

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: Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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

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

Lucas Rodrigues Cavalcanti

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – PE

Amanda de Moraes Alves Figueira

Faculdade de Ciências Humanas ESUDA
Recife – PE

Walter de Moarais Calábria Junior

Universidade Católica de Pernambuco
Recife– PE

RESUMO: O diagnóstico e recuperação das estruturas é uma vertente que se renova cotidianamente na sociedade, solucionando as patologias originadas desde a fase de projeto até os processos de manutenção. Todavia, sua contribuição vai além dos reparos, é com os estudos dos acontecimentos e da interação dos materiais com o meio que surgem o desenvolvimento de novas técnicas para serem implantadas dentro da construção civil, evitando

assim as patologias de maneira preventiva. Dessa forma, o desenvolvimento desse estudo descreve uma metodologia proposta para o entendimento dos investimentos econômicos em atividades de prevenção, evitando gasto futuros com recuperação, e um método de recuperação estrutural em um muro de condomínio residencial que se encontra com sua capacidade funcional comprometida. Diante das pesquisas realizadas em campo, observou a necessidade de adequar os estudos da metodologia proposta para melhor explicitar os investimentos nas fases do processo construtivo e prevenir gastos excessivos como o estudo de caso aqui apresentado.

PALAVRAS-CHAVE: Prevenção, Patologia, Recuperação, Economia, Estrutura.

INVESTIGATION AND RECOVERY OF PATHOLOGICAL PROBLEMS IN A RESIDENTIAL CONDOMINIUM WALL LOCATED IN THE CITY OF RECIFE-PE

ABSTRACT: The diagnosis and recovery of the structures is an aspect that is renewed every day in society, solving the pathologies originating from the design phase to the maintenance processes. However, his contribution goes beyond repair, it is with the studies of the events and the interaction of materials with the environment that the development of new

techniques to be implanted within the civil construction, thus avoiding the pathologies in a preventive way. Thus, the development of this study describes a proposed methodology for the understanding of economic investments in prevention activities, avoiding future recovery expenditures, and a method of structural recovery in a residential condominium wall that has its functional capacity compromised. In the face of field research, it was necessary to adapt the studies of the proposed methodology to better explain the investments in the phases of the construction process and to prevent excessive expenditures such as the case study presented here.

KEYWORDS: Prevention, Pathology, Recovery, Economy, Structure.

1 | INTRODUÇÃO

Para efeito de comparação, as estruturas se assemelham ao corpo humano, quando este se encontra doente, onde os avisos são dados através de sintomas como febre, dor de cabeça, dor no peito, perda da consciência, entre outros. No caso das estruturas, os sintomas mais comuns são fissuras, infiltrações, descolamentos do concreto e corrosão de armaduras.

Na construção civil, tudo isso ocorre devido ao processo de degradação. Segundo John (1987), esse processo ocorre quando há uma transformação dos materiais ao interagirem com o meio ambiente. Para essas descobertas, foi criada uma ciência que estuda a origem, os sintomas e o mecanismo de ação das doenças estruturais. A patologia trabalha de uma maneira coletiva com os métodos de correção e prevenção, pois reconhece a evolução dos problemas, estuda as suas causas e fornece informações para os trabalhos de reparo, manutenção e prevenção, contribuindo de maneira significativa para o entendimento do processo de produção, reduzindo o acontecimento dos problemas.

Para Helene (1992), patologia é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema. Esse diagnóstico deriva de quatro vertentes originárias: fase de projeto (congenitas), fase de execução (construtiva), agressividade do meio (adquiridas) e fenômenos atípicos (acidentais).

Por que as estruturas entram em colapso? Certamente, as respostas não são simples, pois possuem várias vertentes. Como forma preventiva, é necessário o planejamento de toda construção a ser feita. Como forma corretiva, a investigação e consequente estudo do caso desde sua origem se transformam em exigências para a descoberta dos problemas causadores do colapso e o avanço da construção civil como um meio de desenvolvimento na sociedade.

