

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3



ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3



ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

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 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

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D812 Coleção desafios das engenharias: engenharia civil 3 /
Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-639-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.390212610>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias. II. Título.
CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Civil 3” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de trabalhos diversos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que através dos resultados, possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no desenvolvimento profissional.

Os estudos apresentados, foram desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país e também um caso internacional. Em todos esses trabalhos foram apresentadas diversas problemáticas a respeito do estudo de interação solo-estrutura, orçamento de obras, desempenho de materiais, aditivos para materiais da construção civil, análises através da ferramenta Building Information Modelling (BIM), gestão de resíduos **sólidos**, entre outros. Os estudos presentes nos trazem à tona, temas interdisciplinares através da segurança de obras civis, aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Os temas discutidos nesta obra, possuem a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, com temáticas atuais e que são apresentadas como desafios enfrentados pelos profissionais e acadêmicos, deste modo a obra “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Civil 3”, apresenta uma teoria fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolveram seus trabalhos e pesquisas, os quais serão apresentados de maneira concisa e didática.

A divulgação científica é de suma importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, sendo a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os novos pesquisadores e os que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulguem seus resultados.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA EM EDIFICAÇÕES DE CONCRETO ARMADO SOBRE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS

Mateus Lima Barros

Vinicius Costa Correia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126101>

CAPÍTULO 2..... 13

ANÁLISE DE HASTES DELGADAS EM GRELHAS HIPERESTÁTICAS

Antônio Luís Alves da Cunha

Luiz Carlos Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126102>

CAPÍTULO 3..... 28

ANÁLISE DE SÓLIDOS INELÁSTICOS SOB DEFORMAÇÃO FINITA USANDO ELEMENTOS BIARTICULADOS 2D E 3D

William Taylor Matias Silva

Sebastião Simão da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126103>

CAPÍTULO 4..... 46

APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 16747 (2020) – INSPEÇÃO PREDIAL EM EMPREENDIMENTOS RURAIS – ESTUDO DE CASO

Camilla Cristina Cunha Menezes

Marcos de Paulo Ramos

Thiago Pena Bortone

Rachel Jardim Martini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126104>

CAPÍTULO 5..... 58

APLICAÇÃO DE CURSO EXTENSÃO DE ORÇAMENTO DE OBRAS EM BIM COMPARANDO COM A METODOLOGIA ATUAL DA DISCIPLINA DE ORÇAMENTO DE OBRAS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS ESTÂNCIA

Anna Cristina Araujo de Jesus Cruz

José Carlos de Anunciação Cardoso Júnior

Mariana Silveira Araujo

Natália Ramos dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126105>

CAPÍTULO 6..... 67

CORROSÃO NA ARMADURA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DEVIDO AO ATAQUE DE SULFATOS

Henrique Resende dos Santos

Adriano de Paula e Silva

Eduardo Chahud
Cristiane Machado Parisi Jonov

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126106>

CAPÍTULO 7..... 78

DANOS PÓS INCÊNDIO NA ESTRUTURA DE UMA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA. UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Rodolpho Medeiros Frossard
Anna Luiza Macachero Victor Rodrigues
Lara Sandrini
Matheus Carreiro Zani
Warribe Lima de Siqueira
Geilma Lima Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126107>

CAPÍTULO 8..... 90

DEGRADAÇÃO TÉRMICA DE CONCRETOS CONVENCIONAIS SUBMETIDOS A ALTAS TEMPERATURAS E RESFRIAMENTO LENTO

Moacyr Salles Neto
Flávio Roldão de Carvalho Lelis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126108>

CAPÍTULO 9..... 103

DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HOSPITALARES VIA DIMENSÕES MORFOLÓGICAS

Alyria Donegá
João da Costa Pantoja

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126109>

CAPÍTULO 10..... 115

DIFICULDADE DOS DISCENTES DE ENGENHARIA CIVIL NA MATÉRIA DE MECÂNICA VETORIAL COMPARANDO OS PARÂMETROS DO ENSINO PRESENCIAL E DO ENSINO REMOTO

Alessandro Leonardo da Silva
Emanuela dos Santos Gonzaga
Gustavo Neves Quintão Gonzales
Marcelo Robert Fonseca Gontijo
Thais Prado Vasconcelos Silva
Rodrigo Silva Fonseca
Heron Viterbre Debique Sousa
Ícaro Viterbre Debique Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261010>

CAPÍTULO 11..... 125

EFEITO DO TEOR e TIPO de CIMENTO NO MÓDULO DE RESILIÊNCIA DE SOLO ARENOSO ESTABILIZADO QUIMICAMENTE

José Wilson dos Santos Ferreira
Michéle Dal Toé Casagrande

Raquel Souza Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261011>

CAPÍTULO 12..... 136

ESTUDIOS DE PELIGRO SÍSMICO EN EL MUNICIPIO DE IXHUACÁN DE LOS REYES, VERACRUZ

Gilbert Francisco Torres Morales

Ignacio Mora González

Saúl Castillo Aguilar

René Álvarez Lima

Raymundo Dávalos Sotelo

José Alberto Aguilar Cobos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261012>

CAPÍTULO 13..... 150

ESTUDO DA APLICAÇÃO DO LÁTEX DA SERINGUEIRA AMAZÔNICA (*HEVEA BRASILIENSIS*) COMO ADITIVO EM ARGAMASSA COM CIMENTO PORTLAND PARA MELHORA DE COMPORTAMENTO MECÂNICO

José Costa Feitoza

Natália da Mata Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261013>

CAPÍTULO 14..... 160

ESTUDO DE UMA CONTENÇÃO UTILIZANDO FERRAMENTA NUMÉRICA E MÉTODOS APROXIMADOS DE DIMENSIONAMENTO DE TIRANTES

Renathielly Fernanda da Silva Brunetta

Isabela Grossi da Silva

Leandro Canezin Guideli

Vitor Pereira Faro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261014>

CAPÍTULO 15..... 173

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO NO GNAISSE MILONÍTICO

Kelly de Oliveira Borges da Costa

Afonso Rangel Garcez de Azevedo

Carlos Maurício Fontes Vieira

Elaine Aparecida Santos Carvalho Costa

Geovana Carla Girondi Delaqua

Gustavo de Castro Xavier

Letícia Borges da Costa

Vinícius Alves Polinicola

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261015>

CAPÍTULO 16..... 183

VIGAS DE GRAN ALTURA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE

Viviana Carolina Rougier

Miqueas Ceferino Denardi
Dario Orestes Vercesi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261016>

