

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 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

AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES TÉRREAS NA CIDADE DE TERESINA-PI

Wendel Melo Prudêncio de Araújo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Teresina-Piauí.

Diego Silva Ferreira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Teresina-Piauí.

Hudson Chagas dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Teresina-Piauí.

RESUMO: Este estudo teve como objetivo levantar e identificar as manifestações patológicas existentes em edificações térreas na cidade de Teresina- PI, que apresentaram patologias visíveis com posterior consulta de causas do problema. É possível perceber que o conhecimento das causas que induzem o aparecimento da patologia, juntamente com a consciência de que as providências de preparação de etapas de idealização, projeto, execução e pós-execução representam a redução de uma parcela significativa das despesas em relação às recuperações. Com isso, a compreensão dos mecanismos de deterioração torna-se ferramenta central no tratamento de patologias.

PALAVRAS-CHAVE: Edificações, Patologia, Umidade, Fissura, Corrosão

EVALUATION OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN EARTHEN BUILDINGS IN THE CITY OF TERESINA-PI

ABSTRACT: The objective of this study was to identify and identify the pathological manifestations existing in earth buildings in the city of Teresina - PI, which presented visible pathologies with subsequent consultation of causes of the problem. It is possible to perceive that the knowledge of the causes that induce the onset of the pathology, together with the awareness that the measures of preparation of stages of idealization, design, execution and post-execution represent the reduction of a significant part of the expenses in relation to the recoveries . With this, the understanding of the mechanisms of deterioration becomes a central tool in the treatment of pathologies.

KEYWORDS: Buildings, Pathology, Humidity, Fissure, Corrosion.

1 | INTRODUÇÃO

A principal função de uma edifício é abrigar os ocupantes e protegê-los contra a ação do intemperismo, como o clima, chuva, vento e temperaturas extremas. É muito importante a

edificação ser construída para fornecer as necessidades básicas de saúde e higiene aos seus habitantes. Além disso, um edifício deve ser estruturalmente seguro e sua fundação dimensionada para evitar recalques (MICHAEL 2008).

As mudanças que ocorreram no processo de construção no Brasil nos últimos anos trazem avanços, mas também preocupações. O desenvolvimento tecnológico pelo uso de materiais, particularmente concreto, as estruturas esbeltas e os prazos de trabalho desafiadores permitem observar manifestações patológicas. Essas patologias são evidências das falhas dos profissionais envolvidos que podem ser encontradas em todas as etapas do edifício, desde a troca de especificações materiais durante o período de execução, falhas na concretagem, erros de dimensionamento, fenômenos naturais, ações humana e a deterioração da estrutura (ALVES, 2016).

Além das mudanças no mercado de construção, os requisitos dos clientes aumentaram. Eles desenvolveram um crescente conhecimento sobre seus direitos relacionados à qualidade dos produtos e serviços. O novo Código Civil Brasileiro, a Lei de Proteção do Consumidor e os novos requisitos de desempenho atendem clientes, que exigem desempenho mínimo de construção. Ao seguir estas observações, as empresas entenderam a importância de buscar técnicas e estabelecer sistemas que melhorassem os processos de forma contínua, de forma que os requisitos dos clientes fossem cumpridos e a empresa garantiria sua participação no mercado estrutura (ALVES, 2016).

A presente pesquisa foi desenvolvida com base em um estudo de caso, considerando a detecção de patologias em residências na cidade de Teresina, Piauí. A fim de investigar e descrever as manifestações patológicas existentes, bem como identificar suas causas prováveis. A pesquisa foi feita de forma quantitativa, como buscou, através da observação do in loco, aponta a incidência de patologias encontradas.

