

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(ORGANIZADORES)**

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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

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.



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

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
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^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. 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. 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 Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – 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/UFPA
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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia 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
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil
2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-789-5

DOI 10.22533/at.ed.895210802

1 Engenharia Civil. I. Holzmann, Henrique Ajuz
(Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. 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

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.

APRESENTAÇÃO

No atual cenário mundial, realizar estudos nas mais diversas áreas do conhecimento é cada vez mais importante. Buscar aliar conceitos multidisciplinares é um dos grandes desafios aos profissionais, dentre os quais pode-se destacar os do nicho da engenharia civil. Estes profissionais necessitam correlacionar conhecimentos de projetos, à reutilização de resíduos e a prevenção e falhas.

Este livro traz artigos nas áreas de projetos, prevenção e melhoria de edificações; reciclagem e desenvolvimento de novos materiais e melhorias urbanas. Sendo esses temas de fundamental importância, pois englobam desde o planejamento ao ponto final de obras, a redução de custos e melhoria dos materiais empregados.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS

Vanuza Lorenzet Bonetti

Kéthlyn Scheguschewski

DOI 10.22533/at.ed.8952108021

CAPÍTULO 2..... 10

DEFORMAÇÃO LENTA DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E SUAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Talita de Souza Oliveira

Ana Carolina Saraiva Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.8952108022

CAPÍTULO 3..... 23

ANÁLISE DOS ESFORÇOS SOLICITANTES EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO DEVIDO AOS EFEITOS CONSTRUTIVOS

Meridiane Ferreira Barbosa

Hildo Augusto Santiago Filho

Fernando Artur Nogueira Silva

Renato Guilherme da Silva Pereira

Giane Maria Vieira de Lira

DOI 10.22533/at.ed.8952108023

CAPÍTULO 4..... 37

ANÁLISE COMPUTACIONAL DE VIGAS RETANGULARES DE CONCRETO ARMADO REFORÇADAS AO CISALHAMENTO COM PRFC

Maicon de Freitas Arcine

Nara Villanova Menon

Luiz Fernando Colusso

DOI 10.22533/at.ed.8952108024

CAPÍTULO 5..... 52

APLICAÇÃO DE REFORÇO TRANSVERSAL CONTÍNUO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO: COMPARAÇÃO COM ESTRIBOS CONVENCIONAIS

Andrei Lucas Müller

Abrahão Bernardo Rohden

Lúcio Flávio da Silveira Matos

DOI 10.22533/at.ed.8952108025

CAPÍTULO 6..... 77

ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: COLABORAÇÃO DO CONCRETO ENTRE FISSURAS

Isabela Cristina Ferreira Faria

Valquíria Claret dos Santos

Mirian de Lourdes Noronha Motta Melo

Valesca Donizeti de Oliveira

Paulo Cesar Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.8952108026

CAPÍTULO 7..... 94

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA ENTRE OS CONCRETOS AUTO-ADENSÁVEL E CONVENCIONAL

Anderson Renato Vobornik Wolenski

João Paulo Boff Almeida

André Luís Christoforo

Wallace Cavalcante Ferrão

DOI 10.22533/at.ed.8952108027

CAPÍTULO 8..... 106

ESTUDO EXPERIMENTAL DE SISTEMA DE ANCORAGEM POR CORDÃO DE FIBRAS DE CARBONO EM VIGAS REFORÇADAS À FLEXÃO COM PRFC

Adriano Vieira Risson

Nara Villanova Menon

Maicon de Freitas Arcine

Luiz Fernando Colusso

DOI 10.22533/at.ed.8952108028

CAPÍTULO 9..... 120

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE METACAU LIM APLICADOS EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO CIMENTO PORTLAND EM PASTA CIMENTÍCIA

André Valmir Saugo Ribeiro

Jéssyca Mendes da Silva

Alex Taira de Vasconcellos

Philippe Jean Paul Gleize

DOI 10.22533/at.ed.8952108029

CAPÍTULO 10..... 134

THERMAL DIFFUSION OVER A PORTLAND CEMENT CONCRETE GRAVITY DAM

Gabriel de Bessa Spínola

Edmilson Lira Madureira

Eduardo Morais de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.89521080210

CAPÍTULO 11..... 145

ESTABILIDADE GLOBAL DE PÓRTICOS PREENCHIDOS COM ALVENARIA

Luciano Carneiro Reis

Yuri Leandro Abbas Frazão

Ricardo Alberto Barros Aguado

Silas Pacheco Rodrigues Junior

Gabriel Meneses Souza

DOI 10.22533/at.ed.89521080211

CAPÍTULO 12..... 161

CONTRIBUIÇÃO A ANÁLISE DE PÓRTICOS METÁLICOS PREENCHIDOS COM

ALVENARIA

Luciano Carneiro Reis
Ana Caroline Braga Aquino
Ricardo Alberto Barros Aguado
Gabriel Meneses Souza
Silas Pacheco Rodrigues Junior
Yuri Leandro Abas Frazão

DOI 10.22533/at.ed.89521080212

CAPÍTULO 13..... 173

ELIMINADORES E BLOQUEADORES DE AR NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS

Elenilton Santos Rocha
Manoel Camilo Moleiro Cabrera

DOI 10.22533/at.ed.89521080213

CAPÍTULO 14..... 182

ESTUDO DE CASO DE UMA VISTORIA EM UM VIADUTO

Andresa Luzia Corona Ancajima
Bruna Ventura Botoni
Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.89521080214

CAPÍTULO 15..... 197

ANÁLISE DO FLUXO DE TRÁFEGO DA INTERSEÇÃO ENTRE A AVENIDA DAS TORRES E A RUA BARÃO DO RIO BRANCO NA CIDADE DE MANAUS – AMAZONAS

Luiz Mauro Duarte Brandolt
Irauna Maiconi Rodrigues de Carvalho
Cristhian Vasconcelos Costa
Juliana Christine da Silva Granja

DOI 10.22533/at.ed.89521080215

CAPÍTULO 16..... 214

ESTUDO DE CAPACIDADE DO CANAL DA GALHETA (PORTO DE PARANAGUÁ)

Samuel Sembalista Haurelhuk
Amir Mattar Valente

DOI 10.22533/at.ed.89521080216

CAPÍTULO 17..... 235

OS PROCESSOS ENVOLVIDOS NA CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DE UM BARRACÃO PRÉ-MOLDADO DE CONCRETO ARMADO PARA ARMAZENAMENTO DE FERTILIZANTES

Vanessa da Silva das Flores Maltezo
Wallysson Machado Dias

DOI 10.22533/at.ed.89521080217

CAPÍTULO 18..... 247

AS TÉCNICAS DA SUSTENTABILIDADE AGINDO NO DESENVOLVIMENTO DE

PROJETO ARQUITETÔNICO

Ana Rita Kawauche Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.89521080218

CAPÍTULO 19.....271

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO FILLER DA ESCÓRIA DE ACIARIA BSSF COMO ADIÇÃO EM CONCRETOS

Alisson Rodrigues de Oliveira Dias

Felipe Alves Amancio

Sarah Oliveira Lucas

Isa Lauren Ximenes de Sousa

Douglas Alexandre Lima

Helano Wilson Pimentel

Antônio Eduardo Bezerra Cabral

DOI 10.22533/at.ed.89521080219

CAPÍTULO 20.....284

CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DE CINZAS DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: ANÁLISE DE SUA EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE ALVENARIA

Paula Fernanda Guedes

Leandro Vanalli

Frank Kiyoshi Hasse

Guilherme Perosso Alves

Talita Cristina Rezende

DOI 10.22533/at.ed.89521080220

CAPÍTULO 21.....309

AVALIAÇÃO DE IMPLICAÇÕES QUÍMICAS DO USO DE LODO DE ETA (ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA) EM OBRAS DE ENGENHARIA

Felipe Fernandes Santana

Kenia Parente Lopes Mendonça

Rafael Rocha da Silva

Pedro Ignácio Meneghetti Scheid

DOI 10.22533/at.ed.89521080221

CAPÍTULO 22.....317

ANÁLISE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO E SUA ADEQUAÇÃO AO MERCADO DE TRABALHO

Carolina Souza Orro Freitas

Chrystian Cleiderson Ventura

Gabriela Rosa Oliveira

Gustavo Augusto Froes Cardoso

Karina Marques Maciel Silva

DOI 10.22533/at.ed.89521080222

SOBRE OS ORGANIZADORES329

ÍNDICE REMISSIVO.....330

CAPÍTULO 1

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Vanuza Lorenzet Bonetti

Mestre em Engenharia Civil e Ambiental
Professora do Departamento de Ciências
Exatas e Tecnológicas da UNOESC
Campus de Chapecó

Kéthlyn Scheguschewski

Engenheira Civil

RESUMO: O avanço da tecnologia tem impactado de maneira significativa a construção civil. As inúmeras descobertas realizadas ao longo dos anos vem modernizando o setor, e da mesma maneira, tem motivado as empresas a investirem em inovações, com o objetivo de garantir produtividade e competitividade no mercado. Esta pesquisa apresenta as manifestações patológicas mais incidentes no município de Chapecó, com relação aos sistemas prediais de água fria, água quente e esgoto sanitário, e também, as patologias que podem ocorrer em diferentes tipos de materiais empregados atualmente nas instalações, como o PVC (Policloreto de Vinila), o PPR (Polipropileno Copolímero Random), o CPVC (Policloreto de Vinila Clorado) e o PEX (Polietileno Reticulado). Essas patologias são causadas por diferentes fatores, podendo ocorrer em razão de falhas no projeto, falhas de execução, materiais com pouca qualidade, uso inadequado das instalações, desgaste por consequência do tempo entre

outros. A pesquisa foi realizada entre nove edificações de diferentes portes e entre 3 meses e 5 anos de utilização. Como resultados, 45 origens patológicas distintas foram identificadas. As patologias identificadas prevalecem nos sistemas prediais de água fria e esgoto sanitário. O material responsável pelo maior número de patologias é o PVC com 60% dos casos, seguido pelo PPR com 20%. Portanto, verificações como as da NBR 15.576 de 2013 são imprescindíveis, para garantir o pleno funcionamento dos sistemas.