CAPÍTULO 17..... 195

GESTÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE AR CONDICIONADO: UMA NOVA ABORDAGEM USANDO MODELAGEM 6D

João Bosco Pinheiro Dantas Filho
Guilherme Bruno de Souza Ribeiro
Pedro Holanda
Bruna Vital Roque
Rodrigo G. Ribeiro
Artur de Almeida Evangelista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261017>

CAPÍTULO 18..... 206

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS COMERCIALIZADOS NOS MUNICÍPIOS DA CHAPADA DO APODI/RN – ANÁLISE COMPARATIVA COM A NORMA NBR 7211/2009

Renata Samyla Matias Nogueira
Clélio Rodrigo Paiva Rafael
Edna Lucia da Rocha Linhares
Ronald Assis Fonseca
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho
Ligia Raquel Rodrigues Santos
Jaiana de Araújo Pinheiro
Carlos Eduardo Carvalho Oliveira
Edyelly Cristtian Galdino Fernandes
Francisco Felinto de Lima Neto
Luzianne Galvão Pimenta
Géssica de Moura Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261018>

CAPÍTULO 19..... 221

INSPEÇÃO PREDIAL EM EMPREENDIMENTOS RURAIS APLICABILIDADE DA NBR 16747

Camilla Cristina Cunha Menezes
Marcos de Paulo Ramos
Thiago Pena Bortone
Rachel Jardim Martini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261019>

CAPÍTULO 20..... 232

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Wallace Ribeiro Nunes Neto
Camila Moraes Silva
Pedro Paulo Barbosa Nunes Sobrinho

Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego
Louryval Coelho Paixão
Marcio Mendes Cerqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261020>

CAPÍTULO 21..... 241

LOCUS SAECULARIS: MATERIAIS QUE CONSTRÍRAM UMA TRADIÇÃO

João Hermem Fagundes Tozatto
Crystian André Montozo Botelho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261021>

CAPÍTULO 22..... 253

MODELAGEM NUMÉRICA DE PAREDE DIAFRAGMA ATIRANTADA EM ÁREA URBANA

Isabela Grossi da Silva
Renathielly Fernanda da Silva Brunetta
Leandro Canezin Guideli
Vitor Pereira Faro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261022>

CAPÍTULO 23..... 266

NOVA TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE TORRES EÓLICAS

Ilo Borba

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261023>

CAPÍTULO 24..... 273

O CORREDOR BIOCEÂNICO: REESTRUTURAÇÃO TERRITORIAL DE NOVAS HINTERLÂNDIAS

Carlos Andrés Hernández Arriagada
Teo Felipe Bruder Gouveia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261024>

CAPÍTULO 25..... 287

O MAPA DE DANOS COMO FERRAMENTA DE MANUTENÇÃO E RESTAURO DE EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO LITERÁRIA

Lucas Rodrigues Cavalcanti
Eliana Cristina Barreto Monteiro
Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Catharina Silveira Rodrigues
Fabrício Fernando de Souza Lima
Amanda de Moraes Alves Figueira
José Maria de Moura Júnior
Sabrina Santiago Oliveira
Roberto Revoredo de Almeida Filho
Flávio Matheus de Moraes Cavalcante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261025>

CAPÍTULO 26	302
TREINAMENTO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA O DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO	
João Victor Fernandes Masalkas	
Emerson Felipe Felix	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261026	
CAPÍTULO 27	316
UMA FORMULAÇÃO ANALÍTICA PARA DETECÇÃO DE PONTOS LIMITES E DE BIFURCAÇÃO	
William Taylor Matias Silva	
Sebastião Simão da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261027	
CAPÍTULO 28	333
UTILIZAÇÃO DO CARVÃO OBTIDO A PARTIR DA PIRÓLISE DA CASCA DE ARROZ PARA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO	
Camila Ribeiro Rodrigues	
Marcelo Mendes Pedroza	
Mayara Shelly Miranda Bequimam	
David Barbosa Dourado	
Danielma Silva Maia	
Marcel Sousa Marques	
Hellen Dayany Barboza Barros	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261028	
SOBRE O ORGANIZADOR	338
ÍNDICE REMISSIVO	339

CAPÍTULO 25

O MAPA DE DANOS COMO FERRAMENTA DE MANUTENÇÃO E RESTAURO DE EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO LITERÁRIA

Data de aceite: 01/10/2021

Lucas Rodrigues Cavalcanti

Universidade de Pernambuco
Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/1220142820022318>

Eliana Cristina Barreto Monteiro

Universidade de Pernambuco / Universidade
Católica de Pernambuco
Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/3808888967301263>

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Universidade Federal de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/8084586098803603>

Catharina Silveira Rodrigues

Universidade de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/7661337974964057>

Fabrcio Fernando de Souza Lima

Universidade de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/0473267639673537>

Amanda de Moraes Alves Figueira

Universidade de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/2056313174357416>

José Maria de Moura Júnior

Universidade de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/2472984204763077>

Sabrina Santiago Oliveira

Universidade de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/4849536415090804>

Roberto Revoredo de Almeida Filho

Universidade de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/7183711361079239>

Flávio Matheus de Moraes Cavalcante

Universidade de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/8293276073291186>

RESUMO: Mapas de dano consistem de documentos gráficos capazes de sintetizar informações a respeito do estado de conservação de uma construção, ilustrando e discriminando as manifestações patológicas, sendo possível o registro da evolução de problemas relacionados ao estado de conservação. Nesse sentido, o artigo objetiva buscar trabalhos que utilizaram a técnica de mapa de danos para a verificação e avaliação de manifestações patológicas em quaisquer elementos de empreendimentos, especialmente as fachadas, a fim de analisar sua usabilidade junto a outras técnicas, apontando seus aspectos positivos e negativos. A metodologia seguiu as orientações dos itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA) utilizando algumas palavras-chave em concordância com o descritor booleano “AND”, como: “damage map”, “map of damage”, “mapping damage”, “facade”, “building facade”, “pathologies”, “defects” e “construction”. Foi verificado que 93% das pesquisas tinham as fachadas como seu objeto de estudo e 46% eram edificações históricas, consideradas como patrimônios. Destaca-se a combinação de técnicas utilizadas pelas pesquisas, além dos mapas de dano, que visavam garantir uma proposta mais confiável para o tratamento das anomalias. Ainda, há uma necessidade da existência de uma padronização legal para a elaboração dos mapas, objetivando garantir

a qualidade e compreensão de danos e de projetos para uma melhor execução e serviço de reparos e restauros. Conclui-se que a técnica é indispensável para a tomada de ações, no que diz respeito a intervenções de manutenção e reabilitação em edifícios. Ressalta-se a importância de que outros profissionais e pesquisadores da área compartilhem suas experiências vivenciadas, com o intuito de compor o acervo para que se consigam diretrizes norteadoras para a utilização desse instrumento.