Dessa maneira, o objetivo desse estudo é abordar patologias originadas de falhas humanas encontradas em algum estágio construtivo, indicando os custos adicionais e algumas possíveis soluções, apresentada em um estudo prático.

2 | CONSTRUÇÃO CIVIL

Helene (2006), afirma que as primeiras ações para prevenção dos problemas nas estruturas foram adotadas no Código de Leis de Hammurabi (1780 a.C.). Quatro artigos inseridos naquele código de leis dizem respeito a obras, em que falavam da responsabilização dos construtores sobre as consequências negativas que possam apresentar a terceiros. Dessa forma, olho por olho dente por dente, despertou a necessidade de construções duráveis, ou seja, aquela que conserva sua forma original, qualidade e capacidade de utilização quando exposto ao meio ambiente.

2.1 Patologia das estruturas

Cotidianamente os problemas estruturais se apresentam de maneiras diversas, porém é possível selecioná-los em dois grupos: as patologias visíveis a olho nu e as silenciosas. É evidente que o primeiro grupo torna mais viável a descoberta da problemática, mas fica claro ao passar do tempo que as construções necessitam de manutenção.

O crescimento acelerado da construção civil por todo o mundo fez essa comunidade abrir as portas para um perigo inerente em todas as construções: as patologias nas estruturas. Quando o desempenho da estrutura é ameaçado ou comprometido a anomalia caracteriza uma doença. Portanto, a saúde das estruturas pode ser entendida como a capacidade delas desempenharem as funções para as quais foram idealizadas. Sendo doença falta de saúde e saúde das estruturas entendida como seu bom desempenho, pode-se definir como patologias das estruturas a ausência de saúde.

Os problemas encontrados nesse meio são os mais diversos e, em alguns casos, o entendimento do assunto ainda é muito escasso e obscuro. Atualmente, verifica-se uma grande preocupação na tentativa de descoberta do exato momento, no processo construtivo, em que ocorre a falha que conseqüentemente leva aos diversos tipos de manifestações patológicas existentes.

Segundo Aranha (1994), uma investigação pontual irá trazer como resultado um diagnóstico adequado que deve indicar em qual das etapas do processo construtivo o dano teve origem, informando que uma manifestação patológica pode ter origem em mais de uma causa.

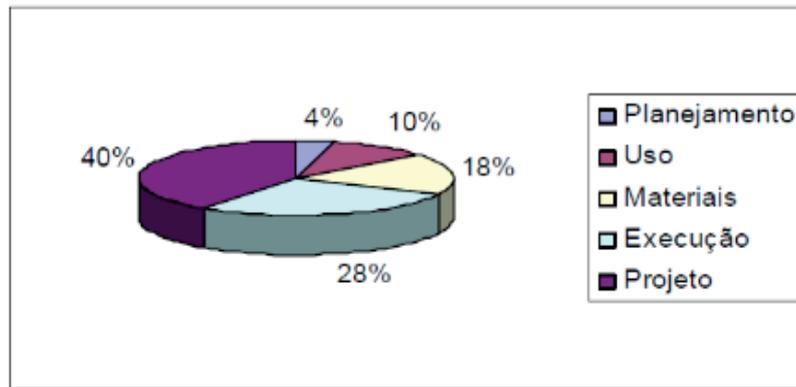


Figura 1 - Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das construções.

Fonte: Grunau (1981, apud Helene, 1992)

Na figura 1 apresentada, é notório a incidência das causas serem por projeto e execução, que juntas somam mais de 50% do total e apenas 32% fica representado por uso, materiais e planejamento. O gráfico da figura 1 tem a finalidade de apresentar, em porcentagem, a incidência das causas patológicas nas estruturas de concreto armado.

Considerando as causas já descobertas, Helene (1988), norteia os próximos passos para a possível resolução do problema, são eles a terapia, procedimento e escolha de materiais. As medidas terapêuticas de correção dos problemas tanto podem incluir pequenos reparos localizados, quanto às intervenções de restauração ou recuperação estrutural.

