

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4



Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	Impactos das tecnologias na engenharia civil 4 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-543-3 DOI 10.22533/at.ed.433192008 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série CDD 690
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DURABILIDADE E DEGRADAÇÃO DE ADESIVOS ESTRUTURAIS UTILIZADOS EM SISTEMAS DE REFORÇO COM FRP DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	
Amanda Duarte Escobal Mazzú Mariana Corrêa Posterli Gláucia Maria Dalfré	
DOI 10.22533/at.ed.4331920081	
CAPÍTULO 2	14
INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE PRODUTO DE CURA QUÍMICA FORMADOR DE MEMBRANA NA PROFUNDIDADE CARBONATADA DO CONCRETO	
Alisson Rodrigues de Oliveira Dias Daniel Mendes Pinheiro Wilton Luís Leal Filho João Mateus Reis Melo	
DOI 10.22533/at.ed.4331920082	
CAPÍTULO 3	26
ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS OBSERVADAS EM REVESTIMENTO EXTERNO DE FACHADA COM MANIFESTAÇÕES EM PINTURA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL	
Amanda Fernandes Pereira da Silva Hildegard Elias Barbosa Barros Diego Silva Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.4331920083	
CAPÍTULO 4	39
ESTUDO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA PONTE DO BRAGUETO EM BRASÍLIA - DF	
Erick Costa Sousa Juliano Rodrigues da Silva Marcelle Eloi Rodrigues Maysa Batista Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.4331920084	
CAPÍTULO 5	54
AÇÕES MITIGADORAS DA REAÇÃO ÁLCALIS AGREGADO COM EMPRESAS ATUANTES NO MERCADO IMOBILIÁRIO DO RECIFE	
Cristiane Santana da Silva Amâncio da Cruz Filgueira Filho Roberto de Castro Aguiar Klayne Kattiley dos Santos Silva Manueli Sueni da Costa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4331920085	

CAPÍTULO 6	66
CORROSÃO: MECANISMOS E TÉCNICAS PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ARMADURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO	
Ariane da Silva Cardoso	
Thayse Dayse Delmiro	
Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani	
Eliana Cristina Barreto Monteiro	
Tiago Manoel da Silva Agra	
DOI 10.22533/at.ed.4331920086	
CAPÍTULO 7	87
ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO VERTICAL PÚBLICA EM ALVENARIA ESTRUTURAL NA CIDADE DO RECIFE-PE	
Amâncio da Cruz Filgueira Filho	
Iago Santos Calábria	
Bruno de Sousa Teti	
Lucas Rodrigues Cavalcanti	
Amanda de Moraes Alves Figueira	
Walter de Moarais Calábria Junior	
DOI 10.22533/at.ed.4331920087	
CAPÍTULO 8	97
INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES EM UMA PONTE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE	
Romildo Alves Berenguer	
Yane Coutinho Lira	
Fernanda Cavalcanti Ferreira	
Thaís Marques da Silva	
Bráulio Silva Barros	
Joanna Elzbieta Kulesza	
DOI 10.22533/at.ed.4331920088	
CAPÍTULO 9	110
AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES TÉRREAS NA CIDADE DE TERESINA-PI	
Wendel Melo Prudêncio de Araújo	
Diego Silva Ferreira	
Hudson Chagas dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4331920089	
CAPÍTULO 10	122
POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT	
Cristiane Rossatto Candido	
Renata Mansuelo Alves Domingos	
João Carlos Machado Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.43319200810	

CAPÍTULO 11 134

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO NUMA EDIFICAÇÃO EM SALGUEIRO-PE

Rafael Filgueira Amaral
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Lucíolo Victor Magalhães e Silva
Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Walter de Moarais Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.43319200811

CAPÍTULO 12 147

IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA E RECUPERAÇÃO DE FUNDAÇÃO DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EM RECIFE-PE

Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Camila Fernanda da Silva Siqueira
Walter de Moarais Calábria Junior
Lucas Rodrigues Cavalcanti

DOI 10.22533/at.ed.43319200812

CAPÍTULO 13 159

ERROS CONSTRUTIVOS COMO ORIGEM DE PATOLOGIAS NO CONCRETO ARMADO EM OBRAS NA CIDADE DE SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE-PB

Kleber de Sousa Batista
Maria Aparecida Bezerra Oliveira
Rafael Wandson Rocha Sena

DOI 10.22533/at.ed.43319200813

CAPÍTULO 14 171

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DEVIDO A FALHAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO ARMADO

Pablo Luiz Oliveira Aguiar
Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.43319200814

CAPÍTULO 15 185

INSPEÇÃO PRELIMINAR E MONITORAMENTO DE EDIFICAÇÃO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA

Matheus Nunes Reis

DOI 10.22533/at.ed.43319200815

CAPÍTULO 16 199

INVESTIGAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM UM MURO DE CONDOMÍNIO RESIDENCIAL LOCALIZADO NA CIDADE DO RECIFE-PE

Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Lucas Rodrigues Cavalcanti
Amanda de Moraes Alves Figueira
Walter de Moarais Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.43319200816

CAPÍTULO 17 213

MÉTODOS E ENSAIOS UTILIZADOS PARA VALIDAÇÃO DE PATOLOGIA ESTRUTURAL EM PILARES DE CONCRETO ARMADO COM BAIXA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Robson Viera da Cunha
Itallo Mahatan Danôa Lima
Delio Leal e Silva
Flavio César Fernandes
Danilo Lima da Silva
José de França Filho

DOI 10.22533/at.ed.43319200817

CAPÍTULO 18 228

PATOLOGIA EM PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: FABRICAÇÃO E ASSENTAMENTO

Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar
Pablo Luiz Oliveira Aguiar
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.43319200818

CAPÍTULO 19 241

PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL ARLINDO FERREIRA DOS SANTOS

Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite
Edjanissa Kettilan Barbosa da Silva
Adri Duarte Lucena

DOI 10.22533/at.ed.43319200819

CAPÍTULO 20 257

REFORÇO ESTRUTURAL, MONOLITIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO EM BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Carlos Fernando Gomes do Nascimento
José Carlos Juvenal da Silva
Thaís Marques da Silva
Felipe Figueirôa de Lima Câmara
Manueli Suêni da Costa Santos
Dandara Vitória Santana de Souza
Cristiane Santana da Silva
Esdras José Tenório Saturnino
Igor Albuquerque da Rosa Teixeira
Marília Gabriela Silva e Souza
Carlos Eduardo Gomes de Sá Filho
Eliana Cristina Barreto Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.43319200820

CAPÍTULO 21	271
ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE RCD COMO AGREGADO GRAÚDO	
Brenno Tércio da S. Miranda	
Cícero Jefferson R. dos Santos	
Danylo de Andrade Lima	
Edmilson Roque da Silva Júnior	
Larissa Santana Batista	
Marcelo Laédson M. Ferreira	
Marco Antônio Assis de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.43319200821	
CAPÍTULO 22	288
ESTUDO SOBRE INSERÇÃO DE RASPAS DE PNEUS NO TIJOLO ECOLÓGICO FABRICADO NA REGIÃO DE TERESINA-PI	
Francisca das Chagas Oliveira	
Francisco Arlon de Oliveira Chaves	
Linardy de Moura Sousa	
Marcelo Henrique Dias Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.43319200822	
CAPÍTULO 23	297
PROJETO SEPTICA – EXPERIÊNCIAS EM EXTENSÃO PARA O SANEAMENTO RURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DA CACHOEIRA DO BRUMADO (MARIANA – MG)	
André de Oliveira Faria	
Aníbal da Fonseca Santiago	
Jefferson de Oliveira Barbosa	
Lívia de Andrade Ribeiro	
Thainá Suzanne Alves Souza	
Thaissa Jucá Jardim Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.43319200823	
CAPÍTULO 24	310
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO DE AGREGADO RECICLADO DE CONCRETO NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE ARGAMASSAS	
Romildo Alves Berenguer	
Yane Coutinho Lira	
Fernanda Cavalcanti Ferreira	
Thais Marques da Silva	
Bráulio Silva Barros	
Joanna Elzbieta Kulesza	
DOI 10.22533/at.ed.43319200824	
CAPÍTULO 25	322
CAUSAS PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUTORA DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE	
Victor Nogueira Lima	
Gabriela Linhares Landim	
Larissa de Moraes Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.43319200825	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	336
ÍNDICE REMISSIVO.....	337

ESTUDO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA PONTE DO BRAGUETO EM BRASÍLIA - DF

Erick Costa Sousa

UDF – Centro Universitário do Distrito Federal
Brasília – DF

Juliano Rodrigues da Silva

UDF – Centro Universitário do Distrito Federal
Brasília – DF

Marcelle Eloí Rodrigues

UDF – Centro Universitário do Distrito Federal
Brasília – DF

Maysa Batista Rocha

UDF – Centro Universitário do Distrito Federal
Brasília – DF

RESUMO: Neste trabalho foi realizado um estudo das principais patologias presentes na Ponte do Bragueto, situada em Brasília Distrito Federal. Primeiramente foi desenvolvida uma revisão bibliográfica sobre as patologias em estruturas de concreto e suas causas, posteriormente a classificação das patologias encontradas utilizando como metodologia a GDE/UnB (2015) e a Norma DNIT (2006), fornecendo assim com esse estudo uma análise técnica sobre a atual situação da ponte juntamente com uma proposta de intervenção. Posteriormente a aplicação das metodologias citadas foi identificada de acordo com a metodologia GDE/UnB (2015) que a ponte precisa de intervenção imediata e que sejam realizadas as devidas obras

de manutenção. Os resultados encontrados de acordo a metodologia DNIT foram mais brandas, relatando que a ponte necessita de manutenções, porém sem grande urgência.

