



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

2

Atena
Editora
Ano 2020



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

2

Atena
Editora

Ano 2020

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: Camila Alves de Cremo

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de 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

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
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 Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A642	<p>A aplicação do conhecimento científico na engenharia civil 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-170-1 DOI 10.22533/at.ed.701200907</p> <p>1. Engenharia civil – Pesquisa – Brasil. 2. Construção civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.</p> <p style="text-align: right;">CDD 338.4769</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil 2” contempla vinte e três capítulos com pesquisas relacionadas a temas da engenharia civil.

O desenvolvimento de novos materiais e a utilização de novas tecnologias na sua composição permitem um grande avanço na área, gerando alternativas de execução e muitas vezes evitando patologias nas edificações.

O estudo sobre o comportamento de materiais utilizados na construção civil permite o aperfeiçoamento de sistemas construtivos já existentes e proporciona uma otimização na execução de projetos.

O livro aborda também artigos que avaliam desempenho de solos, seu comportamento junto a estruturas de edificações e obras de pavimentação.

Esperamos que esta obra proporcione uma leitura agradável e contribua para a geração de novas pesquisas na área da engenharia civil, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADERÊNCIA DO CHAPISCO COM ADIÇÃO DE CAL	
André Miranda dos Santos Ângelo Just da Costa e Silva João Manoel de Freitas Mota	
DOI 10.22533/at.ed.7012009071	
CAPÍTULO 2	13
AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO CAPILAR EM ARGAMASSAS ESTABILIZADAS DE REVESTIMENTOS SUBSTITUINDO AGREGADOS NATURAIS POR AGREGADOS ARTIFICIAIS	
Valéria Costa de Oliveira Emílio Gabriel Freire dos Santos Leandro de Souza Carvalho Rafael Alves de Oliveira Fernanda dos Santos Gentil Ieda Maria Fagundes Zanolla	
DOI 10.22533/at.ed.7012009072	
CAPÍTULO 3	30
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO PIGMENTO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E TRAÇÃO DE CONCRETOS DE ALTO DESEMPENHO	
Amanda Vieira Noletto Dalmo Gabriel da Silva Santana Beatriz Santos Neri Maria Carolina de Paula Estevam D'Oliveira Salmo Moreira Sidel	
DOI 10.22533/at.ed.7012009073	
CAPÍTULO 4	38
AVALIAÇÃO DO ATAQUE DE ÍONS CLORETO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO, CONTENDO OU NÃO ADIÇÕES MINERAIS	
Rayssa Valéria da Silva Fuad Carlos Zarzar Júnior José Wertson Gonçalo Pereira Gênova Gabriela Oliveira de Paula Rocha Leonardo José Silva do Vale João Gabriel Souza dos Reis Igor Albuquerque da Rosa Teixeira Pedro Daltro Macedo de Alencar José Flávio Batista Vilela Carlos Fernando Gomes do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.7012009074	
CAPÍTULO 5	51
AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE METACAULIM NO CONCRETO FRENTE À PENETRAÇÃO DE ÍONS CLORETO	
Jefferson Thales Siqueira Gomes Emerson José da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.7012009075	

CAPÍTULO 6	68
COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CELULOSE: UMA REVISÃO	
Marllon Victor Soares Cabral Humberto Mycael Mota Santos	
DOI 10.22533/at.ed.7012009076	
CAPÍTULO 7	81
EFEITO DA SÍLICA ATIVA EM SUSPENSÃO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO	
Albert Luiz Follmann Bruno Teles Cordeiro Fernando Pelisser Artur Spat Ruviano	
DOI 10.22533/at.ed.7012009077	
CAPÍTULO 8	95
ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE UM CONCRETO COM 20MPA NO ESTADO FRESCO, MISTURADO À MÃO E NA BETONEIRA, COM E SEM A SUBSTITUIÇÃO DA AREIA NATURAL POR AREIA BRITADA	
Gabriel Rigaud Figueirôa Lyra Anderson José Silva André Vinícius Melo Couto André William Barbosa Brito Sócrates Ildfonso Farias da Silva Simone Perruci Galvão	
DOI 10.22533/at.ed.7012009078	
CAPÍTULO 9	105
INFLUÊNCIA DO PROCEDIMENTO DE MISTURA DOS ADITIVOS NAS PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS ESTABILIZADAS	
Juliana Pippi Antoniazzi Luciano Vargas Vaz Gihad Mohamad Raquel Petry Brondani Schmidt Bernardete Trindade	
DOI 10.22533/at.ed.7012009079	
CAPÍTULO 10	114
VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE DETERGENTE DOMÉSTICO COMO ADITIVO PLASTIFICANTE EM ARGAMASSA CIMENTÍCEA	
Jessica Maria de Oliveira Galeno Ataídes Oliveira Galvão Junior Marcos Vinícios Aguiar Mohana Mylena Veras Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.70120090710	
CAPÍTULO 11	128
AVALIAÇÃO DO ATRITO DE INTERFACE ENTRE BLOCOS DE EPS E DIFERENTE SOLOS E GEOSSINTÉTICOS ATRAVÉS DO CISALHAMENTO DIRETO	
Arthur Ivo Zuquim	
DOI 10.22533/at.ed.70120090711	