PALAVRAS-CHAVE: Mapa de danos, manifestações patológicas, construção.

THE DAMAGE MAP AS A TOOL FOR MAINTENANCE AND RESTORATION OF BUILDINGS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Damage maps are graphic documents capable of synthesizing information about the state of conservation of a building, illustrating and discriminating the pathological manifestations, being possible to register the evolution of problems related to the state of conservation. In this sense, the article aims to search for works that used the damage map technique for the verification and evaluation of pathological manifestations in any elements of buildings, especially the facades, in order to analyze its usability along with other techniques, pointing out its positive and negative aspects. The methodology followed the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) using some keywords in agreement with the Boolean descriptor “AND”, such as: “damage map”, “map of damage”, “mapping damage”, “facade”, “building facade”, “pathologies”, “defects” and “construction”. It was found that 93% of the researches had the facades as their object of study and 46% were historic buildings, considered as heritage. The combination of techniques used by the researches, in addition to the damage maps, aimed to guarantee a more reliable proposal for the treatment of the anomalies. Still, there is a need for a legal standardization for the elaboration of the maps, aiming to guarantee the quality and understanding of the damage and projects for a better execution and service of repairs and restorations. It is concluded that the technique is indispensable for taking action, regarding maintenance and rehabilitation interventions in buildings. It is important that other professionals and researchers in the area share their experiences, in order to compose a collection of guidelines for the use of this instrument.

KEYWORDS: Damage map, pathological manifestations, construction.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre os diversos elementos que compõem uma edificação destacam-se as fachadas, que segundo Santos *et al.* (2018), além de apresentarem características culturais e socioeconômicas, é o primeiro contato visual de um empreendimento. Pode-se dizer que as fachadas possuem papel importante na proteção contra circunstâncias prejudiciais e agentes agressivos que o ambiente possa oferecer à construção, como chuvas, ventos e o sol. Ainda, as fachadas configuram um sistema complexo para a sua projeção, construção e mantimento, tendo em vista que possuem função essencial no desempenho de edificações e, portanto, devem apresentar uma vida útil mínima (SILVA *et al.*, 2016; MADUREIRA *et*

al., 2017).

Entende-se por vida útil, segundo a Norma ABNT NBR 15.575 (2015), como o intervalo de duração que um empreendimento, seus sistemas, elementos e componentes, se dispõem às atividades para qual foram projetadas e construídas. Desta forma, pode-se inferir que os agentes presentes no ambiente podem acarretar na diminuição da vida útil de empreendimentos, frente à probabilidade do aparecimento de manifestações patológicas que podem prejudicar seu desempenho, sendo tais manifestações os sintomas que uma edificação apresenta, ou seja, resultantes de um mecanismo de degradação.

Sabe-se que as manifestações patológicas derivam de falhas ocorridas das fases que se sucedem na construção civil, sejam resultantes de fases de projeto ou execução. De forma geral, as manifestações patológicas apresentam-se numa escala evolutiva, o que permite a distinção de diferentes causas do problema, entretanto, quanto mais cedo for identificada a falha, mais fácil se torna o tratamento do problema. Rocha *et al.* (2018) completam que após identificadas, o diagnóstico das falhas deve ser corretamente fundamentado em análises críticas e investigativas sobre a origem do problema, almejando o tratamento mais eficaz. É importante salientar que tais circunstâncias podem apresentar-se interna e externamente, como é o caso das fachadas. Ainda, de acordo com alguns autores, as principais manifestações patológicas que podem surgir durante a vida útil de um empreendimento são fissurações, ataques químicos e físicos à estrutura, corrosão de armaduras e defeitos devido à construção, concepção e detalhamento de projeto (BERTOLINI, 2010; AZEVEDO, 2011; MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Nesse sentido, visando estender a vida útil de edificações, a ferramenta de mapa de danos surge como um instrumento que auxilia em obras de manutenções e restauro. Os mapas de danos consistem de documentos gráficos capazes de sintetizar informações a respeito do estado de conservação de uma construção, sendo ilustradas e discriminadas as manifestações patológicas (TIRELLO; CORREA, 2012). Além disso, a partir do uso do mapa de danos, é possível registrar a evolução de problemas relacionados ao estado de conservação, facilitando futuros exames, ações preventivas e intervenções de manutenção em edificações. É importante destacar que tal ferramenta ainda não possui normatização e, portanto, não há um padrão a ser seguido para as representações gráficas, e sua aplicabilidade se dá em edificações de diversos tipos.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva investigar pesquisas que utilizaram a técnica de mapa de danos para a verificação e avaliação de manifestações patológicas em quaisquer elementos de empreendimentos, especialmente as fachadas, a fim de analisar sua usabilidade junto a outras técnicas, apontando seus aspectos positivos e negativos, para intervenções de manutenção em empreendimentos.

2 | MAPA DE DANOS E PATRIMÔNIO HISTÓRICO

Como já mencionado, os mapas de dano sintetizam informações sobre o estado de conservação de uma construção, ilustrando as manifestações patológicas presentes. Entretanto, Barthel, Lins e Pestana (2009), afirmam que tal técnica é pouco utilizada e não é explorada em todo seu potencial. Os autores mostram que seu papel não está relacionado apenas a ser uma representação gráfica do estado patológico, mas sim um registro da evolução dos problemas relacionados ao estado de conservação. Ainda, a utilização da técnica serve como agente facilitador de futuros exames a edificação, bem como ações preventivas e intervenções de manutenção. Pode-se dizer, portanto, que uma vez utilizado o mapa de danos em um determinado empreendimento, a depender da tardia das intervenções, a técnica deverá ser refeita, tendo em vista que o diagnóstico será alterado, frente ao desenvolvimento e ação dos agentes patológicos.

É sabido que os mapas de danos podem ser utilizados em diversos tipos de edificações e seus elementos, porém a técnica é utilizada, na maioria das vezes, para a representação de danos a fachadas de empreendimentos históricos, considerados como patrimônios históricos. O patrimônio histórico constitui de objetos investidos de significados simbólicos, trazendo representações de um tempo passado para o presente. Ainda, apresentam valores inestimáveis à humanidade, sendo arqueológicos, etnográficos, bibliográficos ou artísticos.

