

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 Posterlli 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

INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES EM UMA PONTE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Romildo Alves Berenguer

Universidade Federal de Pernambuco, Recife –
Pernambuco

Yane Coutinho Lira

Universidade Federal de Pernambuco, Recife –
Pernambuco

Fernanda Cavalcanti Ferreira

Universidade Federal de Pernambuco, Recife –
Pernambuco

Thaís Marques da Silva

Universidade Católica de Pernambuco, Recife –
Pernambuco

Bráulio Silva Barros

Universidade Federal de Pernambuco, Recife –
Pernambuco

Joanna Elzbieta Kulesza

Universidade Federal de Pernambuco, Recife –
Pernambuco

RESUMO: Localizada na região metropolitana do Recife/PE, a ponte estudada representa um importante elemento de infraestrutura rodoviária que liga os municípios de Paulista e Olinda. Foi construída em 1974, quando o município de Paulista tinha de uma população de aproximadamente 70 mil habitantes. Hoje, 43 anos após sua construção, a cidade apresenta uma população de mais de 300 mil habitantes com uma demanda de tráfego diário de cerca de 50 mil veículos. Com o passar dos anos, é

possível verificar a deficiência na realização de manutenção da ponte, uma vez que apresenta sinais evidentes de deterioração, o que, conseqüentemente, gera insegurança para os seus usuários. Além da falta de manutenção, a ponte é localizada numa área classificada como de classe de agressividade ambiental muito forte (III), de acordo com a NBR 6118:2014, implicando em elevado risco de deterioração da estrutura. O estudo teve como objetivo identificar as manifestações patológicas presentes na Obra de Arte Especial, determinando os seus prováveis agentes causadores e avaliando o grau de comprometimento dos elementos estruturais a partir de ensaios não-destrutivos. Por meio das análises in loco e estudos, pode-se concluir que, além das manifestações patológicas visivelmente detectadas, a ponte apresentou, no ensaio de esclerometria, resistência menor do concreto nas vigas, sugerindo uma manutenção, recuperação e reforço em sua estrutura a fim de mitigar as manifestações patológicas encontradas.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico de Manifestações Patológicas. Inspeção de Estruturas. Ponte.

INSPECTIONS AND DIAGNOSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS PRESENT ON A BRIDGE IN THE METROPOLITAN REGION OF RECIFE

ABSTRACT: Located in the metropolitan area of Recife / PE, the studied bridge is an important road infrastructure element that connects the cities of the Paulista and Olinda. It was built in 1974 when the Paulista municipality had a population of approximately 70 thousand inhabitants. Today, 43 years after its construction, the city has a population of over 300,000 inhabitants, causing a daily traffic demand of about 50,000 vehicles. Over the years, it is possible to verify the lack in maintenance of the bridge leading to noticeable signs of deterioration, which consequently generates uncertainty for users. Besides the lack of maintenance, the bridge is located in an area classified as very strong environmental aggressive class (III), according to NBR 6118: 2014, implying high risk of deterioration of the structure. The study aimed to identify the pathologies present in the Special Work of Art, determining the likely causative agents, assessing the degree of deterioration of the structural elements using non-destructive testing. Through analyzes in situ, it was concluded that besides the visible pathological manifestations detected, the bridge presented in the sclerometry test lower strength of the concrete on the beams, suggesting maintenance, recovery and reinforcement of the bridge structure in order to mitigate the pathological manifestations found.

KEYWORDS: Diagnosis of Pathological Manifestations. Inspection of Structures. Bridge.

1 | INTRODUÇÃO

Os problemas geralmente encontrados em pontes de concreto podem ser causados devido a falhas de projeto, execução e à falta de manutenção preventiva. Dentro desse contexto, acrescenta-se o problema encontrado por cidades litorâneas e grandes centros urbanos: a alta agressividade ambiental (SARTONI, 2008).

