

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

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

Bruno de Sousa Teti

Universidade de Pernambuco
Recife – PE

Iago Santos Calábria

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – PE

Amâncio da Cruz Filgueira Filho

Universidade Católica de Pernambuco
Recife – PE

Camila Fernanda da Silva Siqueira

Universidade Federal do Cariri
Juazeiro do Norte – CE

Walter de Moarais Calábria Junior

Universidade Católica de Pernambuco
Recife– PE

Lucas Rodrigues Cavalcanti

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – PE

RESUMO: O estudo de uma estrutura como um todo é de grande importância, não só para uma área da engenharia civil, mas para as suas demais, visto que a má elaboração ou construção indevida da mesma causa grandes consequências e geram grandes prejuízos, a identificação do erro antes da execução sempre é a melhor escolha, visto que após a construção a recuperação da estrutura gera grandes dificuldades, como prejuízo

financeiro e maior demanda de tempo. Com o crescimento das estruturas em concreto armado, cresceu também os problemas gerados pela manipulação de um material ainda pouco conhecido. Foi como consequência dessa causa que originou o surgimento dos estudos para, não apenas recuperar, mas prevenir os erros advindos desse processo construtivo após a o entendimento específico do comportamento desses materiais que estão em integração constante com o meio ambiente. Partindo das pesquisas realizadas em campo, foi verificada a necessidade da adequação da metodologia proposta para facilitar as descobertas de patologias que se desenvolvem silenciosamente e por vezes imperceptíveis, pois o significativo aumento dos custos, segundo a lei dos cinco, pode tornar as recuperações estruturais, financeiramente inviáveis. Portanto, o estudo de caso desenvolvido neste artigo descreve uma metodologia proposta para avaliar os possíveis erros de execução na obra estudada e que podem acontecer em qualquer processo construtivo que possua estruturas de concreto armado, mostrando também as ações de prevenção necessárias para a descoberta dos problemas e a solução tomada para a correção da estrutura estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Construção, Prevenção, Patologia, Recuperação.

ABSTRACT: The study of a structure as a whole is of great importance, not only for an area of civil engineering, but for its others, since the bad elaboration or improper construction of the same causes great consequences and generate great damages, the identification of the error before the execution is always the best choice, since after the construction the recovery of the structure generates great difficulties, such as financial loss and greater demand of time. With the growth of structures in reinforced concrete, the problems generated by the manipulation of a still little known material grew. It was as a consequence of this cause that originated the emergence of studies not only to recover but to prevent the errors arising from this constructive process after the specific understanding of the behavior of these materials that are in constant integration with the environment. Based on the research carried out in the field, it was verified the need to adapt the proposed methodology to facilitate the discoveries of pathologies that are developed silently and sometimes imperceptible, since the significant increase in costs, according to the law of the five, can make the structural recoveries, financially infeasible. Therefore, the case study developed in this article describes a methodology proposed to evaluate the possible errors of execution in the work studied and that can happen in any constructive process that has reinforced concrete structures, also showing the prevention actions necessary for the discovery of the problems and the solution taken to correct the studied structure.

KEYWORDS: Construction, Prevention, Pathology, Recovery.

1 | INTRODUÇÃO

O estudo e desenvolvimento dos métodos preventivos para a devida descoberta das patologias tem como finalidade alertar a toda essa comunidade, não só em âmbito acadêmico, mas social, sobre os perigos de uma má execução de uma obra e o descaso em que muitas vezes se dá, como proceder para que os problemas dentro do canteiro possam ser reduzidos, gerando um maior entendimento das situações vivenciadas no dia a dia e melhorando coletivamente todo o caos que advém dessas falhas, visto que toda a sociedade é afetada.

Na construção civil grande parte dos trabalhadores não possuem qualificações específicas para executar algumas tarefas que lhe são dadas, que inicialmente podem parecer simples, mas possuem um amplo grau de complexidade elevado devido à importância do segmento para o equilíbrio das estruturas, como é o caso da utilização da concretagem. Isso pode acarretar problemas estruturais diagnosticados como patologias que podem ser visivelmente identificados ou aparentar um perfeito estado; neste último caso torna-se muito difícil erradicar as deficiências na área, pelo fato de não ser visto facilmente.