É sempre recomendável que, após qualquer uma das intervenções citadas, sejam tomadas medidas de proteção da estrutura, com implantação de um programa de manutenção periódica. Este programa deve levar em conta a importância da obra, a vida útil prevista, as agressividades das condições ambientes de exposição e a natureza dos materiais e medidas protetoras tomadas.

Para o procedimento, a escolha dos materiais e da técnica de correção a ser empregada depende do diagnóstico do problema, das características da região a ser corrigida e das exigências de funcionamento do elemento que vai ser objeto da correção. Por exemplo, nos casos de elementos estruturais que necessitam ser colocados em carga após horas de execução da correção, pode ser necessário e conveniente utilizar sistemas de base epóxi ou poliéster. No caso de prazos mais dilatados pode ser conveniente utilizar argamassas e grautes de base mineral. Nas condições normais de solicitação (após vinte e oito dias) os materiais podem ser argamassas e concretos adequadamente dosados.

Na escolha dos materiais, tendo em vista as condições específicas em cada caso, a escolha e também da técnica de correção, depende do diagnóstico do problema. É fundamental uma orientação para a escolha racional dos materiais a serem utilizados para a correção de patologias. Em geral, os problemas são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, além de acarretarem outros associados ao inicial.

Por exemplo uma dobradiça defeituosa tende a fazer com que uma porta arraste, estragando os planos da mesma e provoque arranhões no piso. Ao mesmo tempo começa a danificar a fechadura que começa a travar por não estar alinhada com a fenda da lingueta. Pode ainda trazer problemas para o portal que fica sofrendo as pancadas da porta que está se movimentando fora de seu alinhamento normal.

De acordo com essas definições pode-se inferir que as correções terão uma maior facilidade, durabilidade e menor custo, quanto mais cedo forem detectadas e executadas. As medidas terapêuticas são definidas como medidas de correção, podendo ser parcial ou total e tem uma semelhança com os procedimentos e materiais a serem usados, ambos vão variar de acordo com o diagnóstico dado ao problema. A figura 2 ilustra de uma maneira sucinta a conclusão chegada.

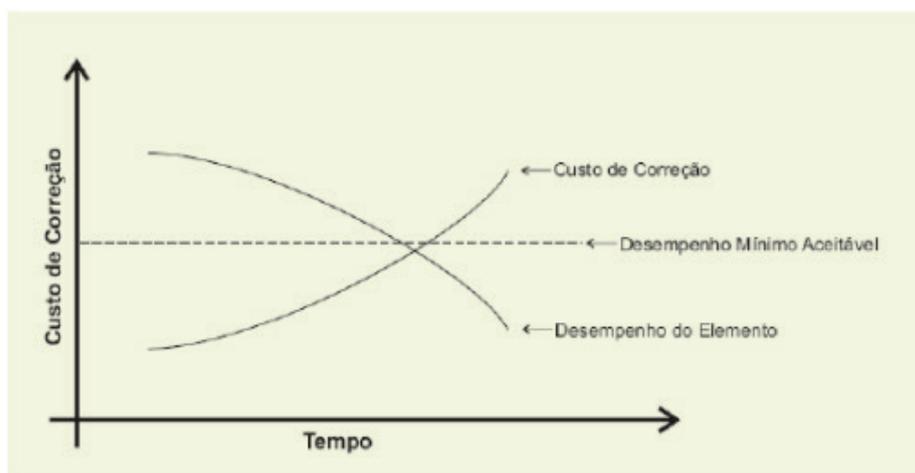


Figura 2 - Evolução dos custos de correções dos problemas patológicos no tempo.

Fonte: Helene (1988)

O gráfico da figura 2 mostra como o desempenho do elemento e o custo de correção trabalha quase que inversamente proporcional, pois quanto maior o tempo maior será o custo para corrigir uma patologia e conseqüentemente menor será o desempenho do material inserido nessa problemática.