Martins *et al.* (2020), completam que o patrimônio histórico de um local também inclui a paisagem urbana, espaços públicos, memoriais, obras de arte e edificações de uma cidade. Nesse sentido, edificações históricas que são consideradas como patrimônios, assim como quaisquer registros históricos, são importantes expressões de identidade e experiência cultural. As edificações fornecem uma conexão tangível com o passado e contribuem com a identidade e solidez de uma comunidade. Também, os edifícios históricos transmitem informações históricas e culturais às gerações futuras, aprendendo como o passado pode ter influenciado e moldado de alguma forma a comunidade.

No Brasil, por exemplo, o Decreto nº 25 de 30 de novembro de 1937 determina que o patrimônio histórico e artístico nacional é o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, vinculados a fatos memoráveis da história do país (BRASIL, 1937). Após o decreto, outras normativas legais surgiram ao longo dos anos para atualizar os procedimentos e intenções do Estado nacional quanto ao patrimônio.

3 | METODOLOGIA

A revisão sistemática se vê importante pela sua capacidade de detalhamento da literatura sobre a temática a ser pesquisada pois, consistem no reconhecimento e detalhamento dos trabalhos encontrados, na avaliação sistemática dos meta dados

conforme o seu protocolo e na coleta sucinta das informações coerentes do universo pesquisado (LIBERATI et al., 2009). Para Munzlinger, Narcizo e De Queiroz (2012), a revisão sistemática é uma atividade de execução sequencial que possui um objetivo final, tendo suas etapas apresentadas na Figura 1.

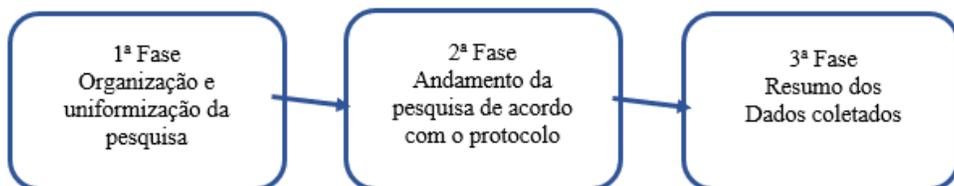


Figura 1 – Fases de uma revisão sistemática

Fonte: Adaptado de Munzlinger, Narcizo e De Queiroz, (2012).

O protocolo da presente pesquisa consistiu na definição do objetivo, cujo intuito foi reunir pesquisas que verificaram e avaliaram manifestações patológicas através do mapa de danos; os resultados almejados da pesquisa, que visou obter informações sobre a usabilidade dos mapas de dano junto a outras técnicas, seus aspectos positivos e negativos; e as questões da pesquisa a serem respondidas, elencando quais as dificuldades e limitações do emprego da técnica de mapa de danos e Como a técnica pode contribuir em obras de manutenção e restauro.

Para elaborar a revisão acerca da temática, foram seguidas as diretrizes do método PRISMA, Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (LIBERATI et al., 2009). A pesquisa fez o uso da base de dados SCOPUS, CAPES, Web of Science, e Google Scholar para a busca de artigos. Além disso, foi realizada uma análise das referências dos artigos encontrados para a inclusão de outras publicações relevantes ao estudo. Algumas palavras-chave foram empregadas na busca, em inglês, por motivos de abrangência, sendo elas: “damage map”, “map of damage”, “mapping damage”, “facade”, “building facade”, “pathologies”, “defects” e “construction”.

Como critérios de inclusão, a seleção incluiu artigos em inglês e português, que abordassem a utilização do Mapa de Danos para avaliar manifestações patológicas em qualquer elemento de um empreendimento, na área de engenharia civil.

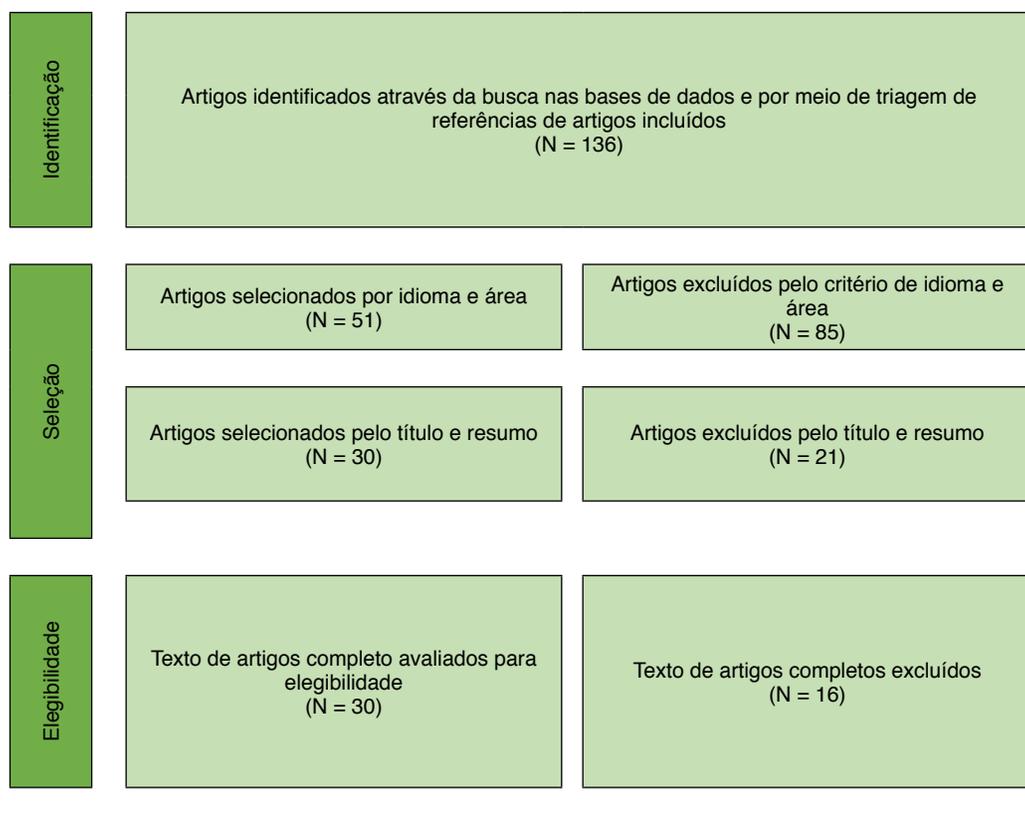
Como critérios de exclusão, foram excluídas as publicações que abordavam o Mapa de Danos como resultados de imagens termográficas, e aquelas voltadas à área de geologia, cujo objetivo estava relacionado a identificar danos generalizados de áreas amplas, ocorridos a partir de fenômenos naturais.

