

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4



Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4

Atena Editora
2019

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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

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

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

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Aproveite a leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

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

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

CAPÍTULO 11 134

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200811

CAPÍTULO 12 147

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200812

CAPÍTULO 13 159

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200813

CAPÍTULO 14 171

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200814

CAPÍTULO 15 185

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

Matheus Nunes Reis

DOI 10.22533/at.ed.43319200815

CAPÍTULO 16 199

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200816

CAPÍTULO 17 213

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200817

CAPÍTULO 18 228

PATOLOGIA EM PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: FABRICAÇÃO E ASSENTAMENTO

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200818

CAPÍTULO 19 241

PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL ARLINDO FERREIRA DOS SANTOS

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200819

CAPÍTULO 20 257

REFORÇO ESTRUTURAL, MONOLITIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO EM BLOCOS DE FUNDAÇÃO

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

DOI 10.22533/at.ed.43319200820

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

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE PRODUTO DE CURA QUÍMICA FORMADOR DE MEMBRANA NA PROFUNDIDADE CARBONATADA DO CONCRETO

Alisson Rodrigues de Oliveira Dias

Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará

Daniel Mendes Pinheiro

Universidade Federal do Piauí
Teresina – Piauí

Wilton Luís Leal Filho

Universidade Federal do Piauí
Teresina – Piauí

João Mateus Reis Melo

Universidade Federal do Piauí
Teresina – Piauí

RESUMO: A água vem se tornando um material mais escasso, e cada vez mais se evita seu desperdício, seja em atividades diárias ou em grandes obras. Recentemente, vem se popularizando a substituição das técnicas de cura úmida para um sistema de cura alternativo que não haja consumo de água. Um desses métodos alternativos se dá por meio do cobrimento da superfície do concreto através da utilização de produtos químicos formadores de membranas, recebendo também, o nome de cura química. O propósito deste trabalho é realizar ensaios experimentais, a fim de avaliar a influência da cura química no processo de carbonatação das peças de concreto, principalmente em áreas de condições ambientais severas. Para isso foram

desenvolvidos durante este estudo, as etapas de moldagem, cura durante os sete primeiros dias, rompimento de corpos de prova e análise da profundidade carbonatada com aplicação de solução alcóolica de fenolftaleína a 1%, submetendo-os a três tipos de curas diferentes: por molhagens diárias, química e ao ar livre. Foi possível observar que a cura química apresentou resultados significativamente próximos ao da cura úmida convencional, sendo viável a sua substituição, levando-se em conta, evidentemente, o tipo de controle das estruturas curadas.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto, cura química, carbonatação.

APPLICATION INFLUENCE OF LIQUID MEMBRANE-FORMING COMPOUNDS FOR CURING ON THE CONCRETE CARBONATION DEPTH

ABSTRACT: The water is becoming scarcer and more and more waste is avoided, whether in daily activities or major works. Recently, has become popular the replacement of water curing techniques for an alternative curing system that does not consume water. One of these alternative methods is by covering the surface of the concrete through the use of liquid membrane-forming compound, also known as curing compound. The purpose of this work is to

perform experimental tests in order to evaluate the influence of curing compound on the carbonation process of concrete parts, especially in areas with severe environmental conditions. To this, was developed the steps of molding, curing during the first seven days, breaking of specimens and analysis of the carbonated depth with the application of alcoholic solution of phenolphthalein at 1%, subjecting them to three types of different cures: water conventional, compound and in the open air. It was possible to observe that the curing compound presented results that were significantly close to the conventional water curing, and its substitution was feasible, taking into account, of course, the type of control of the cured structures.

KEYWORDS: Concrete, curing compound, carbonation.

1 | INTRODUÇÃO

Quando o concreto é exposto ao meio ambiente, ocorre a evaporação da água utilizada no amassamento. Essa perda de umidade irá reduzir o fator água/cimento inicial da mistura, afetando o processo de hidratação do cimento e, portanto, diminuindo a qualidade do concreto. Dessa forma, se faz necessário a realização de certas operações de cura, que segundo Helene (2013), é o conjunto de procedimentos adotados para proteger a superfície dos elementos estruturais, evitando evaporações precoces. A NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto - Procedimento (ABNT, 2004) corrobora a importância de proteger a superfície das estruturas quando afirma que a secagem é um dos agentes deletérios mais comuns ao concreto em seu início de vida.

