmente, existindo cerca de 17 ocupações (algumas privadas) não regularizadas pela prefeitura, impedindo que a gestão municipal tome providências quanto a infraestrutura, uma vez que é necessário que estas áreas pertençam ao município legalmente (MARABÁ, 2019). Ainda segundo informações do site oficial da prefeitura, as pessoas têm ocupado essas áreas de forma desordenada e têm cobrado da gestão do município energia, esgoto, água, asfalto e outros serviços básicos.

Contudo, mesmo que algumas áreas não foram regularizadas formalmente, a prefeitura tem acatado a pedidos de serviços urbanos dos moradores, visto que alguns bairros como o Araguaia (também conhecido como “Fanta”) e o Km 07, sendo áreas de invasão, cresceram substancialmente em extensão e em número populacional. A prefeitura tem realizado obras de pavimentação, construção de escolas, implantação de rotas de

ônibus e iluminação, pois segundo a Superintendência de Desenvolvimento Urbano – SDU de Marabá, estas áreas não se classificam como áreas de risco (MARABÁ, 2019).

Infere-se, portanto, que o processo de gestão de ocupações irregulares precisa de um sistema de planejamento urbano participativo, para que possa estabelecer estratégias de administração que possibilite a transformação da cidade e solucione os problemas da ocupação dos espaços pela população carente. É importante que o planejamento considere sistemas de informações baseados em indicadores, possibilitando mensurar o desenvolvimento da expansão de áreas irregulares, auxiliando o gestor urbano em suas tomadas de decisões.

71 O PROBLEMA DAS ENCHENTES EM MARABÁ: UM DESAFIO PARA O PLANEJAMENTO URBANO

Antigamente, estudar os fenômenos naturais, como tempestades, terremotos e furacões, entre outros, era algo restrito de algumas disciplinas na área das ciências humanas (ALMEIDA, 2011). Contudo, à medida que surge a possibilidade de uma situação de risco devido a tais fenômenos, o assunto passa também a envolver as relações entre a sociedade e a natureza, necessitando, portanto, da opinião de especialistas como sociólogos, historiadores e economistas (CAMPOS, 2015).

Assim, várias questões passaram a ser analisadas, como o motivo que levam algumas populações a habitar áreas consideradas de risco, a citar áreas alagáveis, encostas e margens de rios (ALMEIDA, 2011).

Ainda segundo o autor supracitado, nas comunidades ribeirinhas da Amazônia, o convívio com o problema das enchentes foi absorvido ao cotidiano. As formas de intervenção viabilizadas pelo poder público não levaram em conta as características locais e culturais desses moradores. Dessa forma, o estudo de caso em Marabá mostra perspectivas desprezadas ao se tentar transferir a cidade para locais mais seguros (ALMEIDA, 2011). Mas antes de prosseguir, importante comentar sobre alguns atributos físicos dessa cidade.

O município de Marabá se localiza no sudeste paraense, a cerca de 475 da capital do estado do Pará, Belém. A população de Marabá é estimada em 279.349 habitantes, sendo o quarto município mais populoso do Pará. A cidade se situa entre dois rios, Tocantins e Itacaiúnas, onde juntos formam uma espécie de “y” entre os núcleos da cidade (ALMEIDA, 2008). Na Figura 1, pode ser observada a localização da cidade dentro do estado e no território nacional, sendo os núcleos de Marabá destacados pelo retângulo vermelho no perímetro em amarelo.

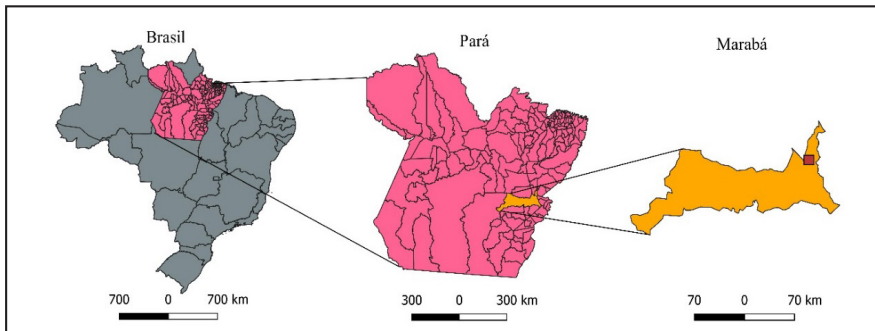


Figura 1 – Localização do município de Marabá.