CAPÍTULO 12	143
CONTRIBUIÇÃO DA RIGIDEZ TORSIONAL DE VIGAS NO CÁLCULO DE MOMENTOS FLETORES EM LAJES MACIÇAS DE CONCRETO ARMADO	
Jonas Pereira Falcão Francisco dos Santos Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.70120090712	
CAPÍTULO 13	159
DETERMINAÇÃO DA RIGIDEZ EXPERIMENTAL DE VIGOTA TRELIÇADA OBJETIVANDO O DIMENSIONAMENTO DE ESCORAS DE LAJES	
Rebeca Alexandra de Moraes Candido Tiago Duarte de Lima Adão Marques Batista	
DOI 10.22533/at.ed.70120090713	
CAPÍTULO 14	170
EFEITOS DA TEMPERATURA NAS DEFORMAÇÕES POR FLUÊNCIA DO CONCRETO	
Edmilson Lira Madureira Brenda Vieira Costa Fontes Juliana Caroline Neves de Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.70120090714	
CAPÍTULO 15	186
ESTABILIDADE ELÁSTICA EM PILARES METÁLICOS SUBMETIDOS À ATUAÇÃO CONJUNTA DO CARREGAMENTO VERTICAL E DO VENTO	
Wesley Imperiano Gomes de Melo Normando Perazzo Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.70120090715	
CAPÍTULO 16	205
INFLUÊNCIA DO GRAUTE NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS	
Rafael Azevedo Lino Orieta Soto Izquierdo Indara Soto Izquierdo Márcio Roberto Silva Corrêa	
DOI 10.22533/at.ed.70120090716	
CAPÍTULO 17	222
INSPEÇÃO PRELIMINAR E MONITORAMENTO DE EDIFICAÇÃO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA	
Matheus Nunes Reis Jorge Antonio da Cunha Oliveira Jocinez Nogueira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.70120090717	
CAPÍTULO 18	237
O CÁLCULO CORRETO DOS EFEITOS DE SEGUNDA ORDEM EM ESTRUTURAS DE EDIFÍCIO DE CONCRETO ARMADO	
Antonio Oscar Cavalcanti da Fonte Felipe Luna Freire da Fonte Ennes do Rio Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.70120090718	

CAPÍTULO 19	251
REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COM PRF: UM ESTUDO DE CASO	
Elisson Bilheiro Ferreira Filho	
Ruan Richelly Santos	
Letícia Ikeda Castrillon Fernandez	
Diôgo Silva de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.70120090719	
CAPÍTULO 20	270
CAPACIDADE DE ANCORAGEM DE CONECTORES COM CABEÇA EM CONEXÕES VIGA-PILAR DE CONCRETO ARMADO	
Nataniel Wontoon Barbosa Lima	
Ana Paula Bona Barros Medeiros	
Guilherme Oití Berbert-Born	
João Gabriel Pacheco Monteiro	
Marcos Honorato de Oliveira	
Maurício Ferreira de Pina	
DOI 10.22533/at.ed.70120090720	
CAPÍTULO 21	285
ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO AUTOADENSÁVEL REFORÇADO COM FIBRAS ADOTANDO O MÉTODO DO EMPACOTAMENTO COMPRESSÍVEL (MEC)	
Matheus Galvão Cardoso	
Rodrigo de Melo Lameiras	
DOI 10.22533/at.ed.70120090721	
CAPÍTULO 22	301
IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS	
Tauhana Eineck	
Diogo Rodrigues	
Patrícia Dalla Lana Michel	
DOI 10.22533/at.ed.70120090722	
CAPÍTULO 23	305
UMA ABORDAGEM SOBRE A CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS LATERÍTICOS APLICADOS À PAVIMENTAÇÃO	
Lettycia Pinheiro da Silva	
Lázaro Fernandes Pereira	
Beatriz Almeida Nascimento	
Lívia Ramos Lima	
Roseli Oliveira Guedes Martins	
DOI 10.22533/at.ed.70120090723	
SOBRE OS ORGANIZADORES	307
ÍNDICE REMISSIVO	308