Para ilustrar o processo da pesquisa, um fluxograma foi elaborado e, posteriormente, os artigos inclusos na revisão foram analisados qualitativamente, onde foram examinados os métodos e técnicas utilizadas, as patologias encontradas, os tipos de avaliação realizados

e o objeto de cada estudo.

4 | RESULTADOS

A partir das buscas, apenas 136 artigos foram encontrados distribuídos nas bases de dados e nas referências dos artigos selecionados para análise, evidenciando-se a escassez sobre o tema e, por isso, filtragens por ano de publicação não foram utilizadas para que as buscas não fossem limitadas. Entretanto, dando continuidade ao processo de seleção, foram inseridos os critérios de idioma (português e inglês) e área (engenharia civil), tendo o número de artigos reduzidos para 51. Em seguida, a seleção de escolha foi realizada a partir da leitura de títulos e resumos (excluídos 21), e posteriormente, por leitura completa para inclusão dos estudos (excluídos 16). Por fim, com os critérios adotados, 14 artigos foram incluídos para a análise desta revisão. O processo de seleção pode ser visualizado no fluxograma da Figura 2.



Número de artigos incluídos na síntese qualitativa desta revisão
(N = 14)

Figura 2 – Fluxograma da pesquisa

Fonte: Autores (2021)

4.1 Análise qualitativa

Na análise qualitativa, foi elaborada uma nuvem de palavras-chave, representando a frequência de utilização das palavras encontradas nos 14 artigos incluídos (Figura 3), geradas pelo World Cloud Generator.



Figura 3 – Nuvem de palavras ligadas ao processo de seleção de artigos

Fonte: World Cloud Generator (2021)

As palavras mostradas na nuvem são as escolhidas pelos autores das pesquisas utilizadas para esta revisão. Vale salientar que o tamanho das palavras reflete em uma maior frequência de utilização nos trabalhos. Nesse sentido, as palavras “mapping”, “facades”, “damage”, “degradation” e “buildings” se sobressaem em relação as outras, convergindo com o tema do presente trabalho, uma vez que buscou-se identificar os danos e degradações em elementos de uma estrutura, principalmente as fachadas, através de mapas de danos. A nuvem também tem o intuito de auxiliar pesquisadores a respeito de quais palavras-chave devem ser utilizadas para a busca de artigos nesse assunto.

Posteriormente, a análise qualitativa das pesquisas incluídas para a revisão é caracterizada na Tabela 1. A classificação dos 14 artigos estudados abordou o objeto de estudo (fachadas de edifícios abandonados, residenciais, históricos, públicos e treliças de telhado), o tipo de avaliação (quantitativo, qualitativo ou ambos), os procedimentos metodológicos e as principais manifestações patológicas detectadas.

Nº	Autor (ano)	Objeto de Estudo	Tipo de Avaliação	Procedimentos Metodológicos	Principais Manifestações detectadas
1	BAUER <i>et al.</i> (2014)	Fachada de Edifício Residencial	Quantitativa e Qualitativa	Inspeções visuais, mapa de danos, cálculo para avaliar o nível de degradação de fachada (ODL)	Descolamento, falha de graute, rachaduras, eflorescências, falhas de vedação
2	LERMA, CABRELLES e PORTALÉS (2011)	Fachada frontal de Edificação Histórica	Qualitativa	Inspeções visuais, Termografia, processamento de imagens térmicas e mapa de danos para umidade	Umidade
3	SOUZA <i>et al.</i> (2016)	Fachada de Edifício Residencial	Quantitativa e Qualitativa	Inspeções visuais, Medição de degradação (DMM), Mapa de danos	Descolamento cerâmico, falha de rejuntamento, trinca, eflorescência e falha de vedação
4	PACHECO <i>et al.</i> (2018)	Fachadas de Edificação Histórica	Qualitativa	Inspeção visual, Mapa de danos	Destacamento de tinta, umidade ascendente, vegetação, fungos, fissuras, biodeterioração, descascamento de gesso
5	SOUZA, BRANCO e SILVA (2017)	Fachadas de um Armazém de madeira	Qualitativa	Inspeções visuais, teor de umidade, teste de penetração de impacto e Mapa de danos	Manchas de umidade, rachaduras, deterioração da superfície por fungos, colonização biológica, elementos quebrados, deformações de colunas
6	PUY-ALQUIZA <i>et al.</i> (2019)	Fachadas de Edificação Histórica	Quantitativa e Qualitativa	Levantamento e caracterização do tipo de material, quantificação de intemperismo e grau de dano através de Mapa de Danos e processamento de imagem	Perda de material, descoloração, blocos quebrados, eflorescência, fissuras, colonização biológica
7	BERSCH <i>et al.</i> (2020)	Fachadas de Edificação Histórica	Quantitativa e Qualitativa	Investigação documental, levantamento visual, testes de percussão e termografia, mapa de danos, caracterização dos revestimentos.	Fissuras, destacamentos, superfícies desintegradas, vesículas, biodeterioração, manchas de sujeira, manchas de umidade, manifestações na pintura

8	SAARI (2008)	Fachadas de Edifício Residencial	Qualitativa	Investigação documental, desenvolvimento e teste de procedimento de reforma, inspeção visual, mapa de danos	Rachaduras, destacamento de reboco, ausência de aderência entre reboco e alvenaria
9	ROCHA <i>et al.</i> (2018)	Fachadas de Edificação Histórica	Qualitativa	Inspeção visual, inspeção documental, ficha e identificação de danos, mapa de danos	Deslocamento de reboco, manchas de umidade, biodegradação, sujidades, eflorescências, fissuras, perda de seção, degradação da madeira, desagregação granular, pitting
10	MELO JÚNIOR <i>et al.</i> (2018)	Fachada de Edificação pública	Quantitativa e Qualitativa	Vants, técnica DSM, fotogrametria, programa Tyche, mapa de danos	Manchas escuras na fachada
11	BAUER <i>et al.</i> (2011)	Fachadas de Edifícios Residenciais	Quantitativa e Qualitativa	Inspeção visual, mapa de danos, testes de aderência a tração, testes de características de material, índice de defeitos.	Perda de adesão cerâmica e descolamento, problemas com argamassa, fissuras, eflorescências, falha de vedação.
12	CAVALAGLI <i>et al.</i> (2019)	Fachada leste de Edificação Histórica	Quantitativa e Qualitativa	Investigação documental, inspeção visual, levantamento e classificação de danos, tabela de avaliação de risco, monitoramento do clima, teste de vibração do ambiente	Crosta negra, escamação incrustação, colonização biológica, manchas de corrosão, descoloração residual, fissuras, umidade
13	CHOI <i>et al.</i> (2018)	Fachada de Edifício Abandonado	Quantitativa e Qualitativa	Vants para inspeção visual de fachada, para produzir ortofotos que servem como mapa de danos das regiões de interesse	O uso da técnica permite detectar fissuras, rachaduras, esquadrias quebradas entre outros
14	BRANCO, SOUSA e TSAKANIKI (2017)	Treliças do telhado de uma edificação antiga	Quantitativa e Qualitativa	Inspeção visual, teste de resistência a perfuração, teste de ultrassom, teste de penetração de pinos	Fendilhamento, fissuras, rotação e deslocamento da madeira