PALAVRAS-CHAVE: Patologias. Materiais. Edificações.

PATHOLOGIES IN HYDRAULIC AND SANITARY BUILDINGS

ABSTRACT: The advancement of technology has had a significant impact on civil construction. The numerous discoveries made over the years have been modernizing the sector, and in the same way, it has motivated companies to invest in innovations, with the aim of ensuring productivity and competitiveness in the market. This research presents the most incident pathological manifestations in the municipality of Chapecó, in relation to building systems of cold water, hot water and sanitary sewage, and also, the pathologies that can occur in different types of materials currently used in the facilities, such as PVC (Polyvinyl Chloride), PPR (Polypropylene Copolymer Random), CPVC (Chlorinated Polyvinyl Chloride) and PEX (Reticulated Polyethylene). These pathologies are caused by different factors, which can occur due to design failures, execution failures, poor quality materials,

improper use of facilities, wear and tear due to time, among others. The survey was carried out among nine buildings of different sizes and between 3 months and 5 years of use. As a result, 45 distinct pathological origins were identified. The identified pathologies are prevalent in building cold water and sanitary sewage systems. The material responsible for the greatest number of pathologies is PVC with 60% of cases, followed by PPR with 20%. Therefore, checks such as those of NBR 15,576 of 2013 are essential, to guarantee the full functioning of the systems.

KEYWORDS: Pathologies. Materials Buildings.

INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia tem impactado de maneira significativa a construção civil. As inúmeras descobertas realizadas ao longo dos anos vem modernizando o setor, e da mesma maneira, tem motivado as empresas a investirem em inovações, com o objetivo de garantir produtividade e competitividade no mercado (CATÁLOGO DE INOVAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2016).

Para Botelho e Ribeiro Jr. (2014, p. 9), as instalações hidráulicas prediais passaram por mudanças nos últimos anos, no quesito inovação, mas para eles a evolução se deve aos materiais empregados. Atualmente, novos tipos de produtos são aplicados na fabricação das tubulações e a maneira com que é realizada a instalação também passou por alterações. Pode-se destacar como um dos principais avanços nessa área a implantação de tubos de plástico, em substituição aos tubos cerâmicos, metálicos e de fibrocimento.

Para Carvalho Jr. (2015, p. 9) mesmo com toda a evolução dos últimos anos, 75% das patologias que ocorrem nas edificações são ocasionadas pelo sistema hidráulico predial. Podem se manifestar de diversas formas, como por exemplo, mau cheiro, vazamentos, entupimentos, retorno de espuma e também podem causar danos colaterais a outros elementos da edificação, como elementos estruturais e de vedação. Ainda, afirma que 40% dessas patologias originam-se na fase de projeto, e por esse motivo, a empresa acaba tendo um gasto extra que pode chegar a 5% do valor total da obra para realizar os reparos e ajustes necessários.

Essas patologias são causadas por diferentes fatores, podendo ocorrer em razão de falhas no projeto, falhas de execução, materiais com pouca qualidade, uso inadequado das instalações, desgaste por consequência do tempo entre outros. Ainda, as instalações de água fria, água quente, esgoto sanitário, instalações de combate a incêndio, águas pluviais e gás podem apresentar diferentes patologias (CARVALHO JR., 2015, p. 29).

Para Vieira (2016, p. 11) grande parte dos profissionais da construção civil não apresenta interesse pelas instalações hidráulicas e sanitárias por se tratar de um projeto complementar e de não possuir destaque na edificação, pois na maioria dos casos, são instaladas de maneira oculta, embutidas na alvenaria ou em shafts (apud. SINDUSCON-SP).

Por essa razão, muitas vezes pequenos detalhes acabam sendo ignorados e após a conclusão da obra, quando os usuários estarão utilizando as unidades, surgem patologias relacionadas ao sistema que anteriormente, não foi considerado importante. Podendo se manifestar no forro de gesso, com o aparecimento de manchas ou ainda, nas alvenarias de vedação, com o aparecimento de manchas e bolhas na pintura entre outros. Por esses e outros motivos é importante que o profissional possua conhecimento técnico para avaliar manifestações patológicas e diagnosticá-las corretamente, podendo sugerir ações terapêuticas a fim de corrigir o problema o mais breve possível, com o objetivo de evitar prejuízos maiores.

Além disso, ainda na fase de projeto, é imprescindível que o projetista tenha conhecimento dos diferentes materiais disponíveis no mercado para considerar todas as hipóteses no momento que for definir qual tipo de tubulação deverá ser instalada, não apenas o custo de aquisição e a disponibilidade mas também, o tipo de tubulação que apresenta o menor índice de patologias, maior facilidade de instalação e de realizar manutenções futuras.

