

**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO
(ORGANIZADORES)**



**RESULTADOS DAS PESQUISAS
E INOVAÇÕES NA ÁREA
DAS ENGENHARIAS**

**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO
(ORGANIZADORES)**



**RESULTADOS DAS PESQUISAS
E INOVAÇÕES NA ÁREA
DAS ENGENHARIAS**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
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. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

R436 Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-21-8

DOI 10.22533/at.ed.218200303

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.
3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias” contempla dezoito capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas e inovações aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia.

A constante transformação que a sociedade vem sofrendo é produto de um trabalho de desenvolvimento de pesquisas e tecnologia que aplicadas se tornam inovação.

O estudo sobre materiais e seu comportamento auxiliam na compreensão sobre seu uso em estruturas e eventualmente podem determinar o aparecimento ou não de patologias.

As pesquisas sobre a utilização de ferramentas computacionais permitem o aprimoramento da gestão de diversas atividades e processos de produção.

São abordadas também nessa obra as pesquisas sobre a forma de ensinar, utilizando as tecnologias em favor do processo de ensino e aprendizagem.

Diante disso, esperamos que esta obra instigue o leitor a desenvolver ainda mais pesquisas, auxiliando na constante transformação tecnológica que o mundo vem sofrendo, visando a melhoria da qualidade de vida na sociedade. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE JUNTAS SOLDADAS DISSIMILARES NA PROPAGAÇÃO DE TRINCAS	
Daniel Nicolau Lima Alves Marcelo Cavalcanti Rodrigues José Gonçalves de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2182003031	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DE ÍONS DE CLORETO E SUA INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO	
Ana Paula dos Santos Pereira Danielle Cristina dos Santos Lisboa Lucas Nadler Rocha Alberto Nunes Rangel Claudemir Gomes de Santana Renata Medeiros Lobo Müller	
DOI 10.22533/at.ed.2182003032	
CAPÍTULO 3	25
ANÁLISE DO SISTEMA CONSTRUTIVO E SEUS MATERIAIS CONSTITUINTES COM ENFÂSE NO AÇO COMO SOLUÇÃO PARA REFORÇOS ESTRUTURAIS	
Marcos Bressan Guimarães Vinícius Marcelo de Oliveira Maicá Diorges Carlos Lopes Rafael Aésio de Oliveira Zaltron Arthur Baggio Pietczak Bianca Milena Girardi Bruna Carolina Jachinski	
DOI 10.22533/at.ed.2182003033	
CAPÍTULO 4	38
UTILIZAÇÃO DE SIG NA GESTÃO DOS IMPACTOS DA ÁGUA RESIDUAL DA ETE NO MUNICÍPIO DE CANDEIAS – BAHIA	
Gisa Maria Gomes de Barros Almeida. Helder Guimarães Aragão. Rodrigo Alves Santos.	
DOI 10.22533/at.ed.2182003034	
CAPÍTULO 5	47
AValiação DOS PARÂMETROS DE INSTABILIDADE GLOBAL EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS EM CONCRETO ARMADO COM INCLUSÃO DE NÚCLEOS RÍGIDOS	
Thadeu Ribas Lugarini Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti	
DOI 10.22533/at.ed.2182003035	

CAPÍTULO 6	58
APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS BIM NO ORÇAMENTO DE OBRA - ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO DASOS	
Susan Pessini Sato	
Leonardo Padoan dos Santos	
Bruno Pscheidt Cenovicz	
DOI 10.22533/at.ed.2182003036	
CAPÍTULO 7	69
LOW-COST SUNLIGHT CONCENTRATORS TO IMPROVE HEAT TRANSFER DURING WATER SOLAR DISINFECTION	
Bruno Ramos Brum	
Rossean Golin	
Zoraidy Marques de Lima	
Danila Soares Caixeta	
Eduardo Beraldo de Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.2182003037	
CAPÍTULO 8	81
ESTUDOCOMPARATIVOUSANDODIFERENTESRESINASPARADETERMINAÇÃO DE ISÓTOPOS DE TÓRIO	
Mychelle Munyck Linhares Rosa	
Maria Helena Tirollo Taddei	
Luan Teixeira Vieira Cheberle	
Paulo Sergio Cardoso da Silva	
Vera Akiko Maihara	
DOI 10.22533/at.ed.2182003038	
CAPÍTULO 9	88
DESENVOLVIMENTO EM LABORATÓRIO DE UM TUBO DE VENTURI ACOPLADO A UM RESERVATÓRIO PARA MEDIÇÃO DE PRESSÃO, VELOCIDADE E VAZÃO DE FLUIDOS	
Joilson Bentes da Silva filho	
Adalberto Gomes de Miranda	
José Costa de Macêdo Neto	
DOI 10.22533/at.ed.2182003039	
CAPÍTULO 10	96
PROPOSTADEDESIGNDOCOMPONENTETANQUEMODULARDECOMBUSTÍVEL PARA AERONAVE AS 350 ESQUILO	
Abilio Augusto Corrêa	
Daniel Brogini de Assis	
DOI 10.22533/at.ed.21820030310	
CAPÍTULO 11	107
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA MICROEMPRESA DE DOCES ARTESANAIS DA AMAZÔNIA UTILIZANDO O PDCA	
Karla Josiane de Lima Baia	
Rita de Cássia Ferreira Xavier	
Maria Beatriz Costa de Souza	
David Barbosa de Alencar	
DOI 10.22533/at.ed.21820030311	