Há muito tempo, acreditava-se que as estruturas de concreto armado tinham uma vida útil indeterminada, não se dando importância a manutenções e inspeções estruturais preventivas e favorecendo o aparecimento de manifestações patológicas que comprometiam o desempenho da estrutura, ou seja, sua durabilidade.

A Região Metropolitana do Recife é conhecida pelas suas pontes, que são localizadas em diversos municípios, conferindo valor estético e de mobilidade urbana. Porém, a população desconhece o estado degradante de muitas pontes, que, em alguns casos, pode representar riscos para os veículos e transeuntes.

Nos últimos anos, a engenharia civil vem intensificando os estudos das manifestações patológicas presentes no concreto armado a fim de garantir uma maior vida útil de estruturas como pontes, viadutos e edificações verticais, devido ao grau de deterioração apresentado nestas obras.

Para Sartoni (2008), o meio ambiente é um dos principais agentes causadores de danos e patologias nas construções. O excesso de umidade, poluição, presença de sais e cloretos, assim como a variação térmica, entre outros fatores, podem contribuir

para a ação de agentes agressivos e o desenvolvimento de algumas manifestações patológicas nas estruturas. A agressividade imposta pela névoa salina em estruturas de concreto armado situadas em regiões litorâneas, apresenta-se como forma peremptória para o surgimento de manifestações patológicas (MOTA *et al*, 2009).

A ponte objeto deste estudo, é um importante elemento de infraestrutura rodoviária que liga os municípios de Paulista e Olinda, em Pernambuco. Segundo os registros do município de Paulista, a ponte passou por recuperações estruturais e, periodicamente, são feitas vistorias de forma a detectar problemas na sua estrutura e a necessidade de realização de novos reparos. Todavia, na maioria das vezes, as manutenções realizadas de forma paliativa não são eficazes, ocorrendo um reaparecimento de falhas, manifestações patológicas em curto período de tempo após a execução dos reparos.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa consistiu inicialmente em uma análise da ponte de concreto armado localizada no Município de Paulista/PE, por meio de uma inspeção preliminar, de modo a quantificar a recorrência das manifestações patológicas: umidade, descolamento do revestimento, mofo e bolor, vegetação, desagregação do concreto, trincas e fissuras, corrosão e eflorescência.

A inspeção preliminar foi realizada em etapas, conforme listadas:

- Inspeção visual da estrutura, realizando um levantamento fotográfico com objetivo de registrar os sintomas e a natureza dos problemas encontrados;
- Identificação da agressividade do ambiente conforme a NBR 6118 (2014);
- Realização de quatro tipos de ensaios não destrutivos para contribuir na realização do diagnóstico: avaliação de cloretos livres por aspersão de nitrato de prata, avaliação de carbonatação, esclerometria, velocidade de propagação de onda ultrassônica.

3 | ESTUDO DE CASO

3.1 Histórico da estrutura

A ponte apresenta uma faixa em cada sentido de circulação para o trânsito de 50 mil veículos diariamente. Através de dados obtidos da empresa de manutenção e pelo histórico da estrutura, a ponte recebe manutenções periódicas. Mas, nota-se que, para muitos, a manutenção a manutenção tem relação apenas com limpeza da vegetação e lixo, e mesmo esse tipo de manutenção não foi observado nas vistorias. A Figura 1 apresenta as vistas inclinada e inferior da ponte, respectivamente.



Figura 1: Vista inclinada (a) e visão Inferior do tabuleiro da ponte (b).

3.2 Inspeção preliminar

Conforme Tutikian e Pacheco (2013), pelas nas informações obtidas na inspeção preliminar, é possível determinar a natureza e a origem do problema, como também servir como base para um estudo mais detalhado. Os autores recomendam utilizar formulários para esta etapa de avaliação.

A inspeção preliminar teve como objetivo detectar visualmente as manifestações patológicas presentes na estrutura da ponte, bem como obter informações da agressividade ambiental, de serviços de recuperação, reabilitação ou restauração que tenham sido executados, de modo a verificar todo o histórico da estrutura.