Com o passar do tempo e o acúmulo de ocorrências na área de construção, aos poucos foram se destacando as patologias mais recorrentes encontradas, devido à execução. As fissuras, a corrosão das armaduras e a disgregação do concreto são problemas encontrados com uma alta facilidade, pois vários fatores resultam nessas conseqüências.

As fissuras são aberturas que se instalam na superfície da estrutura e facilitam a entrada de agentes nocivos. Para Thomaz (1989), os elementos e componentes construtivos se sujeitam a variações térmicas relacionadas às suas propriedades físicas diariamente, o que varia as suas dimensões por meio da dilatação e contração. A amplitude e a velocidade de tais movimentações térmicas devem ser consideradas para a análise das fissuras. Elas também podem surgir em conseqüência de alternância

de ciclos de carregamento e descarregamento ou por solicitações alternadas de tração e compressão, bem como pela retração do concreto em função da rápida evaporação da água em seu processo de cura.

Segundo a NBR 6118, as fissuras são consideradas agressivas quando sua abertura na superfície do concreto armado ultrapassa os seguintes valores:

- a) 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingos de maré);
- b) 0,3 mm para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (urbano marinho e industrial);
- c) 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso).

A corrosão das armaduras é a destruição do material devido à interação que ocorre com o ambiente. Dois são os processos básicos que podem sofrer as armaduras de concreto armado: a oxidação e a corrosão propriamente dita. As causas mais comuns que resultam no aparecimento dessa patologia são as más execuções das peças estruturais, ambientes agressivos, cobrimento inadequado, falta de manutenção e presença de cloretos.

A disgregação do concreto se caracteriza pela queda de massa do mesmo em virtude dos esforços internos ou externos superiores a resistência.

2.2 Gastos com correções patológicas

Para Andrade e Silva (2008), a cidade do Recife, capital pernambucana, é cortada por cinco rios e possui 105 km de canais, dessa forma é grande a necessidade por pontes para facilitar o deslocamento por dentro da cidade. Segundo Carneiro Filho (2004), em uma pesquisa realizada pela prefeitura da cidade nas 27 principais pontes, apenas cinco foram classificadas em bom estado de conservação. As demais possuíam diversas patologias, e salientou que em três delas foi recomendada a intervenção imediata.

O caso mais grave está em uma ponte com 28 anos de idade, lá foram detectadas patologias muito sérias em todos os seus blocos de fundação. A origem dessa patologia, inicialmente, foi por reações álcali/agregado, levando a uma série de problemas como: fissuração, corrosão de armaduras, ataques de sulfatos (HELENE, 2002). Foram gastos, na época, para recuperação da ponte 5,5 milhões de reais.

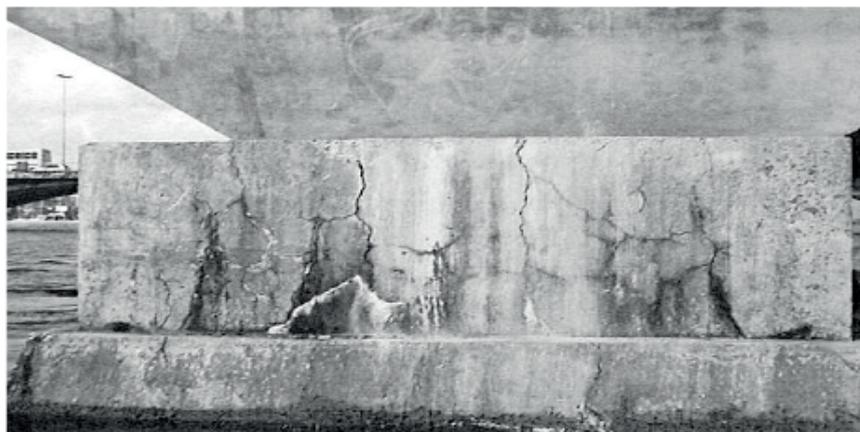


Figura 3 – Bloco de fundação com intensa fissuração e lixiviação induzida por RAA.