CAPÍTULO 12	118
AUDITORIA INTERNA COMO PROVIMENTO À GESTÃO DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Phelippe Moura da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.21820030312	
CAPÍTULO 13	125
APLICAÇÕES DE REDES DE SENSORES SEM FIO	
Arthur M. Barbosa	
Paulo Fernandes da Silva Júnior	
Ewaldo Eder Carvalho Santana	
Marcos Erike Silva Santos	
Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira	
Pedro Carlos de Assis Júnior	
Marcelo da Silva Vieira	
Rodrigo César Fonseca da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.21820030313	
CAPÍTULO 14	145
A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FÉRREO “CAXIAS DO SUL – PORTO DO RIO GRANDE”: UM ESTUDO DE PERSPECTIVA ECONÔMICO-LOGÍSTICO NO ESCOAMENTO DE CARGAS	
Giovanni Luigi Ferreira Schiavon	
Helenton Carlos da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.21820030314	
CAPÍTULO 15	155
CONTROLE DE SISTEMAS LINEARES BASEADOS EM LMIS	
Ana Flávia de Sousa Freitas	
Amanda Viera da Silva	
Wallysonn Alves de Souza	
Rafael Pimenta Alves	
DOI 10.22533/at.ed.21820030315	
CAPÍTULO 16	162
APOIO À DECISÃO ASSOCIANDO A COMPOSIÇÃO PROBABILÍSTICA DE PREFERÊNCIAS AO MONTE CARLO AHP (CPP-MCAHP)	
Luiz Octávio Gavião	
Annibal Parracho Sant’Anna	
Gilson Brito Alves Lima	
Pauli Adriano de Almada Garcia	
Sergio Kostin	
DOI 10.22533/at.ed.21820030316	
CAPÍTULO 17	178
EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS ACERCA DA APLICABILIDADE DAS METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UMA ANÁLISE NOS PERIÓDICOS INDEXADOS PELA SCOPUS	
Lucas Capita Quarto	
Sônia Maria da Fonseca Souza	
Cristina de Fátima de Oliveira Brum Augusto de Souza	

Fabio Luiz Fully Teixeira
Fernanda Castro Manhães

DOI 10.22533/at.ed.21820030317

CAPÍTULO 18 192

PROJETO DE DESIGN DE MASCOTE PARA JOGO MOBILE

Cristina Trentini
Airam Teresa Zago Romcy Sausen
Paulo Sérgio Sausen
Maurício De Campos
Fabiane Volkmer Grossmann

DOI 10.22533/at.ed.21820030318

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 198

ÍNDICE REMISSIVO 199

ANÁLISE DE ÍONS DE CLORETO E SUA INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

Data de aceite: 27/02/2020

Data de Submissão: 05/02/2020

Ana Paula dos Santos Pereira

Instituto Militar de Engenharia - IME

Rio de Janeiro

<http://lattes.cnpq.br/5024073471657603>

Danielle Cristina dos Santos Lisboa

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior

Dom Bosco - UNDB

São Luís – Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/3350912872257730>

Lucas Nadler Rocha

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior

Dom Bosco - UNDB

São Luís – Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/8693441362635767>

Alberto Nunes Rangel

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Campinas – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/6250356382204655>

Claudemir Gomes de Santana

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior

Dom Bosco - UNDB

São Luís – Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/0005464426041071>

Renata Medeiros Lobo Müller

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior

Dom Bosco - UNDB

São Luís – Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/2366742124450336>

RESUMO: As estruturas de concreto presentes em zonas de alto índice de agressividade, como as zonas próximas ao litoral, são propícias ao ataque de agentes químicos agressivos, como é caso do ataque por íons de cloretos, resultando na corrosão da armação e posteriormente na degradação do concreto e na sua desagregação, tendo assim a funcionalidade da estrutura comprometida. Com a finalidade de estudar o comportamento do concreto no meio agressivo, a metodologia empregada foi o processo acelerado de envelhecimento de concreto, sendo o período máximo de 120 dias, e em paralelo a esse processo foram realizados testes de compressão axial nas idades de 7, 28, 60, 90 e 120 dias, como também, testes de cloretos, condutividade, sólidos totais dissolvidos e salinidade, todos no mesmo período. Mediante aos testes realizados, pode-se observar o efeito dos cloretos nas estruturas de concreto, mas incisivamente na armadura, já o concreto apresentou uma patologia que não foi levada muito em consideração, que é a eflorescência, e a sua atuação se tornou bem visível após o período de 60 dias.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto; Envelhecimento; Corrosão; Durabilidade