A inspeção visual foi realizada na parte inferior exposta da estrutura principal de cada um dos vãos da ponte e dos seus apoios, excluindo as fundações. Um registro fotográfico de todas as manifestações patológicas encontradas foi feito. Conforme orientação de Tutikian e Pacheco (2013), realizou-se um exame diferenciado dos elementos, registrando os sinais aparentes de corrosão (manchas, expansão, grau de degradação, etc.), fissuras (localização, direção, dimensão, abertura, etc.), regiões de desprendimento de concreto com e sem exposição da armadura, degradação do concreto, e qualquer outra anomalia.

A ponte analisada possui classe de agressividade ambiental III, de acordo com a NBR 6118 (2014), com risco alto de deterioração da estrutura, devido à região de maresia/litorânea, que acarreta grande incidência de sais na estrutura. Estes sais se depositam na superfície do concreto e podem penetrar na estrutura, ocasionando diversos tipos de manifestações patológicas.

3.3 Fissuras

De acordo com o DNIT (IPR, Publicação 709/2004), a fissura é uma fratura linear no concreto que pode se estender parcial ou completamente através do elemento. Elas podem ter origens diversas, sendo através de materiais empregados de forma incorreta, ataques físicos e químicos, por exemplo, e podem progredir ao ponto de causar deslocamentos e até colapso da estrutura, dependendo de seu tamanho.

Souza e Ripper (2009) explicam que as fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto, sendo mesmo o dano de ocorrência mais comum e aquele que, a par das deformações muito

acentuadas, mais chama a atenção dos leigos, proprietários e usuários aí incluídos, para o fato de que algo de anormal está a acontecer.

No presente estudo de caso, fissuras de tamanhos e formas diversas foram encontradas em vários locais da ponte, sendo causa e consequência de outras manifestações patológicas, como apresentado na Figura 2.

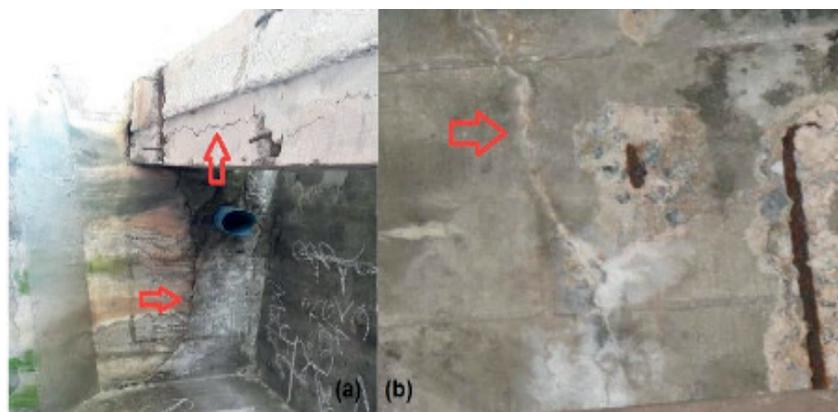


Figura 2: Fissuras em vigas e no tabuleiro da ponte.

3.4 Desagregação do concreto e corrosão de armaduras

Segundo o DNIT (IPR, Publicação 709/2004), a desagregação do concreto é um dos sintomas mais característicos da existência de um ataque químico e, quando acontece, o cimento perde seu caráter aglomerante, deixando os agregados livres.

A perda de aderência entre o concreto e o aço ocorre por causa da corrosão do aço e do concreto, assentamento plástico do concreto, dilatação ou retração excessiva do aço e aplicação nas barras de aço de inibidores de corrosão (SOUZA; RIPPER, 2009). A combinação desses fatores e outros que podem agir na estrutura fazem com que o concreto vá envelhecendo mais rapidamente, fazendo com que a obra diminua seu tempo de vida, podendo, inclusive, afetar a sua estabilidade, passando insegurança aos usuários da construção.

Ribeiro e Helene (2014) definem a corrosão das armaduras de concreto como um fenômeno de natureza eletroquímica que pode ser acelerado pela presença de agentes químicos externos ou internos ao concreto. De acordo com Souza e Ripper (2009), ela pode se manifestar através ferrugens, perda de aderência entre o aço e o concreto, desagregação da camada de concreto envolvente da armadura e fissuração.