PALAVRAS-CHAVE: Ponte, Patologias, Bragueto, GDE/UNB, Estruturas.

STUDY OF THE PRINCIPAL PATHOLOGIES IN THE STRUCTURE OF THE PONTE DO BRAGUETO IN BRASÍLIA – DF

ABSTRACT: In this work a study of the main pathologies present in the Ponte do Bragueto, located in Brasilia, Federal District, was carried out. Firstly, a bibliographic review was carried out on the pathologies in concrete structures and their causes, later on the classification of the pathologies found using GDE / UnB (2015) and DNIT (2006) as the methodology, thus providing a technical analysis on the current situation of the bridge together with a proposal for intervention. Subsequently the application of the mentioned methodologies was identified according to the methodology GDE / UnB (2015) that the bridge needs immediate intervention and that the necessary maintenance works are carried out. The results found according to the DNIT methodology were more lenient, reporting that the bridge needs maintenance, but without great urgency.

KEYWORDS: *Bridge, Pathologies, Bragueto,*

1 | INTRODUÇÃO

Obras de Arte Especial (OAE) são construções realizadas por intermédio de artifícios que fogem do que é executado de forma tradicional, como por exemplo, casas e prédios. Segundo a terminologia rodoviária e ferroviária vigente, as pontes e viadutos podem ser classificadas como tais.

Dentre as várias características das Obras de Construção Civil é oferecer segurança aos usuários que fazem o seu uso, entretanto, observa-se que tais medidas não têm ocupado a devida importância e o cumprimento dos prazos de manutenção apresenta-se falho. A preservação de grandes estruturas deve ser motivo de estudo. Ressalta-se tamanha importância que a NBR (Norma Brasileira) 9452:2016 traz um conjunto de orientações a respeito de vistorias de pontes e viadutos de concreto e como tais resultados devem ser avaliados e apresentados.

2 | OBJETO DE ESTUDO

A Ponte do Bragueto, situada em Brasília Distrito Federal (DF), é uma mescla das duas estruturas, viaduto e ponte. O nome da Ponte do Bragueto vem da empresa Braghetto, responsável pela construção da ponte, que se iniciou no ano de 1960 e foi inaugurada em junho de 1961. A ponte possui 180 metros de extensão, 29 metros de largura e 4 metros de altura, localizada de acordo as seguintes coordenadas, 15°43' S 47° 53' W.

De acordo com o Departamento de Estradas e Rodagens do Distrito Federal (DER-DF), o fluxo diário no local é de 80 mil veículos (DER-DF, 2013). Possui extrema importância cultural e econômica por se tratar de realizar a ligação da área Norte do Distrito Federal à Região Central do Distrito Federal.

Foi executada em concreto protendido, referente aos parâmetros do projeto original não encontramos registros junto ao DER-DF. De acordo com o projeto de reforço datado no ano de 1998, foi utilizado concreto com Resistência Característica do Concreto a compressão F_{ck} de 18 Mega Pascal (MPa) e utilização dos aços CA-50 e CA-60.

3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Metodologias Aplicadas

3.1.1 Metodologia GDE/UNB (2015)

A Metodologia GDE/UNB (2015) pode ser empregada para determinar quantitativamente o grau de deterioração em estruturas de concreto armado

convencionais. Na Figura 2.1 é mostrado o passo a passo para a utilização da metodologia.