2 | DETERIORAÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO

A deterioração observada nas edificações, ocorrem de maneira natural ao longo do tempo, não sendo necessariamente o resultado de erros de projeto ou de construção. De fato, os mecanismos de deterioração são consequência da interação de duas variáveis independentes: a construção, como objeto físico e o meio ambiente, como fonte de agentes externos. As edificações começam a degradar imediatamente após a construção, começando com os materiais de maneira invisível. Este é o estágio incipiente, onde ocorre deterioração, mas sem danos visíveis. O segundo estágio é a deterioração rápida, em que os mecanismos iniciados no estágio incipiente tornam-se visíveis. Logo depois, os componentes das edificações começam a falhar, culminando com a falha total da edificação (HARRIS, 2001).

Embora a degradação dos componentes das edificações sejam em consequência normal do processo de envelhecimento, existe um conjunto de fatores que influenciam

esse processo, como a qualidade das edificações, as condições climáticas e a falta de manutenção. Esses fatores aumentaram os custos da construção e a necessidade de reabilitação, se nenhuma ação for tomada para travar o processo de deterioração (HARRIS, 2001).

As ações incluem manutenção, reparo e reabilitação que devem ser aplicadas aos elementos da construção. A duração dos elementos construídos depende não apenas das suas propriedades físicas, químicas e mecânicas, mas também nas condições de manutenção e exposição ambiental que estão sujeitas (SARJA *et al.*, 2005).

Para estabelecer o nível de degradação do edifício, dois conjuntos de fatores devem ser levados em consideração - as condições de durabilidade do edifício e os fatores de degradação que atuam sobre ele - o que contribui para desencadear o processo de degradação. Durante a vida útil, os edifícios devem obedecer a uma variedade de requisitos que podem ser agrupados como: requisitos funcionais, de desempenho, legais e de usuários (WATT, 2009).

2.1 Defeitos e falhas

Um defeito de construção pode incluir qualquer problema que reduza o valor ou uso de uma casa, condomínio ou edifício. Os defeitos de construção podem ser o resultado de erros de projeto, utilização de materiais inadequados ou qualquer combinação deles. Os defeitos mais comuns de construção incluem: defeitos estruturais que resultam em deformações ou colapso da estrutura; projeto elétrico, hidráulico e sanitário mal dimensionado; e sistema de combate a incêndio inadequado. Identificar um defeito de construção geralmente requer a contratação de um especialista, que poderá determinar se um problema de construção é o resultado de projeto, material ou mão de obra inadequada (ROBERT, 2005).

O mecanismo de falha é um fenômeno identificável que descreve o processo ou os defeitos pelos quais um item ou sistema sofre um tipo particular de falha[1]. Falhas estruturais, como falhas de fundação e instabilidade estrutural, são o resultado de sobrecarga, isto é, a imposição de cargas que excedem a capacidade dos componentes estruturais. O colapso é o resultado final e mais grave das falhas da estrutura, mas a sua identificação é evidente em estágios iniciais através do desenvolvimento de deformação e fissuras (MICHAEL, 2008).

Alguns fatores contribuem para o aparecimento de defeitos e falhas como as condições climáticas, localização da edificação, tipo e mudança do uso da edificação, falta de manutenção e supervisão (AHZAHAR *et al.*, 2011).

A engenharia utiliza o termo patologia para verificar nas construções as manifestações, suas origens, seus mecanismos de ocorrência das falhas e seus defeitos que alteram o equilíbrio pré-existente ou idealizado (SOUZA, 2008).

3 | PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES

De acordo com Caporrino, 2015, a patologia das edificações é uma ciência que estuda as origens, as formas de apresentação, aspectos, possíveis soluções e como evitar que qualquer componente de uma edificação deixe de atender aos requisitos mínimos para os quais foi projetado”. (CAPORRINO, 2015).

Nas diversas etapas de construção de uma edificação, alguns fatores poderão interferir na qualidade final do produto, como a escolha dos materiais utilizados, detalhamento claro e suficiente dos projetos, mão-de-obra qualificada e utilização da edificação pós entrega (SANTOS, 2014).