A água vem se tornando um material mais escasso, e cada vez mais se evita seu desperdício, seja em atividades diárias ou em grandes obras. Na construção civil, já se fala sobre atividades que permitam o reuso da mesma, e, recentemente, vem se popularizando a substituição das técnicas de cura úmida para um sistema de cura alternativo que não haja consumo de água, não apenas para poupar o meio ambiente, mas também para promover a execução de obras mesmo em áreas remotas onde há escassez deste material, afirma Patil e Vyawahare (2014). Um desses métodos alternativos se dá por meio do cobrimento da superfície do concreto através da utilização de produtos químicos formadores de membranas, recebendo também, o nome de cura química.

Com essas alterações nos métodos de execução, surge portanto, uma necessidade de se fazer investigações relativas às características deste tipo de cura, dentre elas, o efeito na profundidade carbonatada da superfície do concreto. Portanto, o propósito deste trabalho é realizar ensaios experimentais, a fim de avaliar a influência da cura química no processo de carbonatação das peças de concreto. Para isso foram desenvolvidos durante este estudo, as etapas de moldagem, cura durante os sete primeiros dias, rompimento de corpos de prova e análise da profundidade carbonatada com aplicação de solução alcóolica de fenolftaleína a 1%, submetendo-os a três tipos

de curas diferentes: por molhagens diárias, química e ao ar livre.

2 | CURA DO CONCRETO

Os efeitos negativos de uma cura inadequada não são percebidos a olho nu e muitas vezes só irão se manifestar anos depois, por isso é tão negligenciada, afirma Helene (2013).

Segundo YE (2006) e ACI Committee 308R (2001), a região do concreto que sofrerá esses efeitos se estende da superfície da peça a uma profundidade que pode variar entre 5 e 20 milímetros, assim, como consequência de um processo de cura mal feito, o concreto poderá apresentar trincas e fissuras (ASTM C156, 2005), superfícies porosas proporcionando baixa resistência ao ataque dos agentes agressivos (HELENE, 2013) e corrosão da armadura (ABCP, 2002).

Elementos estruturais não submetidos à cura adequada possuem uma camada superficial frágil, permitindo que ocorra o processo de carbonatação de forma acelerada. As armaduras do concreto armado ou protendido estão protegidas da corrosão devido à alcalinidade da água presente no concreto afirma Battagin (2002), porém quando ocorre o processo de carbonatação, esse ambiente alcalino pode ser neutralizado pela ação do gás carbônico (CO_2) presente na atmosfera. O gás reage com o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) presente no concreto, dando origem ao carbonato de cálcio (CaCO_3), reduzindo o pH do concreto e despassivando a armadura.

Visto a necessidade da realização do processo de cura nos primeiros dias do concreto, esta pode ser realizada de três maneiras, que podem ser descritos de um modo geral como cura por molhagem, cura por membrana e cura acelerada. O primeiro método consiste em embeber o concreto em água, sendo o mais empregado nas obras e com o uso de aspersores. O segundo método consiste em impedir a perda de água pela superfície, sem a possibilidade de ingresso de água do exterior para o concreto. Segundo Neville (1997) as técnicas usadas para alcançar esses resultados incluem, dentre outras: o cobrimento da superfície do concreto com mantas ou papel reforçado e a utilização de compostos aplicados por pulverização formadores de membrana. Já a cura acelerada é realizada por meio de métodos que aceleram o ganho de resistência através do fornecimento de calor e umidade.

Vários graus de eficiências podem ser alcançados por meio de vários métodos de cura, pois dependem entre outras coisas, do material utilizado, do método de construção e da utilização prevista para o concreto endurecido (NAHATAA et al, 2013). Além de fatores ambientais como velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura atmosférica, que são mais difíceis de serem controlados e por isso influem diretamente na escolha do método.

2.1 Cura úmida

Este método consiste, de modo geral, em embeber o concreto em água. É desejável que “a superfície do concreto esteja continuamente em contato com água durante um período de tempo estabelecido, iniciando-se tão logo a superfície do concreto não seja mais danificada pelo contato com a água” (NEVILLE, 1997). Sendo que não deve haver gotejamento de água para evitar cavitação nos blocos (ABCP, 2002).