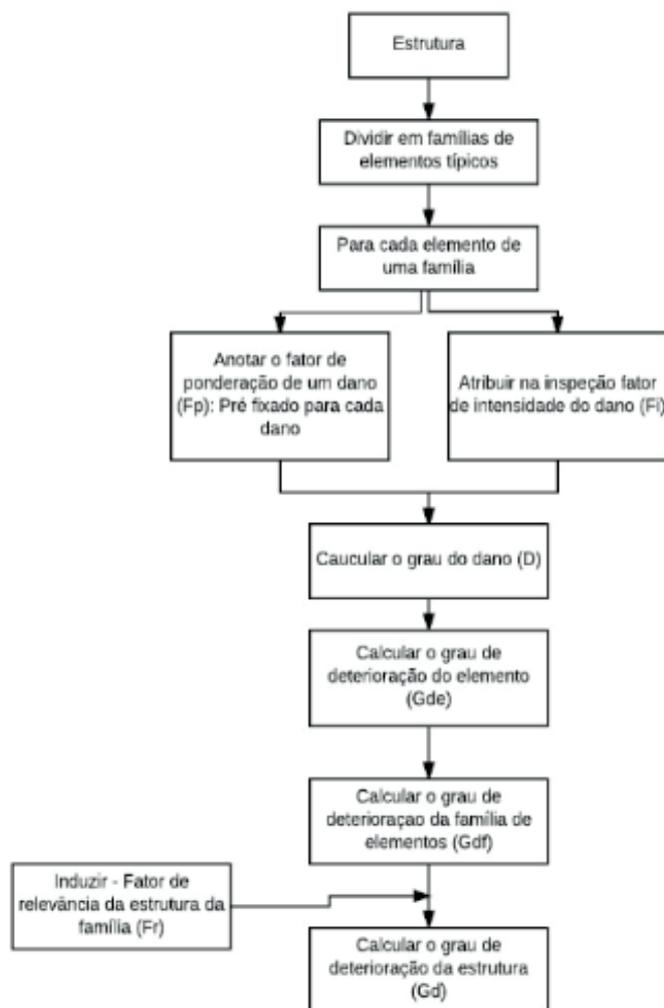


Figura 2.1: Fluxograma dos passos da utilização da metodologia GDE/UNB (2015).

Fonte: (Silva, 2008, pg. 21).

A metodologia GDE/UNB (2015) é um auxílio aos engenheiros na tomada de decisão para propor manutenções para as estruturas analisadas. Para o roteiro de inspeção deve ser feito a determinação do grau da agressividade do ambiente a identificação dos elementos estruturais, os registros fotográficos e uma análise inicial dos tipos de danos na estrutura. No Manual de aplicação da Metodologia GDE/UNB (2015) a Obras de Arte Especiais estão todas as formulações e tabelas da metodologia, a seguir são apontados os significados de alguns conceitos.

1.	Divisão em famílias de elementos típicos: os elementos estruturais são agrupados de acordo com suas características estruturais peculiares e com a sua função estrutural no conjunto, por exemplo, família de pilares ou lajes.
2.	Fator de ponderação do dano (Fp): quantifica a importância relativa de um determinado dano no que se refere às condições gerais de segurança, funcionalidade e estética dos elementos de uma determinada família, podendo variar de 01 a 05.

3.	Fator de intensidade do dano (Fi): classifica a gravidade e a evolução isolada do dano em um determinado elemento, podendo variar de 0 a 04.
4.	Grau do dano (D): representa a deterioração em geral, pois descreve como o processo de deterioração pode progredir no interior de uma estrutura de concreto.
5.	Grau de deterioração do elemento (Gde): a partir dos graus isolados de cada dano obtidos, dá-se início à análise de todos os danos existentes no elemento.
6.	Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf): avalia o conjunto de elementos pertencentes a uma mesma família.
7.	Fator de relevância estrutural da família (Fr): saliente a importância relativa de uma família de elementos no comportamento e no desempenho da estrutura como um todo.
8.	Grau de deterioração da estrutura (Gd): define o grau de deterioração da estrutura como um todo em função dos valores de Gdf obtidos por cada família da estrutura ponderados pelos respectivos fatores de relevância estrutural (Fr).

Para a aplicação da metodologia GDE/UNB (2015) deve ser utilizado uma formulação para a avaliação quantitativa da deterioração da estrutura de concreto segundo os níveis de deterioração. As Equações 01, 02, 03, 04 e 05 e as Tabelas 2.1 e 2.2 auxiliam para a determinação do Grau do Dano da estrutura.

As Equações 01 ou 02, dependendo do valor do Fi ponderado, são utilizadas para quantificar o Grau do dano de cada um dos elementos.

Grau de um Dano (D):	
$D = 0,8 \cdot Fi \cdot Fp$	p/ $Fi \leq 2,0$ (Equação 01)
$D = (12 \cdot Fi - 28) \cdot Fp$	p/ $Fi > 2,0$ (Equação 02)

A Equação 03 é utilizada para determinar o Grau de deterioração de um elemento, dentro de cada família de elementos. Posteriormente a sua quantificação é possível classificar o dano entre baixo a crítico juntamente com propostas de ações corretivas de acordo a Tabela 2.1.

Grau de deterioração de um elemento (G_{de}):	
$G_{de} = D_{max} \cdot \left[1 + \frac{(\sum_{i=1}^n Di) - D_{max}}{\sum_{i=1}^n Di} \right]$ (Equação 03)	

Nível de deterioração G_{de} e ações recomendadas	
Baixo $0 > 15$	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
Médio $15 - 50$	Definir prazo e natureza de nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máximo 2 anos).
Alto $50 - 80$	Definir prazo para inspeção especializada. Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano).
Sofrível $80 > 100$	Definir prazo para inspeção especializada rigorosa. Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses).
Crítico > 100	Inspeção especializada imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramento, etc.). Planejar intervenção imediata.