ANALYSIS OF CHLORIDE IONS AND ITS INFLUENCE ON THE AGING PROCESS OF

ABSTRACT: Concrete structures present in areas of high aggressiveness, such as areas near the coast, are prone to attacks by aggressive chemical agents, such as chloride ion attack, resulting in corrosion of the reinforcement and after in the concrete degradation and its breakdown, having so the structure functionality committed. In order to study the behavior of the concrete in the aggressive environment, the methodology used was the accelerated process of aging of the concrete, with a maximum period of 120 days, and parallel to this process axial compression tests were performed at the ages of 7, 28, 60, 90 and 120 days, as well as chloride, conductivity, total dissolved solids, salinity tests, all in the same period. Upon the tests, it is possible to observe the chlorides effect in the concrete structures, but pointedly in the reinforcement, whereas the concrete shown a pathology that was not taken into account, that is the efflorescence, and its acting became very visible after the period of 60 days.

KEYWORDS: Concrete; Aging; Corrosion; Durability.

1 | INTRODUÇÃO

O concreto possui um papel de grande importância na construção civil, pois o mesmo se encontra em quase todas as obras já realizadas pelo setor da construção civil, tais como fundações, obras de arte especiais, pontes, galerias, túneis, edifícios, dentre outros. Para Mehta e Monteiro (2008) o concreto encontra-se em segundo lugar dentre os materiais mais consumidos no mundo perdendo somente para a água.

Porém tem ocorrido um aumento significativo de manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado, sendo as mesmas associadas, principalmente, ao envelhecimento precoce estrutural devido ao processo de corrosão das armaduras. Barbosa et al. (2012) cita que o fenômeno da corrosão das armaduras de concreto armado é um dos mais frequentes fenômenos de deterioração destas estruturas, levando em consideração a estética e a segurança. Os principais sintomas que identificam a corrosão estrutural ocorrem a partir da perda de seção transversal das armaduras, do aumento da fissuração, na perda de aderência entre as barras de aço com o concreto e o desprendimento do concreto a partir da expansão das armaduras. A durabilidade do concreto é normalmente obtida através de ensaios acelerados em laboratório, caracterizados pela curta duração, e os mesmos nem sempre conseguem representar a situação real em que a estrutura se encontra. Inclusive, grande parte dos pesquisadores utilizam esses ensaios em laboratórios para simular a situação real, assim como estimar a durabilidade do concreto (HELENE, 1993).

Em decorrência desses fatores, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de estudar o comportamento de estruturas de concreto armado, por meio de teste acelerado de envelhecimento em solução de cloreto, a fim de buscar soluções para

garantir uma maior durabilidade do concreto em meio agressivo, como também a análise do cenário onde ocorre a troca química com o meio. Para avaliar a influência que os íons de cloreto possuem sobre o concreto foram realizados testes de pH, condutividade e sólidos totais dissolvidos.

2 | REFERÊNCIAL TÉORICO

2.1 Corrosão

Comim e Estacechen (2017) conceitua a corrosão como a capacidade de um material tem de se deteriorar, em matérias metálicos essa deterioração pode ocorrer de forma química ou eletroquímica do meio ambiente ou devido a não ocorrência de esforços mecânicos.

Segundo Aïtcin (2000) a corrosão é identificada como uma das principais causas de deterioração das estruturas de concreto armado, e a aplicação de métodos de recuperação e reparo traz a obra um grande custo de manutenção, trazendo assim uma grande atenção e preocupação para esse tipo de manifestação patológica. Para Mehta e Monteiro (2008) a corrosão da armadura do concreto constitui-se em um processo eletroquímico, que gera produtos de natureza expansiva, provocando tensões de tração das partes internas para sua superfície, acarretando no surgimento de fissurações, que posteriormente levam à perda de aderência entre a armação e o concreto e, conseqüentemente, diminuição da seção da armação.

2.1 Penetração de Íons de Cloreto

Os íons de cloreto no concreto simples não apresentam nenhum problema patológico, entretanto com o acréscimo da armadura estes podem provocar uma deterioração da mesma, e que influencia, principalmente, na resistência à tração e à flexão. Segundo Schneider (2005), as partículas de cloreto em contato com o concreto armado são capazes de superar a camada de concreto, mesmo em áreas alcalinas, e provocar a corrosão na armadura.

Os ataques dos íons de cloreto dependem do nível de concentração de cloretos, onde Husni (2003) afirma que este depende do pH do ambiente e do material, do teor de aluminato tricálcico (C_3A) no cimento e do teor de umidade do concreto. Husni (2003) cita que o valor do teor crítico de cloretos (expresso como cloretos totais ou solúveis em ácido) apresenta uma concentração crítica de 0,4 % em peso em relação ao teor de cimento no concreto.