O estudo e conhecimento dessas patologias como consequência de uma

deficiência no processo de execução traz a possibilidade de serem implantadas medidas de aprimoramento profissional proporcionando uma maior vida útil da estrutura e minimização de gastos, além de aperfeiçoamento pessoal do trabalhador. A figura 1 mostra estimativamente o quanto é gasto se forem negligenciadas as boas práticas construtivas, segundo Sitter (1983).

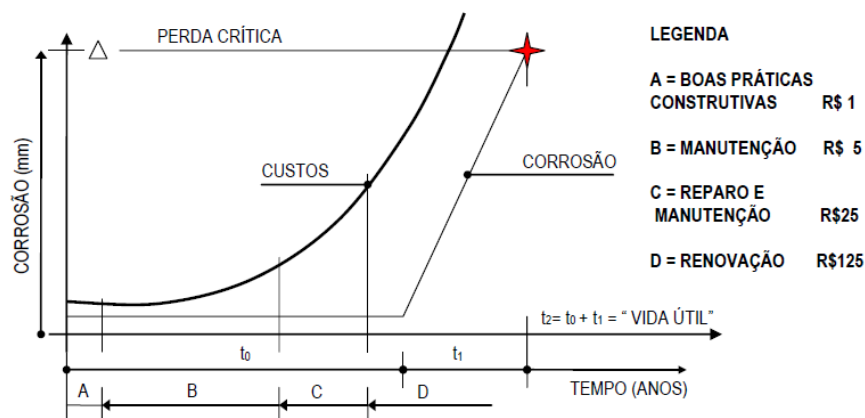


Figura 1 – Gráfico da lei dos cinco.

Fonte: Sitter (1983)

O foco da atenção deve ser concentrado nas fases de projeto e construção (A) e na manutenção preventiva (B) para obtenção da durabilidade das estruturas de concreto. A manutenção preventiva, na maioria das vezes, não está relacionada diretamente à estrutura de concreto, mas aos subsistemas que interagem com a estrutura, como: manutenção em instalações hidro sanitárias, em impermeabilizações em lajes, em revestimentos externos, em juntas de dilatações, entre outros, com o objetivo de impedir ou dificultar o contato da água com a estrutura de concreto.

2 | INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA

A cada concretagem realizada em uma estrutura no canteiro de obra, são retirados três corpos de prova para detectar se a resistência característica alcançada é igual ou superior a resistência característica requerida. No caso da concretagem da fundação da casa de máquinas da subestação elétrica, foi reprovada. Para certificar a patologia encontrada nos corpos de prova coletados no campo e rompidos em laboratório foi contratada uma empresa para a retirada do testemunho, pois as resistências encontradas foram inferiores à requerida. Helene (1984) mostra as correlações dos métodos de avaliação dos testemunhos com as características que podem ser avaliadas de acordo com a sua estrutura.

Método	Características básicas que podem ser avaliadas
Extração de testemunhos de concreto	<ul style="list-style-type: none"> resistência característica a compressão (f_{ckest}) módulo de deformação longitudinal (E_c) diagrama tensão x deformação específica ($\sigma_c \times \varepsilon_c$) resistência característica à tração (f_{tk})
Extração de testemunhos de aço	<ul style="list-style-type: none"> resistência característica à tração (f_{yk}) módulo de deformação longitudinal (E_s) diagrama tensão x deformação específica ($\sigma_c \times \varepsilon_c$) ductilidade (alongamento e estricção)
Provas de carga	<ul style="list-style-type: none"> Comportamento elástico de componentes estruturais
Ultra-som	<ul style="list-style-type: none"> uniformidade da resistência do concreto uniformidade do módulo dinâmico de deformação longitudinal do concreto defeitos não visíveis eventual avaliação da resistência à compressão do concreto
Gamagrafia	<ul style="list-style-type: none"> defeitos visíveis
Esclerometria	<ul style="list-style-type: none"> uniformidade da resistência do concreto eventual avaliação da resistência à compressão do concreto

Figura 2 – Métodos avaliativos das propriedades das estruturas acabadas.