É fundamental que a água de cura seja isenta de substâncias que possam atacar o concreto endurecido. Além do que, o ACI Committee 308R (2001) recomenda que a diferença entre as temperaturas da água e do concreto não ultrapasse 11°C, para evitar choque térmico ou gradientes acentuados de temperatura.

Este método é o mais empregado nas obras e em grande maioria faz-se uso de aspersores, durante o período designado. Porém, é bastante negligenciado, pois comumente este processo acaba limitando-se apenas à molhagem de estruturas recém concretadas poucas vezes ao dia e por um curto período de tempo, geralmente devido a não contratação de um trabalhador propriamente para esta atividade, tornando-se, portanto, uma atividade de segundo plano.

2.2 Cura por membranas

Com base em Kosmakta et al (2003) e Neville (1997), pode-se definir a cura por membranas como sendo aquelas que agem de forma a reduzir a perda da água pela superfície do concreto. As técnicas usadas incluem cobertura da superfície do concreto com mantas ou papéis reforçados impermeáveis e a utilização de compostos químicos aplicados, em grande maioria, por pulverização e que formam uma membrana protetora na superfície. As mantas podem ser negras, o que é preferível em tempo frio, ou brancas, que têm a vantagem de refletir a radiação solar no tempo quente. Já para os compostos químicos, pode ser adicionado um pigmento branco ou de alumínio para reduzir a absorção da radiação solar, além de servir para indicar as regiões em que o produto não foi adequadamente aplicado.

O método que faz uso desses compostos formadores de membrana é conhecido como cura química e sua eficácia depende da qualidade dos produtos utilizados, do tempo transcorrido até o início da aplicação e da uniformidade da aplicação do produto na superfície (PEINADO, 2013). Uma das vantagens deste tipo em relação à realizada por molhagem é que não há a necessidade de adições periódicas do agente de cura na superfície da estrutura (KOSMAKTA, 2003), gerando economia de recursos.

Akinwumi e Gbadamosi (2014) não recomendam o uso dos métodos de cura química para misturas em que o fator água/cimento é menor que 0.4, isto porque, esses concretos não possuem água suficiente para uma completa hidratação.

A cura química é mais indicada para grandes áreas de concreto as quais estão expostas a grandes períodos de luz solar, ventos fortes e outras influências ambientais, sugere Kishore (2016). Indicando ainda para pavimentos de concreto, pistas de

aeroportos, tabuleiro de pontes, pisos de indústrias, barragens etc. Thomaz (2016) alerta que, no caso de emboços que receberão revestimento cerâmico fixado com argamassa colante, a cura química deve ser evitada ou utilizada com muito cuidado. Isto porque a película formada pelos produtos químicos tende a prejudicar ou mesmo impedir a aderência.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Na realização do processo químico foi utilizado um agente de cura de pronto uso a base de resinas sintéticas e aditivos especiais que atende à norma ASTM C309 e, segundo catálogo, quando aplicado sobre o concreto forma um filme protetor não aderente, transparente e brilhoso, que tem a finalidade de evitar a evaporação rápida de água da massa do concreto, exposto ao calor e vento, impedindo a diminuição da resistência, evitando a formação de trincas, fissuras e carbonatação.

A membrana formada pelos produtos químicos é constituída normalmente por emulsões de água ou solventes com base de resina acrílica, estireno e butadieno, ou ainda dispersões de ceras. Após o composto ser aplicado, a água ou solvente evapora, deixando para trás a cera ou resina que forma a membrana sob a superfície (VANDENBOSSCHE, 1999).

Os produtos químicos formadores de membrana são classificados de acordo com a cor adquirida após a aplicação e quanto ao tipo de constituinte sólido presente no líquido. O Quadro 1 mostra a tabela elaborada por Vandebossche (1999) contendo a classificação feita pelo American Society for Testing and Materials (ASTM) C309 e American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) M148, que são equivalentes. O produto utilizado se classifica, portanto, como Tipo 1 (cor) e Classe B (material).

Cor		Material	
Tipo	Descrição	Classe	Descrição
1	Transparente antes da secagem	A	Sem restrições
1-D	Transparente após secagem	B	Resina
2	Pigmentada		

Quadro 1 – Classificação dos produtos químicos formadores de membrana segundo a ASTM C 309 e AASHTO M 148

Fonte – Vandebossche (1999), traduzido por autores, 2019.

