



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 Ildelfonso 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

INFLUÊNCIA DO GRAUTE NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS

Data de aceite: 01/06/2020

Data de submissão: 30/03/2020

Rafael Azevedo Lino

Universidade Federal do Tocantins
Palmas – TO

<http://lattes.cnpq.br/8247273060000456>

Orieta Soto Izquierdo

Universidade Federal do Tocantins
Palmas – TO

<http://lattes.cnpq.br/1424437852084514>

Indara Soto Izquierdo

Universidade Federal do Tocantins
Palmas – TO

<http://lattes.cnpq.br/1542148160829043>

Márcio Roberto Silva Corrêa

Escola de Engenharia de São Carlos EESC/USP
São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/7780769246876333>

RESUMO: O número de edificações construídas em alvenaria estrutural vem crescendo consideravelmente no Brasil nas últimas décadas. Os mesmos têm se tornado cada vez mais altos, atingindo a marca de 20 pavimentos. Quanto mais altos, maiores se tornam os níveis de compressão provenientes dos carregamentos verticais e a sua

composição com as ações devidas ao vento e ao desaprumo, obrigando a um maior emprego da alvenaria estrutural armada e grauteada. Este trabalho tem como objetivo principal analisar a influência do graute na resistência à compressão da alvenaria de blocos cerâmicos, mediante corpos de prova denominados: prismas e pequenas paredes, variando-se o tipo de graute e altura dos prismas. Para isto foram confeccionados e ensaiados à compressão axial prismas de dois e três blocos (grauteados e não grauteados) e pequenas paredes (grauteadas e não grauteadas) de blocos cerâmicos. Também foram analisados os modos de rupturas dos elementos e comparados os resultados com os de diversos pesquisadores. Estatisticamente os resultados mostraram que o grauteamento provoca aumento na resistência à compressão da alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, mas esse aumento não é proporcional com o aumento da resistência do graute. Mesmo assim, conclui-se que o grauteamento é uma alternativa viável para o ganho de resistências das estruturas.

PALAVRA-CHAVE: Alvenaria estrutural; Resistência à compressão; Graute; Blocos cerâmicos.

INFLUENCE OF THE GROUT ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF STRUCTURAL MASONRY OF CERAMIC BLOCKS

ABSTRACT: The number of buildings built in structural masonry has been increasing considerably in Brazil currently. They have become increasingly high, reaching the mark of 20 floors. The higher the compression levels from the vertical loads and their composition with the actions due to the wind and lack of verticality cause the use of the reinforced masonry structures and grouted masonry. This work aims to analyze the influence of the grout in the compressive strength of ceramic block masonry structures. Experimental tests carried out by means of prisms and wallets varying the type of grout and height of the prisms. The specimens grouted and ungrouted were tested under axial compression. The rupture modes of the specimens were also analyzed, and the results were compared with other researchers. Statistically the results showed that the grout causes increase in the compressive strength of the structural masonry of ceramic blocks, but this increase is not proportional with the strength of the grout. Even so, it is concluded that the grout is a viable alternative for the gain of resistances of the structures.

KEYWORDS: Structural masonry; Compressive strength; Grout; Ceramic blocks.

1 | INTRODUÇÃO

Gomes (1983) realizou um estudo em alvenaria armada de blocos cerâmicos. O autor buscou estabelecer a influência da resistência à compressão dos blocos, da argamassa e do graute na resistência das paredes. Gomes (1983) concluiu que, para o graute colaborar no aumento da resistência das paredes, é necessário que sua resistência seja, no mínimo, igual a dos blocos na área líquida. Ainda neste trabalho, o autor acrescenta que, em paredes submetidas à compressão simples, a resistência da argamassa de assentamento ideal é entre 70% da resistência a compressão dos blocos, mas não devendo ultrapassar a resistência à compressão dos mesmos na área líquida.

Mendes (1998) estudou o comportamento de blocos cerâmicos de elevada resistência mecânica (43,7 Mpa na área líquida e 22,9 Mpa na área bruta), grauteados, através de ensaios experimentais e análises teóricas em prisma. O autor observou que para perceber o aumento da carga de ruptura dos prismas grauteados, a resistência à compressão dos prismas deve ser sempre calculada com relação à sua área bruta, independente do prisma ser ou não grauteado.