Diante disso, este trabalho traz como propósito apresentar as manifestações patológicas mais incidentes em diferentes municípios, com relação aos sistemas prediais de água fria, água quente e esgoto sanitário, e também, as patologias que podem ocorrer em diferentes tipos de materiais empregados atualmente nas instalações, como o PVC (Policloreto de Vinila), o PPR (Polipropileno Copolímero Random), o CPVC (Policloreto de Vinila Clorado) e o PEX (Polietileno Reticulado).

PATOLOGIAS EM SISTEMAS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS

De acordo com Borsato e Back (2016, p. 3, apud AMORIM, 1997) 40% das patologias encontradas em edificações são originadas na primeira fase da execução de uma obra, o projeto. Além de se contratar profissionais qualificados para a execução da obra, deve-se desenvolver todos os projetos necessários, bem como, compatibilizá-los, assim, evitando-se problemas futuros.

Pode-se definir instalações prediais de água fria como sendo o conjunto de tubulações e acessórios instalados em uma edificação destinados ao abastecimento de água a todos os pontos de utilização previstos no projeto arquitetônico, dessa forma, essas instalações devem ser instaladas de modo que garantam quantidade e qualidade suficiente da água para utilização e consumo (CREDER, 2006, p. 3).

Uma patologia muito comum que se apresenta em reservatórios é o vazamento devido à ruptura na superfície, geralmente ocorre em razão da caixa de água ser instalada sobre uma base com dimensões inferiores às suas, sobre sarrafos de madeira ou ainda, quando a superfície de assentamento estiver irregular. A única maneira de resolver essa patologia é substituir a caixa de água e antes de instalar a nova, resolver o problema

relacionado à base (CARVALHO JR., 2015, p. 51).

Pode-se classificar os vazamentos em dois tipos, os visíveis, são aqueles que são facilmente detectados, em razão de ocorrerem em pontos de utilização, como torneiras e chuveiros e os não visíveis, são aqueles de difícil detecção em razão de ocorrerem em tubulações enterradas no solo, no piso ou embutidas na parede (CARVALHO JR., 2015, p. 74).

Um dos problemas recorrentes em instalações de água quente é o retorno de água quente para a tubulação de água fria, após ter passado pelo aquecedor. É comum o emprego de materiais adequados aos diferentes sistemas, por razões financeiras ou até por uma necessidade do projeto. Desta forma, é necessário que seja instalada uma tubulação indicada para instalações de água quente em todo o sistema e também, cerca de 1m antes do aquecedor, evitando-se problemas nesse trecho da tubulação (CARVALHO JR., 2015, p. 134).

A NBR 8160 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999, p. 3), define que as instalações de esgoto sanitário são constituídas por tubulações e acessórios que possuem a função de coletar o esgoto gerado nos pontos de utilização e conduzi-lo para fora da edificação, com o objetivo de garantir o destino correto dos efluentes e dos gases.

Para Souza e Melo (2017, p. 61), um dos motivos que causa o retorno do odor, no sistema de esgoto sanitário, é a obstrução de um dos elementos do sistema de esgotamento sanitário, como por exemplo, o entupimento de uma caixa de gordura, uma caixa de passagem ou ainda, da tubulação de ventilação.

O desconector consiste em um acessório que possui fecho hídrico, instalado com o objetivo de não permitir a passagem dos gases no sentido contrário ao escoamento dos efluentes. Podem ser o sifão ou a caixa sifonada (CARVALHO JR., 2015, p. 144).

Botelho e Ribeiro Jr. (2014, p. 204) definem que todas as instalações primárias de esgoto necessitam possuir um sistema de ventilação, assim, evitando a ruptura do fecho hídrico, garantindo que os gases presentes na tubulação sejam conduzidos para a atmosfera.

Para Creder (2006, p. 281, apud A Chemical Engineering Report, 1959) as tubulações de PVC (Policloreto de Vinila) destinadas à condução de água fria, esgoto sanitário e águas pluviais, são utilizadas em todos os países do mundo em razão das inúmeras vantagens, sendo algumas delas o baixo custo, a leveza, sua resistência química, baixa condutividade elétrica e térmica e facilidade para instalação e manutenção.

Pode-se afirmar que o vazamento nas tubulações de PVC é a patologia mais recorrente atualmente. Vieira (2016, p. 15, apud Lara et al., 2005) afirma que as rupturas que causam vazamentos podem ser originadas por falhas na execução da união entre tubulações ou entre tubulações e acessórios, deformação excessiva, utilização de materiais impróprios e reparos realizados em tubulações utilizando-se resina a base de epóxi.

Até o final da década de 80, os tubos metálicos eram utilizados, com exclusividade,

para condução de água quente nas instalações prediais. A partir daí, surgiram no mercado os primeiros tubos poliméricos que poderiam ser utilizados para condução de água quente, o CPVC (Policloreto de Vinila Clorado) como sendo o primeiro tubo plástico capaz de conduzir fluidos em elevadas temperaturas, é atualmente o material mais utilizado no Brasil para condução de água quente (VIEIRA, 2016, p. 27).