Sua aplicação deve ser realizada em uma única demão, com o uso de pulverizadores de baixa pressão para grandes áreas para garantir a uniformidade e velocidade da aplicação, tão logo finalizado o processo de concretagem e imediatamente após o desaparecimento da água de exsudação. Em casos onde as áreas são pequenas,

o composto pode ser aplicado com uso de pincel ou rolo de pintura (ACI Committee 308R, 2001). O Quadro 2 apresenta as demais características do produto químico utilizado.

Base química	Aparência	Tempo de secagem	Temperatura de aplicação	Embalagem	Rendimento
Emulsão de resinas sintéticas	Líquido leitoso transparente	30 à 40 minutos	Entre 5°C e 29°C	Balde de 20Kg	Em média 250gr/m ²

Quadro 2 – Características e propriedades do produto

Fonte – Os autores, 2019.

3.2 Métodos

Para avaliação da influência da cura sobre a durabilidade das estruturas de concreto, considerando o aspecto da carbonatação, foram moldados 36 corpos de prova, de dimensões 10x20cm, no Laboratório de Materiais de Construção do Centro de Tecnologias da Universidade Federal do Piauí – UFPI, segundo as recomendações da NBR 5738 – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova (ABNT, 2003), utilizando cimento Portland CII-E-32 RS obtido no comércio local, seixo, areia e água, provenientes do próprio laboratório.

A confecção dos corpos de prova foi realizada utilizando traço 1:2:3 (volume) e fator água/cimento igual a 0,55, com utilização de betoneira. No dia seguinte a moldagem, foram retirados dos moldes e dado início aos processos de cura. Para o estudo foram comparados três processos: químico, úmido por molhagem e secagem ao ar livre. As aplicações destes métodos foram realizadas de forma a melhor representar os sistemas de cura realizados nos canteiros de obras, se dando da seguinte maneira, respectivamente: aplicação de produto químico formador de membrana; molhagem dos corpos de prova com aspersão de água e secagem natural sem aplicação de produtos ou água.

Na Figura 1 é possível observar a aparência da superfície dos corpos de prova durante a aplicação do produto químico antes do processo de secagem ocorrer por completo, pois nesse último estágio a membrana é transparente e imperceptível.



Figura 1 – Aparência da aplicação do produto na peça: imediatamente após a aplicação (à esquerda) e após 10 minutos de secagem (à direita)

Fonte – Os autores, 2019.

Os corpos de prova foram ensaiados nas idades de 3, 7, 14 e 28 dias, onde foi realizada a verificação da profundidade da seção carbonatada através de fragmentos resultantes da ruptura, com a aplicação de solução alcóolica de fenolftaleína a 1% (Figura 2), segundo as recomendações da CPC-18 – Measurement of hardened concrete carbonation depth (RILEM, 1988).

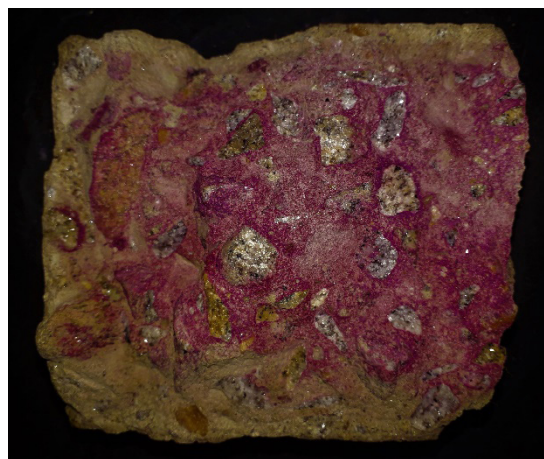


Figura 2 – Aparência do corpo de prova após aplicação da fenolftaleína, destacando a parte carbonatada (cinza) da não carbonatada (rosa)

Fonte – Os autores, 2019.

As condições climáticas as quais foram expostos os corpos de prova, podem ser visualizadas nas Figuras 3 a 5. Os resultados obtidos, portanto, servem como referência para condições ambientais severas com temperatura média de 31,7 °C e umidade relativa média de 25%, com baixa incidência de chuvas.