Mendes (1998), destaca a influência da argamassa na resistência dos prismas devido ao fato do bloco cerâmico possuir uma alta resistência, exigindo compatibilização entre blocos e argamassas, ou seja, com a utilização de argamassas fortes, a resistência do graute não apresenta influência significativa na resistência à compressão do prisma. Em sua pesquisa, ao ensaiar prismas com argamassa e graute de diferentes resistências, foi obtido melhor resistência no prisma em que foi utilizado a argamassa mais rígida

(resistência à compressão em torno de 20 Mpa e módulo de elasticidade de 20,7 GPa) com o graute menos resistente (resistência à compressão em torno de 14 Mpa e módulo de elasticidade de 22,7 GPa). Os resultados, portanto, não estão de acordo com os obtidos por Gomes (1983) que afirmou que a resistência do graute deve ser pelo menos igual à resistência do bloco em relação à sua área líquida.

Arantes (2003) realizou sua pesquisa com o objetivo de estudar a influência do graute no aumento da capacidade de carga da alvenaria, através de ensaios de compressão em prismas de blocos cerâmicos. Com base nos resultados, o autor concluiu que independente do tipo de graute utilizado, a influência da argamassa na resistência do prisma foi pequena, com o aumento máximo de 21%, sendo que a argamassa era três vezes mais resistente que a outra. Outro fator observado com o aumento da resistência da argamassa foi o ganho de rigidez no prisma, levando a uma ruptura explosiva. O autor concluiu que é perfeitamente viável a utilização de técnicas de grauteamento da alvenaria cerâmica para ganho de resistência das estruturas.

O presente trabalho tem como objetivo fundamental analisar a influência do graute na resistência à compressão da alvenaria de blocos cerâmicos, mediante corpos de prova denominados: prismas e pequenas paredes, variando-se o tipo de graute e altura dos prismas.

2 | PROGRAMA EXPERIMENTAL

O programa experimental foi constituído pela execução de testes em prismas e pequenas paredes de blocos cerâmicos grauteados e não grauteados, com o objetivo principal de estudar o comportamento da resistência à compressão da alvenaria. Os modelos experimentais foram divididos em três séries com a seguinte nomenclatura:

- a. Ce: sem graute – Blocos cerâmicos sem graute;
- b. CeG14: Blocos cerâmicos com graute G14
- c. CeG30: Blocos cerâmicos com graute G14

Por exemplo, a nomenclatura CeG14 significa: Ce = blocos cerâmicos; G14 (ou G30) = graute com resistência à compressão aproximadamente de 14 MPa (ou 30 MPa).

A Tabela 1 mostra o total de corpos de prova construídos para cada série.

Séries	Pequenas paredes	Prismas de dois blocos	Prismas de três blocos
Ce	6	6	6
CeG14	6	6	6
CeG30	6	6	6
Total	18	18	18

Tabela 1 - Quantidade de amostras para o estudo da alvenaria

O graute G14 é um graute de baixa resistência (14 MPa) comparado com o graute G30 que é de maior resistência (30 MPa). A Figura 1 mostra um esquema detalhado do assentamento das pequenas paredes de blocos cerâmicos tanto grauteadas como não grauteadas e a Figura 2 mostra um esquema dos prismas cerâmicos de dois e três blocos, onde, semelhante às paredes, todos os furos foram preenchidos com graute.