Fonte: Autores, 2021.

O Plano Diretor de Marabá divide a cidade em núcleos e distritos, sendo, portanto, uma cidade polinucleada. Os distritos ou núcleos que serão considerados para esta pesquisa são os chamados: Velha Marabá ou Marabá Pioneira, Nova Marabá e Cidade Nova. O detalhe quanto ao perímetro dos núcleos está demonstrado na Figura 2, a seguir.

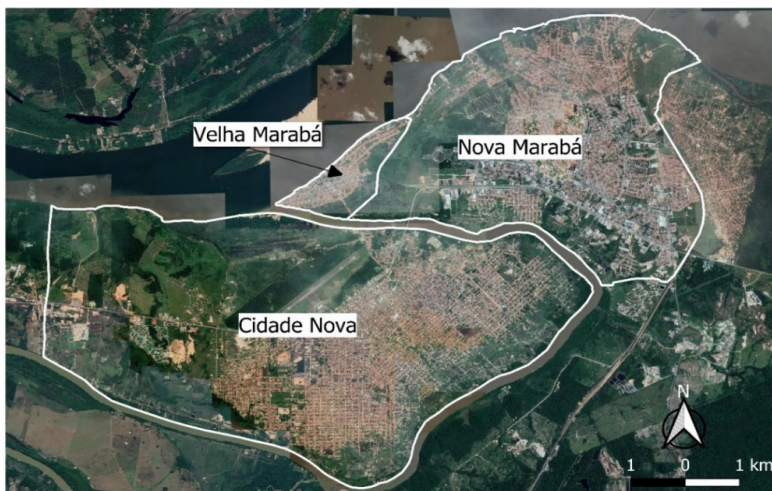


Figura 2 – Imagem de satélite dos núcleos Velha Marabá, Nova Marabá e Cidade Nova.

Fonte: Adaptado de GeoEye (Google Earth Pro) de 15/03/2021.

Como comentado anteriormente, Marabá é uma das cidades que tendem a passar por enchentes todos os anos, devido o aumento do nível dos rios Tocantins e Itacaiúnas que cortam a cidade. Assim, houve tentativas para transferir a população para outros pontos. A tentativa mais importante ocorreu em 1973, imposta pelo Governo Federal e que fora executada nos anos seguintes (ALMEIDA, 2008). A intenção era remover as populações do Núcleo Velha Marabá, para os Núcleos Nova Marabá e Cidade Nova.

Do ponto de vista técnico e racional, a cidade de Marabá estava assentada sobre um local não favorável para a instalação de um aglomerado urbano, justamente devido a confluência dos dois rios em seu meio. Mesmo as enchentes sendo algo comum nas cidades ribeirinhas da Amazônia, o caso de Marabá ganhou destaque devido a frequência das enchentes afetar vários segmentos sociais e em virtude também da antiga população não ver com simpatia as propostas de mudança para locais seguros.

Segundo Almeida (2011), os registros das primeiras enchentes remontam no ano de 1906, quando os moradores da cidade utilizaram suas canoas como abrigos. Pós enchente, os moradores reconstruíram suas casas de pau-a-pique e se alojaram no que hoje é o centro da atual Velha Marabá. Em 1910, outra enchente dispersou novamente os moradores para terras mais altas do pontal.

Fontes documentais apontam que as piores enchentes ocorreram em 1926, 1935, 1947, 1957 e 1974, e a pior de todas, a de 1980, que aconteceu durante a fase de implantação do novo Núcleo da cidade, a Nova Marabá (ALMEIDA, 2011).

Na enchente de 1926, muitos moradores se deslocaram temporariamente para fora da cidade, outros ficaram vivendo em balsas presas ao telhado das casas, o que pode ser confirmado pelas fotos da época (Figura 3). Após as águas regredirem, se iniciou a reconstrução da Velha Marabá, porém, foram desprezadas as propostas de mudança da cidade para outro local mais alto.



Figura 3: Moradores utilizando balsas durante a enchente de 1926.

Fonte: Casa da Cultura de Marabá.

Antes, era possível calcular o acontecimento das enchentes a cada 5 ou 10 anos. Contudo, na última década, tem se tornado cada vez mais comum a ocorrência de enchentes ano a ano na cidade. A exemplo, a enchente de 2019, acabou por afetar em

principal o Núcleo da Velha Marabá e parte da Nova. O mesmo já havia ocorrido nos três anos anteriores. A situação pós cheias dos rios pode ser observada na Figura 4.