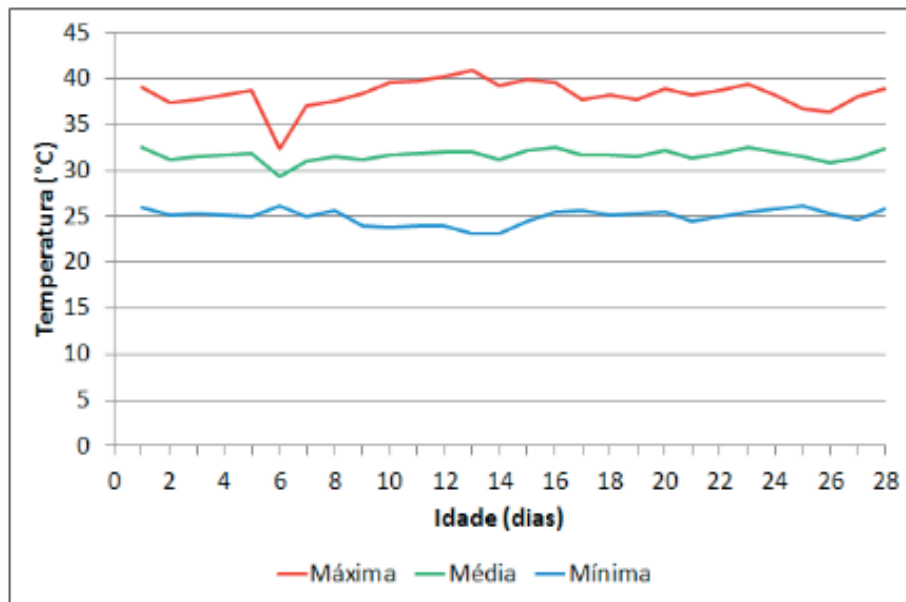


Figura 3 – Variação da temperatura durante o processo de exposição dos corpos de prova

Fonte – Dados da Rede do INMET, 2019.

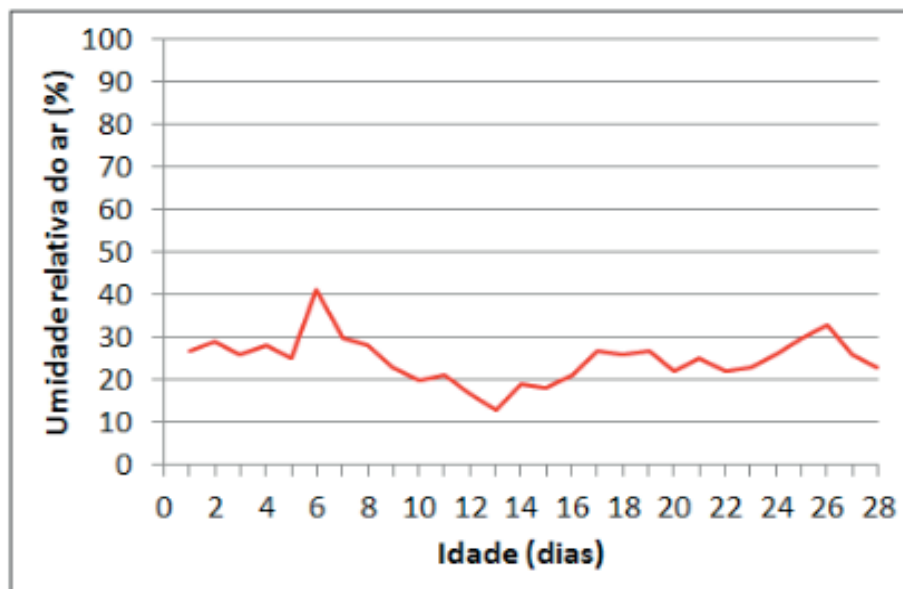


Figura 4 – Variação da umidade relativa do ar durante o processo de exposição dos corpos de prova

Fonte – Dados da Rede do INMET, 2019.