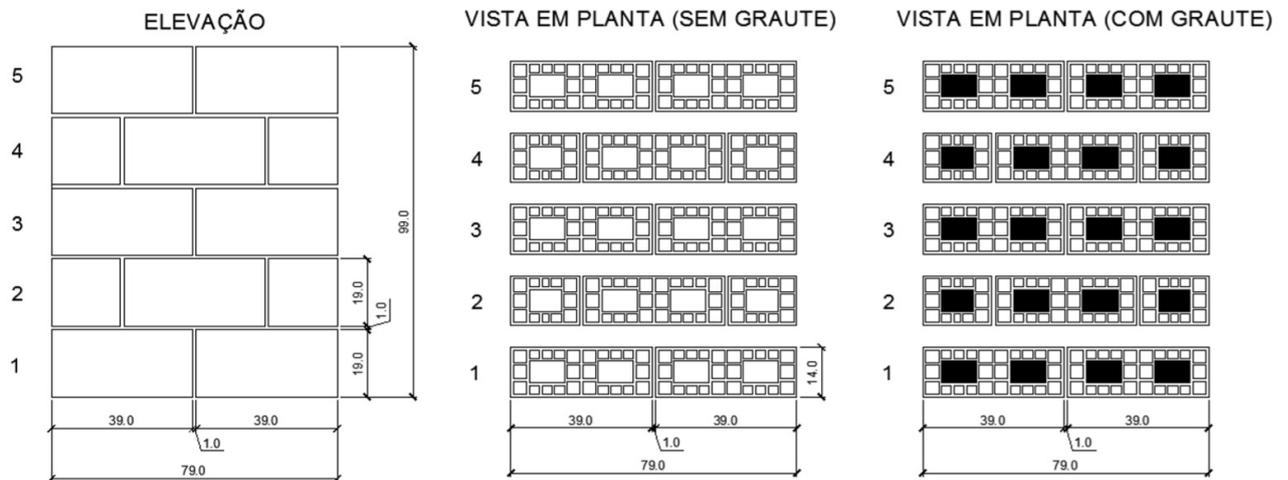


Figura 1 - Esquema das pequenas paredes de blocos cerâmicos grauteadas e não grauteadas

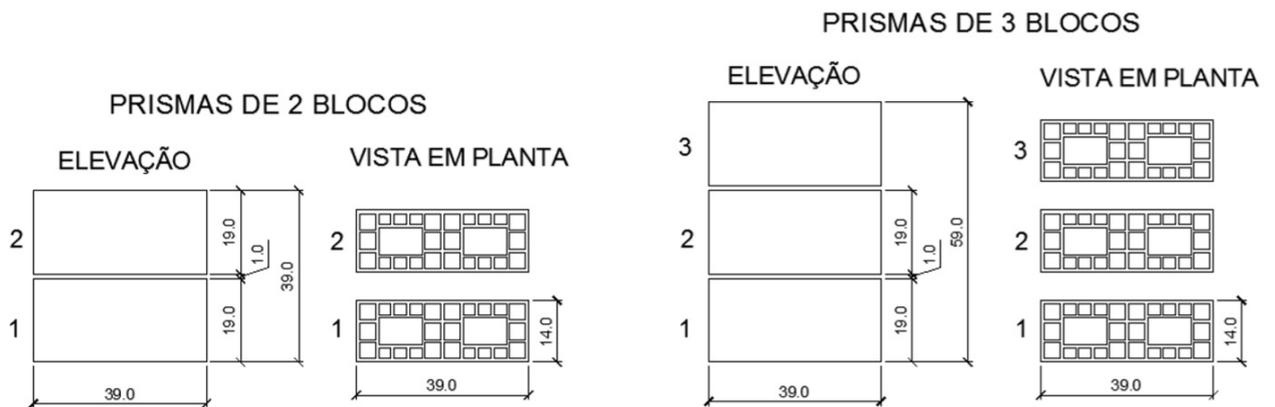


Figura 2 - Esquema dos prismas cerâmicos (medidas em cm)

A construção de todas as pequenas paredes e prismas foram feitas por um pedreiro experiente. Todos os prismas foram assentados com argamassamento total, sendo feito durante toda a execução dos corpos de prova, a verificação do nível, prumo e espessura das juntas. O grauteamento dos prismas foi feito após 24 horas de sua construção. Antes de verter o graute, todos os prismas foram molhados com água, o adensamento do graute foi feito com o uso de uma barra de ferro e sua superfície foi bem regularizada.

Para a instrumentação dos prismas foram utilizados quatro transdutores de deslocamento, dois em cada face posicionados na vertical conforme se ilustra na Figura 3, nas pequenas paredes por sua vez foram utilizados 6 transdutores, três em cada face, como é ilustrado na Figura 4. O ensaio foi executado na máquina servo-hidráulica universal marca INSTRON, modelo 8506 e a leitura dos dados feita com o sistema de aquisição

SYSTEM 5000. Os prismas foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão com aplicação do carregamento com controle de deslocamento a uma velocidade de 0,02 mm/s, já nas pequenas paredes a velocidade adotada foi de 0,01 mm/s.

Quando necessário, foram utilizados testes estatísticos com o intuito de avaliar as diferenças dos resultados experimentais obtidos, a um determinado nível de significância. Os testes estatísticos foram o teste F, para a análise da homogeneidade das variâncias, e o teste T ou “t de Student” correspondente, para a análise das médias. Admitiu-se como hipótese nula, a igualdade das médias ou das variâncias dos dois conjuntos de dados, a um nível de significância de 5%.