Fonte: Helene (2002)

É sabido que após um tempo as estruturas estarão necessitando de manutenção, porém a não aplicação das técnicas já desenvolvidas faz com que antes dos 20 anos exista a necessidade de intervenções corretivas generalizadas. Metha e Monteiro (1978), dizem que avaliações realizadas por especialistas estimaram que perdas pela corrosão, em estruturas de concreto, em países desenvolvidos e em desenvolvimento, estão entre 1,25% a 3,50% do Produto Nacional Bruto.

Sitter (1983), diz que os custos crescem em uma razão geométrica de ordem cinco (1, 5, 25, 125), significando que se gastaria 125 vezes mais em uma intervenção, na fase mais avançada da corrosão, do que se medidas simples tivessem sido adotadas na fase A, quaisquer que sejam, projetos e especificações adequadas e boas práticas construtivas, para garantir uma determinada vida útil.

Para Andrade e Silva (2008), o maior legado da “Lei dos cinco” (figura 4) não são os valores em si, mas a conscientização da cadeia produtiva de que, 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.

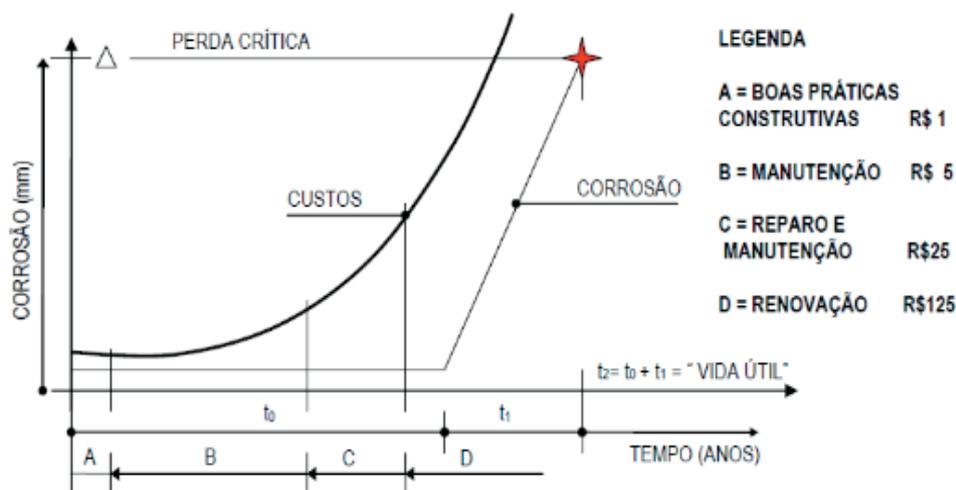


Figura 4 – Gráfico da lei dos cinco.

Fonte: Sitter (1983)

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 hidrosanitárias, em impermeabilizações em lajes, em revestimentos externos, em juntas de dilatações, com o objetivo de impedir ou dificultar o contato da água com a estrutura de concreto.

Abrangendo um pouco mais a situação de gastos estudados, Perez (1988), enfatiza a importância de se pensar na atividade de manutenção desde a fase de projeto, quando as deficiências podem ser discutidas e corrigidas a custo praticamente nulo em se comparado com as intervenções que eventualmente sejam necessárias. Na figura 5, a lei dos cinco deixa apenas de ser comparada com problemas corrosivos e passa a valer para toda a construção civil.