Figura 4: A: Imagem aérea pós enchente no Núcleo Velha Marabá e Nova Marabá, em 2019; B: Imagem aérea da área do Núcleo Velha Marabá.

Fonte: Prefeitura de Marabá, 2019.

Tendo em mente, então, a recorrência das cheiras em Marabá, ainda no Plano Diretor Participativo do município, instrumento básico da política de desenvolvimento territorial regulamentado pela Lei Federal n.º 10.257/01 (Estatuto da Cidade) e pela Lei Orgânica do Município de Marabá, é compreendido em seu Art. 14 §2º a existência de áreas edificadas na cota altimétrica mínima de 82 m, sendo a marca de 10 metros do Rio Tocantins. Com base nesse artigo é vedada a utilização do solo abaixo dessa cota para edificação, não sendo permitida também a alteração da cota com a utilização de aterro.

Entretanto, no mesmo documento, não é estabelecido um complemento que informe

quais áreas de fato estão inseridas abaixo da cota mínima, o que pode ocasionar a não conscientização dos habitantes dessas áreas em estarem ocupando um espaço sujeito a eventuais inundações. Além disso, ao não terem noção dessa primeira condição, não teriam também conhecimento da prioridade em serem incluídos em projetos habitacionais destinados à população de baixa renda, circunstância oportunizada no §3º do mesmo artigo supracitado.

Nessa conjuntura, emerge a necessidade da identificação das áreas abaixo da cota altimétrica mínima, favorecendo e complementando o Plano Diretor Municipal. Fundamentada nessa necessidade, a Figura 5 mostra a delimitação das áreas abaixo da cota de 82 m.

A produção do mapa partiu inicialmente de um arquivo DWG disponibilizado pela base cartográfica da prefeitura de Marabá, sendo posteriormente trabalhado no *software AutoCad*. No tratamento desse documento foi destacada a curva de nível mais próxima da cota de 82 m, estando entre intervalos como 83,2 m e 81,7 m. Também para a confecção do mapa, foi necessária a utilização do *software* de geoprocessamento e informação geográfica *Qgis* versão 3.10.11, no qual o arquivo DWG foi inserido e utilizado como base para a marcação dos polígonos necessários à delimitação.

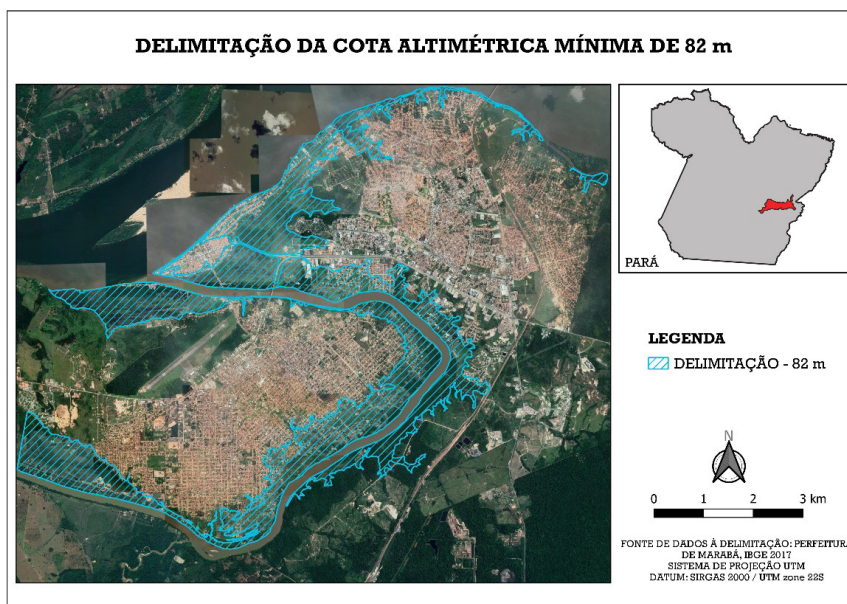


Figura 5: Mapa contendo a delimitação da cota de 82 m estabelecida no Plano Diretor de Marabá.

Fonte: Autores, 2021.

Conforme o que é apresentado no mapa, são perceptíveis ocupações que se encontram abaixo ou muito próximas à cota de 82 m, representando um risco aos moradores

e realçando a urbanização desordenada no município. Tal fato põe em destaque ainda a necessidade do controle dessas ocupações, evitando a possibilidade do aumento do número de afetados pelas enchentes e minimizando impactos negativos ao desenvolvimento do município.