Figura 3 - Esquema de ensaio da resistência à compressão dos prismas de blocos cerâmicos



Figura 4 - Esquema de ensaio da resistência à compressão das pequenas paredes cerâmicas

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 mostra um resumo das propriedades mecânicas dos componentes (bloco, argamassa e graute) utilizados na confecção dos elementos de alvenaria cerâmica e a Tabela 3 mostra as propriedades elásticas, lembrando que o módulo de deformação das

argamassas não foi obtido nesta pesquisa.

Resistência média à compressão dos blocos cerâmicos na A_{bruta} (MPa)	Resistência média à compressão dos blocos cerâmicos na $A_{líquida}$ (MPa)	Resistência à compressão da argamassa (MPa)			Resistência à compressão do graute (MPa)	
		Co	CoG14	CoG30	G14	G30
10,89	30,92	4,96	4,92	5,19	14,01	30,09

Tabela 2 - Propriedades mecânicas dos componentes utilizados na construção dos prismas e pequenas paredes cerâmicos

Módulo de elasticidade dos blocos cerâmicos na A_{bruta} (Mpa)	Módulo de elasticidade dos blocos cerâmicos na $A_{líquida}$ (MPa)	Módulo de elasticidade do graute (MPa)	
		G14	G30
3476,50	9876,43	20135,17	29011,67

Tabela 3 - Propriedades elásticas dos componentes utilizados na construção dos prismas e pequenas paredes cerâmicos

A maioria dos autores como: Mendes (1998), Calçada (1998), Romagna (2000), Logullo (2006), Mohamad (2007), etc. preferiram o estudo dos prismas de três blocos por amenizar efeitos de restrição e confinamento impostos aos prismas pelos pratos da prensa. Estes autores são praticamente unânimes na afirmação de que prismas grauteados com relação altura/espessura inferior a 3 (caso dos prismas de dois blocos) não rompem por compressão axial, mas sim por um estado tri-axial de compressão, gerado pelo confinamento ocasionado pelos pratos da prensa. Prismas de três blocos também são mais representativos do modo de ruptura da alvenaria, sendo o bloco do meio, totalmente desprovidos de confinamento pelos pratos da prensa.

Não obstante as normas brasileiras de blocos cerâmicos (ABNT NBR 15812-1: 2010) definem prisma como o conjunto composto pela justaposição de dois blocos de concreto, unidos por junta de argamassa, destinados ao ensaio de compressão axial. Esses ensaios em prismas são adotados como base para se calcular a resistência de projeto da alvenaria à compressão por muitas normas de cálculo. Os autores deste trabalho decidiram analisar a influência da resistência axial à compressão em ambos os casos, com prismas de dois e três blocos.

3.1 Prismas cerâmicos de dois blocos

A Tabela 4 apresenta os resultados de resistência à compressão e módulo de elasticidade dos prismas de blocos cerâmicos grauteados e não grauteados referindo-se à área bruta e à área líquida. A área bruta dos blocos cerâmicos deu um valor médio de 53966,64 mm² e o valor médio da área líquida foi de 18985,12 mm². A relação entre áreas dos blocos cerâmicos foi de 35,19%.

O módulo de elasticidade referido na área bruta para todos os prismas foi determinado

pela linha secante na curva tensão vs deformação entre os pontos 5% e 33% da carga de ruptura. Segundo Mendes (1998) este procedimento desconsidera as possíveis perturbações inerentes no início do carregamento dos prismas.

Séries		Força (kN)	Resistência média à compressão dos blocos de concreto na A_{bruta} (Mpa)	Resistência média à compressão dos blocos de concreto na $A_{líquida}$ (MPa)	Módulo de elasticidade
Co	Média	188,38	3,45	9,81	3266,50
	D.P.	19,08	0,35	0,91	197,34
	C.V. (%)	10,13	10,13	9,25	6,04
CoG14	Média	282,34	5,17	7,89	6841,83
	D.P.	64,39	1,18	1,80	1289,33
	C.V. (%)	22,81	22,81	22,81	18,84
CoG30	Média	336,53	6,16	9,40	5246,71
	D.P.	16,82	0,31	0,47	746,94
	C.V. (%)	5,00	5,00	5,00	14,24

Tabela 4 - Resultados da caracterização dos prismas cerâmicos de dois blocos grauteados e não grauteados