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO PIGMENTO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E TRAÇÃO DE CONCRETOS DE ALTO DESEMPENHO

Data de aceite: 01/06/2020

Data de submissão: 03/04/2020

Amanda Vieira Noletto

Engenheira Civil, Universidade Federal do
Tocantins
Palmas –TO

<http://lattes.cnpq.br/6029683245917745>

Dalmo Gabriel da Silva Santana

Engenheiro Civil, Universidade Federal do
Tocantins
Palmas –TO

<http://lattes.cnpq.br/1983133183574035>

Beatriz Santos Neri

Graduanda em Engenharia Civil, Universidade
Federal do Tocantins
Palmas –TO

<http://lattes.cnpq.br/9822790469427117>

Maria Carolina de Paula Estevam D’Oliveira

Engenheira Civil, Professora MSc., Universidade
Federal do Tocantins
Palmas –TO

<http://lattes.cnpq.br/9241005327668658>

Salmo Moreira Sidel

Professor Doutor da Universidade Federal do
Tocantins
Palmas –TO

<http://lattes.cnpq.br/3368157237078950>

RESUMO: O crescente uso do concreto nas construções civis desperta no mercado a necessidade do desenvolvimento de diferentes tipos e de novas aplicações deste material. Das possibilidades de aplicabilidade se encontram o concreto colorido e o concreto de alto desempenho (CAD). O concreto de alto desempenho tem por principal característica as suas propriedades de resistência e durabilidade, que são superiores às dos concretos convencionais. O CAD chega a atingir resistências superiores a 50 MPA, podendo encontrar valores de até 100 MPA. Já o concreto colorido tem encontrado na arquitetura uma frequente alternativa ao seu uso em projetos, que o emprega em elementos estruturais como em placas pré-moldadas, e também em elementos não estruturais, como para estruturas de fins meramente decorativos. Nesta pesquisa desenvolveu-se um concreto de alto desempenho com adição de pigmentos, a fim de estudar a influência desta adição no comportamento mecânico do material. A análise experimental compreendeu no estudo das resistências à compressão e tração na flexão em duas cores diferentes de pigmento, na cor verde a base de óxido de cromo e na cor vermelha a base de óxido de ferro, ambos, pigmentos inorgânicos. Ao traço

utilizado como referência foram adicionados os pigmentos com bases nas especificações de seus fabricantes, esperando-se encontrar um concreto colorido de alto desempenho que mantivesse as mesmas características de um CAD comum.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto de alto desempenho; Colorido; Arquitetura.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF PIGMENT ADDITION ON RESISTANCE TO COMPRESSION AND TRACTION OF HIGH PERFORMANCE CONCRETES

ABSTRACT: The growing use of concrete in civilian buildings has aroused to the market the need to develop different types and new applications of this material. This possibility of applicability are colored concrete and high performance concrete (HPC). High performance concrete is characterized by its resistance and durability properties, which are superior to those of conventional concretes. The HPC reaches resistances higher than 50 MPA, being able to find values of up to 100 MPA. The colored concrete has found in architecture a frequent alternative to its use in projects, which uses it in structural elements as in precast plates, as well as in non-structural elements, as for merely decorative structures. In this research was developed a high- performance concrete with addition of pigments in order to study the influence of this addition on the mechanical behavior of the material. The experimental analysis consist the study of the tensile strength and flexural tensile strength in two different pigment colors, the green color based on chromium oxide and the red color based on iron oxide, both inorganic pigments. To the trace used as reference were added the pigments with bases in the specifications of their manufacturers, hoping to find a high-performance colored concrete that maintained the same characteristics of a common CAD.

KEYWORDS: High performance concrete; Colorful; Architecture.