8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gerir o território urbano e prevenir seus habitantes dos desastres naturais a que possam estar sujeitos é e sempre foi um desafio para qualquer Plano Diretor e ainda mais para os órgãos públicos municipais, que são responsáveis por minimizar os problemas que apareçam em um município. Nesse cenário, o mapeamento de áreas que estejam sujeitas a inundações tem sua relevância para o planejamento urbano, preocupando-se em ser um apoio à gestão territorial ferente à iminente expansão urbana.

Se tratando do território brasileiro, casos em que ocupações desordenadas das margens de rios comportam uma crescente área impermeabilizada são recorrentes, o que intensifica também a ocorrência de inundações nocivas, em diferentes aspectos, tanto ao poder público quanto à população. Nesse sentido, o mapeamento dessas áreas representa um passo importante ao início da tomada de medidas de controle, estando auxiliada por um reconhecimento dos elementos físico-ambientais e do entendimento da ocupação do solo das áreas afetadas.

Ao se observar a questão instaurada no município de Marabá, é possível perceber os prejuízos gerados a cada ano pelas cheias, os quais afetam desde o poder público até os habitantes. No município, grande parte dessa perda se dá em razão do não cumprimento daquilo que está estabelecido no Plano Diretor Municipal, uma vez que as pessoas continuam a habitar de forma crescente as áreas abaixo da cota altimétrica mínima. Dessa forma, é colocada em evidência a ausência de medidas para a regularização urbanista por parte dos órgãos municipais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. J. **A cidade de Marabá sob o impacto dos projetos governamentais**. São Paulo, 2008. 272 f. Dissertação (Mestrado em História Econômica) - Programa de Pós - Graduação em História Econômica, Departamento de História da FFLCH, USP, São Paulo, 2008.

ALMEIDA, J. J. **Os riscos naturais e a história: o caso das enchentes em Marabá (PA)**. Tempos históricos, v. 15, 2º semestre, p. 205-238, 2011.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Almedina, 2011.

BENTES, K. L. L. M. **Inundações em Marabá: avaliação estratégica para declarar emergência**. 2018. 61 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

BOGO, R. S. **Plano Diretor Participativo: território e inundações em Rio do Sul/SC**. Dossiê, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 555-578, mai./2020.

CAMPOS, S. J. A. M. *et al.* **Mapeamento de áreas sujeitas à inundação para planejamento e gestão territorial: cartas de suscetibilidade, perigo e risco**. RBGEA - Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v.5, n.1, p.67-81, 2015.

CASTRO, C. O. **A habitabilidade urbana como referencial para a gestão de ocupações irregulares**. 183 f. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana- Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2007.

COBALCHINI, M. S. R. 2017. **Zoneamento ambiental e planejamento de bacias hidrográficas: estudo de caso - do local (Arroio Barracão, no município de Bento Gonçalves / RS) ao regional (região metropolitana da Serra Gaúcha)**. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2017.

CRUZ, R. B. C. da. **Proposta metodológica para participação popular na definição de estratégias em planejamento urbano**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

ESPÍNDOLA, I. B.; RIBEIRO, W. C. **Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros**. Cadernos Metrópole, São Paulo, v. 28, n. 48, p. 365-395, mai./2020.

FREITAS, E. L. H. D.; BUENO, L. M. D. M. **Processos participativos para elaboração de Planos Diretores Municipais: inovações em experiências recentes**. Urbe, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 304-321, ago./2018.

JUNIOR, J. C. M. *et al.* **Álgebra de mapas aplicado na determinação de ocupações irregulares e o risco ambiental em Catolé do Rocha-PB**. Revista Ver de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 11, n. 1, p. 01-07, 2016.

LIMA, R. C. A.; NETO, R. M. S. 2019. **Portarias de zoneamento e mercado imobiliário em países em desenvolvimento: evidências de municípios brasileiros**. Journal of Housing Economics, V. 46, dez/2019.

MALEAS, I. **Habitação social em um contexto suburbano: Portador da diversidade periurbana?** Urbano izziv, França, V. 29, n. 1, p 73-82, jun./2018.