Na análise dos dados experimentais dos prismas cerâmicos é necessário que se faça uma distinção entre suas resistências à compressão na área bruta e na área líquida. A resistência à compressão na área líquida é obtida dividindo a carga aplicada no prisma para sua ruptura pela área efetiva do mesmo, ou seja, sem contar os vazios dos blocos. E a resistência à compressão na área bruta é obtida dividindo a carga máxima pela área total, ou seja, tendo em conta os vazios das unidades. No Brasil, o meio técnico trabalha com resistências brutas dos blocos, isto leva a consideração do efetivo aumento da carga de ruptura dos prismas grauteados. Neste trabalho, apesar de serem fornecidos os resultados em relação à área bruta e líquida, todas as comparações dos prismas grauteados e não grauteados serão feitas em relação à área bruta.

De acordo com a resistência média à compressão dos prismas de dois blocos cerâmicos apresentados na Tabela 4, pode-se dizer que os prismas grauteados foram mais resistentes que os prismas não grauteados com relação à área bruta. Isso também foi comprovado estatisticamente para um nível de significância de 5%, ou seja, a resistência à compressão dos prismas ocos foi significativamente menor que a resistência à compressão dos prismas grauteados. E entre os grauteados os prismas com o graute G30 (graute forte) apresentaram maior resistência que os prismas com o graute G14 (graute fraco), mas estatisticamente essas resistências à compressão dos prismas para os dois tipos de grautes não foram significativamente diferentes. Portanto, pode-se concluir que a presença do graute influencia na resistência à compressão dos prismas de dois blocos, mas o aumento da resistência à compressão dos prismas não é proporcional ao aumento da resistência do graute. Estes resultados estão em concordância com os de Miranda

(2012), onde confirma que o preenchimento do prisma de dois blocos com grautes de diferentes resistências não influencia na resistência à compressão do mesmo.

3.1.1 Modo de ruptura dos prismas de dois blocos cerâmicos

A Figura 5 ilustra o modo de ruptura dos prismas da série Ce, não grauteados e as Figura 6 ilustra o modo de ruptura dos prismas grauteados com graute G14, já os prismas com graute G30 não serão apresentados pois tiveram uma ruptura similar aos de G14. A Figura 7 e Figura 8 apresentam respectivamente, os diagramas tensão vs deformação dos prismas cerâmicos das três séries ensaiadas.



Figura 5 - Modo de ruptura dos prismas cerâmicos de dois blocos da série Ce (não grauteados)



Figura 6 - Modo de ruptura dos prismas cerâmicos de dois blocos da série CeG14 (graute G14)

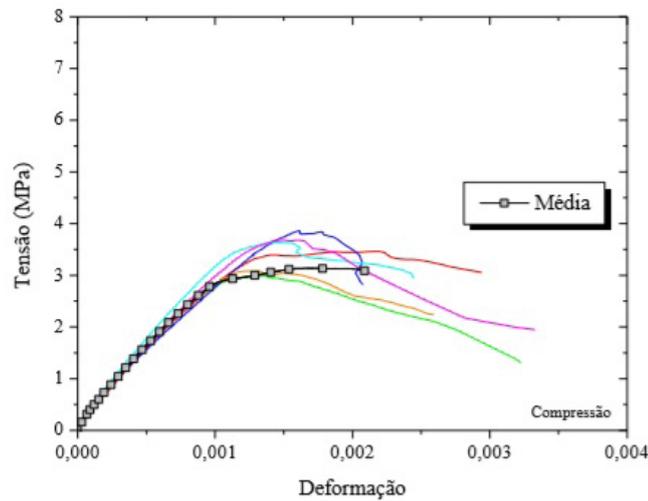


Figura 7 - Curva tensão vs deformação dos prismas cerâmicos de dois blocos da série Ce (não grauteados)