A patologia que mais ocorre em tubos e conexões de CPVC é o rompimento ou a deformação em razão do excesso de temperatura da água. Para Vieira (2016, p. 29), em função do calor excessivo, o vapor presente na tubulação também aumenta, e esse pode contribuir para o rompimento do tubo pelo acréscimo da pressão.

Para o Catálogo técnico da Tigre (2012, p. 6) o PPR (Polipropileno Copolímero Random) consiste em um material diferenciado no mercado, utilizado em instalações de água quente e fria. O processo de ligação entre elementos ou acessórios ocorre através de um processo conhecido como termofusão.

Vieira (2016, p. 73) visualizou em sua pesquisa um caso onde a tubulação de PPR foi instalada com o objetivo de melhorar o desempenho das instalações hidráulicas de água quente de um determinado edifício residencial. Porém, a instalação foi executada de maneira incorreta, totalmente desalinhada e sem nenhum tipo de ancoragem ou suporte.

O PEX (Polietileno Reticulado) é utilizado em instalações prediais de água quente e fria. A instalação das tubulações PEX garante facilidade, versatilidade e rapidez por se tratar de tubulações flexíveis, resistentes e que, após a instalação, apresentam ótimo desempenho hidráulico, em razão da sua rugosidade interna ser pouco representativa, algo em torno de 0,007mm. Esse sistema é instalado nos ramais e sub-ramais, onde cada um necessitará de uma linha exclusiva, esses, por sua vez, são conectados às colunas de água, podendo ser de CPVC ou PVC (BOTELHO, 2014, p. 164).

Por se tratar de um material novo no Brasil, ainda pouco utilizado nas construções, existem poucas bibliografias e trabalhos acadêmicos desenvolvidos que realizaram avaliações sobre este material, assim, o número de patologias encontrado é menor. Mas, em razão do seu alto desempenho, resistência e facilidade para realizar manutenções, é um material que deve ganhar espaço com o passar dos anos.

A NBR 15575 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013), parte 6, apresenta alguns testes que devem ser realizados nas tubulações antes da sua ocupação definitiva pelos proprietários. Esses testes devem ser realizados com o objetivo de evitar vazamentos após a ocupação, algo que pode comprometer outros elementos construtivos empregados, como por exemplo, o surgimento de manchas e bolhas nos revestimentos das paredes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de avaliar manifestações

patológicas que possuem relação com os sistemas hidráulicos e sanitários prediais, em edificações de diferentes municípios. As edificações são dos municípios de Chapecó-SC, Cunha Porã-SC, Dionísio Cerqueira-SC, Espumoso-RS, Joaçaba-SC, Maravilha-SC, Porto União-SC, Xaxim-SC.

Inicialmente, realizou-se o levantamento de dados para a pesquisa, com visitas em obras e em edificações que já estão sendo utilizadas, além disso, foram utilizadas imagens e relatos de profissionais que trabalham na construção civil com a aplicação de sistemas hidrossanitários.

Após a coleta de dados, avaliamos as origens das patologias, com o objetivo de definir qual é a patologia relacionada aos sistemas prediais mais incidente; elaboramos um questionário para ser aplicado às empresas que comercializam os diferentes tipos de tubulações e aos engenheiros das construtoras visitadas, a fim de definir qual o tipo de tubulação que mais apresenta patologias entre o PVC, CPVC, PPR e PEX.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As obras foram classificadas de acordo com a utilização (residencial, comercial ou industrial), a vida útil (nova, recente e antiga), e também, a localização da edificação.

Observou-se patologias em 9 edificações diferentes, sendo uma delas nova, ou seja, que ainda não foi utilizada, uma recente, que foi utilizada por até 3 meses e as demais antigas, com mais de 5 anos de utilização. Assim, identificamos patologias em diferentes edificações, iremos citar algumas delas, na sequência.

A edificação A, consiste em uma edificação residencial multifamiliar antiga, localizada no município de Chapecó-SC. Segundo informações dos usuários, poucas manutenções preventivas foram realizadas nos últimos anos. Nesse imóvel, foram identificadas sete patologias diferentes, relacionadas ao sistema de abastecimento de água fria, quente e o sistema de esgoto sanitário.

Na edificação B, visualizamos um vazamento, onde a sua origem foi localizada em uma microfissura existente nesse trecho da tubulação de esgoto sanitário. É difícil determinar o que causou a fissura, sendo as hipóteses mais prováveis que tenha ocorrido durante o transporte ou armazenamento. Foi possível visualizar a forma com que a tubulação foi fixada na laje do pavimento superior, utilizando-se arame e nenhum material protetor foi colocado na parte inferior do tubo, ou seja, com o passar do tempo, o arame pode acabar cortando a tubulação, causando outra patologia.

Também, nessa mesma edificação foi verificada uma pequena falha na execução. O profissional que realizou o corte na alvenaria para a instalação dos tubos de abastecimento de água fria se equivocou ao cortá-la, ultrapassando a altura que seria instalado o ponto de utilização. Cabe destacar que, se o erro não tivesse sido identificado a tempo, o trecho da tubulação em excesso que seria instalado seria eliminado ou seria ainda pior, se o

equivoco fosse verificado após o assentamento do revestimento.