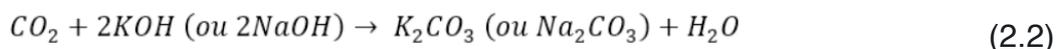
Estudos realizados por Wee (1999) mostram que a relação água/aglomerante tem um papel fundamental para a resistência a penetração de íons de cloreto, sendo está uma relação inversamente proporcional. Desta maneira quanto maior

for a relação água/aglomerante menor será a resistência do concreto à penetração de cloretos, e isto ocorre devido ao aumento da sua porosidade. Pereira (2002) constata que a relação água/aglomerante influencia em como os poros de concreto irão se agrupar podendo facilitar o deslocamento dos íons cloreto em seu arranjo.

2.2 Corrosão por carbonatação

O concreto que apresenta altos índices de pH dificulta a corrosão nas armaduras gerando uma maior vida útil. Husni (2003) enfatiza que a solução gerada nos poros do concreto, chegando ao pH superior a 12,5 proporciona uma camada protetora diminuindo substancialmente a velocidade de corrosão. Segundo Mehta e Monteiro (2008) o elevado índice de pH é alcançado devido à presença de hidratos de cálcio presentes na pasta de cimento Portland.

Esta alta taxa de alcalinidade é alcançada nos primeiros dias de confecção do concreto, onde o seu pH vai diminuindo devido a vários fatores gerados pelo ambiente que em que é exposto. Bakker (1988, apud SANTOS 2014, p.39) expressa quimicamente de forma simplificada a reação de carbonatação ocorridas no cálcio, potássio e sódio, como mostram as equações em (2.1) e (2.2).



Andrade (2001) explica que este processo ocorre de maneira natural no concreto, porém, com baixa velocidade de propagação. Husni (2003) ainda destaca que o aumento da acidez do concreto pode ser expresso por uma função matemática onde a velocidade de propagação da acidez no concreto é proporcional à raiz quadrada do tempo em anos. Este processo de carbonatação tem ainda maior destaque em concretos de baixa qualidade e em ambientes que apresentam uma taxa de umidade variando entre 50 a 70%.

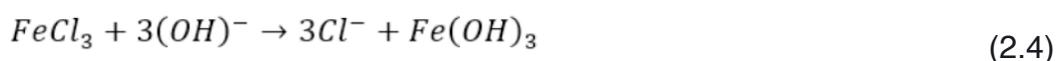
2.3 Corrosão por cloretos

A presença de cloretos no concreto armado pode ocorrer em dois momentos distintos. O primeiro deles é durante a sua confecção utilizando aditivos, sendo os principais aqueles que aceleram a pega, nos quais apresentam na sua constituição ou são diluídos em meio aquoso que apresente elevadas concentração de cloretos dissolvidos. Mehta e Monteiro (2008) relatam que a concentração limite de cloretos para iniciar a corrosão varia entre 0,6 a 0,9 kg por m³ de concreto.

Os cloretos também podem ser encontrados no ambiente natural em que a estrutura de concreto armado será instalada, podendo ser ambientes industriais e

marinhos.

O concreto sendo exposto ao ambiente com elevado índices de íons de cloreto, mesmo tendo um pH extremamente básico ($\text{pH} > 12,5$), ainda sofrerá corrosão. Segundo Wee et al. (2000, apud SANTOS, 2014), a corrosão proveniente por cloretos é um dos principais fatores de deterioração da estrutura do concreto, os íons de cloreto atuam mesmo quando a alcalinidade é elevada e não são consumidos ao longo da corrosão. Deste modo é possível constatar que mesmo com baixas concentrações de íons de cloreto livres no concreto chega-se a altas taxas de corrosão. Santos (2014) expressa as equações reduzidas dos cloretos conforme (2.3) e (2.4).



O cloreto funciona como um catalisador na reação de formação do hidróxido de ferro, onde este não é consumido em nenhum momento na reação e continua o ciclo de corrosão. O mesmo autor explica que a formação do óxido expansivo gera o aparecimento de microfissuras que facilitam o ingresso dos agentes agressivos no concreto, e com a expansão da armadura devido à formação do hidróxido de ferro onde este gera o desprendimento desta.

2.4 Mecanismos de proteção das armaduras

Para Gentil (2012), existe a necessidade de analisar os mecanismos envolvidos no processo corrosivo, com o intuito de apresentar um melhor controle efetivo para combater a corrosão. Este controle ocorre a partir de um estudo minucioso das variáveis que estão diretamente ligadas com o tipo de material metálico, sua aplicação e o cenário que este se encontra, facilitando assim a escolha do melhor material e do método de aplicação para a proteção da estrutura.

Andrade (1992) subdivide os métodos de proteção contra as patologias em dois grupos: os que atuam sobre o aço e os que atuam no concreto que estão expressos no Quadro 1.