Tabela 1 - Caracterização das pesquisas incluídas para a análise qualitativa

Fonte: Autores (2021)

A partir dos artigos analisados, verificou-se que 93% das pesquisas foram concentradas em fachadas de edificações, sendo elas de edifícios históricos, públicos ou

residenciais. Foi observado também que 36% dos estudos realizaram análise qualitativa e 64% das pesquisas utilizaram ambas as análises. Análises de caráter apenas quantitativo não foram abordadas em nenhum artigo da revisão.

Se tratando dos procedimentos metodológicos das pesquisas, destaca-se, além da utilização de mapas de danos, o uso de inspeções visuais em comparação as outras técnicas, tendo em vista que possibilitam a detecção de danos a estruturas de maneira simples. Sabe-se que, quando as inspeções visuais são combinadas com os mapas de danos, ensaios não destrutivos e outras técnicas, há uma melhor eficiência no diagnóstico de patologias encontradas nas estruturas.

Dentre as manifestações patológicas abordadas, pode-se dizer que as mais frequentes nas pesquisas estavam relacionadas principalmente a fissuras, eflorescências, biodeteriorações, sujidades e manchas de umidade. Por outro lado, a relevância dos estudos foi determinada a partir de aspectos referentes a aplicabilidade dos mapas de dano e algumas outras técnicas para a identificação, avaliação e possíveis estratégias de conservação dos empreendimentos.

5 | DISCUSSÃO

Quando bem empregada, o uso da técnica de mapa de danos tem sua devida importância, visto que, tem capacidade de fornecer dados para prover corretos diagnósticos de patologias encontradas. Em outras palavras, a técnica serve também para registrar a evolução de problemas relacionados ao estado de conservação, além de servir como agente facilitador para exames a edificação, ações preventivas e intervenções de manutenção.

A pesquisa mostrou que os mapas de dano podem ser aplicados a variados elementos de uma construção. No entanto, a aplicação dos mapas se deu majoritariamente a fachadas de empreendimentos, responsável por 93% os artigos. Tal fato pode estar relacionado a uma maior necessidade de preservar a beleza arquitetônica dos edifícios, uma vez que 46% dos objetos de estudo eram edificações históricas, podendo ser consideradas patrimônios culturais (LERMA; CABRELLES; PORTALÉS, 2011; PACHECO *et al.*, 2018; ROCHA *et al.*, 2018; CAVALAGLI *et al.*, 2019; PUY-ALQUIZA *et al.*, 2019; BERSCH *et al.*, 2020).

Percebeu-se com a pesquisa, um aumento no número de obras nesse assunto ao longo dos anos, que pode estar ligado ao aumento das discussões sobre a preservação de bens no mundo. Estudos mostram que a primeira utilização do mapa de danos surgiu na Itália, na década de 1960, e posteriormente no Brasil, na década de 1970 (BARTHEL; LINS; PESTANA, 2009). Porém, mesmo com o crescente número de artigos e a senioridade da técnica, a utilização dos mapas de dano ainda é pouco abordada no cenário atual.

Com relação aos procedimentos metodológicos, 86% das pesquisas citam a utilização de inspeções visuais além do uso dos mapas. A participação do profissional/pesquisador como agente observador promove análises sintomatológicas para um tratamento confiável

e correto das anomalias. Também, 14% dos trabalhos realizaram inspeções através de VANTs (veículos aéreos não tripulados), em que foram gerados mapas de danos de regiões de interesse através de fotogrametria e tratamento posterior em *softwares* computacionais (CHOI *et al.*, 2018; MELO JÚNIOR *et al.*, 2018). Contudo, há certa limitação na detecção de manifestações patológicas por meio dos VANTs, tendo em vista que foram constatadas e representadas nos mapas apenas manchas escuras em fachadas, embora seja possível também a percepção de fissuras, rachaduras e esquadrias quebradas. Por outro lado, a inspeção por meio da técnica mencionada tem notável aplicabilidade em grandes alturas.

Além das inspeções visuais, as inspeções documentais são citadas em 29% dos artigos. A pesquisa documental promoveu a análise de registros históricos, além de informações que permitiram a identificação de características de concepção e diferentes usos do edifício. As documentações também abrangeram projetos arquitetônicos (incluindo fachadas) e outros projetos referentes a modificações nos empreendimentos e manutenções realizadas. Em suma, a investigação documental permitiu identificar as intervenções realizadas após a construção dos edifícios, visando auxiliar ações futuras de manutenção, permitindo também a confecção dos mapas de dano a partir dos projetos (SAARI, 2008; ROCHA *et al.*, 2018; CAVALAGLI *et al.*, 2019; BERSCH *et al.*, 2020).

Ainda sobre os procedimentos metodológicos, 14% das pesquisas abordaram cálculos de índices de degradação a partir de mapas de danos, onde malhas são sobrepostas nos mapas e a área degradada é obtida pela contagem de unidades da malha, expressas em m². Os autores afirmam que a medição de degradação é uma etapa básica para avaliar a vida útil do edifício e de seus elementos, sendo possível também definir os comportamentos das anomalias quanto à previsão da vida útil através de monitoramentos (BAUER *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2016). Desta forma, pode-se dizer que os mapas de dano facilitam a visualização para a realização de cálculos do nível e degradação. A partir disso, relações entre manifestações patológicas e as condições arquitetônica ou ambientais podem ser estabelecidas, permitindo, conseqüentemente, realizar observações sobre a vida útil da edificação, seus componentes e sua durabilidade.

Por outro lado, alguns pontos negativos podem ser elencados a respeito dos mapas de dano. Apesar de ser um instrumento de fácil compreensão, a técnica possui limitações, tendo em vista que 100% das pesquisas utilizaram outros métodos e técnicas adicionais para alcançarem seus objetivos.