Na inspeção, foram encontrados locais de desagregação do concreto em toda a extensão da ponte, principalmente nas regiões da face inferior das vigas, em diversas unidades. Em alguns locais, era possível destacar o agregado da estrutura manualmente, sem praticamente esforço algum, devido ao grau avançado de desagregação da peça.

A corrosão de armaduras foi uma das manifestações patológicas mais encontradas na inspeção visual, provavelmente devido à classe de agressividade ambiental III (CAA III), atingindo várias vigas, apoios e tabuleiro, onde as armaduras encontravam-se

aparentes, extremamente corroídas e muitas seccionadas. O estado das vigas e dos apoios foi considerado o pior entre os elementos estruturais constituintes da ponte. A Figura 3 apresenta exemplos de desagregação verificados no local.



Figura 3: Corrosão das armaduras e desagregação do concreto em estágio avançado nas estruturas da ponte.

3.5 Eflorescência

De acordo com Pintan et al. (2015), eflorescências são consideradas formações salinas que aparecem nas superfícies das paredes, trazidas de seu interior pela umidade e se apresentam com aspecto esbranquiçado na superfície da estrutura. Gentil (2003) explica que é causada pela lixiviação do hidróxido de cálcio, com a consequente formação do carbonato de cálcio insolúvel.

Eflorescências foram encontradas nas vigas, tabuleiros e apoios da ponte. Houve maior ocorrência nos furos utilizados para o suporte das tubulações, o que é justificada pela contribuição da umidade a esta patologia. A Figura 4 apresenta estas manifestações.



Figura 4: Eflorescência presente nas vigas das estruturas ocasionando estalactites.

3.6 Bolor

O bolor ou mofo é o resultado do desenvolvimento de micro-organismos (fungos), que ocorre na superfície de diferentes materiais, podendo ser visualizado a olho nu (OLIVEIRA; VICHOT, 2014). De acordo com Granato (2014), o desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações é ocorrência comum em climas tropicais. É associado à existência de alto teor de umidade no componente atacado e no meio ambiente, podendo influenciar na salubridade e habitabilidade da edificação. Também pode

ocorrer o emboloramento em paredes com umidade provocada por vazamentos ou infiltrações.

Vários trechos da estrutura da ponte apresentaram bolor, porém essa foi considerada a menos recorrente em relação às demais manifestações encontradas. As manchas encontradas nos elementos da ponte tinham a predominância da cor esverdeada, como demonstra a Figura 5.



Figura 5: Bolor presente na estrutura da ponte.

3.7 Realização de Ensaios

3.7.1 Avaliação de cloretos livres por aspersão de nitrato de prata

O ensaio foi realizado de acordo com a UNI 7928 (1978). É um método de fácil execução, compreensão do resultado e de custo muito acessível em comparação aos ensaios realizados em laboratório, o que justifica seu uso ter se tornado tão recorrente. O ensaio foi realizado no pilar parede, na margem à montante do Rio Paratibe. A solução química de nitrato de prata foi dosada proporcionalmente para um recipiente de 200 ml e aspergida na estrutura de concreto em dois locais distintos fraturados anteriormente. Por meio da reação fotoquímica, observou-se a coloração branca, que confirmou a presença de íons cloretos livres, como apresentado na Figura 7.