Proteção de armaduras					
Características	Métodos que atuam sobre o aço			métodos que atuam sobre o concreto	
Tipo de método	Proteção catódica	Cobrimentos metálicos (galvanização)	Pinturas epóxis	Aditivos inibidores de corrosão	Pinturas epóxis, cera, etc.
Campo de aplicação	Qualquer	Ataques por água do mar, carbonatação	Qualquer	Ataque por cloretos adicionados durante o amassamento, carbonatação.	Qualquer
Vantagens	Único método eficaz em corrosão já iniciada	Facilidade de operação, Custo relativo, Sem manutenção	Sem manutenção, Eficaz contra corrosão por pite	Sem manutenção, Fácil aplicação, Custo relativo	Protegem ao mesmo tempo o concreto
	Pessoal qualificado	Deterioração locais por manipulação e transporte.	Custo elevado	Uso de quantidade ótima	Custo relativo
Inconvenientes	Controle contínuo	Ineficiente na proteção contra a corrosão por pite causada por cloretos	Colocação na obra	Regiões com diferentes suscetibilidade à corrosão	Necessidade de manutenção
			Baixa aderência entre o produto e a barra de aço		Retenção de água nos poros, favorece a corrosão.

Quadro 1– Métodos complementares de proteção das armaduras.

Fonte: Andrade (1992, p.44)

Outro modelo proposto de divisão para sistemas de proteção de armaduras é o desenvolvido por Figueiredo e Meira (2013), que se caracteriza por quatro métodos distintos de aplicação: Técnicas eletroquímicas, revestimento, armaduras especiais e inibidores de corrosão.

3 | METODOLOGIA

Foram realizados estudos do comportamento das estruturas de concreto, tendo como objetivo a avaliação dos cloretos como agente químico fundamental nos mecanismos de deterioração das estruturas, como também classificado os meios de acordo com a agressividade que os mesmos apresentam. Para compreensão dos cenários, foram verificadas as seguintes variáveis, como: dosagem do concreto (traço), a relação água/cimento, condições de cura e as ações do meio que influenciará na durabilidade.

Para elaboração dos corpos de prova foi utilizado cimento CP IV - 32 da marca Nassau, o agregado miúdo foi de areia lavada, a qual possuía a presença de materiais orgânicos como folhas e gravetos, tendo que ser peneirada e posterior determinando o percentual de umidade; para o agregado graúdo, foi utilizado brita 0 (12mm); assim como água potável fornecida pela rede pública de abastecimento.

Os insumos listados foram utilizados, para obtenção de um concreto com 25 MPa de resistência, fator água/cimento de 0,55 e com um traço de 1:2:3. Os materiais foram misturados com o auxílio de uma betoneira, marca CSM e modelo CS 130L, de eixo inclinado até que a perfeita homogeneização dos constituintes

fosse alcançada. Como se trata de uma investigação da atuação dos cloretos nas estruturas de concreto, os corpos de prova possuíam uma armação constituído por vergalhão de 6,3mm (1/4”), a qual foi posicionada no centro do cilindro, com o auxílio de um espaçador (conhecido como “bolacha”) de concreto, com dimensões de 5x5x7cm³ moldadas em um gabarito de compensado, onde a ferragem foi fixada no centro da bolacha com 2cm de penetração. Foram utilizadas duas caixas d’água de polietileno com capacidade para 150 L, marca Fortlev, que funcionou como recipiente para o armazenamento da solução e dos corpos de prova durante o processo de envelhecimento do concreto. Em uma das caixas, foi utilizada uma solução de cloretos a 4,5% m/v, sendo esse um valor médio de cloretos encontrado na água do mar na maior parte do litoral brasileiro, e na outra caixa foi utilizada com água potável fornecida pela rede pública.

Foram confeccionados 30 unidades de corpos de prova cilíndrico nas dimensões de 100x200mm, sendo que após 24 horas da confecção, 15 desses corpos foram submetidos a uma cura por via úmida, de acordo com a NBR 9479:2006, com a presença de cloreto de sódio na solução e os outros 15 corpos de prova foram submetidos ao mesmo processo, sendo que a solução é neutra, sem cloreto. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão axial aos 7, 28, 60, 90 e 120 dias de idade. Com 24hs de antecedência ao ensaio, os corpos de prova foram retirados de seus devidos recipientes. Para cada idade do ensaio, foram utilizados três corpos de prova, para que o ensaio de compressão axial fosse realizado de acordo com a NBR 5739:2018.

Para uma melhor compreensão da teoria abordada na pesquisa, fez-se necessário o uso de alguns ensaios para mensurar e mostrar, de forma mais clara, os fenômenos que ocorreram nos cenários analisados, com foco em zonas costeiras. Como a pesquisa tem um enfoque na questão da durabilidade e funcionalidade da estrutura, foram realizados alguns testes de forma direta aos corpos-de-prova como: envelhecimento acelerado e compressão axial. Já para um melhor entendimento do meio em que as estruturas de concreto estavam inseridas, priorizou-se pela realização de testes de cloretos e salinidade das soluções, sendo estes realizados com o auxílio de um medidor portátil de EC/TDS/NaCl/°C, a prova de água, com gama automática e microprocessador da marca Hanna modelo HI 9835.

4 | RESULTADOS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram simulados alguns cenários para avaliar o processo de envelhecimento acelerado do concreto. Para avaliação dos cenários, vários testes foram realizados, a fim de gerar dados capazes de subsidiar a interpretação dos fenômenos observados.