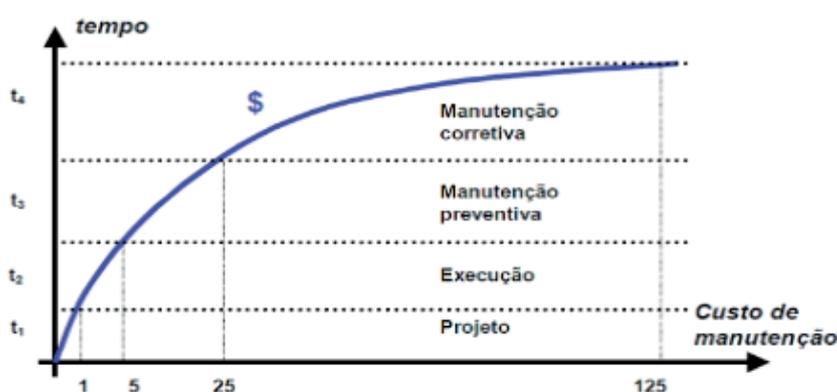


Figura 5 - Gráfico do aumento do custo com manutenção com o passar do tempo.

Fonte: Andrade e Silva (2008)

3 | ESTUDO DE CASO

Nesta etapa de trabalho, a parte prática trará o exemplo de patologias desenvolvidas devido às negligências, principalmente, nas etapas de projeto, execução da construção e manutenções preventivas. Posteriormente a identificação dos problemas será mostrada uma solução para contornar as patologias encontradas. Também terá a comparação com a lei dos cinco mostrando os gastos que poderiam ser evitados se seguido às normas desde o início.

3.1 Descrição da obra

O caso prático apresentado relata o risco de desabamento do muro de um condomínio e o trabalho de reforço da estrutura para que a mesma possa continuar sendo utilizada em cumprimento com as suas funções. O caso fica localizado na cidade do Recife-PE, no bairro de Boa Viagem.



Figura 6 – Muro com risco de desabamento com área isolada.

Fonte: Autores (2016)

Foi verificada pelos moradores do condomínio e de moradias próximas a movimentação do muro quando o mesmo sofria pequenos esforços solicitados: a ação dos ventos e utilização dos moradores e funcionários, como escoro de algum objeto ou de seu próprio corpo.

Não houve problema em relação a utilização das dependências do edifício, apenas um pequeno espaço na parte interior e exterior foi interditado para evitar eventuais acidentes, caso o muro viesse a ruir.

4 | INVESTIGAÇÃO DO PROBLEMA

A análise para diagnosticar as patologias apresentadas pelo muro detectou vários problemas construtivos que levaram a este fim. Foram encontrados: pilares até certa altura do muro, um pilar concretado com madeira no lugar do aço, cobrimento não conforme com a NBR 6118:2014 e a falta de uma cinta de amarração superior.



Figura 7 – Análise visual da estrutura corrompida.

Fonte: Autores (2016)



Figura 8 – Pilar concretado com madeira.

Fonte: Autores (2016)

As figuras acima demonstram os erros construtivos diagnosticados como causadores do problema, sendo eles erros de cobertura, erros em pilares e na cinta de amarração superior. No caso do cobertura, o local da construção é uma cidade litorânea, próximo ao mar e classificado com uma classe de agressividade III, ambiente marinho e risco de deterioração grande, segundo NBR 6118:2014. Assim, é possível detectar uma não conformidade do cobertura, que determina 40 mm para um pilar de concreto armado.

Em alguns pilares, foi encontrado um processo de deterioração maior, devido a corrosão de armaduras. Em um a perda de seção foi maior que 10% e foi recomendada a troca total para que o pilar pudesse se comportar de maneira devida. Outra situação

não conforme encontrada com os pilares, foi uma limitação do pilar. Todos só foram executados até a metade do muro, conversando com moradores antigos, foi possível descobrir que o crescimento foi feito para preservar a segurança dos moradores. Na figura 8, é possível perceber que a armadura usada para concretar, um pilar, foi a madeira. A avaliação da equipe indica que esse é o erro mais grave, devido à falta de conhecimento.

Como consequência da alteração do muro, sem consulta prévia com profissionais especializados, ficou inviável o processo de amarração completa: fundação nos pilares, pilares nas vigas baldrame, bloco cerâmico nos pilares e os pilares na viga superior (cinta de amarração).