MARABÁ. **Desenvolvimento urbano: SDU promove conferência sobre habitação de interesse social**. 2017. Disponível em: <https://maraba.pa.gov.br/desenvolvimento-urbano-sdu-promove-conferencia-sobre-habitacao-de-interesse-social/>. Acesso em: 27 de dezembro de 2020.

MARABÁ. **Desenvolvimento urbano: SDU realiza 2ª conferência de habitação**. 2017. Disponível em: <https://maraba.pa.gov.br/desenvolvimento-urbano-sdu-realiza-2a-conferencia-de-habitacao/>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

MARABÁ. **Gestão: Expansão desordenada dificulta desenvolvimento social e de infraestrutura**. 2019. Disponível em: <https://maraba.pa.gov.br/gestao-expansao-desordenada-dificulta-desenvolvimento-social-e-de-infraestrutura/>. Acesso em: 27 de julho de 2020.

- MATOS, C. **A face do tecido urbano e as mazelas ao acesso à moradia social como o caso do município de Petrópolis desvenda a construção de uma lenda urbana.** Geo UREJ, Rio de Janeiro, n. 31, p. 219-248, dez./2017.
- MICHELOTTO, L. G.; SOBRINHO, F. L. A. **A urbanização dispersa da cidade de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.** ParaOnde!?, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 61-67, 2018.
- MONTEIRO, N. R. O.; SILVA, D. S. **Percepções do ambiente, condições psicológicas e de qualidade de vida em habitantes de ocupações irregulares de área de manguezais na Baixada Santista, SP, Brasil.** Sustentabilidade em Debate, v.9, n. 3, p. 13-17, dez. 2018.
- NOGUEIRA, T. M. P. 2017. **Alternativas de uso e ocupação do solo frente às pressões do avanço urbano nas encostas do Morro do Ribeirão ao norte dos limites do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis-SC.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. 2008. **Estudos cartográficos sistemáticos em engenharia de software.** Actas da 12ª Conferência Internacional sobre Avaliação em Engenharia de Software. p. 68-77, Jun. 2020. Acesso em: 16 de julho de 2020.
- RATTNER, H. Prefácio. In: ACSELRAD, Henri (Org.). **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas.** Rio de Janeiro: DP&A, 2001.
- REIS, P. A. **Identificação de áreas vulneráveis as enchentes e inundações em áreas urbanas através de modelos topográficos e hidráulicos.** Uberlândia, 2015. 25 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.
- RODRIGUES, F. S.; LISTO, F. L. R. **Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na região Metropolitana de São Paulo.** Eng. Sanit. Ambient, v. 21, n. 4, p. 765-775, out./dez. 2016.
- SANTOS, A. M. S. P. **Planejamento urbano: para quê e para quem?** Revista de Direito da Cidade, Rio de Janeiro, v. 04, n. 1, p. 91-119, 2012.
- SANTOS, M. **Dinheiro e Território.** In: Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFF. Niterói (RJ): PPGEO-UFF/AGB-Niterói, 2002. p.17-38.
- SANTOS, M. H. de S. **Análise da revisão do Plano Diretor de Araraquara-SP (2014): Em discussão o papel do Legislativo e os pilares da participação no planejamento urbano.** 2018. 213 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2018.
- SILVA, J. R. F. **Zoneamento e forma urbana: ausências e demandas na regulação do uso e ocupação do solo.** 2014. 297 f. Dissertação de mestrado - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- SILVEIRA, D. C.; CARMO, R. F.; LUZ, Z. M. P. D. **O planejamento de quatro áreas do Programa Vila Viva na cidade de Belo Horizonte, Brasil: uma análise documental.** Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 1165-1174, mar./2019.

SOBRE O ORGANIZADOR

CARLOS AUGUSTO ZILLI - Possui graduação em Engenharia Civil e Matemática pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2015 e 2005). É doutorando em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2021) e mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2020). Possui especialização em Avaliação de Imóveis e Perícias de Engenharia pelo Instituto de Pós-Graduação - FAPAN (2018), em Gestão de Obras e Projetos pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2017), e em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário de Capivari - FUCAP (2016). É docente no Instituto Federal de Educação de Santa Catarina (IFSC) - Campus São Carlos. Possui experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática e em Engenharia de Avaliações e Perícias, com ênfase em Inferência Estatística. Tem interesse em temas relacionados à Ciência de Dados, Engenharia de Avaliações e Planta de Valores Genéricos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento complementar 123
AeroDesign 190, 191, 195, 196
Aeroelasticidade 190, 191
Água de chuva 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132
Alteração de ocupação 95
Atualização de edifícios existentes 95