Fonte: Vieira Filho (2007)

Segundo Vieira Filho (2007), os cilindros padronizados para moldagens de corpos-de prova têm altura igual ao dobro do diâmetro, mas, no caso de testemunhos extraídos do concreto já endurecido, de uma peça, o diâmetro depende da coroa de corte, enquanto a altura depende muitas vezes da espessura da laje ou do elemento em exame e da presença de armaduras no local da extração. Se o testemunho for muito longo, pode ser cortado antes do ensaio até chegar-se a relação altura/diâmetro, denominada esbeltez, igual a dois, que é a considerada ideal. Mas, se for muito curto, será necessário estimar a resistência que teria o mesmo concreto, se determinada, com um corpo-de-prova na citada relação padronizada.

Daí a necessidade do estabelecimento de fatores de conversão, estabelecidos em estudos experimentais de vários pesquisadores como Tobio, Neville, Petersons, Petrucci, entre outros, constante de diversas normas; citando-se a americana ASTM C-42168, a inglesa BS-1881, a espanhola UNE 7242 e a brasileira, antiga NBR 7680:1983, atualmente NBR 7680-1:2015, as quais apresentam valores bastante semelhantes. Cremonini apresenta tabela-resumo dos coeficientes de correção obtidos por pesquisadores e normas de diversos países, que mostram que a variação dos mesmos não é linear, diminuindo de intensidade ao se aproximar de 2,0.

Pesquisador ou Norma	Relação h/d						
	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50
Petrucci	1,00	0,98	0,96	0,94	0,85	0,70	0,70
Neville	1,00	0,97	0,93	0,90	0,85	--	--
Tobio	1,00	1,00	0,97	0,91	0,87	--	--
Petersons	1,00	0,97	0,95	0,89	0,83	0,77	0,71
Bungey	1,00	--	--	--	0,77	--	--
Sangha & Dhir	1,00	--	0,95	--	0,83	--	--
BS 1881	1,00	0,97	0,92	0,87	0,80	--	--
ASTM C – 42	1,00	0,98	0,96	0,93	0,87	--	--
UNE 83302	1,00	0,98	0,96	0,94	0,90	--	--
JIS A1107	1,00	0,98	0,96	0,94	0,89	--	--
NBR 7680	1,00	0,97	0,93	0,89	0,83	0,70	0,50

Figura 3 – Correção devido a relação altura/diâmetro (h/d).

Fonte: Vieira Filho (2007)

Todos os estudos comprovam que quanto menor a relação altura/diâmetro, maior é a resistência à compressão obtida e conseqüentemente numericamente menor é o coeficiente, ou fator de correção, pelo qual se multiplica o resultado para se obter o equivalente a um testemunho de esbeltez igual a 2. Esses coeficientes são também influenciados pela própria resistência do concreto, conforme os estudos realizados por Murdock e Kesler (1957), variando inversamente ao nível de resistência.

Os concretos de resistência elevada são menos influenciados pelas variações das proporções dos corpos de prova, e também pela forma dos mesmos, fato este registrado nos estudos Swamy e Al-Hamed (1984). Essa influência da resistência no fator de conversão tem significado prático, no entanto, segundo Neville (1997), apenas quando se ensaiam corpos de prova extraídos com relação altura/diâmetro menor que 2. Bauer et al (2001) ,explicam, com base em resultados experimentais e nos trabalhos do professor Seiichi Okushima, que o fator de maior influência com relação a correção altura/diâmetro (h/d) é o atrito dos topos do corpo-de-prova com os pratos da prensa de ensaio, acrescentando que quando a relação h/d se aproxima de 2, praticamente não existe influência desse atrito no resultado, sendo esta influência tanto maior quanto menor é a relação h/d.