A edificação C, trata-se de uma edificação industrial, localizada no município de Chapecó-SC, recentemente ampliada, que apresentou patologias logo após a conclusão dos serviços de ampliação. Segundo o representante da empresa, a patologia foi identificada em função do surgimento de manchas escuras no revestimento cerâmico da parede de um dos banheiros. O tubo responsável pela condução de água quente para os lavatórios foi rompido por tensionamento. Isso ocorreu porque o registro de comando dessa tubulação, foi instalado em um lado da parede e a tubulação foi instalada do outro. Assim, em função da tensão aplicada no tubo de PPR para “curvá-lo”, após o início da utilização, o tubo fissurou, causando o vazamento.

Na edificação D, um fator que chamou a atenção foi a instalação inadequada das tubulações que partem do reservatório para os pontos de consumo.

Outra patologia identificada nessa edificação, consiste no vazamento na conexão entre um tê e o registro de gaveta instalado imediatamente antes. O vazamento ocorria de maneira imperceptível, não apresentou manifestações patológicas que pudessem ser visualizadas in loco, como manchas de umidade na parede, ou no piso, acúmulo de água ou gotejamento. Esse vazamento foi detectado em função de um considerável aumento na fatura de água da edificação. Por esse motivo, foi contratada uma empresa para realizar uma verificação em toda a edificação para tentar identificar o ponto de vazamento.

Identificaram o vazamento que ocorria na ligação entre o tê de descida e o registro de gaveta. Por se tratar de uma edificação antiga, a tubulação é composta por tubos de ferro, que conforme é possível visualizar na imagem, apresentam um certo grau de degradação e corrosão.

Na edificação E, verificamos que a patologia manifestava-se em uma torneira de acionamento automático, instalada no lavatório de um banheiro. Quando a torneira era acionada, a água vertia pela parte inferior do acionador. Desta forma, por se tratar de um equipamento que já havia apresentado um problema similar, a torneira foi substituída e o problema resolvido.

Edificação F, consiste em uma edificação recente e com fins comerciais, localizada no município de Xaxim-SC, onde foi identificada apenas uma patologia.

Os usuários da edificação visualizaram o surgimento de manchas de umidade no forro da edificação e pouco tempo depois, surgiu um furo no acabamento do forro, entre o forro e a parede, e verificou-se que havia uma curva de abastecimento de água em PVC com vazamento. Essa patologia teve origem já na instalação das tubulações, pois o vazamento originou-se da ligação entre o tubo e a conexão.

Edificação G, trata-se de uma edificação com mais de dez anos de uso, unifamiliar, localizada no município de Cunha Porã-SC. Os proprietários relataram o surgimento de manchas na parede de alvenaria de um dos cômodos da edificação. Neste caso, a boia da caixa d'água estava com defeito, desta forma, não inibiu a passagem de água de maneira

eficiente, fazendo com que a caixa transbordasse. O extravasor havia sido acionado, porém, com o assentamento da cerâmica em torno do volume da caixa de água, os pedreiros esqueceram de abrir um orifício para que a água do extravasor pudesse escoar, assim, com o acúmulo da água, ela percolou pela parede, danificando o seu revestimento.

Edificação H, edificação comercial, localizada no município de Porto União - SC, na qual houve um significativo aumento da fatura de consumo de água da concessionária. Realizaram uma vistoria em todo os equipamentos sanitários, assim, encontraram duas válvulas sanitárias com vazamento.

Edificação I, edificação antiga e comercial, localizada no município de Espumoso-RS. Nessa edificação foram verificadas duas patologias. A primeira patologia foi verificada em um dois banheiros. Ocorreu vazamento em um tubo de abastecimento de água fria, instalado na parede. Também, foi possível visualizar que ocorreu um vazamento na ligação entre o registro de gaveta e a tubulação que o seguia.

Também, para definir qual dos materiais mais causa patologias, um formulário foi desenvolvido e aplicado para profissionais de empresas que comercializam os diferentes tipos de materiais, como PVC, CPVC, PPR e PEX e também, para engenheiros de diferentes construtoras.

O questionário desenvolvido conta com dez questões, sendo as três primeiras elaboradas com o objetivo de definir o perfil da empresa, sem mencionar os seus nomes e as demais direcionadas ao objetivo da pesquisa.

Durante a coleta de dados, foram identificadas 45 origens patológicas distintas relacionadas aos sistemas prediais anteriormente citados, sendo que 33,33% dessas edificações são residenciais, 11,11% industriais e 55,55% são comerciais.

Assim, pôde-se afirmar que a patologia mais recorrente nos sistemas prediais de água fria é o vazamento em equipamentos, o qual correspondeu a 40% das patologias identificadas, considerando-se apenas esse sistema.

Com relação ao sistema predial de água quente, o número de patologias identificadas foi igual para todas as situações, sendo que suas origens possuem relação com falhas na execução, fixação inadequada de tubos, problemas relacionados ao aquecedor de água e vazamentos em tubulações.

A patologia que mais ocorre nos sistemas prediais de esgoto sanitário é a fixação inadequada dos tubos, correspondendo a 34% do total de patologias que ocorrem nesse sistema.