1 | INTRODUÇÃO

Os chamados concretos de alto desempenho (CAD) vêm ampliando seu mercado no Brasil. A necessidade de concretos com resistências maiores do que as usuais (de 40 à 50 MPa) têm se propalado nos últimos anos. O concreto colorido de alto desempenho busca não tão somente garantir propriedades mecânicas excelentes, mas satisfazer as necessidades arquitetônicas do concreto como elemento estético. Esse concreto especial é aplicado em diversos tipos de construções, pisos, elementos decorativos, monumentos, fachadas de edifícios, pontes, e pré-moldados, além de dispensar a utilização de revestimentos.

As dificuldades apresentadas por um concreto dosado em central e aplicado em uma estrutura capaz de garantir os resultados obtidos em laboratório é um desafio que motiva pesquisadores e estudiosos a explorarem as resistências dos concretos. Alinhando a esse fator, à influência do custo da adição de cor (pigmento), blocos coloridos utilizados em pavimentações podem chegar a ser de 20% a 30% mais caros que os tradicionais

(NAKARUMA, 2003). Por conta do aumento de custos, a utilização de corantes é melhor justificada para edificações e outras construções que apresentem maior valor agregado, visto que a aplicação é proporcional ao volume de concreto utilizado. Analogamente, o CAD também é indicado para adição de corantes por conta de seu valor agregado, assim como sua estabilidade e maior resistência à ação de agentes externos.

Outra característica do CAD que torna justificável a sua utilização ao tratar de concreto colorido é o fato de que, quanto maior a resistência do concreto, menores são as seções utilizadas, influenciando diretamente nos custos da obra. Um exemplo de sucesso desta aplicação ocorreu na execução do edifício e-Tower, localizado em São Paulo, onde foram utilizados cinco pilares de sete pavimentos, com resistência à compressão média de 125 Mpa, contendo pigmento na cor terracota, conforme Hartmann e Helene (2000).

2 | MATERIAIS UTILIZADOS

Para fabricação do concreto colorido de alto desempenho foram utilizados materiais encontrados na região de Palmas – Tocantins.

- Cimento

Foi utilizado cimento tipo Portland CPV ARI, da marca CIPLAN. O cimento foi adquirido em boas condições, com sua embalagem intacta e dentro do prazo de validade.

- Agregado Miúdo

A areia utilizada foi doada pela empresa CIPLAN Cimento Planalto. Foi lavada e seca em estufa durante 24h a aproximadamente 100°C, posteriormente separada e utilizada na confecção de cada traço. Apresentou massa específica de 2732 kg/m³, e módulo de finura de 1,95.

- Agregado Graúdo

Foi utilizado brita 0, granulítica doada pela CIPLAN Cimento Planalto. A brita apresentou massa específica de 2604 kg/m³, massa unitária de 1401 kg/m³, e dimensão máxima característica de 12,5 mm.

- Sílica Ativa

A sílica adotada foi produzida pela empresa Dow Corning Silício do Brasil Indústria e Comércio. Foram utilizadas sílicas cujo diâmetro máximo era de 600 µm.

- Aditivo Hiperplastificante

Foi utilizado o aditivo hiperplastificante Viapol PLASTOL® 4100. De acordo com a ficha técnica, o produto é classificado como um aditivo hiperplastificante de pega normal, composto basicamente por uma solução de policarboxilato em meio aquoso. É um líquido viscoso de cor levemente amarelada, com massa específica de aproximadamente 1,07 g/cm³ e PH no valor de 5,7 conforme especificações do fabricante.

- Pigmento

O pigmento utilizado foi o Xadrez em pó, produzido pela empresa LANXESS, nas cores vermelho e verde. Os pigmentos são inorgânicos atóxicos à base de óxido de ferro e óxido de cromo, respectivamente. Foram adicionados a uma proporção de 10% da quantidade de cimento do traço.

3 | METODOLOGIA

Para a determinação do traço a ser estudado, foi utilizado o método desenvolvido pelo ACI (American Concrete Institute) devido à praticidade apresentada na obtenção da proporção de cada material, bem como sua redosagem para correção, se necessário, além de possibilitar uma fácil detecção de erros proporcionais.

Para o presente artigo, foi adotado o traço de referência descrito em ACI SP-154 (1995, apud MEHTA e MONTEIRO, 2006, p. 483). A quantificação unitária de material obtida foi de 1 : 0,08 : 1,77 : 2,47, sendo estas proporções relativas ao cimento, sílica ativa, agregado miúdo e agregado graúdo, respectivamente. Também foi utilizada a relação água/cimento de 0,36 e relação de aditivo hiperplastificante/cimento a 0,0072.