Em 43% dos trabalhos, os autores reiteram que o uso das técnicas combinadas pode dar melhor suporte a inspeções e monitoramento de manifestações patológicas, além de, em alguns casos, permitirem quantificar a extensão e grau dos danos, facilitando a interpretação de tais manifestações. Também, a partir de ensaios não destrutivos, causas e conseqüências dos danos podem ser melhor compreendidos, uma vez que são identificadas e caracterizadas as seções críticas na estrutura, para serem representadas nos mapas (BRANCO; SOUSA; TSAKANIKI, 2017; SOUSA; BRANCO; SILVA, 2017; MELO JÚNIOR

et al., 2018; ROCHA *et al.*, 2018; PUY-ALQUIZA *et al.*, 2019; BERSCH *et al.*, 2020).

Por fim, outro ponto negativo em relação aos mapas de dano está relacionado a não existência de uma normatização para a representação do instrumento. Portanto, não há um padrão a ser seguido para a elaboração de tal, podendo ser feito de várias maneiras. Filho e Achiamé (2018) destacam a necessidade da existência de uma padronização legal para a elaboração dos mapas, objetivando garantir a qualidade e compreensão de danos e de projetos. Com isso, ter-se-ia uma melhor execução e serviço de reparo e restauro, sendo provável a compreensão do real estado de conservação das edificações estudadas.

6 | CONCLUSÕES

A utilização da técnica de mapas de dano para a identificação e avaliação de manifestações patológicas é indispensável para a tomada de ações, no que diz respeito a intervenções de manutenção e reabilitação em edifícios.

A partir da revisão elaborada, foi observado que os mapas de dano são geralmente elaborados como complemento a outros métodos, sendo muitas vezes dispensado pelo fato da existência de ensaios não destrutivos e da técnica de inspeção visual serem capazes de detectar os danos em empreendimentos. Por outro lado, foi visto que os mapas de dano permitem o monitoramento de condições de preservação e questões de durabilidade, ressaltando-se também a combinação de métodos, que facilitam a análise da sintomatologia e do correto diagnóstico das patologias, garantindo uma proposta mais confiável para o tratamento das anomalias.

O não uso frequente da técnica pode estar associado ao desconhecimento da mesma por parte dos profissionais/pesquisadores, tendo em vista a escassez de artigos que abordam a técnica de mapas de dano, bem como a não existência de uma padronização na sua representação gráfica. Desta forma, ressalta-se a importância de que outros profissionais e pesquisadores da área compartilhem suas experiências vivenciadas, com o intuito de compor o acervo para que se consigam diretrizes norteadoras para a utilização desse instrumento, levando em consideração que a primeira utilização do mapa de danos foi há muito tempo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da UPE, entidade do Governo do Estado de Pernambuco voltada para o fomento ao Ensino, Pesquisa e a Extensão.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2015.

AZEVEDO, M. T. Patologia das estruturas de concreto. In: ISAIA, G. C. (Org). **Concreto**: Ciência e Tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011. v. 2, p. 1095-1128.

BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. 2009. O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico. In: 1º CONGRESSO IBEROAMERICANO Y VIII JORNADA TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DO PATRIMONIO, 2009, La Plata, Argentina. **Anais...** La Plata: CIC DIGITAL, 2009. p. 1-19.

BAUER, E; CASTRO, E. K.; ANTUNES, G. R.; LEAL, F. E. Identification and Quantification of Failure Modes of New Buildings Façades in Brasília. **XII DBMC - International Conference on Durability of Building Materials and Components**, 2011. n. February, p. 1–7.

BAUER, E.; CASTRO, E.K.; SILVA, M.N.B.; ZANONI, V.A.G. Evaluation of damage of building facades in Brasília. In: **XIII DBMC - International Conference on Durability of Materials and Components**, 2014. n. 1, p. 535-542.

BERSCH, J. D. *et al.* Diagnosis of Pathological Manifestations and Characterization of the Mortar Coating from the Facades of Historical Buildings in Porto Alegre — Brazil: A Case Study of Château and Observatório Astronômico. **International Journal of Architectural Heritage**, 2020. v. 00, n. 00, p. 1–25.

BRANCO, J. M.; SOUSA, H. S.; TSAKANIKI, E. Non-destructive assessment, full-scale load-carrying tests and local interventions on two historic timber collar roof trusses. **Engineering Structures**, 2017. v. 140, p. 209–224.

BRASIL. Decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. **IPHAN**, Brasília, 1943. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Decreto_no_25_de_30_de_novembro_de_1937.pdf.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**: patologia, reabilitação, prevenção. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 408 p.

CAVALAGLI, N; KITA, A.; CASTALDO, V. L.; PISELLO, A. L.; UBERTINI, F. Hierarchical environmental risk mapping of material degradation in historic masonry buildings: An integrated approach considering climate change and structural damage. **Construction and Building Materials**, 2019. v. 215, p. 998–1014.

CHOI, J.; YEUM, C. M.; DYKE, S. J.; JAHANSHAH, M. R. Computer-aided approach for rapid post-event visual evaluation of a building Façade. **Sensors (Switzerland)**, 2018. v. 18, n. 9.

FILHO, G. C. H.; ACHIAMÉ, G. G. Diretrizes para Representação Gráfica de Mapa de Danos. In: 6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: PATORREB, 2018. p. 1-10.

LERMA, J. L.; CABRELLES, M.; PORTALÉS, C. Multitemporal thermal analysis to detect moisture on a building faade. **Construction and Building Materials**, 2011. v. 25, n. 5, p. 2190–2197.

LIBERATI A.; ALTMAN D.G.; TETZLAFF J.; MULROW C.; GÖTZSCHE P.C.; IOANNIDIS J.P.; CLARKE M.; DEVEREAUX P.J.; KLEIJNEN J.; MOHER D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and metaanalyses of studies that evaluate health care interventions :explanation and elaboration. **BMJ**, 2009.

MADUREIRA, S.; FLORES-COLEN, I.; BRITO, J.; PEREIRA, C. Maintenance planning of facades in current buildings. **Construction and Building Materials**. Lisboa, Portugal, v. 147, p. 790-802, 2017.

MARTINS, A. N.; PEREIRA, A. A.; FORBES, C.; LIMA, J. L. M. P.; MATOSE, D. Risk to cultural heritage in Baixa Pombalina (Lisbon Downtown) - a transdisciplinary approach to exposure and drivers of vulnerability. **International Journal of Architectural Heritage**. V. 15, n. 7. p. 1058-1080. 2020.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: microestrutura, propriedade e materiais. 2 ed. São Paulo: IBRACON, 2014. 751 p.