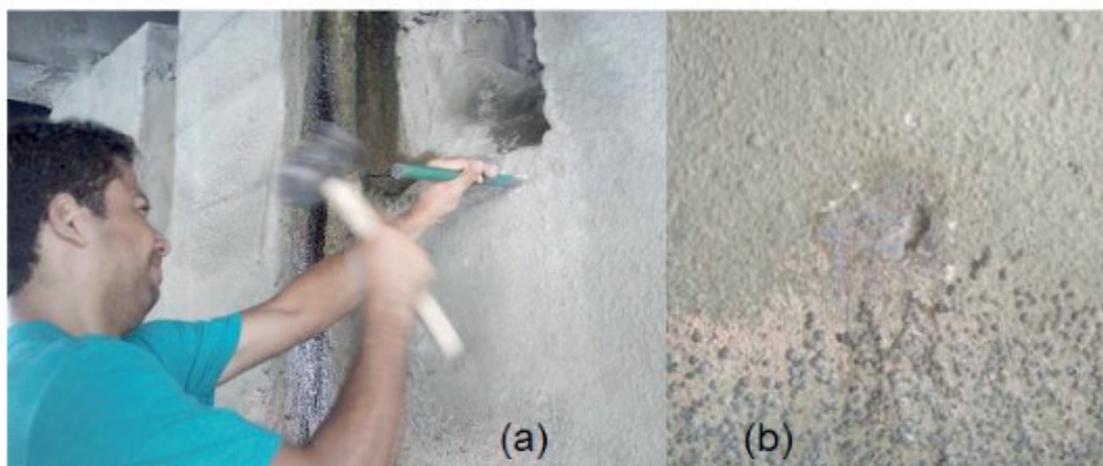


Figura 7: Quebra da superfície (a) e após a aspersão do nitrato de prata, a coloração branca (b) indicando presença de íons cloretos livres.

3.7.2 Avaliação de carbonatação

A carbonatação resulta diretamente da ação dissolvente do anidrido carbônico (CO_2) do ar atmosférico sobre o cimento hidratado, havendo formação do carbonato de cálcio e conseqüente redução do pH do concreto até valores inferiores a 9 (SOUZA; RIPPER, 2009). Os autores explicam que, quanto maior for a concentração de CO_2 presente, menor será o pH, e mais espessa será a camada de concreto carbonatada. Além disso, a carbonatação pode atingir a armadura, quebrando o filme de óxido que a protege, corroendo-a.

O ensaio de avaliação da carbonatação pelo método de aspersão da solução de fenolftaleína foi realizado de acordo com a norma RILEM CPC-18 (1988), no pilar parede do último vão da ponte, próximo ao local da aspersão do nitrato de prata. Houve a quebra do concreto em quatro locais e a solução foi imediatamente aspergida após a fratura, com o objetivo de evitar que o gás carbônico, presente na atmosfera, contaminasse o local recém-fraturado e alterasse o resultado do ensaio.

A fenolftaleína torna a área do concreto não carbonatada na cor vermelho carmim e área carbonatada permanece incolor. O resultado positivo para esta avaliação foi apresentado em todos os locais, porém devido a influências de vários fatores se faz necessário uma análise mais detalhada. A Figura 8 demonstra os passos realizados na execução do ensaio.

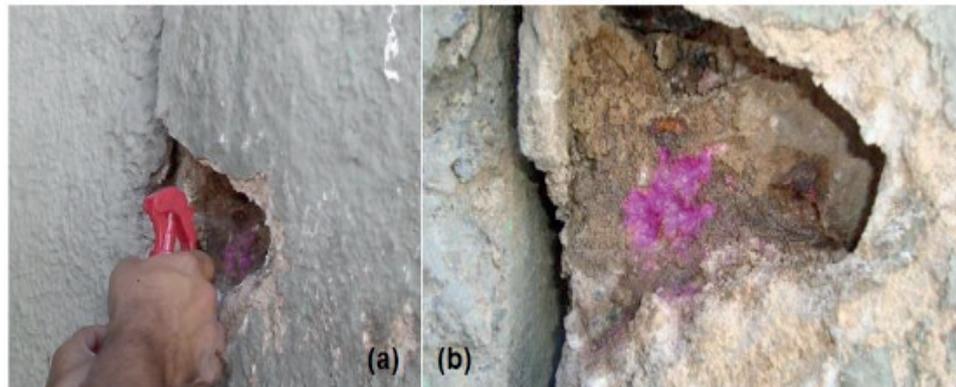


Figura 8: (a) Aspersão da solução fenolftaleína em área recém fraturada e (b) indicação de área carbonatada.