Observando-se a figura 3, verifica-se que a NBR 7680:1983(7680-1:2015) apresenta coeficientes de correção para relações altura/diâmetro menor do que 1, coeficientes estes não referidos nas demais normas estrangeiras. Destaca-se também que a aplicação dos coeficientes de correção nela indicados se referem a concretos com massa específica entre 1600 e 3200 kg/m³. A propósito dessa influência da massa específica do concreto, cita Cremonini (1994), com base nos trabalhos Swamy e Al-Hamed (1984), que os concretos produzidos com agregados leves, necessitam de menores coeficientes de correção que os concretos comuns.

Quanto ao diâmetro do corpo de prova brocado, as normas ASTM C42-90 e a NBR 7680:1983(7680-1:2015) recomendam que o mesmo seja, no mínimo, igual a três vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo. Sabe-se que em testemunhos extraídos de diâmetros reduzidos, podem ser grandes os danos causados

pela sonda nos mesmos, ao se realizar a extração e, portanto, menor será o valor da resistência obtida. No entanto, Neville (1997), se refere a trabalhos experimentais com testemunhos de diâmetro de 50 mm, em concretos com agregados de tamanho inferior a 20 mm, com resistência cerca de 10% mais baixa que para diâmetro de 100 mm, aos 28 dias, para concretos de 20 a 60 MPa. Também é relatada a obtenção de boa correlação entre as resistências de testemunhos com 28mm de diâmetro e de cubos em laboratório, com agregados de tamanhos máximos de 25mm e 30mm.

Utilizando o mesmo conceito de Vieira Filho (2007), foi dada continuidade para a investigação da patologia através da retirada dos testemunhos, direto da fundação concretada. Diante da importância de rastreamento da resistência do concreto obtida em campo, o estudo seguiu a partir dos relatórios dos ensaios de resistência a compressão do concreto, de acordo com a NBR-5739:2007. Após o rompimento dos testemunhos coletados direto fundação foi detectado que o $F_{ck,est.} = 14\text{Mpa}$ era inferior ao $F_{ck,proj.} = 25\text{Mpa}$, logo a resistência das sapatas foi reprovada.

De pronto foram investigados os possíveis problemas que levaram à baixa resistência dessa estrutura de concreto armado e o único material que não veio com nenhuma certificação de qualidade foi a areia, o agregado miúdo. Entretanto, como o processo de fabricação do concreto foi feito no canteiro de obra e outras estruturas receberam concreto originado desse agregado e não tiveram suas resistências afetadas a possibilidade da baixa qualidade do miúdo foi descartada. Para ratificar o que já podia ser inferido enviou-se a areia para análise, e como resultado nada de relevante foi encontrado. Segundo John (1987), existe vários fatores que podem contribuir para a baixa resistência à compressão de um concreto, alguns são: a má homogeneização, a dosagem, a relação água/cimento, entre outros.

A relação água/cimento significa a quantidade em litros de água por massa de cimento, ou seja, quanto maior for essa relação significa que a proporção de água é maior que a do cimento, logo a resistência será menor. Segundo as recomendações de projeto em que dizia que a construção deverá seguir as normas brasileiras, a Associação Brasileira de Normas Técnicas segundo a Norma Brasileira Regulamentadora – ABNT NBR 12655:2006, atualizada para NBR 12655:2015, especifica a relação água/cimento e os requisitos para o concreto em condições especiais de exposição, figuras 4 e 5, respectivamente.

Condições de exposição	Máxima relação água/cimento, em massa, para concreto com agregado normal	Mínimo valor de f_{ck} (para concreto com agregado normal ou leve) MPa
Condições em que é necessário um concreto de baixa permeabilidade à água.	0,50	35
Exposição a processos de congelamento e descongelamento em condições de umidade ou a agentes químicos de degelo	0,45	40
Exposição a cloretos provenientes de agentes químicos de degelo, sais, água salgada, água do mar, ou respingos ou borrifação desses agentes	0,40	45

Figura 4 – Requisitos para o concreto em condições especiais de exposição.

Fonte: ABNT NBR 12655 (2006)

Concreto	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,65$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\leq C20$	$\leq C25$	$\leq C30$	$\leq C40$
	CP	$\leq C25$	$\leq C30$	$\leq C35$	$\leq C40$
Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (Kg/m^3)	CA e CP	≤ 260	≤ 280	≤ 320	≤ 360
NOTA CA Componente e elementos estruturais de concreto armado; CP Componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

Figura 5 – Correspondência entre classes de agressividade a qualidade do concreto.