A definição de patologia de construção dada pela Associação de Peritos Europeus de Edifícios e Construção (AEEBC, 1994) chama a atenção para três áreas de preocupação distintas, embora inter-relacionadas:

- Identificação, investigação e diagnóstico de defeitos em edifícios existentes;
- Prognóstico de defeitos diagnosticados e recomendações para o curso de ação mais apropriado, tendo em vista a construção, o futuro e os recursos disponíveis;
- Especificação, implementação e supervisão de programas apropriados de obras de reparo

No Quadro 1 é apresentado uma relação de causas e agentes que estão diretamente ligados ao surgimento das patologias.

TIPO DE CAUSA	FASE	AGENTE
Humanas	Na fase de concepção e projeto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausência de projeto ▪ Má concepção ▪ inadequação ao ambiente (geotécnico, geofísico, climático) ▪ Informação insuficiente ▪ Modelos de análise ou de dimensionamento incorretos ▪ Pormenorização deficiente ▪ Enganos de representação
Humanas	Na fase de execução	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Má qualidade dos materiais ▪ Mão-de-obra desqualificada ▪ Má interpretação de projeto ▪ Ausência ou deficiência de fiscalização
Humanas	Na fase de utilização	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alteração das condições de utilização ▪ Degradação dos materiais ▪ Ausência, insuficiência de manutenção
Ações Naturais	Ações físicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gravidade ▪ Variações de temperatura ▪ Temperaturas extremas ▪ Vento (pressão, abrasão, vibração) ▪ Presença da água (chuva, neve, humidade do solo,...) ▪ Efeitos diferidos (retração fluência)
Ações Naturais	Ações químicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxidação ▪ Carbonatação ▪ Presença de água ▪ Presença de sais ▪ Chuva ácida ▪ Reações electroquímicas ▪ Radiação solar (ultra-violetas)
Ações Naturais	Ações biológicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plantas (raízes, trepadeiras, líquenes, bolores, fungos) ▪ Animais (vermes, insetos, roedores, pássaros)
Desastres Naturais	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sismo, ciclone, tornado ▪ Trovoada, cheia, tempestade marítima, tsunami ▪ Avalanche, deslizamento de terras, erupção vulcânica

Quadro 1 – Causas e agentes de Patologias (SILVA, 2002)

4 | METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi baseada no trabalho de Silva (2002). A Figura 1 mostra o esquema utilizado nas vistorias, que se limitou à coleta de informações e observação de possíveis diagnósticos. Para a coleta de dados, foram estabelecidas visitas em 60 edificações térreas, na região de Teresina, no Estado do Piauí, com registro fotográfico e mapeamento das manifestações patológicas encontradas.