Com relação ao questionário respondido pelos profissionais, constatamos que o material mais utilizado, atualmente, é o PVC, e também, é o sistema que mais causa patologias. Os profissionais acreditam que a melhor forma de reduzir o número de patologias nesses sistemas, seria qualificar a mão de obra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem diversas formas de se identificar as patologias antes da efetiva utilização da edificação, essas verificações devem ser realizadas de acordo com os parâmetros estabelecidos na norma 15.575 de 2013, evitando-se assim possíveis problemas futuros, bem como, garantir o pleno funcionamento dos sistemas, sem prejuízos e incômodo ao proprietário.

Acredita-se que, apesar do custo dos diferentes materiais como o PPR e o PEX ainda serem altos, sejam implementados cada vez mais nas edificações, garantindo-se um sistema mais resistente e eficaz, reduzindo-se ao máximo o número de patologias provenientes desses sistemas e se ocorrerem, que seja possível assegurar uma forma fácil, segura e econômica de serem resolvidas.

Por fim, destaca-se novamente a importância de se desenvolver projetos eficazes e de qualidade, a compatibilização dos projetos, realizando-se testes de estanqueidade nos sistemas antes da utilização pelos proprietários, com o objetivo de proporcionar a completa satisfação dos usuários e o pleno funcionamento da edificação como um todo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**. Rio de Janeiro. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 6: Sistemas Hidrossanitários**. Rio de Janeiro. 2013.

BORSATO, Filipe Talamini; BACK, Nestor. **Avaliação dos fatores que influenciam na qualidade de execução dos sistemas hidrossanitários**. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 18 f. 2016.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; RIBEIRO JR, Geraldo de Andrade. **Instalações hidráulicas prediais**. São Paulo: Blucher, 2014.

CARVALHO JR, Roberto. **Patologias em sistemas prediais hidráulico-sanitários**. São Paulo, 1ª edição, Editora Blucher, 2013.

CATÁLOGO DE INOVAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Brasília: Cbci, maio 2016.

CATÁLOGO TÉCNICO DA TIGRE. **Termofusão**. Joinville, 2012.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SOUZA, Gessica de; MELO, Sarah Popenga de. **Estudo das manifestações patológicas em instalações prediais de água fria e de esgoto sanitário de edificação residencial privativa multifamiliar**. 70 f. Tese - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2011.

VIEIRA, Paulo César Corrêa. **Patologias em instalações hidro-sanitárias de edifícios residenciais na zona centro-sul de Manaus (AM): diagnóstico e terapia**. 103 f. Dissertação - Mestrado em Engenharia de processos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento 3, 6, 7, 8, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 221, 286, 306

Agroindustrial 284, 285, 286, 304, 305

Água 181

Alumínio 287, 309, 312, 314, 315

Alvenaria 2, 6, 7, 12, 13, 145, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 259, 260, 261, 284, 286, 291, 292, 298, 304, 305, 306, 307, 308

Análise estrutural 23, 160, 182, 187

Ancoragem 5, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 229

Armado 10, 11, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 35, 36, 37, 38, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 76, 77, 80, 87, 88, 91, 92, 106, 107, 108, 114, 118, 119, 145, 146, 147, 150, 160, 162, 172, 235, 236, 237, 239, 240, 242, 244, 245, 246, 291

C

Canal de acesso 214, 216, 219, 224, 225, 226, 228, 232, 233

Capacidade 12, 25, 38, 39, 47, 58, 63, 78, 95, 100, 106, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 125, 145, 147, 162, 163, 201, 214, 216, 217, 219, 232, 247, 250, 251, 258, 284, 309, 314

Carbono 13, 37, 38, 39, 44, 48, 50, 51, 106, 107, 108, 110, 113, 114, 117, 118, 119, 121, 286, 289

Cimento 11, 14, 16, 17, 20, 21, 24, 28, 63, 79, 82, 93, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 105, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 271, 273, 275, 276, 280, 281, 282, 284, 286, 287, 288, 289, 291, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 304, 305, 306, 307, 315

Cisalhamento 12, 13, 37, 38, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 107, 108, 119, 259, 261

Concreto 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 66, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 114, 117, 118, 119, 124, 130, 132, 133, 134, 144, 145, 146, 147, 150, 159, 160, 162, 172, 183, 184, 189, 190, 191, 196, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 259, 271, 272, 273, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291, 292, 293, 294, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 309, 311

Construção 1, 2, 6, 9, 11, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 35, 38, 39, 51, 53, 62, 78, 94, 95, 96, 104, 121, 146, 160, 162, 166, 172, 183, 187, 196, 201, 236, 237, 240, 241, 244, 245, 246,

248, 249, 251, 252, 253, 255, 260, 261, 264, 265, 269, 270, 271, 272, 281, 284, 285, 286, 291, 307, 308, 310, 314, 315, 318, 326