Fonte: ABNT NBR 12655 (2006)

2.1 Certificação da patologia

A fundação da estrutura que foi analisada possui oito sapatas em sua constituição (figura 6), como a NBR-5738(5738:2015) normatiza é necessária a coleta de corpos de prova durante a operação de descarga, após a retirada de 15% e antes de completar os 85% do volume total da betonada. Seguindo essas especificações, foram encaminhadas as amostras da concretagem da fundação para uma empresa acreditada pelo INMETRO e com experiências em grandes obras em serviços de ensaio, TECOMAT engenharia.

O resultado de resistência estimado foi inferior à resistência mínima requerida em projeto, assim as sapatas foram reprovadas. Como a patologia foi detectada no período de construção, após os 28 dias de cura da amostra de concreto coletada, não houve manifestação de danos aparentes, essa ocorrência ratifica a importância das ações preventivas investigativas, aumentando o conhecimento prévio do estado da estrutura trabalhada.

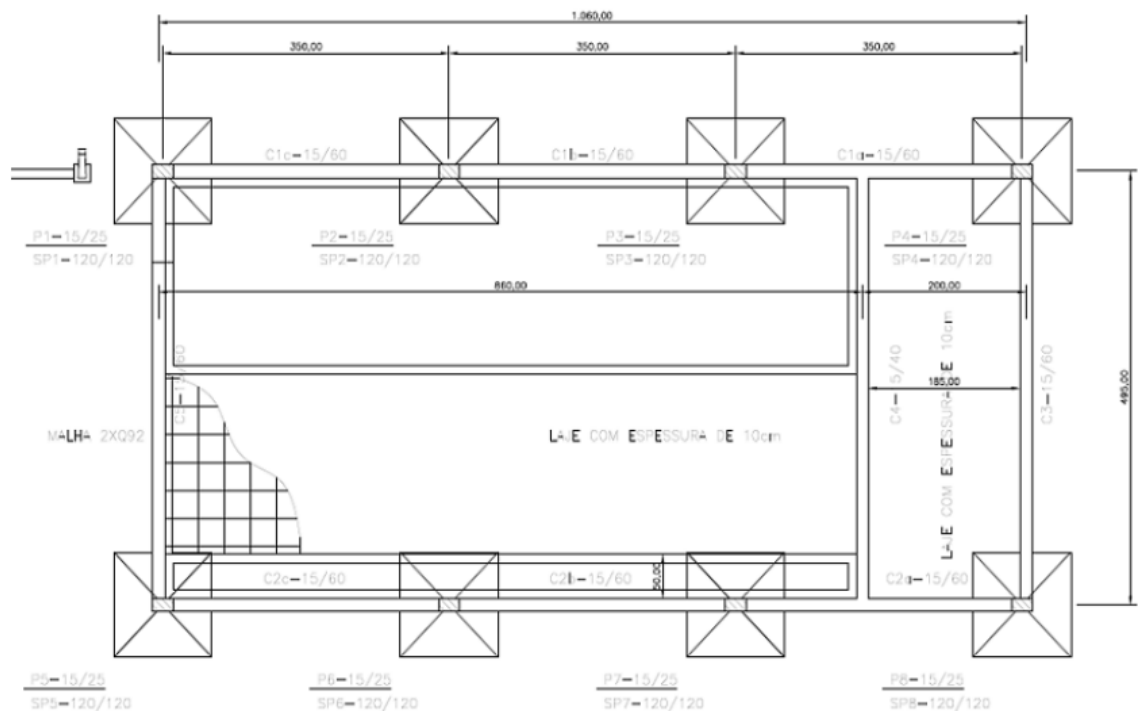


Figura 6 – Fundação da casa de máquinas.