Como especificado anteriormente o pigmento utilizado foi do tipo xadrez, nas cores verde e vermelho. Para a avaliação da influência desses pigmentos em concretos de alto desempenho, foi adicionado 0,1 kg de pigmento para cada 1 kg de cimento utilizado na dosagem do concreto. Assim, três traços para concreto foram executados, sendo um traço utilizado como referência para parâmetro de resultados e os demais para cada tipo de pigmento, verde e vermelho.

Todos os ensaios laboratoriais e atividades necessárias foram realizados nos laboratórios de Materiais de Construção e de Tecnologia das Construções do complexo laboratorial de Engenharia Civil da Universidade Federal do Tocantins. A mistura dos materiais foi realizada em betoneira de 400 litros. A adição dos componentes do concreto na betoneira obedeceu a seguinte ordem: agregado graúdo, 1/3 da água, agregado miúdo, aglomerantes, pigmento e, por fim, o restante da água misturada com o aditivo hiperplastificante. Os corpos de prova para o estudo foram moldados em fôrmas cilíndricas metálicas com diâmetro de 100mm e altura de 200mm. Para avaliação do concreto em estado fresco, foi utilizado o ensaio de abatimento com tronco de cone. Já em estado endurecido, foram feitos ensaios de massa específica, resistência à compressão axial e resistência à tração por compressão diametral.

Os procedimentos de moldagem e cura dos corpos de prova foram realizados conforme a NBR 5738:2015, em submersão em câmara úmida. A avaliação de resistência à compressão foi realizada, NBR 5739:2018, para 3 idades (7, 14 e 28 dias), e à tração por compressão diametral em 28 dias.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Abatimento do tronco de cone

Para a verificação de trabalhabilidade e consistência do concreto, foi realizado o ensaio de abatimento de tronco de cone (Slump-test), segundo orientações da norma NBR NM 67:1998.

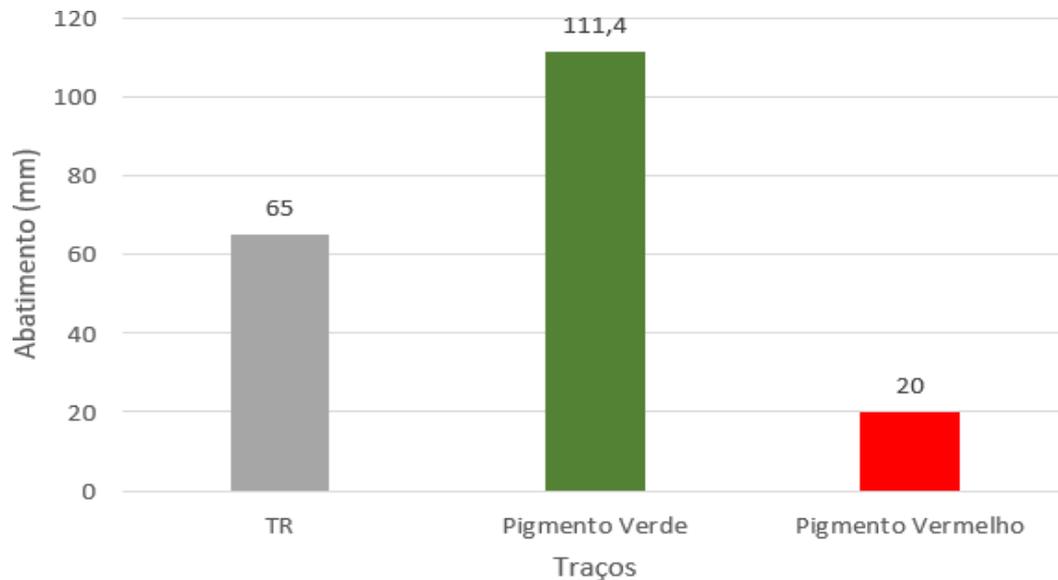


Figura 1 – Gráfico de Abatimento do Tronco de Cone

Pode-se verificar que o abatimento do traço com adição de pigmento vermelho foi reduzido em relação ao concreto de referência cerca de 69%, que pode ter ocorrido pela possível absorção de água de amassamento pelo pó do pigmento adicionado. Porém o abatimento para o traço que contém pigmento verde obteve valor com cerca de 71,4% maior que o traço sem adição de pigmento, outras pesquisas também mostram a influência do pigmento verde no abatimento do concreto, segundo Costa et al (2018), em adições de 2,5%, 5% e 10% nos traços estudados houve um abatimento máximo de 161% acima do obtido com o traço referência.