Com base nos testes realizados, foram possíveis coletar alguns dados dos cenários que foram realizados nesta pesquisa. Logo abaixo serão apresentados e discutidos os resultados de cada teste de acordo com cada categoria de forma separada. Para cada ensaio foram mostrados os valores e as suas alterações em função dos períodos de exposições das amostras. Para os testes que foram realizados nas soluções, as alterações foram medidas a partir de uma solução inicial neutra (sem cloreto) e outra solução com concentração de 4,5% m/v de NaCl, com as seguintes características:

Testes	Solução Neutra	Solução com 4,5% m/v de NaCl
Salinidade (%)	0,6	20,9
Condutividade (mS)	0,24	9,89
Sólidos (TDS)	0,12	5,03
pH	7	7
Cloretos (mg/L)	67,36	2322

Tabela 1 - Características das soluções iniciais da câmara úmida

Fonte: Elaborado pelo autor

Os ensaios observados foram divididos em dois cenários, cenário 1 atribuído para solução neutra e cenário 2 para solução salina. Sendo assim são apresentados na Tabela 2 os resultados obtidos na análise de salinidade e cloretos, bem como o resultado do ensaio de compressão.

		Ensaio realizado				
Condições	Ensaio	Período de exposição				
		7 dias	28 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Cenário 1	Salinidade (%)	5,3	6	7,2	4,1	2,7
Cenário 2		24	27	29,3	26,3	24
Cenário 1	Cloreto (mg/L)	53,18	53,18	53,18	60,27	60,27
Cenário 2		16.963	17.601	17.388	17.725	17.211
Cenário 1	Compressão axial (Mpa)	22,79	27,25	37,1	33,52	28,83
Cenário 2		21,02	21,88	29,66	22,66	21,41

Tabela 2 – Ensaio analisado e parâmetros observados

Fonte: Elaborado pelo autor

a) Teste de Salinidade

Para os dois cenários, observou-se uma alteração crescente da salinidade até o período de 60 dias, isso pode ser explicado através do “amadurecimento” do concreto, que seria a finalização das reações do cimento, que pode ser evidenciado na liberação de sais para o meio, para que o equilíbrio da solução fosse alcançado mediante a disponibilidade dos trocadores iônicos.

Com a remoção dos 60% dos corpos de prova, houve um desequilíbrio na solução, de tal forma que favoreceu inversão do fluxo iônico que tinha se estabelecido inicialmente, já que os corpos de prova, após a finalização de suas reações, tornaram-se elementos receptores dos sais disponíveis em solução, trazendo assim uma redução no valor da salinidade como pode ser observado na tabela 2, nos períodos de 90 e 120 dias. O volume de solução se manteve constante, porém as disponibilidades dos trocadores iônicos mediante a presença de corpos de prova foram reduzidos, e a grande formação de carbonatos ocasionou uma diminuição na disponibilidade de sais na solução, reduzindo assim seus valores.

b) Teste de Cloretos

Na condição que os corpos de prova foram submetidos em solução neutra e salina, não houve variação significativa da quantidade de cloretos, mesmo sendo constatado um comportamento crescente ao longo dos dias desses ensaios. Em relação a cenário 2, pode-se observar que os cloretos existentes favoreceram a corrosão da armadura, no qual não foi detectado no cenário 1. A presença da película de passivação, não é suficiente para impedir que a corrosão por íons de cloreto ocorra, pois os íons de cloreto atuam diretamente na destruição da película independente que qual pH o meio esteja. Já quando os íons estiverem presentes na camada do concreto, podem diminuir a resistividade do mesmo, já que o cloreto facilmente absorve umidade, favorecendo a corrosão da armadura (RIBEIRO, D.V et al, 2013), como pode ser observado na Figura 1.