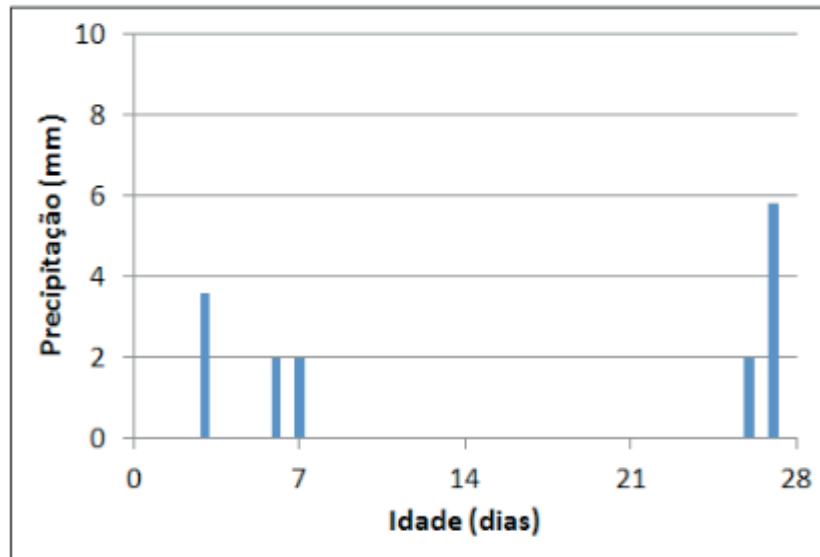


Figura 5 – Precipitação diária durante o processo de exposição dos corpos de prova

Fonte – Dados da Rede do INMET, 2019.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para os corpos de prova ensaiados nas idades de 3 e 7 dias, não houve variação na profundidade da seção carbonatada. Os resultados encontrados para 14 e 28 dias podem ser vistos na Figura 6.

Devido às condições severas de exposição ao qual foram submetidos os corpos de prova, os mesmos apresentaram valores relativamente altos para as baixas idades ensaiadas. Corroborando a importância do alto controle e aplicação dos processos de cura em concordância com as condições ambientais locais.

Aos 28 dias de idade, a cura por molhagem apresentou melhor resultado em profundidade carbonatada, seguida pela química. Pode-se constatar então, que a membrana superficial formada pelo produto químico aplicado foi capaz de proteger a superfície da peça do contato com o gás carbônico atmosférico, impedindo a ocorrência das reações responsáveis por reduzir o pH do concreto e despassivação a armadura.

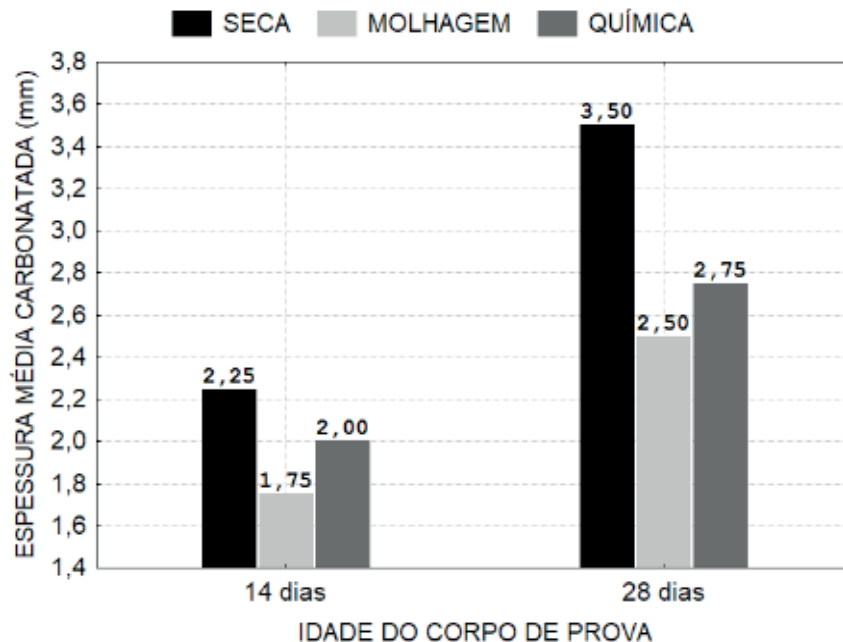


Figura 6 – Comparação da espessura média carbonatada para cada idade

Fonte – Os autores, 2019.

5 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pela cura seca (ao ar livre) mostram o quão necessária é a aplicação dos métodos de cura nas idades iniciais do concreto, principalmente quando em exposição à condições ambientais severas, devido aos altos valores obtidos de profundidade carbonatada sendo ineficiente na proteção contra o processo de carbonatação.

A cura química realizada por meio de produto formador de membrana apresentou resultados bem próximos aos obtidos pelo método convencional de cura úmida, sendo, portanto, viável a sua substituição, levando-se em conta, evidentemente, o tipo de controle das estruturas curadas.