Tabela 2.1: Níveis de deterioração Gde e ações recomendadas.

Fonte: VERLY, 2015

A Equação 04 é para calcular o Grau de deterioração de uma família de elementos, ela deve ser utilizada para cada uma das famílias.

Grau de deterioração de uma família de elementos (G_{df}):
$G_{df} = G_{de,m\acute{a}x} * \left[1 + \frac{(\sum_{i=1}^m G_{de,i}) - G_{de,m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m G_{de,i}} \right] \quad \text{(Equação 04)}$

Fatores de relevância estrutural das famílias de elementos (F_r)	
Família	F_r
Barreiras, guarda-corpo, guarda-rodas, pista de rolamento	1
Juntas	2
Transversinas, cortinas, alas	3
Lajes, fundações, vigas secundárias, aparelho de apoio	4
Vigas e Pilares Principais	5

Tabela 2.2: Fator de relevância estrutural das famílias de elementos (F_r)

Fonte: VERLY, 2015

Para calcular o Grau de deterioração da estrutura é necessário ponderar, de acordo a Tabela 2.2, o fator de relevância para cada família de elementos, e posteriormente utilizar a Equação 05 para fazer o cálculo final.

Grau de Deterioração da Estrutura (G_d):
$G_d = \frac{K_{m\acute{a}x}}{7,07} * \sqrt{1 + \frac{(\sum_{i=1}^k K_i) - K_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^k K_i}} \quad \text{(Equação 05)}$

3.1.2 Norma DNIT 090/2006

A NORMA DNIT 090/2006 tem como objetivo sistematizar os procedimentos quanto à recuperação do concreto de obra de arte especial, atacada por patologias de origem física ou química. Descreve e classifica as causas dessas patologias e a maneira de como recuperá-las. Trata também, do manejo ambiental, da inspeção e dos critérios de medição.

Quanto às causas pode ser agrupada e classificada como causas físicas (desgaste superficial, fissuração) e causas químicas (hidrólise, trocas iônicas e reações químicas).

As causas das patologias, ao aprofundar os estudos dentro das causas físicas pode-se mencionar o desgaste superficial, onde se subdivide: desgastes devido à abrasão (atrito seco e perda gradual de argamassa superficial e agregado), desgastes devido à erosão (fluido em movimento causando desgaste na superfície do concreto) e desgastes devido à cavitação (causado devido a fluxos correntes de água). O segundo grupo que é composto pelas fissurações, subdivide-se em: gradientes de temperatura

(causado pela umidade e variação de temperatura), pressão de cristalização de sais nos poros (causa de deterioração por tensões resultantes de pressão), carga estrutural (sobrecargas excessivas).

Dentro das causas químicas, pode-se destacar: reações por troca de cátions (tem relação com a formação de sais solúveis, sais de cálcio insolúveis e não expansivos, ataques químicos por conta dos sais de magnésio), reações que envolvem hidrólise e lixiviação dos componentes da pasta de cimento (causando a dissolução dos produtos onde o cálcio está presente), reações envolvendo formação de produtos expansivos (onde há o ataque por sulfato, álcali-agregado, hidratação retardada de óxido de Cálcio (CaO) e óxido de Magnésio (MgO) e corrosão da armadura de concreto).

A norma menciona uma solução de recuperação e combate a estas patologias, dependendo do grau de dano que a estrutura apresenta. Pode-se citar: no caso da abrasão é necessária a utilização de material de reposição composta por argamassa de cimento Portland enriquecida por epoxi, por exemplo. Na erosão, o concreto projetado com boa resistência à erosão. Na cavitação, evitar as causas de tal fenômeno, como por exemplo, mudanças bruscas de declividade. Boa parte das patologias com origem química é tratado com pinturas impermeabilizantes, revestimentos e jateamento de água e areia. Ambas as causas são necessárias o estudo preliminar para avaliar a estabilidade estrutural da peça e a avaliação quanto ao grau de agressão ao meio ambiente.

Quaisquer obras de recuperação são necessárias a presença de um profissional capacitado para realizar o devido acompanhamento e avaliação das conformidades e não conformidades. As medições devem ser realizadas por intermédio de Projeto após inspeção.

4 | RESULTADOS

4.1 Principais patologias da ponte Bragueto (Aplicação da Norma DNIT 090/2006)

Após toda a apresentação das normas que vão ser utilizadas nesta análise da ponte do Bragueto, vamos por fim aplica-las na ponte realizando a análise de cada uma separadamente e aplicando-as, nas principais patologias encontradas.

4.1.1 Corrosão da armadura

Local de ocorrência das patologias: Parte inferior da ponte.