3.7.3 Esclerometria

A esclerometria é um ensaio de avaliação da dureza superficial da estrutura (TUTIKIAN; PACHECO, 2013). O ensaio de esclerometria foi realizado em dois locais, através de dezesseis furos nos ângulos de noventa graus (90°) positivos para a primeira escolha e zero grau (0°) na segunda escolha, no apoio da estrutura e em uma das vigas do tabuleiro. Foram escolhidas superfícies de forma retangular como forma de diminuição de interferências.

As leituras obtidas no ensaio através da reflexão do martelo foram relacionadas em colunas, sendo calculadas as médias correspondentes. Os valores que se

distanciaram em 10% da média foram excluídos. Todo o procedimento para encontrar o valor do IE (Índice Esclerométrico) foi realizado conforme metodologia da NBR 7584 (2012). As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados encontrados.

VALORES	Ângulo de Inclinação do Esclerômetro	
	0°	90°
Índice Esclerométrico Médio	23,78	26,33
Resistência estimada - Ábaco	24	21
Coeficiente de correção	-3	-3,5
Variação de resistência	21 a 27	17,5 a 24,5

Tabela 1 - Coeficientes de relações constitutivas

Nº DE ORDEM	Ângulo de inclinação do Esclerômetro		Nº DE ORDEM	Ângulo de inclinação do Esclerômetro		Nº DE ORDEM	Ângulo de inclinação do Esclerômetro	
	0°	90°		0°	90°		0°	90°
1	22	25	1	22	25	1	22	25
2	21	26	2	21	26	2	24	26
3	20	30	3	20	30	3	25	27
4	24	31	4	24	31	4	26	27
5	25	27	5	25	27	5	22	27
6	28	31	6	28	31	6	25	26
7	26	33	7	26	33	7	25	
8	21	27	8	21	27	8	23	
9	29	27	9	29	27	9	22	
10	21	22	10	21	22	10		
11	22	23	11	22	23	11		
12	25	26	12	25	26	12		
13	25	23	13	25	23	13		
14	23	23	14	23	23	14		
15	22	22	15	22	22	15		
16	28	21	16	28	21	16		
MÉDIA	23,88	26,06	-10%	21,49	23,45	MÉDIA	23,78	26,33
			MÉDIA	23,88	26,06			
			+10%	26,27	28,67			

Tabela 2 - Resultado dos dois ensaios de esclerometria

A Tabela 3 relaciona os valores do IE com a qualidade do concreto. O resultado da qualidade da cobertura do concreto estrutural para a viga inspecionada (ângulo de inclinação 90°) demonstrou-se com superfície ruim, por ter obtido valor do IE de 26,33. Para o apoio (ângulo de inclinação 0°), o resultado apresentou-se também com qualidade ruim, chegando à um IE de 23,78.

Média (IE)	Qualidade da cobertura do concreto
> 40	Boa, superfície dura
30 - 40	Satisfatória
20 - 30	Ruim
< 20	Fissuras/concreto solto junto à superfície

Tabela 3 - Parâmetros para avaliação da qualidade do concreto

Fonte: Chefdeville (1955) apud Coutinho (1973)

Em relação à resistência estimada das estruturas analisadas, houve variação de

21 a 27 MPa para o apoio e para a viga inspecionada de 17,5 a 24,5 MPa. Segundo requisitos da NBR 6118 (2014) e de acordo com o grau de agressividade do meio em que a ponte analisada se encontra, os valores de resistência deveriam ser de, no mínimo, 30 MPa. Dessa forma, o apoio não estaria atendendo ao que se estabelece na norma.

3.7.4 Velocidade de propagação de onda ultrassônica

De acordo com a NBR 8802 (2013), o ensaio consiste na determinação da velocidade de propagação de ondas longitudinais através do concreto. Segundo Qasrawi (2000), através desta determinação, pode-se ter uma ideia da qualidade, uniformidade, condição e resistência da estrutura. Por meio dele, é possível detectar eventuais falhas de concretagem e fissuras, bem como o monitorar o concreto ao longo do tempo, em virtude da agressividade do meio.