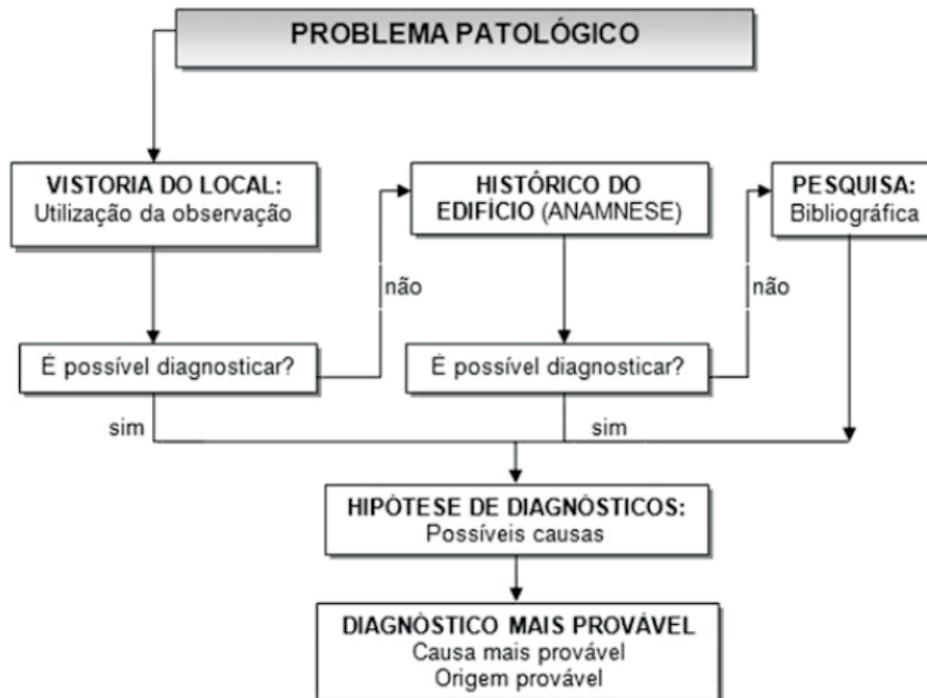
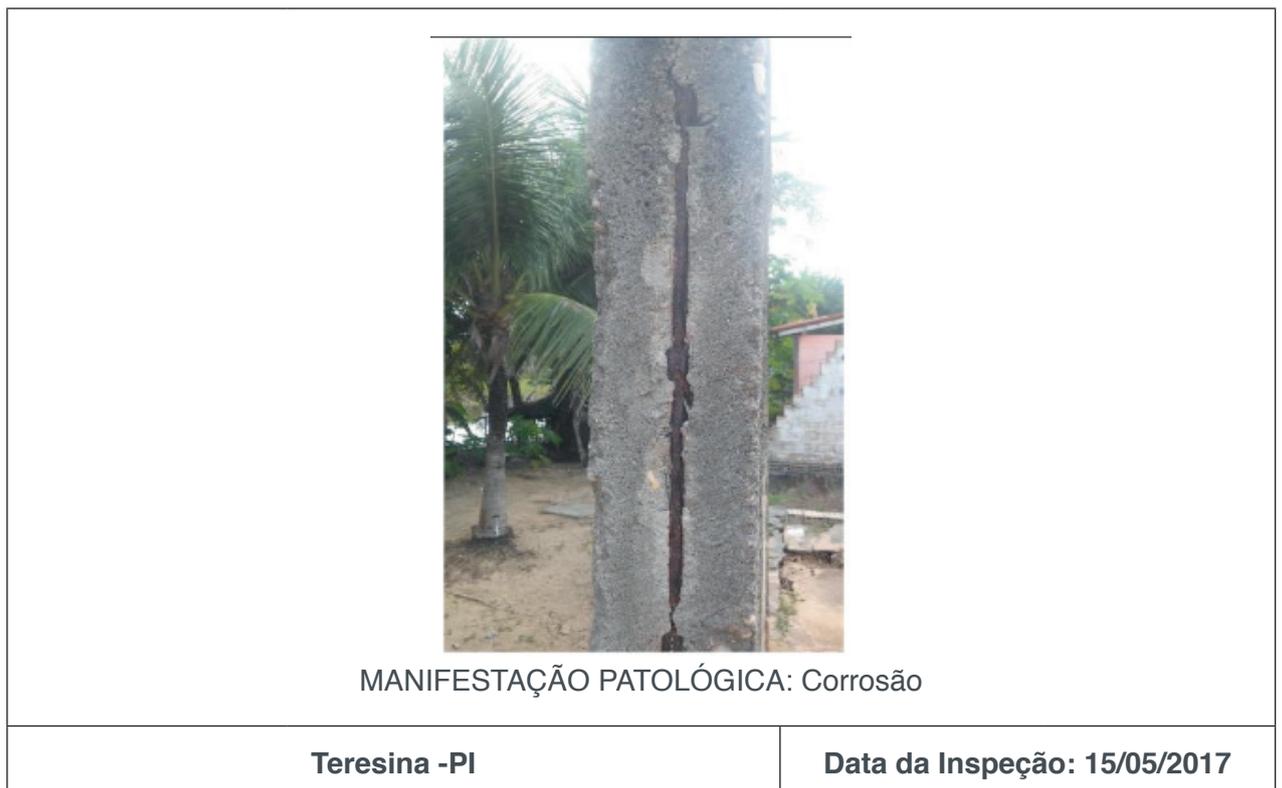


Figura 1 – Esquema do modelo utilizado (SILVA, 2002)

O registro fotográfico, incorporado ao levantamento das anomalias, tornou-se uma ferramenta fundamental na identificação e mapeamento das patologias encontradas. Os dados obtidos durante a coleta foram organizados e identificados a partir de registros fotográficos para indicar a localização dos problemas e obter o quadro genérico das manifestações patológicas. Em seguida, na Figura 2, o modelo de registros das imagens, capturados em cada inspeção.