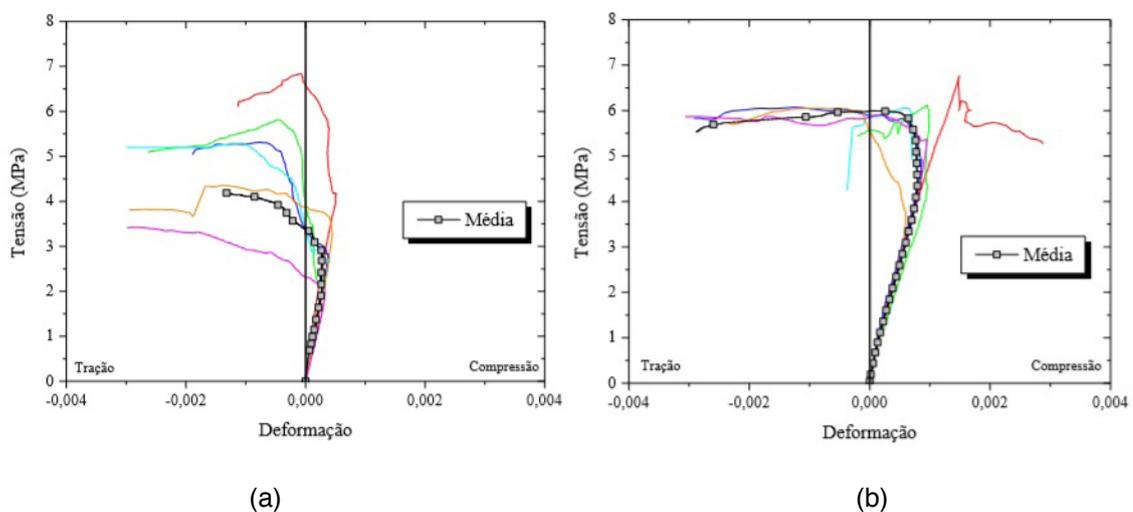


Figura 8 - Curva tensão vs deformação dos prismas cerâmicos de dois blocos da série CeG14 (a) e CeG30 (b)

Os prismas grauteados, tanto com o graute G14 como com o graute G30, tiveram uma ruptura de forma mais destrutiva em comparação com os prismas não grauteados. A ruptura ocorreu por desprendimento das quatro faces dos prismas, produto da expansão lateral do graute devido a deformações inelásticas provocadas pela sua microfissuração. As faces do bloco tendem a impedir essa deformação e a confiná-lo, resultando em um estado de tensões de tração. É por essa razão que na representação gráfica da Figura 8 percebe-se que nos estados iniciais de carregamento há uma compressão evidente, porém, com o incremento das solicitações, as curvas mudam de inclinação devido a uma concentração de tensão em um dos lados dos prismas e ao surgimento de trincas localizadas que produzem rotação na amostra e uma relaxação nas medidas de deformação. Nota-se nos prismas com graute G14 a primeira trinca deve ter surgido para um nível de tensão/resistência de 0,5 e para os prismas com graute G30 a proporção tensão/resistência começou relaxar em uma proporção próxima a 0,80. De maneira geral foi possível observar que a ruptura ocorreu sempre por tração horizontal tanto na parede

longitudinal ou transversal do bloco. Observa-se também o confinamento sofrido pelos prismas junto ao topo e à base, como esperado.

Já os prismas não grauteados tiveram um comportamento diferente, segundo a Figura 7 percebe-se que os mesmos desde o início até o fim do ensaio apresentaram encurtamento devido à força de compressão aplicada. Verificou-se o surgimento de esmagamentos localizados, sobretudo na junta de argamassa, esfacelamentos das superfícies dos blocos e a propagação de fissuras até a ruptura (ver Figura 5).

3.2 Prisma cerâmico de três blocos

A Tabela 5 apresenta os resultados de resistência à compressão e módulo de elasticidade dos prismas de blocos cerâmicos grauteados e não grauteados referindo-se à área bruta e líquida.

Séries		Força (kN)	Resistência média à compressão dos blocos de concreto na A_{bruta} (Mpa)	Resistência média à compressão dos blocos de concreto na $A_{líquida}$ (MPa)	Módulo de elasticidade
Co	Média	171,89	3,15	8,95	3481,80
	D.P.	25,93	0,47	1,35	295,89
	C.V. (%)	15,09	15,09	15,09	8,50
CoG14	Média	267,79	4,89	7,48	5898,08
	D.P.	49,93	0,91	1,40	761,24
	C.V. (%)	18,65	18,63	18,65	12,91
CoG30	Média	277,68	5,07	7,76	7160,62
	D.P.	29,73	0,56	0,83	401,23
	C.V. (%)	10,71	11,14	10,71	5,60

Tabela 5 - Resultados da caracterização dos prismas cerâmicos de três blocos grauteados e não grauteados

É possível observar na Tabela 5 que tanto quanto os prismas de dois blocos, os prismas de três blocos grauteados foram mais resistentes que os prismas ocos (estatisticamente essa colocação foi verificada), e dentre os grauteados os prismas com graute G30 (graute forte) apresentaram maior resistência que os prismas com o graute G14 (graute fraco), mas essa diferença não foi significativamente diferente segundo o teste estatístico realizado. Portanto, a resistência do graute parece não ter influência na resistência à compressão dos prismas grauteados, mas a presença do graute sim influencia na resistência à compressão da alvenaria oca.