Fonte: Projeto civil subestação elétrica (2014)

A parte estrutural da casa de máquinas não sofreu avarias, pois toda a sua fundação estava amarrada nos pilares e na viga baldrame, popularmente conhecida como cinta de amarração, e a mesma estava escorada no solo dividindo os esforços, ainda mínimos, pois a construção não estava concluída. Os prejuízos causados por essa patologia foram de ordem financeira e do cronograma de obra. Após a descoberta dessa negativa vertente foram estudadas duas situações para a resolução do problema: a primeira foi o reforço das sapatas, porém o alto custo desse procedimento fez com que a segunda opção fosse escolhida. Esta sugeria o refazer as mesmas, que mesmo demandando mais tempo era mais viável.

3 | PROCESSO DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Os trabalhos iniciais para a construção de novas sapatas se deram pela escavação do solo manualmente utilizando a pá, picareta, cavadeira articulada e alavanca. Foi adotado este método, pois se tratava de uma fundação rasa com apenas 1,30 metros de profundidade, como indicado em projeto. Após a escavação do solo foi iniciada uma nova fase. Com a ajuda do martetele dois operários, munidos de equipamentos de proteção individual, foram selecionados para quebrar as sapatas, de maneira alternada, SP1-SP7, SP4-SP6, SP5- SP3 e SP8-SP2 (ver figura 6).

Concomitantemente com essa fase, tem-se a concretagem de cada sapata que tem a produção do concreto no próprio canteiro de obra. Para o equilíbrio de uma construção, a compactação de um solo é tratada com muito cuidado em qualquer situação, pois sua má execução pode trazer patologias complexas e de difícil reversão

na estrutura. O recalque e o atrito negativo são dois exemplos pontuais que trazem como consequências graves problemas estruturais, podendo levar até a condenação do empreendimento construído.

Na obra que está sendo exemplificada, a compactação realizada no solo foi do tipo à percussão, como mostra a figura 7. Os trabalhos iniciais para a construção de novas sapatas se deram pela escavação do solo manualmente, utilizando a pá, picareta, cavadeira articulada e alavanca.



Figura 7 – Compactação do solo.

Fonte: Autores (2016)

O traço de concreto usado no canteiro teve a proporção de 1:2:3:0,5, isso significa que para cada saco de cimento de 50kg, tem 100kg de areia (agregado miúdo), 150kg de brita (agregado graúdo) e 25 litros de água, como informa a tabela 1. A fabricação do concreto teve uma maior supervisão para evitar eventuais problemas futuros. Os componentes: areia e brita eram colocados em padiolas; para cada componente uma padiola diferente foi construída com as medidas fornecidas pelo engenheiro, de acordo com a massa unitária dos agregados, como informa as tabelas das figuras 8 e 9.

Traço do Concreto		
Cimento (kg)	50	1
Areia (kg)	100	2
Brita (kg)	150	3
Água (kg)	25	0,5

Tabela 1 – Traço de concreto.

Fonte: Autores (2016)

Materiais	Cimento	Areia	Brita	Água
Massa material seco (kg)	50	100	150	25
Massa unitária dos agregados (kg/l)	X	1,5	1,5	1
Vol_{Recip} (l)	1 saco	$V_a=100/1,5=66,67$	$V_b=150/1,5=100$	$V_{H_2O}=25/1=25$

Figura 8 – Tabela de volume dos recipientes.

Fonte: Autores (2016)

Padiola de Brita		Padiola de Areia
Comprimento = 45 cm		Comprimento = 45 cm
Largura = 35 cm		Largura = 35 cm
Altura = 63 cm		Altura = 42 cm

Figura 9 – Tabela de dimensão das padiolas

Fonte: Autores (2016)

Após os 28 dias o corpo de prova foi rompido e sua resistência foi bem superior ao $F_{ck,proj.} \geq 25$ Mpa, chegou a $F_{ck,est.} = 35$ Mpa, o teste foi aprovado. Ficou constatado que houve falha técnica na fabricação do concreto, pois os materiais utilizados para a fabricação foram mantidos e a resistência aumentou utilizando as mesmas proporções no traço.

4 | CONCLUSÕES

Em análise a este artigo, percebe-se que o campo de pesquisa estudado é bem extenso, pois a todo instante surgem novas vertentes a serem consideradas e novas técnicas desenvolvidas como forma de aprimoramento do assunto. Segundo Souza e Ripper (1998), as várias origens dos problemas com relação às etapas de produção e uso das construções são identificadas como: projeto, execução, materiais, uso e planejamento.