Localização:	Terraço
Avaliação:	Perda de seção do pilar. Em alguns pontos é possível identificar o descolamento do concreto. Presença de oxidação na ferragem.
Enquadramento:	<input type="checkbox"/> projeto <input type="checkbox"/> construção <input checked="" type="checkbox"/> manutenção
Causa provável:	Cobrimento insuficiente do concreto
Recomendações:	<input checked="" type="checkbox"/> Manutenção Corretiva <input type="checkbox"/> Manutenção Detectiva
Conduta:	Substituição da ferragem comprometida com a oxidação e reforço estrutural do pilar

Figura 2 – Exemplo de formulário de registro fotográfico usado na pesquisa

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através de visitas de campo, foram encontradas manifestações patológicas localizadas em vários pontos das edificações que, em geral, nos locais de área seca, as patologias mais frequentes eram paredes com fissuras, figura 3, que apresentavam apenas defeito estético e a maioria com nível mínimo de risco. Em edificações que possuíam lajes, foi possível notar a presença de manchas, alguns destacamentos de concreto e armaduras com corrosão, provavelmente por infiltração de água e aberturas na laje.

	
MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA: Fissura (Diagonal)	
Teresina -PI	Data da Inspeção: 10/05/2017
Localização:	Sala de Estar

Avaliação:	Presença de rachadura na parede
Enquadramento:	<input type="checkbox"/> projeto <input checked="" type="checkbox"/> construção <input type="checkbox"/> manutenção
Causa provável:	Má qualidade do material utilizado no revestimento Má execução do revestimento
Recomendações:	<input checked="" type="checkbox"/> Manutenção Corretiva <input type="checkbox"/> Manutenção Detectiva
Conduta:	Substituição do revestimento comprometido.

Figura 3 – Formulário fotografico de uma fissura em parede

Na figura 4, é possível verificar a exposição e a oxidação da armadura na laje em alguns pontos ao longo do seu comprimento, o que pode indicar falta de cobrimento do concreto, erro de concreto por não considerar o cobrimento necessário para a região onde a edificação foi construída, porosidade e permeabilidade do concreto, que proporciona processos corrosão da armadura. O grau de risco é entendido como regular, porque os pontos de oxidação sugerem perdas específicas de desempenho.

	
MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA: Corrosão	
Teresina -PI	
Data da Inspeção: 11/04/2017	
Localização:	Garagem
Avaliação:	Perda de cobrimento do concreto Presença de armadura exposta e oxidada

Enquadramento:	<input type="checkbox"/> projeto <input checked="" type="checkbox"/> construção <input type="checkbox"/> manutenção
Causa provável:	Cobrimento do concreto insuficiente
Recomendações:	<input checked="" type="checkbox"/> Manutenção Corretiva <input type="checkbox"/> Manutenção Detectiva
Conduta:	Substituição da armadura oxidada e reforço estrutural

Figura 4 – Formulário fotografico de oxidação em laje

Portanto, é importante destacar a importância de usar espaçadores para promover o cobrimento mínimo do concreto para proteger as. O cobrimento do concreto, bem como a relação a/c entre outros, são elementos de grande importancia sobre a durabilidade das estruturas de concreto, fornecendo proteção física e química de armaduras, envolvendo-as em um meio alcalino. O cobrimento deve ser especificada nos projetos estruturais e seu valor depende da classe de agressividade do meio ambiente de acordo com a NBR 6118: 2014.