Discriminação: Corrosão da armadura no concreto.

Causa: É uma causa química gerada pela presença de umidade e falta de pintura impermeabilizante adequada.

Efeito: Manifesta-se pela expansão, fissuração, lascamento do cobrimento, perda de aderência entre aço e concreto e redução da seção transversal da armadura.

Sugestão terapêutica: Deve-se efetuar um reforço na armadura prejudicada com uma nova camada de concreto magro e uma pintura impermeabilizante.



Figura 3.1: Parte inferior da ponte na ligação da ponte com o terreno.

Fonte: Próprio autor, 2017.

4.1.2 Deslocamento do concreto

Local de ocorrência das patologias: Parte inferior e guarda corpo da ponte.

Discriminação: Deslocamento do concreto.

Causa: É uma causa física gerada por desgaste superficial devido à abrasão gerado pelo atrito seco.

Efeito: Deslocamento visual de partes do concreto gerando desconforto visual e perigos para os transeuntes.

Sugestão terapêutica: Deve ser feita a recuperação geral e mecanizada.



Figura 3.2: Parte inferior da ponte.

Fonte: Próprio autor, 2017.

4.1.3 Infiltração

Na Figura 3.3 e apresentado o local em que apresenta infiltração.

Local de ocorrência das patologias: Parte inferior e frontal da ponte.

Discriminação: Infiltração.

Causa: Presença de umidade.

Efeito: Presença de manchas escuras na estrutura.

Sugestão terapêutica: Deve raspar a camada que se encontra com a manifestação patológica e realizar uma nova pintura impermeabilizante.



Figura 3.3: Parte inferior da ponte.

Fonte: Próprio autor, 2017.

4.1.4 Deformação na ponte

Nas Figuras 3.4 são apresentados locais que apresentam ondulação na ponte.

Local de ocorrência das patologias: Laterais direita e esquerda da ponte.

Discriminação: Deformação.

Causa: Má execução.

Efeito: Presença de deformação visível na ponte.

Sugestão terapêutica: Como a deformação não teve importância significativa na estrutura da ponte não é necessária uma sugestão terapêutica.



Figura 3.4: Lateral da ponte sobre o lago.

Fonte: Próprio autor, 2017.

4.1.5 Fissura

Na Figura 3.5 é apresentado um local que apresenta fissuras.

Local de ocorrência das patologias: Parte inferior e frontal da ponte.

Discriminação: Fissuras.

Causa: Causadas por ações químicas e físicas.

Efeito: Porta de entrada para agentes agressivos a armadura e diminuição da resistência do concreto no local afetado.

Sugestão terapêutica: O tratamento de trincas e fissuras é objeto de uma especificação particular própria.



Figura 3.5: Parte inferior da ponte entre pilares.

Fonte: Próprio autor, 2017.

4.1.6 Encontro entre pista e o terreno

Na Figura 3.6 é apresentado um local que apresenta junta de dilatação da ponte com o terreno.

Local de ocorrência das patologias: Parte superior da ponte.

Discriminação: Encontro.

Causa: É necessária para garantir a trabalhabilidade da ponte.

Efeito: Presença visual do encontro na pista da parte superior da ponte.

Sugestão terapêutica: É necessária a manutenção do local para que não sejam gerados danos no pavimento e nem sua descontinuidade.



4.1.7 Desgaste por abrasão

Na Figura 3.7 é apresentada local que apresenta desgaste por abrasão.

Local de ocorrência das patologias: Parte inferior da ponte sobre a pista.

Discriminação: Desgaste.

Causa: Veículos com alturas maiores que o limite permitido, colidiram com a laje inferior da ponte.

Efeito: Desgaste da laje inferior da ponte.

Sugestão terapêutica: Nova medição da altura entre a pista e a laje inferior da ponte e manutenção do local afetado.



Figura 3.7: Parte inferior da ponte sobre a pista.

Fonte: Próprio autor, 2017.

4.2 Classificação do Grau do Dano da Ponte Bragueto (Aplicação da metodologia GDE/UNB 2015)

Analisando o objeto de estudo aplicando a metodologia GDE/UNB, esta metodologia visa analisar a estrutura como um todo, fazendo um somatório do dano das patologias em cada elemento e por fim obtém-se uma nota para a estrutura estudada e verifica-se o grau de dano e a forma de agir diante o mesmo via tabela fornecida pela metodologia.

Para a determinação o Grau do Dano da Ponte foi desenvolvido toda a metodologia de cálculo e utilização de tabelas e quadros impostos pelo Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UNB (2015) a Obras de Arte Especiais, retirado da dissertação de mestrado do Rogério Calazans Verly de 2015 e que se encontra em anexo neste trabalho. Para a determinação das patologias foi efetuado uma visita in loco juntamente com o relatório fotográfico, que por sua vez foram utilizados para a

ponderação dos danos das patologias.

As Tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 apresentam os resultados referentes aos valores de F_p , F_i , D , G_{de} e G_{df} para as famílias de Pilares, Lajes, Pista de Rolamento e Guarda Corpo. Na tabela 5.7 é apresentado os valores do G_{df} , Fr e k , e posteriormente é informado o valor do G_d .

Família	Fator de Ponderação (F_p)								Fator de Intensidade (F_i)							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Corrosão de Armaduras	5	5	5	5	5	5	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de Geometria	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3
Umidade	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4

Tabela 5.1: Valores dos F_p e F_i da família de Pilares.

Grau do dano do elemento (D)							
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
7,2	12	4,8	4,8	4,8	4,8	7,2	24
32	80	32	32	80	32	80	80

Tabela 5.2: Valores do Grau do dano do elemento da família de Pilares.

G_{de}	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
		37,88	90,43	36,17	36,17	84,53	36,17	86,61
Nível de Deterioração	Médio	Sofrível	Médio	Médio	Sofrível	Médio	Sofrível	Sofrível
G_{df}	177,78							

Tabela 5.3: Valores do G_{de} e G_{df} de elementos.

Família	Fator de Ponderação (F_p)			Fator de Intensidade (F_i)			Grau do dano do elemento (D)		
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Lajes	5	5	5	3	3	3	40	40	40
Corrosão de Armaduras	3	3	3	3	4	4	24	60	60
Desagregação	3	3	3	3	4	4	24	60	60
Desplacamento	2	2	2	3	2	3	16	3,2	16
Fissuras	3	3	3	3	4	3	24	60	24
Infiltração de água									
						Gde	67,50	103,87	102,00
						Nível de deterioração	Alto	Crítico	Crítico
						G_{df}	168,27		

Tabela 5.4: Valores dos Fp, Fi, D, Gde e Gdf, da família de Lajes.

Família	Fator de Ponderação (Fp)		Fator de Intensidade (Fi)		Grau do dano do elemento (D)		
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 1	Sentido 2	
Pista de Rolamento							
Desgaste Superficial	5	5	3	3	40	40	
Desgaste de sinalização	5	5	2	2	8	8	
					Gde	48,00	48,00
					Nível de deterioração	Médio	Médio
					G_{df}	72	

Tabela 5.5: Valores dos Fp, Fi, D, Gde e Gdf, da família de Pista de Rolamento.

Família	Fator de Ponderação (Fp)		Fator de Intensidade (Fi)		Grau do dano do elemento (D)		
	Lado 1	Lado 2	Lado 1	Lado 2	Lado 1	Lado 2	
Guarda Corpo							
Desagregação	3	3	3	3	24	24	
Manchas	3	3	2	2	4,8	4,8	
					Gde	28,80	28,80
					Nível de deterioração	Médio	Médio
					G_{df}	43,2	

Tabela 5.6: Valores dos Fp, Fi, D, Gde e Gdf, da família de Pista de Guarda Corpo.

FAMILIA	G _{df}	F _r	k
Pilares	177,78	5	888,90
Lajes	168,27	4	673,08
Pista de Rolamento	72,00	2	144,00
Guarda Corpo	43,20	1	43,20
$\sum_{i=1}^k$			1748,18

Tabela 5.7: Grau de Deterioração da estrutura.

$$G_d = \frac{K_{m\acute{a}x}}{7,07} \sqrt{1 + \frac{(\sum_{i=1}^k K_i) - K_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^k K_i}} \quad \text{(Equação 05)}$$

$$G_d = \frac{888,90}{7,07} \sqrt{1 + \frac{(1748,18) - 888,90}{1748,18}}$$

$$G_d = 153,56$$

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das análises realizadas das patologias encontradas na Ponte do Bragueto, através da visita in loco, relatório fotográfico e a classificação dos danos

utilizando a metodologia GDE/UNB (2015) e a Norma DNIT 090/2006, concluímos que a metodologia GDE/UNB pelo fato de fornecer valores aos danos, garante uma maior certeza ao resultado gerado, em comparativo a Norma DNIT que fornece resultados abrangentes.

A metodologia GDE/UNB apresentou um grau do dano de aproximadamente 153,56 indicando um estado crítico da ponte, exigindo intervenções imediatas.

A Norma DNIT 090/2006 apresentou resultados menos preocupantes, pois na estrutura foram identificadas as patologias e as propostas de formas terapêuticas, não apresentando uma dimensão de quanto esta patologia está afetando a estrutura como um todo.