É importante ressaltar que, antes de escolher o tipo de cura a ser utilizado em uma obra deve-se analisar as condições de exposição e dimensões da peça, a duração de aplicação, a mão de obra disponível e o nível de controle de qualidade dos materiais. Tornando-se necessária a determinação e a inclusão dos processos de cura no planejamento da obra a fim de se obter os melhores resultados possíveis financeira e estruturalmente.

Contudo, o maior benefício proporcionado pela substituição dos processos de cura úmida pela química, está na preservação do principal recurso natural utilizado no mundo, a água. Visto que, a aplicação do produto químico dispensa o consumo desse, sendo uma importante atividade para o aumento da sustentabilidade na construção civil.

REFERÊNCIAS

ACI Committee 308. **Standard Practice for Curing Concrete**, ACI 308-01, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 2001, 11 pag.

AKINWUMI, I.I.; GBADAMOSI, Z.O. **Effects of Curing Condition and Curing Period on the Compressive Strength Development of Plain Concrete**. In: International Journal of Civil and Environmental Research (IJCER), v. 1, n. 2, 2014, p. 83-99.

Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). **GUIA BÁSICO DE UTILIZAÇÃO DO CIMENTO PORTLAND**. Ed. 7, São Paulo, 2002, p. 1-28.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). NBR 5738. **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2003, p. 1-9.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). **Execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004, p. 1-53.

ASTM C156. **Water retention by liquid membrane forming curing compounds for concrete**. In: Technical Bulletins, 2005.

ASTM C309. **Requirements in an Advanced Industry**. In: Technical Bulletins, 2014, p. 1-2.

BATTAGIN, A. F. **Influência das Condições de Cura em Algumas Propriedades dos Concretos Convencionais e de Alto Desempenho**. In: Congresso Brasileiro, 44. São Paulo: Instituto Brasileiro de Concreto (IBRACON), 2002.

HELENE, Paulo; LEVY, Salomon, **Cura do Concreto** (Boletim Técnico), ALCONPAT, 2013.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: abril/2019

KISHORE, K. **Concrete Curing Compound**. Civil Engineering Portal, 2016. Disponível em: <<https://www.engineeringcivil.com/concrete-curing-compound.html>>. Acesso em: abril/2019.

KOSMAKTA, S. H. et al. **Design and Control of Concrete Mixtures**, EB001, 14ed. Portland Cement Association, Skokie, Illinois, USA, 2003.

NAHATAA, Y.; KHOLIAB, N.; TANK, T. G. **Effect of Curing Methods on Efficiency of Curing of Cement Mortar**. In: International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering (ICBEE), International Conference on Civil Engineering (ICCEN), 2013. APCBEE Procedia, v. 9, 2013, p. 222 – 229.

NEVILLE, Adam Matthew, **Propriedades do concreto**. Tradução Salvador E. Giammusso. 2ed. São Paulo: Pini, 1997.

PATIL, A. A.; VYAWAHARE, M. R. **Comparative study on compressive strength of Self cured SCC and Normally cured SCC**. In: Journal of Engineering Research and Applications, v. 4, n. 1, versão 5, 2014, p.139-142.

PEINADO, Hugo Sefrian. **Conheça as alternativas para fazer a cura de elementos de concreto**. Técnica, ed. 201, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.techne.pini.com.br/engenharia-civil/201/artigo302570-1.aspx>>. Acesso em: abril/2019.

RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES ET EXPERTS DES MATÉRIAUX (RILEM). CPC-18, **Measurement of hardened concrete carbonation depth**. 1988, 3 pag.

THOMAZ, Ercio. **Em que situações a cura química é mais recomendada do que a cura úmida.** *Téchne*, ed. 226, jan. 2016. Disponível em: < <http://www.techne.pini.com.br/engenharia-civil/226/em-que-situacoes-a-cura-quimica-e-mais-recomendada-do-367399-1.aspx>>. Acesso em: abril/2019.

VANDENBOSSCHE, J. M. P.E. **A Review of the Curing Compounds and Application Techniques Used by the Minnesota Department of Transportation for Concrete Pavements.** In: Office of Minnesota Road Research. St Paul-Minnesota, 1999.

YE, D. G. et al. **Literature Review of Curing in Portland Cement Concrete Pavement. Texas Department of Transportation.** Texas: Center for Transportation Research at The University of Texas at Austi, 2006.

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