- Resistência à compressão

Com a moldagem dos corpos de prova e o processo de cura realizado, foram estudadas as resistências à compressão dos corpos de prova cilíndricos segundo a NBR 5739:2018, em diferentes idades, sendo elas: 7, 14 e 28 dias. Os resultados obtidos estão apresentados a seguir:

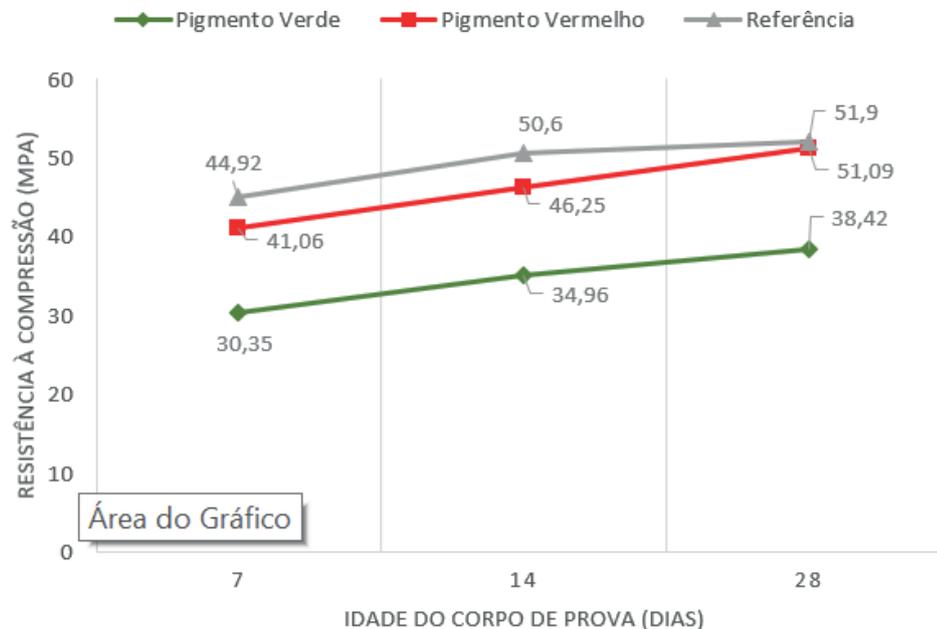


Figura 2 - Gráfico de resistência à compressão.

Observa-se que as resistências no traço com adição de pigmento verde apresentaram valores menores em relação ao concreto de referência em todas as idades estudadas, porém a taxa de crescimento destes valores difere, entre as idades de 7 e 14 dias. A taxa de crescimento de resistência foi maior no traço referência, mas entre 14 e 28 dias a razão de acréscimo na resistência foi maior no concreto com pigmento verde.

O traço com pigmento vermelho acompanhou o comportamento do traço referência ao final do período estudado (28 dias), apesar de apresentar valores menores para as idades de 7 e 14 dias. Quanto à taxa de ganho de resistência à compressão, o concreto com adição de pigmento vermelho teve valores maiores que o concreto sem adição de pigmentos nos intervalos de 7 a 14 dias e no período de 14 a 28 dias.

- Resistência à tração

Outra avaliação feita para o estudo do comportamento do concreto de alto desempenho mediante adição de pigmento foi o ensaio de resistência à tração por compressão diametral. Após a compressão diametral e com os as informações obtidas, foram determinadas a resistência à tração a partir das orientações da NBR 7222:2011, aplicando a seguinte fórmula:

$$f_{ct,sp} = \frac{2 F}{\pi d l}$$

onde:

$f_{ct,sp}$: é a resistência à tração por compressão diametral (MPa)

F: força máxima obtida no ensaio (KN);

d: diâmetro do corpo de prova (mm);

l: comprimento do corpo de prova (mm);

Os resultados obtidos estão representados no gráfico a seguir:

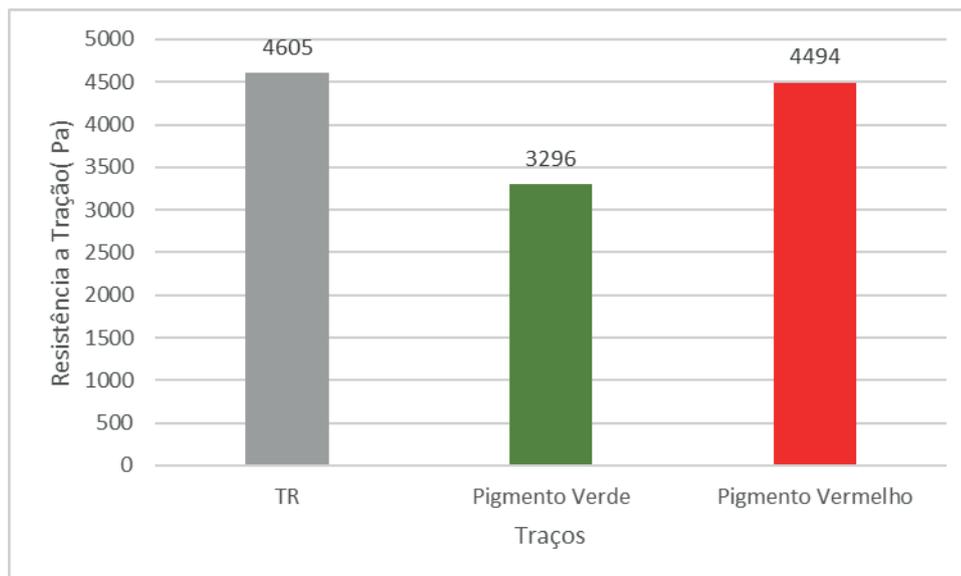


Figura 3 - Gráfico de resistências a compressão diametral dos corpos de prova na idade de 28 dias

Observando os dados gerados, conclui-se que, assim como na resistência à compressão, houve bom desempenho na resistência à tração por compressão diametral no concreto com adição de pigmento vermelho, bem como no traço referência, pois ambos obtiveram resistências com valores próximos, enquanto o traço com pigmento verde não obteve resistência na mesma escala dos demais.

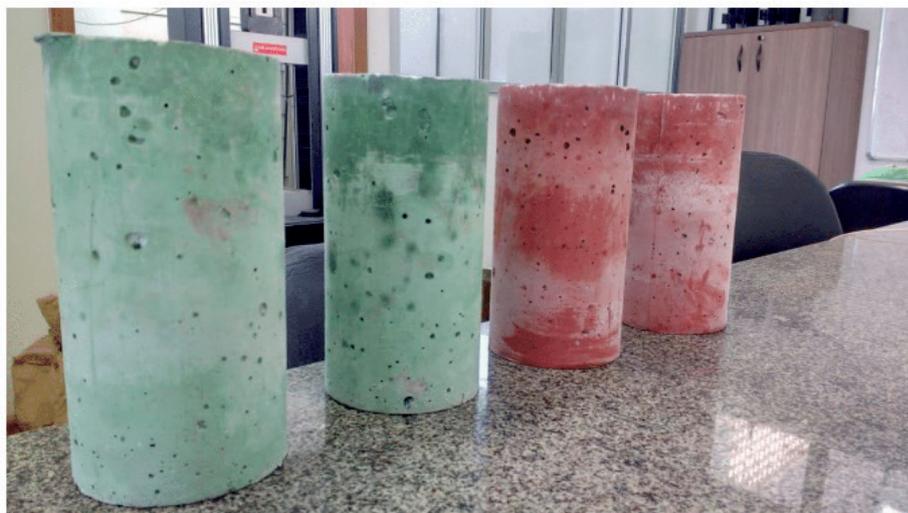


Figura 4 - Corpos de prova com 28 dias.

5 | CONCLUSÃO

O uso de concreto estrutural colorido tem sido uma abordagem estudada para atender necessidades tanto visuais e arquitetônicas quanto estruturais. Uma satisfatória entrada

deste material no mercado de consumo requer que o concreto atinja alguns parâmetros de qualidade, dentre eles: boa trabalhabilidade, satisfatória resistência mecânica no estado endurecido e coloração adequada para o projeto em questão.