Mendes (1983) e Grohmann (2006) quando aumentaram a resistência à compressão do graute, a resistência à compressão do prisma diminuiu. Também quando utilizaram uma argamassa mais fraca e uma argamassa mais forte o aumento da resistência foi imperceptível, apenas 2%. Já Arantes (2003) quando aumentou a resistência à compressão do graute, teve um acréscimo significativo na compressão dos prismas (17%). As diferenças

desses estudos com os deste trabalho podem estar associadas ao tipo de argamassa e resistência à compressão das unidades. É por isso que na alvenaria grauteada influencia as propriedades mecânicas e elásticas de todos os materiais que a compõem, ficando difícil chegar a um consenso unânime.

3.2.1 Modo de ruptura dos prismas de três blocos cerâmicos

As Figuras 9 e 10 mostram o modo de ruptura dos prismas cerâmicos de três blocos. A Figura 11 e Figura 12 apresentam respectivamente, os diagramas tensão vs deformação dos prismas cerâmicos das três séries ensaiadas.



Figura 9 - Modo de ruptura dos prismas cerâmicos de três blocos da série Ce (não grauteados)



Figura 10 - Modo de ruptura dos prismas cerâmicos de três blocos da série CeG30 (graute G30)

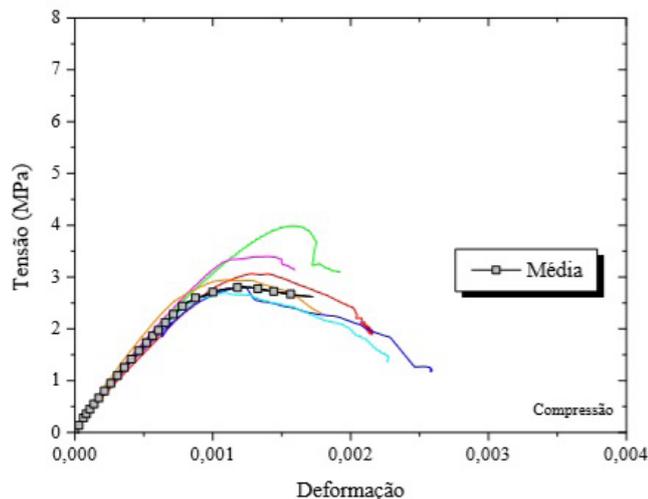


Figura 11 - Curva tensão vs deformação dos prismas cerâmicos de três blocos da série Ce (não grauteados)

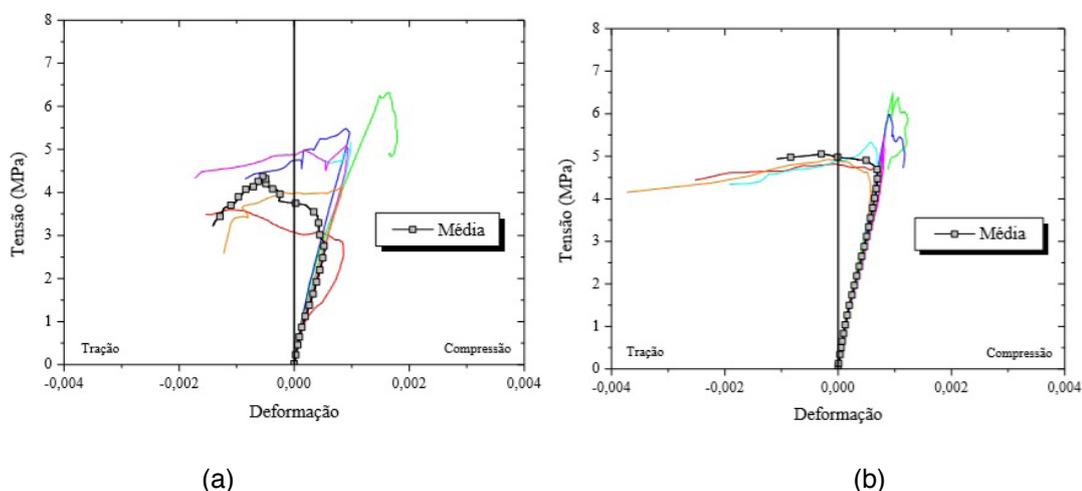


Figura 12 - Curva tensão vs deformação dos prismas cerâmicos de três blocos da série CeG14 (a) e CeG30 (b)