Custos 94, 96, 103, 104, 105, 146, 162, 166, 176, 215, 251, 288

D

Deformação 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 24, 25, 30, 39, 40, 41, 43, 44, 48, 49, 50, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 84, 87, 106, 115, 116, 117, 118, 149, 165, 167, 239, 260

Discentes 317, 318, 319, 320, 324, 325, 327

Durabilidade 17, 22, 24, 77, 78, 79, 91, 96, 99, 120, 121, 133, 183, 184, 238, 239, 251, 270, 272, 273, 276, 307

E

Efeito construtivo 23

Egressos 317, 318, 319, 320, 322, 323, 324, 325, 326, 327

Elástica 10, 14, 15, 43, 156

Elementos finitos 23, 27, 37, 39, 50, 144

Engenharia civil 1, 9, 22, 23, 36, 37, 51, 52, 94, 106, 118, 119, 120, 133, 134, 160, 161, 181, 182, 235, 236, 237, 240, 245, 246, 271, 281, 309, 315, 317, 318, 320, 323, 324, 325, 326, 327, 328

Enrijecido 145

Ensino 269, 317, 318, 320, 321, 325, 328

Escória 96, 239, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

Estabilidade 98, 145, 147, 149, 150, 155, 159, 160, 161, 163, 165, 167, 171, 172, 238, 260, 261, 314

Estabilização 145, 150, 151, 282, 309, 314, 315, 316

Estribo 52, 54, 60, 68

Estrutura 11, 12, 14, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 34, 35, 38, 39, 43, 86, 87, 133, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 161, 162, 163, 164, 165, 168, 171, 172, 177, 183, 184, 195, 196, 213, 224, 237, 238, 239, 240, 244, 245, 248, 251, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 266, 269, 274, 282, 288, 291, 318, 319, 322, 323, 324, 327, 328

F

Fabricação 2, 98, 146, 147, 149, 166, 235, 237, 240, 243, 244, 245, 249, 261, 273, 286, 298, 299, 329

Fibras 37, 39, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 106, 107, 108, 110, 113, 118, 119

Fissuras 12, 13, 20, 24, 25, 26, 38, 49, 55, 56, 58, 59, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 111, 112, 145, 163, 192, 193, 194, 303, 304

Flexão 50, 54, 55, 57, 66, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 87, 88, 89, 91, 92, 106, 108, 109, 111, 112,

113, 115, 118, 119, 156, 164, 258, 259

Fluência 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 77, 134

Fluxo 123, 175, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 206, 223, 254, 258

Fundeio 214, 216, 221, 225, 228, 229, 230, 232, 233

H

Hidrômetro 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181

L

Lenta 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21

Ligação 5, 7, 8, 107, 158, 159, 161, 163, 170, 171, 261

Lodo 309, 310, 311, 314, 315, 316

M

Manutenção 4, 94, 131, 174, 182, 183, 195, 196, 198, 251, 255, 287

Mercado de trabalho 317, 318, 319, 320, 322, 324, 325, 326, 327, 328

Metacaulim 94, 96, 97, 98, 104, 105, 120, 121, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 245

Metálica 161, 162, 194, 195

P

Pasta cimentícia 79, 120, 126, 128

Patologia 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 22, 51, 182

Patológica 20, 21

Perda de carga 173, 177, 179, 180

Pico 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 107, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 208

Pontes 95, 182, 183, 184, 187, 196

Pórtico 145, 147, 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 261

Portos 214, 216, 219, 220, 221, 231, 232, 233, 310

Projeto 1, 2, 3, 4, 9, 22, 24, 25, 26, 27, 35, 38, 39, 52, 58, 60, 76, 91, 92, 104, 118, 146, 147, 160, 161, 163, 166, 167, 168, 172, 180, 182, 187, 196, 199, 200, 201, 202, 212, 215, 216, 217, 218, 220, 224, 231, 232, 237, 244, 245, 247, 248, 249, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 260, 263, 264, 266, 268, 269, 310, 315, 327

Propriedades mecânicas 120, 167, 272, 273, 276, 278, 280

Q

Qualidade 1, 2, 3, 9, 17, 35, 91, 96, 98, 100, 146, 162, 167, 175, 180, 198, 235, 238, 240, 243, 244, 245, 247, 250, 251, 252, 255, 256, 291, 317, 318, 320, 321, 322, 327, 328

R

Redução 13, 25, 38, 52, 79, 91, 94, 97, 98, 115, 116, 121, 131, 146, 147, 149, 150, 158, 159, 166, 174, 215, 237, 255, 261, 271, 279, 280, 284, 285, 288, 292, 310

Reforço 37, 38, 39, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 72, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 166, 183, 196

S

Sinal 22, 197, 198, 203, 204, 205, 207, 210, 211, 212

Sustentabilidade 79, 121, 236, 247, 248, 250, 251, 253, 269, 270, 272, 282, 284, 285

T

Transito 211, 212

V

Veículos 38, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 205, 206, 208, 209, 210, 211

Viadutos 182, 183, 184, 187, 191, 195, 196

Vigas 12, 13, 22, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 88, 91, 92, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 152, 156, 159, 164, 188, 189, 190, 238, 260, 261, 291

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021