5 | RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA

Após a descoberta dessa negativa vertente foi estudado algumas situações para a resolução do problema. Como a necessidade do reforço ficou evidente, a equipe de trabalho decidiu por aproveitar as sapatas isoladas, viga baldrame e os blocos cerâmicos. Todos eles estavam em um estado de conservação aproveitável. O trabalho a ser feito era de substituir os pilares com seções consumidas pela corrosão, elevá-los por todo o seguimento do muro e adicionar a estrutura uma cinta de amarração superior. Deixando assim toda a estrutura ligada e trabalhando monoliticamente, como ilustra a figura abaixo.

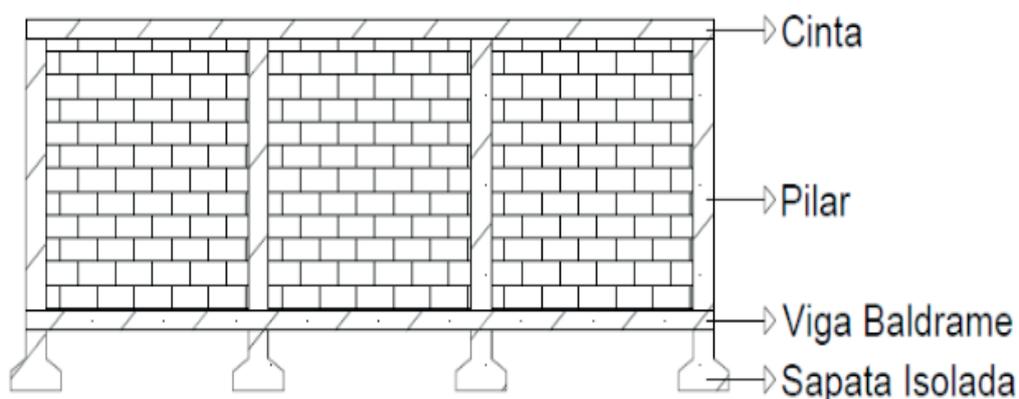


Figura 9 – Ilustração estrutural do muro recuperado

Fonte: Autores (2016)

Inicialmente foi detectado que apenas um pilar teve a seção consumida acima dos 10%, logo a sua substituição completa foi feita. Posteriormente a isso foi definido a maneira de emenda para armadura tracionada e foi adotado o método por transpasse que está descrito na NBR 6118:2014. No caso de emenda por transpasse de barras tracionadas, a emenda é feita pela simples justaposição longitudinal das barras num comprimento de emenda bem definido. A NBR 6118 (item 9.5.2) estabelece que a emenda por transpasse só é permitida para barras de diâmetro até 32 mm.

Tirantes e pendurais também não admitem a emenda por transpasse. As barras a serem emendadas devem ficar próximas entre si, numa distância não superior a 4ϕ . Barras com saliências podem ficar em contato direto, dado que as saliências mobilizam o concreto para a transferência da força.

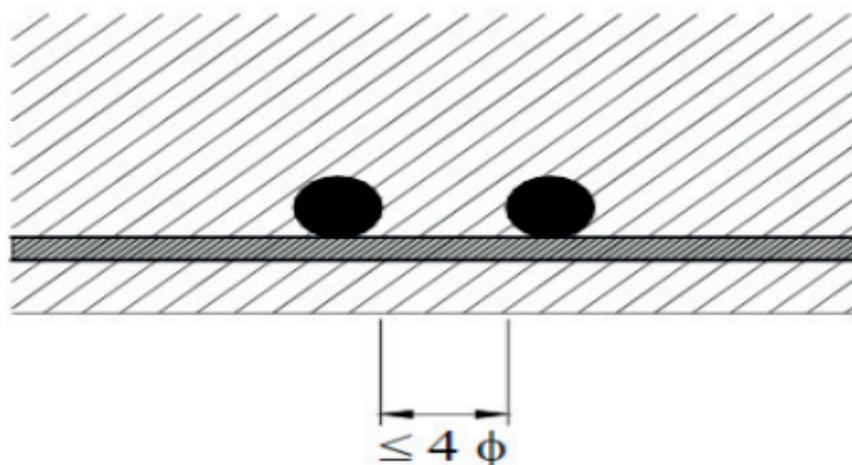


Figura 10 – Espaçamento máximo entre as duas barras emendadas por transpasse.