O ensaio do concreto foi realizado pelo método de transmissão semidireta, com comprimento de 29,7 cm, em um dos apoios localizado na margem à montante do Rio Paratibe. O aparelho passou por uma calibração antes da medição. Além disso, a superfície do concreto da estrutura precisou passar por uma regularização para que o valor encontrado fosse o mais coerente possível.

A partir do conhecimento do espaço entre a medição e o tempo necessário para obtê-la e, através de cálculos, pode-se encontrar o valor da velocidade de propagação de onda ultrassônica, que alcançou a faixa de 1664,72 m/s. O concreto, por sua vez, foi considerado de qualidade ruim, por atingir um resultado inferior a 2000 m/s, conforme classificação apresentada na Tabela 4, que relaciona a condição do concreto com a velocidade de propagação de onda ultrassônica encontrada.

Velocidade do pulso (m/s)	> 4500	3500 – 4500	3000 – 3500	2000 – 3000	< 2000
Qualidade do concreto	Excelente	Ótimo	Bom	Regular	Ruim

Tabela 4 - Condição do concreto avaliado por equipamento de ultrassom

Fonte: Adaptado de Qasrawi (2000).

Apesar do resultado negativo, o método de ensaio possui variáveis que podem influenciar o resultado (Qasrawi, 2000), logo é recomendável a execução de outros ensaios mais elaborados que se afirmem a condição do concreto.

4 | ANÁLISE E RESULTADOS

4.1 Inspeção Preliminar

A inspeção visual da ponte apontou um estado avançado de degradação da sua estrutura de concreto armado. Foram observadas diversas manifestações patológicas

que comprometem a vida útil e o bom desempenho da estrutura. A mais preocupante foi a presença constante de áreas com armadura exposta em estado avançado de corrosão, sobretudo nas vigas.

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2004), a ponte deve passar por inspeções periódicas no máximo a cada dois anos. Pelo estado de degradação encontrado na ponte, verifica-se as manutenções não foram realizadas de forma adequada. Portanto, atualmente, necessita de uma severa recuperação e restauração de suas estruturas.

Na inspeção preliminar foram encontradas diversas fissuras. O motivo mais provável, entre outros, é o ataque por cloretos, uma vez que há constante contato com águas de marés e, devido as variações de maré, há ciclos de molhagem e secagem, que estão sempre presente na estrutura. Souza e Ripper (2009) explicam que estes ciclos causam danos consideráveis ao concreto.

Por lixiviação, podem ter ocorrido os casos de eflorescências, que juntamente com as fissuras, concentração de cloretos livres e queda do pH da estrutura, deram início à corrosão das armaduras, justificando a situação atual em que se encontra a ponte.

4.2 Ensaios Realizados

A partir dos ensaios observa-se que:

- Foi identificada a presença de íons cloreto livres através de aspensão de nitrato de prata;
- Há carbonatação no local onde foi realizado o ensaio;
- A avaliação da dureza superficial do concreto, através da esclerometria, demonstrou um resultado ruim (classificação por Qasrawi, 2000);
- Em relação à resistência estimada da estrutura, a viga e o apoio apresentaram resultados fora de conformidade com a norma;
- A velocidade de propagação de onda ultrassônica no concreto demonstrou resultado ruim para o apoio em que foi executado o ensaio.

Todos os ensaios realizados apresentam limitações para obtenção de um resultado preciso. O ideal é a realização de ensaios destrutivos, por meio da extração de corpos de prova, para estudo em laboratório. A Tabela 5 mostra a síntese dos resultados dos ensaios realizados.