O estudo desta pesquisa confirma a possibilidade de produção do concreto colorido de alto desempenho, porém também mostra que o pigmento influencia de diferentes formas as características do concreto fresco e endurecido. No caso do pigmento verde houve um aumento do abatimento e uma redução da resistência quando comparado ao traço de referência, já o pigmento vermelho acompanhou as características do concreto sem pigmento. Desta forma, conclui-se que se pode produzir concretos com pigmentos, porém deve-se levar em consideração que estes podem afetar o concreto e seu desempenho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 67: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro: Abnt, 1998.

_____. **NBR 7222: Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: Abnt, 2011.

_____. **NBR 5739: Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: Abnt, 2018.

_____. **NBR 5738: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro: Abnt, 2015.

COSTA, Nathália Barros et al. **Avaliação da influência do pigmento xadrez nas características do concreto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 60., 2018, Foz do Iguaçu. Anais Foz do Iguaçu: Ibracon, 2018. p. 1 - 11.

HARTMANN, C. T., HELENE, P. R. L. **Pilares com f_c 125 MPa: recorde mundial em Concreto de Alto Desempenho Colorido**. In: Congresso Brasileiro do Concreto, 42, Fortaleza, 2000. *Anais Fortaleza, CE*, 2000.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete Microstructure, Properties, and Materials – Third Edition**. Ed.: McGraw-Hill. ISBN.: 0-07-146289-9. Inglês, p. 659. 2006.

NAKARUMA, J. **Todas as cores do concreto**. Revista Técnica, n. 81. Dez. 2003. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/81/artigo287289-1.aspx>>. Acesso em: abr. 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aderência 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 20, 42, 183, 276

Adições Minerais 38, 39, 49, 51, 55, 67, 81, 82, 90, 94

Aditivo 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 32, 33, 45, 46, 47, 74, 83, 105, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 116, 119, 120, 125, 126, 127

Aditivo Plastificante 114, 116, 119, 120

Areia de Brita 13, 14, 16

Argamassas 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 97, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 116, 117, 119, 120, 126, 127, 130, 139, 206, 210

Argamassas Estabilizadas 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 25, 27, 28, 105, 106, 112, 113

Arquitetura 30, 31

C

Cal Hidratada 1, 5, 10

Chapisco 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Cisalhamento Direto 128, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142

Colorido 30, 31, 32, 36, 37

Compósitos Cimentícios 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79

Concreto 3, 12, 13, 15, 18, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 72, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 102, 103, 104, 113, 115, 116, 123, 127, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 204, 210, 211, 214, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 227, 231, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 245, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 267, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 296, 298, 299, 303, 304

Corrosão 38, 40, 42, 49, 50, 51, 53, 54, 66, 67, 303

D

Detergente Doméstico 114, 116, 119, 125, 127

E

EPS 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 277

Escoramento 159, 160, 161, 162, 163, 168, 169

F

Fibras de Celulose 68, 71, 73, 78

G

Geossintéticos 128, 140, 141

I

Interação 55, 75, 76, 139, 143, 220, 250

Íon Cloreto 39, 42

L

Laje Pré-Moldada 159, 166, 168

M

Manifestações Patológicas 15, 51, 53, 223, 225, 226, 235, 301, 302, 303, 304

Metacaulim 11, 12, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 60, 62, 64, 65, 66, 67

Método dos Elementos Finitos 143, 144

Migração de Íons 39, 43, 45

Módulo de Elasticidade 81, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 164, 198, 201, 207, 210, 211, 214, 217, 218, 239, 242, 276, 289

P

Patologias 39, 97, 222, 223, 234, 252

Permeabilidade 13, 14, 16, 17, 18, 21, 23, 27, 28, 39, 40, 51, 65, 66, 112, 125, 306

Poliestireno Expandido 128, 129, 137, 138, 140, 141

Procedimento 11, 37, 49, 93, 105, 108, 132, 157, 165, 172, 174, 175, 185, 204, 211, 226, 229, 284, 292, 295, 304

Programa Computacional 61, 143

R

Reforço 11, 50, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 129, 232, 233, 236, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 259, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 269, 272, 285, 288, 289, 304, 305

Rigidez à Torção 143, 144, 146, 148, 154, 155, 157

Rigidez Experimental 159, 167, 168

S

Sílica 12, 32, 33, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 56, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Sílica Ativa 32, 33, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 81, 82, 83, 84, 85, 89, 90, 92, 93
Solos 128, 129, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 142, 305, 306

 **Atena**
Editora

2 0 2 0