MELO JÚNIOR, C. M; EVANGELISTA JUNIOR, F.; SILVA, L. S.; NEPOMUCENO, A. A. Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital. **Ambiente Construído**, 2018. v. 18, n. 3, p. 211–226.

MUNZLINGER, E.; NARCIZO, F.B.; DE QUEIROZ, J.E.R. Sistematização de Revisões Bibliográficas em Pesquisas da Área de IHC. **Brazilian Computer Society**, [S.1.], v. 5138, p. 51-54, 2012.

PACHECO, L. S.; ROSADA, M.; LENS, L. N; ANDRADE, B. F.; STORCK, C.; PERES, L. S.; WOLLMANN, L.; JORIS, N. D.; DOMINGUES, Q. R.; PORTO, R. M. Time marks: An assessment of the conservation status of Tafona Farm main house from damage maps. **Procedia Structural Integrity**, 2018. v. 11, p. 68–75.

PUY-ALQUIZA, M. J.; ZUBIA, V. Y. O; AVILES, R. M.; SALAZAR-HERNÁNDEZ, M. D. C. Damage detection historical building using mapping method in music school of the University of Guanajuato, Mexico. **Mechanics of Advanced Materials and Structures**, 2019. v. 0, n. 0, p. 1–12.

ROCHA, E. A.; MACEDO, J. V. S; CORREIA, P.; MONTEIRO, E. C. B. Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo da Caso da Igreja do Carmo em Olinda PE., **Revista ALCONPAT**. Brasil, v. 8, n. 1, p. 51-63, 2018.

SAARI, A. Precision refurbishment of buildings: A façade refurbishment case study. **Structural Survey**, 2008. v. 26, n. 2, p. 108–119.

SANTOS, D.G.; MACEDO, M.; SOUZA, J.; BAUER, E. Mensuração e distribuição de patologias na degradação em argamassa. **Gestão & Gerenciamento**. Brasil, v. 8, p. 13-17, 2018.

SILVA, L.; FLORES-COLEN, I.; VIEIRA, N.; TIMMONS, A. B.; SEQUEIRA, P. Durability of ETICS and Premixed One-Coat Renders in Natural Exposure Conditions. In: DELGADO, J. **New Approaches to Building Pathology and Durability**. Singapore: Springer, 2016. v. 6, p. 131-154.

SOUSA, H. S.; BRANCO, J. M.; SILVA, C. V. Visual assessment and diagnosis of a timber railway station warehouse in Foz do Tua. **International Wood Products Journal**, 2017. v. 8, p. 29–33.

SOUZA, J. S.; BAUER, E.; NASCIMENTO, M. L. M.; CAPUZZO, V. M. S.; ZANONI, V. A. G. Study of damage distribution and intensity in regions of the facade. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, 2016. v. 1, n. 1, p. 1–9.

TIRELLO, R. A.; CORREA, R. H., 2012. Sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas. In: VI Colóquio Latinoamericano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPHAN, 2012. p. 1-20.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Altas Temperaturas 78, 79, 87, 88, 90, 91, 102, 173, 174, 175, 180

Análise Estrutural 115, 119, 122, 124, 255

Argamassa 83, 92, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 244, 249, 295, 300

Arquitetura Hospitalar 103, 107, 112

Avaliação de Desempenho 103, 104, 106, 107, 112, 113

B

Bim 3, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

BIM 5D 58, 59, 61, 65

C

Cimento 67, 71, 73, 79, 80, 84, 90, 91, 92, 94, 95, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 162, 163, 164, 165, 207, 245, 254, 258, 304

Concreto 1, 2, 5, 12, 46, 57, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 101, 112, 114, 152, 153, 158, 159, 175, 192, 207, 220, 245, 246, 251, 254, 259, 266, 267, 271, 272, 299, 300, 302, 303, 304, 305, 307, 308, 309, 312, 313, 314

Concreto Armado 1, 2, 5, 46, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 76, 78, 80, 82, 83, 88, 245, 246, 254, 266, 267, 271, 272, 302, 303, 304, 307, 308, 312, 313

Contenções 160, 172, 253, 255, 265

Corrosão das armaduras 67, 68, 69, 72, 75, 80, 82

D

Decreto 58, 60, 61, 65, 66, 290, 299

Deep Beams 183, 193, 194

Degradação 48, 76, 80, 87, 90, 91, 92, 102, 105, 177, 289, 294, 295, 297, 300, 337

Disseminação 58, 60, 61, 66

Durabilidade 52, 56, 69, 75, 76, 78, 80, 88, 108, 113, 126, 173, 174, 175, 181, 207, 297, 298

E

Elementos de barra biarticulados 29, 44, 317

Ementa 58, 60, 62

Empreendimentos Rurais 46, 47, 49, 55, 56

Engenharia Civil 3, 1, 12, 28, 48, 58, 60, 62, 63, 88, 90, 113, 115, 116, 117, 125, 134, 135, 150, 172, 195, 220, 265, 266, 291, 292, 303, 304, 316, 338

Engenharia Diagnóstica 78, 80

F

Fundações Superficiais 1, 2, 3, 4, 12, 265

G

Gnaisse 173, 174, 175, 176, 179, 180

Grelhas Hiperestáticas 13, 14, 26

H

Hastes de Paredes Delgadas 14, 27

Hospital Architecture 103

I

Incêndio 51, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 87, 90, 92, 97, 101, 108, 110, 111, 112, 175

Inspeção Predial 46, 47, 48, 49, 52, 55, 56, 57, 103, 109

Interação Solo-Estrutura 3, 1, 2, 3, 5, 11, 12, 254, 255, 265

Íons Sulfatos 67, 69, 72, 73, 75

L

Látex da seringueira 150, 151, 157

M

Máquinas de ar condicionado 195, 196, 198, 199, 201, 202, 203

Mecânica Vetorial 115, 116, 117, 118, 119

Metodologia Empírico-Mecanística 125, 134

Microzonificación, Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo 136

Modelagem 6D 195

Módulo de Resiliência 125, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

P

Patologias 47, 48, 56, 57, 76, 115, 291, 296, 298, 300

Pavimentação 125, 129, 134, 135, 239

Performance Evaluation 103

R

Recalque 1, 3, 4, 263

S

SAP2000 1, 2, 3, 5

SFRC 183, 193

Shear Strength 183, 193

Solo-Cimento 125, 126, 128, 131, 133, 134, 135

T

Tensão de bimomento 13, 24, 26

Tensão de flexão 13, 26, 27

Tratamento Térmico 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Treliça 28, 29, 40, 116, 119, 120, 316, 317, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 330, 331

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3

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

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3

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