Grande parte das patologias identificadas devido a problemas de infiltração, estavam relacionadas a umidade por elevação, que surge a partir do fenômeno da capilaridade, figura 5. Seu aparecimento ocorre nas áreas que estão em contato direto com o solo na presença de água. Esta água existente no solo pode ser oriunda de diversas formas como, águas pluviais, presença de aquíferos, instalações apresentando vazamento e a falta ou a má aplicação da impermeabilização.

	
MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA: Umidade por elevação	
Teresina -PI	Data da Inspeção: 21/03/2017
Localização:	Área externa
Avaliação:	Presença de umidade por capilaridade na parede da edificação.

Enquadramento:	<input type="checkbox"/> projeto <input checked="" type="checkbox"/> construção <input type="checkbox"/> manutenção
Causa provável:	Falta de impermeabilização na edificação
Recomendações:	<input checked="" type="checkbox"/> Manutenção Corretiva <input type="checkbox"/> Manutenção Detectiva
Conduta:	Impermeabilizar toda a região que está em contato com o solo

Figura 5 – Formulário fotografico de umidade assendente

O gráfico na figura 6 mostra que a maioria das patologias incidentes nas edificações vistoriadas são causadas pela umidade, seguidas de fissuras e corrosão. As manifestações patológicas caracterizadas no gráfico como outros foram identificadas como senta quebra de revestimento cerâmico e descolamento de revestimento. Essa porcentagem significativa de patologia por umidade pode estar relacionadas aos processos de impermeabilização insuficientes ou falta de manutenção destes.

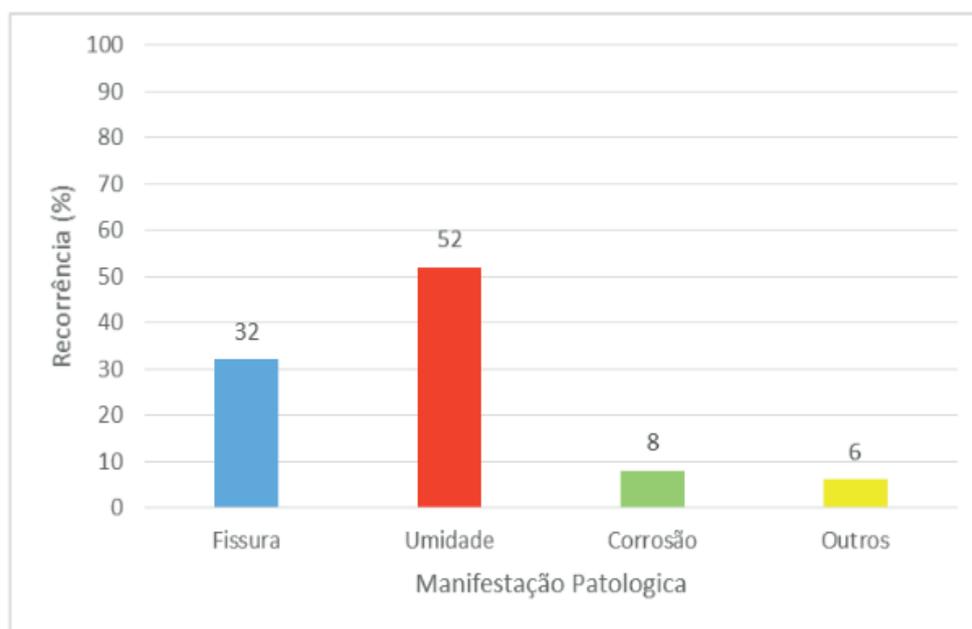


Figura 6 – Tipos de manifestações patológicas encontradas

Verificou-se que a maior parte das patologias, aproximadamente 82%, são anomalias que causam danos estéticos. Esse valor reitera a importância das operações programadas de manutenção preventiva. Em contraste, 8% das patologias enquadram-se no nível crítico, essas patologias são, em geral, sob a forma de oxidação de reforço em elementos de concreto armado.