Sendo assim, para análise comparativa entre os dois métodos, verifica-se que a metodologia GDE/UNB (2015) é mais completa e eficaz, pois apresenta uma real noção da situação das patologias e seus efeitos na estrutura, já a metodologia DNIT 090/2006 apresenta somente uma visão superficial das patologias apresentadas e não a real situação da patologia na estrutura.

REFERÊNCIAS

À **Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente, do MPDFT**. 2016, p.01. Disponível em: <<http://www.rodasdapaz.org.br/wp-content/uploads/2016/08/Doc- PRODEMA.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

ALVES, L. F. **Obras de arte Especiais BR-267/MG: Patologias x Fatores Influentes**. Juiz de Fora. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16230: Inspeção de estruturas de concreto – Qualificação e certificação de pessoal – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto**. Rio de Janeiro, 2016.

FERREIRA, B. M. **Análise Quantitativa da Ponte do Braguetto – DF utilizando a metodologia GDE/UNB**. Brasília. 2016.

GONÇALVES, E. **Estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificação**. Rio de Janeiro. 2015.

HELENE, P.; ANDRADE, J.; MEDEIROS, M. **Durabilidade e vida útil do concreto**. 2011.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª ed. São Paulo. 1992.

Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias. DNIT. Rio de Janeiro: 2004, 2ed.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo. 2007.

MEHTA P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto – Microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2008.

Norma DNIT 090:2006. **Patologias do concreto – Especificação de serviço**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). 2006.

OLIVARE, G. **Patologias em edificações**. São Paulo. 2003.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alvenaria Estrutural 87, 332

Análise Estrutural 185

B

Bragueto 6, 39, 40, 44, 49, 51, 52

C

Carbonatação 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 66, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 85, 86, 99, 104, 107, 108

Cidade limpa 122

Comportamento a longo prazo 1

Concreto 14, 24, 38, 40, 53, 54, 59, 60, 64, 65, 66, 74, 84, 85, 86, 108, 109, 146, 155, 157, 158, 169, 184, 185, 198, 211, 212, 213, 227, 240, 245, 261, 268, 270, 274, 280, 286, 287, 321

Concreto Armado 84, 86, 108, 109, 169, 185, 198, 212, 227, 245

Construção 19, 38, 40, 109, 113, 122, 147, 184, 211, 240, 241, 273, 287, 321, 322

Corrosão 45, 50, 66, 68, 84, 85, 86, 102, 109, 110, 115, 117, 167, 212, 270

Cura química 14, 15, 17, 18, 23, 25, 176

D

Degradação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 26, 27, 28, 77, 84, 86, 100, 106, 107, 111, 112, 134, 135, 138, 142, 146, 159, 166, 167, 169, 200, 289

Diagnóstico de Manifestações Patológicas 97

Durabilidade 1, 52, 84, 96, 109, 157, 212

E

Edificações 87, 88, 96, 110, 113, 212, 241, 255, 256

Edifício 26, 65, 258

Ensaio e pilares 213

Estrutura 6, 32, 39, 43, 85, 87, 159, 199, 255, 321

F

Fachada 26, 32, 33, 128, 187, 194

Fiscalização 87, 96

Fissura 47, 110, 116, 250, 252

Fundações 54, 64, 65

G

GDE/UNB 39, 40, 41, 42, 49, 52

I

Inspeção 42, 52, 85, 97, 99, 100, 106, 109, 115, 116, 117, 118, 185, 211, 212
Inspeção de Estruturas 97

M

Manifestações patológicas 27, 32, 34, 66, 67, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 106, 108, 110, 111, 114, 115, 116, 119, 120, 134, 135, 136, 137, 143, 144, 145, 171, 172, 173, 174, 183, 184, 186, 188, 189, 197, 201, 211, 214, 228, 229, 231, 241, 242, 243, 244, 245, 252, 255, 257, 259, 324, 329
Monitoramento 185, 192, 193, 300, 301

P

Patologia 34, 35, 38, 87, 109, 110, 113, 121, 146, 147, 158, 199, 201, 212, 227, 236, 241, 243, 252, 255, 256, 334
Poluição visual 122, 123, 124, 125, 126, 130, 131, 132
Ponte 6, 39, 40, 49, 51, 52, 55, 56, 97, 212
Pré-fabricado 171, 173
Prevenção 65, 146, 147, 199

Q

Qualidade visual 7, 122, 123, 124, 126, 127, 131, 132, 133

R

Reação Álcali-Agregado 54, 64
Recuperação 54, 66, 146, 147, 158, 199, 212, 227, 262, 274
Reforço com FRP 1
Resinas epoxídicas 1
Revestimento 26, 38, 141, 187, 188, 321, 332

T

Terapia 135, 137, 202, 258, 330

U

Umidade 50, 77, 110, 118, 140

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-543-3



9 788572 475433