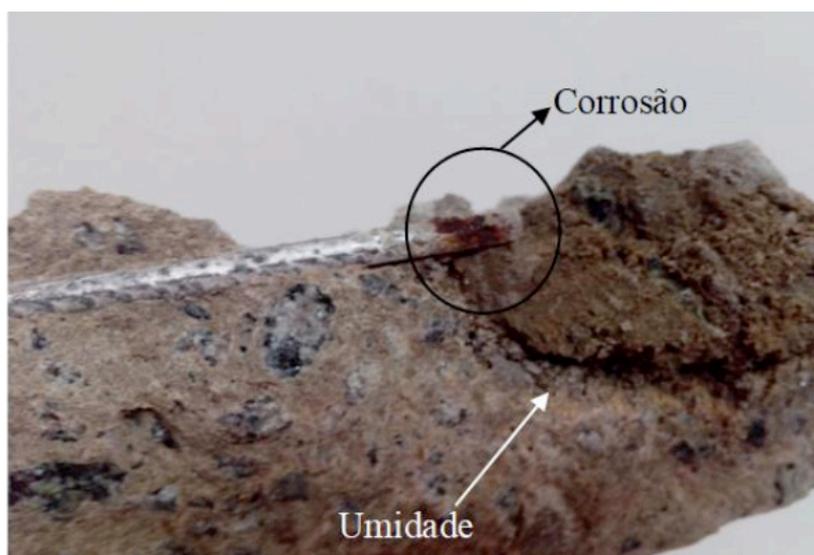


Figura 1- Parte Interna do CP

Fonte: Elaborado pelo autor

c) Resistencia a Compressão

Para os cenários 1 e 2, observou-se uma alteração significativa crescente

de resistência até no período de 60 dias e posteriormente uma queda no valor da resistência. Isso se deve ao efeito da eflorescência no concreto. Esse fenômeno constitui-se pelo acúmulo de cristais salinos na superfície do concreto, sendo os mesmos de característica pulverulentas ou insolúveis em água, como pode ser visto na Figura 2 e em grande parte é um fenômeno visível, mas em outros casos pode ocorrer somente no interior da estrutura, onde o mesmo traz danos no aspecto visual e mecânico do concreto. Observa-se também que o cenário 2, constatou-se menores resistências, devido a solução alcalina que evidenciou o efeito da eflorescência.



Figura 2 - Efeito da eflorescência nos corpos de prova

Fonte: Elaborado pelo autor

A eflorescência é o resultado da dissolução dos sais presentes na estrutura, mediante as contaminações externas e a água atua como o agente de transporte desses sais através dos poros do concreto, logo, o acúmulo de concentração dos sais na solução leva ao processo de cristalização ou formação de precipitado na solução (UEMOTO, 1988). Quando a eflorescência ocorre no interior da estrutura, a mesma é classificada com subeflorescência, pois a cristalização dos sais ocorre na rede de poros do concreto, produzindo assim esforços mecânicos não previstos, comprometendo a resistência mecânica e conseqüentemente a durabilidade da peça (MENEZES, 2006).

5 | CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo estudar o comportamento das estruturas de concreto armado, por meio do teste acelerado de envelhecimento em solução de cloreto, a fim avaliar os cenários de exposição das estruturas de concreto, onde ocorre a troca química com o meio. Foram elaborados 30 corpos de prova armados, e submetidos a cura por via úmida, sendo 15 em solução neutra e os demais em solução salina.

Após a avaliação dos resultados foi possível observar as relações de equilíbrio dos sais e suas influências nas estruturas. Sendo assim também foi possível verificar que a durabilidade das estruturas de concreto está intrinsicamente ligada com a qualidade do projeto e especificações técnicas das estruturas, pois nessa etapa requer um maior empenho dos profissionais, para que custos futuros de reparos e manutenção sejam minimizados. Constatou-se que a agressividade do meio, a falta de controle na escolha dos materiais, elaboração do traço e execução, entre outros fatores, podem acarretar em um acúmulo de variáveis que possibilita a degradação dos corpos de concreto ao longo do tempo, sendo que a corrosão da armadura de concreto é um dos fatores de maior impacto na redução da durabilidade do concreto.

Os principais agentes da corrosão da armadura do concreto são os íons de cloreto e o CO_2 , onde o primeiro contribui na redução da resistência do corpo de concreto mediante a agressividade do meio, enquanto o outro contribui na redução do pH, o que acarreta a redução da camada passivadora da armadura. Sendo que um dos principais fatores que aceleram o processo da corrosão da estrutura são o recobrimento e a qualidade do concreto.

Portanto, os sistemas estudados são fortemente influenciados pela presença de sais, mediante ao fenômeno de eflorescência dos corpos de prova, que após a cristalização desses sais na rede de poros, contribuíram para perda de resistência mecânica, como foi analisada ao fim do período de 120 dias de estudo. A variação dos sais dissolvidos também pôde ser considerada como determinantes nas propriedades químicas, físicas e mecânicas das estruturas de concreto, principalmente com o surgimento de pontos de corrosão na parte metálica da armação do concreto.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o suporte à agência de fomento CAPES que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT -ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**. Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.**NBR 9479**.Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos-de-prova de argamassa e concreto. Rio de Janeiro, 2006.

ANDRADE, Jairo Jose de Oliveira. O. **Contribuição a Previsão da Vida Útil das Estruturas de Concreto Armado Atacadadas pela Corrosão de Armaduras: Iniciação por Cloretos**. Porto Alegre, 2001. 256 p. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, PPGEC / UFRGS.

AÏTCIN, P.C. **Concreto de Alto Desempenho**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2000. 667p

BARBOSA, F. R.; CARVALHO, J.R.; COSTA e SILVA, A.J.; FRANCO, A.P.G.; MOTA, J.M.F. **Corrosão de armadura em estruturas de concreto armado devido ao ataque de íons cloreto**. 54º Congresso Brasileiro do Concreto. Maceió, 2012.

COMIM, K.W; ESTACECHEN, T.A.C. **Causas e alternativas de reparo da corrosão em armaduras para concreto armado**. Revista Construído Belo Horizonte, v. 9, Ed. Esp. de Patologia, p. 36 – 47, Jul – dez., 2017.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 6ª Edição Reimpresso. Rio de Janeiro: LTC, 2012, p. 360.