Fica evidente e em congruência com Helene (1988), que no estudo de caso acima apresentado as patologias devido à execução são bastante comuns e geram graves transtornos para a sociedade. Porém, vale ressaltar, que a fiscalização diária das obras foi fundamental para identifica-las brevemente.

O gerenciamento de uma obra e o retorno de informações, da ao responsável pela mesma uma ampla ideia do que ocorre e uma possibilidade de rápida recuperação ou tratamento do que vem contra o cronograma ou do planejado para execução, é de

suma importância o fluxo de informações entre o que ocorre em campo com o que é decidido em escritório, tendo em vista a prevenção de problemas mais complexos, como o visto nesse artigo.

Para os parâmetros utilizados nesta investigação, é possível inferir que ao adotar os métodos normativos propostos sobre o controle de qualidade dos trabalhos executados no canteiro, um impacto econômico foi gerado diretamente nos custos das obras, segundo a lei dos cinco. Sitter (1983), diz que os custos crescem em uma razão geométrica de ordem cinco (1, 5, 25, 125), significando que pode se gastar 125 vezes mais em uma intervenção, do que se medidas simples tivessem sido adotadas na fase de projeto e execução.

Assim esse projeto buscou direcionar métodos simples, produtivos e já existentes para identificar as causas patológicas encontradas cotidianamente nos canteiros, devido à execução e disponibilizar para os interessados, com o intuito de reforço e aprendizado, conscientizando-os da necessidade de desenvolvimento de um sistema de controle mais rígido de qualidade na execução da obra, aumento da fiscalização do poder público nas obras irregulares e implantação de cursos de aperfeiçoamento de técnicas construtivas para o profissional que trabalha no campo.

REFERÊNCIAS

- BAUER, R. F. et al. **Influência da resistência do concreto à compressão simples com relação a dimensão máxima do agregado e dimensão do corpo-de-prova**. 2001.
- CREMONINI, R. A. **Análise de estruturas acabadas: contribuição para determinação da relação entre as resistências potencial e efetiva do concreto**. 1994. 195p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- HELENE, P. R. L. **Avaliação da resistência a compressão de estruturas através de testemunhos cilíndricos de concreto**. In: III SIMPÓSIO SOBRE NORMALIZAÇÃO DE CIMENTO, CONCRETO E AGREGADOS. 1984, São Paulo. Anais... São Paulo: ABNT/CB – 18. 1984.
- HELENE, P. R. L. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo. PINI. 1988. JOHN, V. M. Durabilidade de materiais, componentes e edifícios. Dissertação (Mestrado). CPGE/UFGRS, Porto Alegre/RS, 1987.
- MURDOCK, J. W.; KELSER, C. E. **Effect of length to diameter ratio of specimen on the apparent compressive strength of concrete**. ASTM – Bulletin, p.68-73, apr, 1957.
- NBR 5738:2015 **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015.
- NBR 5739:2007 **Concreto – Ensaio de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.
- NBR 7680:1983 **Extração, preparo, ensaio e análise de testemunho de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 1983.
- NBR 12655:2006 **Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. Trad. Salvador E. Giammusso. 2ª ed. São Paulo: PINI, 1997.

SITTER, W. R. **Costs for Service Life Optimization the “Law of Fives”**. Comitê Euro International do Beton – CEB. Boletim Técnico. Copenhagen, Denmark, n. 152, p. 131 - 134, 1983.

SOUZA, V. C. M., RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**, 1ª edição. PINI, 1988.

SWAMY, R. N.; AL-HAMED, A. H. **Evaluation of small diameter core tests to determine in situ strength of concrete**. American Concrete Institute. In situ nondestructive testing of concrete. Detroit. ACI, (1984).

VIEIRA FILHO, J.O. **Avaliação da resistência à compressão do concreto através de testemunhos extraídos: contribuição à estimativa do coeficiente de correção devido aos efeitos do broqueamento**. Volume 1, São Paulo, 2007.

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