Fonte: Bastos (2015)

Para o pilar concretado com madeira, foi retirada toda a parte estrutural e refeita com a emenda da ferragem da viga baldrame. Após todo reforço e recuperação concluída, para finalizar o processo construtivo, foi efetuada a colocação da cinta de amarração superior.



Figura 11 – Reconstrução do pilar.

Fonte: Autores (2016)

Na fase de acabamento, foi usado o chapisco em todo o muro e a camada de argamassa massa única.

6 | CONCLUSÕES

De acordo com o que foi observado é possível inferir que a durabilidade das estruturas depende de no mínimo três fatores: projeto bem elaborado, execução bem feita e manutenção periódica. Caso esses fatores não sejam cumpridos, invariavelmente com o tempo toda construção apresentará defeitos. Se o problema acontece por ausência de manutenção preventiva, é bem possível que a gravidade seja menor do que em relação a uma defasada execução e/ou um projeto mal elaborado. Diante disso é preciso adotar uma cultura de um trabalho bem feito desde a implantação da ideia até a conservação de sua materialização.

Por tanto, esse artigo tem o objetivo de colaborar com a construção civil de forma a sugerir um método de recuperação para muros de condomínios residenciais que se encontrem em estados deploráveis, através do estudo de caso; e conscientizar pelo estudo e divulgação da lei dos cinco, a economia dos gastos estratosféricos que é possível ser feita com o cumprimento de cada fase corretamente.

Entretanto, é importante ratificar a necessidade da continuidade dos estudos para aperfeiçoamento de novas técnicas e conscientização de manutenção das estruturas, trazendo uma nova visão da construção civil através de métodos cada vez mais atualizados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5738:2015 **Concreto Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5739:2007 **Concreto – Ensaio de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7211:2009 **Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6118:2014 **Projetos de estruturas de concreto – procedimento**. Associação Brasileira de Cimento Portland. Rio de Janeiro, 2014.

ARANHA, P.M.S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

BASTOS, P.S.S. **Ancoragem e Emenda de Armaduras**. São Paulo, 2015. Apostila de aula, UNESP - Campus de Bauru/SP.

CARNEIRO, A. **Inspeção nas pontes da cidade do Recife**. Relatório Técnico – Prefeitura da cidade do Recife. Recife-Pe, 2004. 228p.

COSTA E SILVA, Â. J. **Método de gestão de obras de manutenção de fachadas**. São Paulo, 2008. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

HELENE, P. R. L., LEVY S. M. **Evolução Histórica da Utilização do Concreto como Material de Construção**. 2002.

HELENE, P. R. L. et al. **Inspeção e Diagnóstico dos Apoios e dos Blocos de Fundação da Ponte Paulo Guerra**. Relatório Técnico – Prefeitura da Cidade do Recife, Recife-PE, 2002.

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

JOHN, V. M. **Durabilidade de materiais, componentes e edifícios**. Dissertação (Mestrado). CPGEC/UFRGS, Porto Alegre/RS, 1987.

METHA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. Pini, São Paulo, 1994.

PEREZ, A. R.. **Manutenção dos edifícios. Tecnologia das Edificações**. PINI, São Paulo. 1988. p611-614.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de Aço: Dimensionamento Prático de Acordo com a NBR 8800:2008**, 8ª edição. LTC.

RIBEIRO, D. V. **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, Controle e Métodos de Análise**, 1ª edição. CAMPUS.

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

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

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenções e recuperação**. São Paulo: Editora Pini: IPT: EPUSP, 1989.

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