As rachaduras nas paredes foram classificadas de acordo com sua direção, sendo classificadas da seguinte forma: diagonal, vertical, horizontal e mapeada. Destacam-se as patologias direcionadas horizontalmente que podem surgir devido a movimentação térmica, sobrecarga da estrutura ou movimentação higroscópica.

Em níveis, em geral, a definição das origens dos sintomas patológicos, mostrada na figura 7, parece ter em cada uma das principais etapas do ciclo construtivo, valores aproximados de média entre 32 e 35%. A pesquisa apresentou falhas de projetos, execução e manutenção como agentes patológicos responsáveis de grande relevância. É possível ver algum equilíbrio na quantidade de anomalias que surgem em cada uma dessas etapas, o que mostra, especialmente, que os problemas relacionados aos projetos continuam sendo uma das causas importantes na condução de estudos focados em patologia, mas a questão da qualidade de manutenção torna-se tão significativa como o projeto e as etapas de execução.



Figura 7 – Origem das manifestações patológicas

6 | CONCLUSÃO

É possível concluir que as patologias não representam, na maioria dos casos, riscos para a segurança imediata de seus usuários. O surgimento das manifestações patológicas mencionadas tem vários pontos de partida causados em todas as fases do ciclo construtivo da edificação.

Aspectos relativos à construção foram principalmente relacionados à deficiência ou ausência de execução de técnicas de impermeabilização.

Verificaram-se falhas frequentes relacionadas à falta de projetos, deficiências nos métodos de construção escolhidos e, entre outros, que interferem diretamente no início das manifestações patológicas.

Também é necessário reiterar o fato de que, independentemente de quão simples seja o procedimento de inspeção visual, ele pode fornecer muita informação sobre a conservação das edificações.

Existe uma necessidade de planejamento de inspeções preventivas de edificações

na cidade de Teresina- PI. Pela simplicidade dessas inspeções e sua importância para detectar e tratar as patologias construtivas, porque na maioria dos casos, quando há problemas, os sintomas são visíveis e facilmente compreendidos.

REFERÊNCIAS

AEEBC. Academic Guidelines: Policy Regarding Degree Validation, London and AHZAHAR, N. et al. **A study of contribution factors to building failures and defects in construction industry**. Procedia Engineering, v. 20, p. 249-255, 2011.

ALVES, Guilherme Perosso; RACHID, Ligia Eleodora Francovig. Evaluation of Constructive Pathological Manifestations in Public Buildings: The Olympic Stadium of Cascavel City, PR. In: **Case Studies of Building Pathology in Cultural Heritage**. Springer Singapore, 2016. p. 1-20.

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

Caporrino, Cristiana Furlan. **Patologia das anomalias em alvenarias e revestimentos argamassados**. São Paulo: Pini, 2015.

SILVA, J. Mendes da. **Alvenarias não estruturais patologias e estratégias de reabilitação**. Porto, 2002.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. UFMG: Belo Horizonte, 2008.

HARRIS SY. **Building pathology**: deterioration, diagnostics, and intervention. Canadá: John Wiley & Sons, 2001.

MICHAEL S.POLES. **What are Construction Defect**. Califórnia: ICBO, 2008.

RATAY , Robert T. **Structural Condition Assessment**, Survey and Assessment of Structural Conditions. Nova Jersey: John Wiley & Son Inc. 2006

SANTOS, W. J. D., DARDENGO, C. F. R., CARVALHO, C. C., ALVARENGA, R. D. C. S. S., & SILVA, R. C. D. Prescrições para construções de edificações residenciais multifamiliares com base nas patologias identificadas na cidade de Viçosa-MG. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. Páginas 104-123, 2014.

SARJA, A., BAMFORTH, P., CACCAVELLI, D., CHEVALIER, J. L., DURUCAN, S., & SETZER, M. J. Lifetime engineering of buildings and civil infrastructures. **European guide for life time design and management of civil infrastructures and buildings**. Project cluster lifetime. Technical Research Centre of Finland, VTT. VTT Building and Transport; 2005.

WATT, David S. **Building pathology**: Principles and practice. Canadá: John Wiley & Sons, 2009.

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