HELENE, P.R.L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. 1993. 271f. Tese (Livre Docência em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, São Paulo, 1993.

HUSNI, RAUL et. al Acciones **sobre las estructuras de hormigón**. Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón. São Paulo: Editores Paulo Helene e Fernanda Pereira, 2003.p. 39-108

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Pini, 2008.

MENEZES, R. R.; H. S. Ferreira; G. A. Neves; H. C. Ferreira. **Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção** – revisão. Revista Cerâmica, São Paulo, v.52, n.321, 2006.

PEREIRA G. A., DAL MOLIN D. C. C. **Avaliação da penetração acelerada de íons cloreto em concretos confeccionados com diferentes tipos de cimento, relação a/c, temperatura e tempo de cura**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., Foz do Iguaçu – PR. Anais... Foz do Iguaçu, 2002. p. 1211 – 1219.

RIBEIRO, D. V.; SALES, A.; SOUZA, C. A. C.; ALMEIDA, F. C. R.; CUNHA, M. P. T.; LOURENCO, M. Z.; HELENE, P. R. L. **Efeitos da ação do meio ambiente sobre as estruturas de concreto**. Cap.4, In: Daniel Vêras Ribeiro. (Org.). Corrosão em estruturas de concreto armado: Teoria, Controle e Métodos de Análise. 1ed.Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2013, v. 1, p. 51-72.

SANTOS, Ana Paula. **Análise de íons de cloreto e sua influência no processo de envelhecimento de estruturas de concreto**. 2014. 75 f. Trabalho de conclusão de curso – Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB. São Luís. 2014.

SCHNEIDER, J. A. **Penetração de cloretos em concretos com Escória de Alto Forno e Ativador Químico Submetidos a diferentes Períodos de cura**. 2005. p. 155. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2005

UEMOTO, K. L. **Patologia**: danos causados por eflorescência. Tecnologia de Edificações, São Paulo. PINI/ IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT. 1988. p. 561-64.

WEE T. H. et al. **Influence of aggregate fraction in mixo n reliability of the rapid chloride permeability test**. Cement & Concrete Composites, USA : Elsevier Science, v.21, n.1, 1999. P 59-72.

ÍNDICE REMISSIVO

A

AHP estocástico 162

Aluminized tetra pak package 69

Análise 1, 2, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20, 24, 25, 26, 27, 29, 37, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 56, 57, 64, 81, 102, 109, 110, 113, 118, 122, 123, 134, 155, 156, 160, 162, 163, 173, 177, 178, 181, 182, 183, 185, 189, 190, 191, 193

Auditoria 118, 119, 121, 122, 123, 124

Auditoria interna da qualidade 118, 119, 121

B

Bim 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68

Bipartição do tanque 96

C

Campo de deformação 1, 8, 9, 10

Campo de tensão 1, 10

Carro de competição 126, 134, 141

Colunas manométricas 88, 93, 94

Comparação 49, 55, 58, 61, 64, 65, 105, 132, 148, 149, 164, 171, 174, 193

Concreto 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 37, 47, 48, 49, 52, 56, 57, 62

Contaminação de combustível 96, 97

Controle de sistemas lineares 155, 160

Corrosão 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 101

Cpp-mcahp 162, 163, 165, 166, 168, 174

D

Dados geoespaciais 38, 40

Desigualdades matriciais lineares 155, 156

Desvios de trinca 1

Drinking water 69, 70, 78, 79, 80, 86

Durabilidade 13, 14, 15, 18, 19, 22, 23

E

Edifícios de concreto armado 47, 57

Efluente 38, 39, 43, 44

Eletrodeposição 81

Envelhecimento 13, 14, 19, 22, 24

Equação de bernoulli 88, 90, 93, 95

Escherichia coli 69, 70, 71, 72, 79

Estruturas metálicas 5, 26, 32, 33, 37

Ete 38, 39, 40, 43, 44, 45

F

Fabricação artesanal 107

Foil from beverage can 69

G

Gerenciamento da produção 107

I

Instabilidade global 47, 56

Isótopos de tório 81

J

Juntas soldadas dissimilares 1, 2

L

Lmis 155

M

Microprecipitação 81

Mirror 69, 71, 72, 74, 77, 78

Monte carlo 162, 163, 164, 168, 175, 176, 177

N

Núcleos rígidos 47, 49, 51, 55, 56

O

Orçamento 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 198

Otimização de processos 107

P

Pseudomonas aeruginosa 69, 70, 71, 72, 79, 101

Q

Qgis 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45

Qualidade 16, 23, 39, 40, 41, 45, 67, 108, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 146, 181, 182, 186

Qualidade ambiental urbana 125, 126

Quantitativos 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 184

R

Redes de sensores sem fio 125, 126, 127, 143

Reforço estrutural 25, 26, 27, 29, 32, 37, 99

S

Sig 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 197

Sistema bola-viga 155, 156, 158, 160

Sodis 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

Subabastecimento 96, 97

T

Tubo de venturi 88, 92, 93, 95

 **Atena**
Editora

2 0 2 0