Ensaio	Indicadores/ valores	Parâmetros/ Método	Resultados nos Locais Ensaiaados
Cloreto livres	Esbranquiçada	UNI 7928 (1978)	Presença de cloretos livres
Carbonatação	Parcialmente Vermelho Carmim	RILEM CPC-18 (1988)	Apresentou carbonatação
Esclerometria	Furo 1 = 23,78 Furo 2 = 26,33	NBR 7584 (2012)	Apresentou resultados ruins
Ultrassom	1664,72 m/s	NBR 8802 (2013)	Apresentou resultado insatisfatório

Tabela 5 – Resumo dos Ensaio.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os estudos realizados, conclui-se que, além de todas as manifestações patológicas visivelmente detectadas, o ensaio de esclerometria da ponte analisada revelou uma resistência menor do concreto das vigas que a exigida pela normatização brasileira (NBR 6118/2014) para grau de agressividade em que se encontra. Apesar disso, deve ser levado em consideração a época, ano de 1974, em que a obra foi construída, sendo provável que ainda não existissem tais parâmetros requisitados em norma.

Cloretos livres, que causam corrosão, foram detectados no ensaio do método de aspersão de nitrato de prata. Este tipo de corrosão é muito agressivo e pode causar muitos danos à estrutura.

Observa-se que, a estrutura se encontra muito deteriorada e apresentou corrosão de armadura, em diversos pontos, de grau avançado, o que prejudica o desempenho estrutural dos seus elementos.

O estudo revela que, deve haver uma intervenção de manutenção, recuperação e reforço na estrutura da ponte, para que não sejam mantidas as tendências de avanço das manifestações patológicas, o que pode fazer com que a estrutura perca totalmente sua funcionalidade e entre em colapso, prejudicando a cidade como um todo, pois esta ponte é uma via de acesso essencial que liga o município de Olinda a Paulista e vice-versa, além de ser uma referência municipal. Além disso, pode causar acidente aos que utilizam a ponte.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7584. **Concreto Endurecido – Avaliação da Dureza Superficial pelo Esclerômetro de Reflexão**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 8802: **Concreto endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 6118: **Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado: Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

COUTINHO, A. S. **Fabrico e Propriedades do Betão**. Lisboa LNC, v.1, 1973.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. 253p.

OLLIVIER, J. P.; VICHOT, A. **Durabilidade do Concreto: bases científicas para a formulação de concretos duráveis de acordo com o ambiente**, 1ª ed, São Paulo: IBRACON, 2014.

GENTIL, V. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. 341 p.

GRANATO, J. E. **Patologia na impermeabilização**. Empek Impermeabilização, Manaus, 2014. Disponível em: <<http://www.empek.com.br/patologia2.html>>. Acesso em 16 mar.15.

MOTA, J. M. F.; PONTES, R.B.; CANDEIAS NETO, J. A.; OLIVEIRA, M. F.; ALMEIDA, H. T.; CARNEIRO, A. M. P. **Análise das patologias em estruturas de concreto na zona litorânea da cidade do Recife-PE**. X Congresso Latinoamericano de Patología y XII Congreso de Calidad en la Construcción. CONPAT. Valparaíso-Chile, 2009.

PINTAN, N. M; BERENQUER, R. A.; JUST, A.; LINS, C. M. M. S.; MONTEIRO, E. C. B. **Pathological Manifestations and The Study of Corrosion Present on Bridges on the City of Recife**. Electronic Journal of Geotechnical Engineering, v. 20, p. 11893-11907, 2015.

QASRAWI, H. Y. **Concrete strength by combined nondestructive methods simply and reliably predicted**. Cement and Concrete Research, 2000, n. 30, p. 739-746.

RIBEIRO, D. V.; HELENE, P. **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado. “Teoria, Controle e Métodos de Análise”** - 1º edição – Rio de Janeiro, editora CAMPUS, 2014.

RILEM RECOMMENDATIONS. CPC-18. **Measurement of hardened concrete carbonation depth**. 1988.

SARTOTI, A. L. **Identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no município de Campinas-SP**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008. 180 p.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**, 2009.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil**, 2013.

UNI. **Determination of Chloride Ion Penetration**. Italian Standard 7928. Rome, 1978.

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