B

Barragens 173, 174, 175, 177, 178
Bioarquitetura 179

C

Cidade de 15 minutos 215, 216, 217
Coberturas verdes 179, 184, 188, 189
Comportamento térmico 179, 181
Concreto 26, 28, 29, 34, 36, 38, 39, 43, 44, 69, 70, 71, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 102, 106, 110, 120, 121, 136, 140, 184, 197, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 210, 211, 213, 214
Construção 2, 5, 8, 10, 14, 21, 22, 25, 26, 29, 32, 33, 44, 69, 70, 76, 77, 79, 80, 95, 96, 97, 100, 103, 104, 105, 106, 116, 126, 136, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 162, 163, 165, 166, 168, 170, 171, 172, 174, 180, 181, 183, 184, 197

D

Desempenho 9, 32, 96, 106, 107, 111, 114, 115, 127, 152, 188, 191, 225, 228, 235, 236
Diretrizes 6, 7, 10, 47, 66, 72, 123, 174, 221
DywiExpander 228, 229

E

Enchente 1, 17, 18
Energia eólica 133, 134, 135, 140, 148, 149
Estacas 26, 27, 28, 30, 31, 140, 141, 142, 145, 146, 148, 228, 229, 232, 233, 235, 236, 237
Estratégia BIM BR 151, 152, 158, 164
Expander body 228, 229, 231, 232, 233, 234, 236, 237

F

Fachadas verdes 179, 183, 189

Fibra de açaí 80, 81, 92

Flutter 190, 191, 192, 193, 195, 196

Fontes alternativas 123, 124, 129, 130, 131, 188

Fresagem 107, 108, 110, 120

I

Incêndio 125, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 206, 213, 214

Intertravado 71, 78, 80, 81, 92

M

Manutenção 12, 30, 32, 47, 65, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 97, 106, 108, 109, 120, 121, 126, 127, 151, 152, 153, 158, 163, 174

Marabá 1, 2, 3, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 179, 215, 216, 221, 222

Matriz de significância 68, 72, 74

Método gráfico 197, 199, 201, 202, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 214

Método SCS 46, 48, 51, 61

Método tabular 197, 199, 201, 202, 203, 206, 207, 209, 211, 212, 213

Modelagem 97, 151, 152, 153, 155, 158, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 170

Modelo virtual 151, 158, 159, 162, 163

Modernização de edifícios 95

O

Obras de contenção 23, 25, 26, 28, 30

Obras públicas 32, 44, 151, 152, 158, 162, 163, 168, 170

Ocupação não planejada de encostas 23

Ocupações irregulares 1, 4, 6, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 25, 30

Osmose inversa 223, 224

Otimização 151, 158, 163, 170

P

Patologias 32, 33, 34, 44, 97, 103

Pavimentação 14, 69, 71, 93, 107, 109, 110, 120, 121

Planejamento de obras 95

Planejamento urbano 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 20, 21, 22, 46

Plano diretor 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 55, 58, 59, 65, 67, 106

Plataforma BIM 151, 158, 159, 163

Poluentes emergentes 223, 224

Praças urbanas 68, 69, 73

R

RAP 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 121

Reabilitação de edifícios 95

S

Serviços 14, 31, 33, 44, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 109, 136, 164, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221

Situações emergenciais 173

Solo 2, 7, 8, 11, 12, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 73, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 126, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 174, 177, 216, 228, 229, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237

Solução técnica 133

Sondagem 133, 134, 137, 138, 147, 149, 234, 235

Sustentabilidade 7, 8, 22, 62, 67, 80, 97, 152, 153, 158, 170, 174, 181, 225

T

Tecnologia 94, 97, 106, 124, 152, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 179, 228, 229, 230, 232, 233, 236, 237

Tratamento de água 223, 226

TRRF 197, 199, 201, 202, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 213

U

Urbanização 2, 4, 7, 9, 11, 12, 13, 20, 22, 23, 24, 25, 46, 47, 48, 54, 55, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 180

V

Vicinais 107, 108, 109, 111, 116, 119, 121, 122

Volume de escoamento superficial 46, 48, 51, 54, 58, 61, 63, 64, 65

Z

Zoneamento 1, 4, 7, 8, 12, 21, 22, 177


COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 2



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Atena**
Editora




Ano 2021

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 2



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Atena**
Editora
Ano 2021