A ruptura dos prismas de dois e três blocos foi muito similar. Durante os ensaios, foi observado que o modo de ruptura dos prismas grauteados ocorreu por desprendimento das quatro faces dos prismas (tração nos blocos). Primeiro apareceram fissuras verticais nas arestas e nas faces dos prismas com posterior destacamento de todas as faces. O graute interno permaneceu aparentemente íntegro. Nota-se na Figura 12 e analisando-se a curva média como os prismas grauteados com graute G14 romperam com 4,5 MPa e a primeira trinca ocorreu provavelmente com 2,5 MPa. Já para os prismas com graute G30, a curva média de ruptura foi de aproximadamente 5 MPa, mas a primeira trinca ocorreu próximo aos 4,5 MPa, semelhante ao ocorrido com os prismas de dois blocos. Esta forma de colapso apresentada pelo prisma grauteado também foi observada por Mendes (1998) e Camacho (1995). Nos prismas sem graute não foi observada nenhuma formação de fissuras até a carga de ruptura.

3.3 Comparação entre os prismas cerâmicos de dois e três blocos

A Figura 13 faz uma comparação dos valores da resistência média à compressão dos prismas cerâmicos de dois e três blocos para cada série.

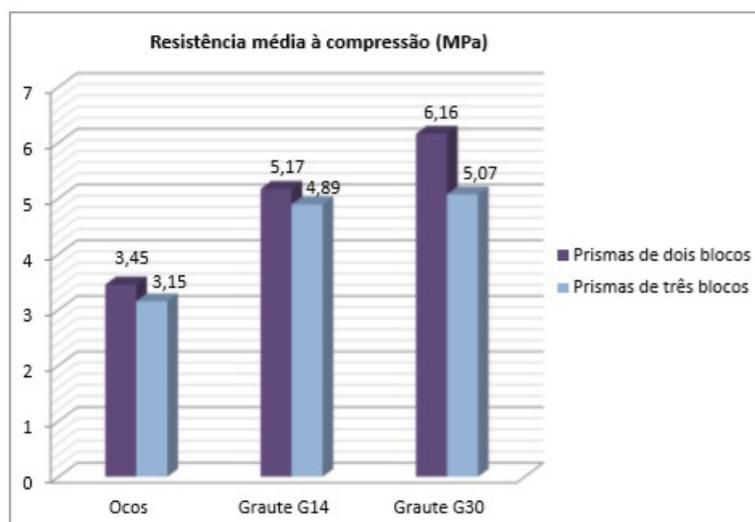


Figura 13 - Resistência média à compressão dos prismas cerâmicos de dois e três blocos

Segundo os valores representados na Figura 13 pode-se dizer de maneira geral que os prismas cerâmicos de dois blocos apresentaram resistência à compressão superior à dos prismas de três blocos, o que pode estar associado ao efeito de confinamento, como já foi comentado anteriormente. Sempre é bom ter em mente que quanto maior e mais perto do elemento parede é o corpo de prova ensaiado menor será a resistência à compressão obtida no ensaio, porém mais próximo do real será o resultado. Por exemplo, resultados de ensaios de resistência à compressão de blocos são superiores aos de prismas, que por sua vez são maiores que os de pequenas paredes, maiores também que os de parede inteira (PARSEKIAN E SOARES, 2010).

3.4 Resistência à compressão das pequenas paredes de blocos cerâmicos

A seguinte Tabela 6 mostra os resultados obtidos na caracterização das pequenas paredes das séries de blocos cerâmicos.

Séries		Força (kN)	Resistência média à compressão dos blocos de concreto na A_{bruta} (Mpa)	Resistência média à compressão dos blocos de concreto na $A_{líquida}$ (MPa)	Módulo de elasticidade
Co	Média	435,76	3,94	10,94	3919,21
	D.P.	83,76	0,76	2,10	459,16
	C.V. (%)	19,22	19,25	19,22	11,72
CoG14	Média	805,69	7,29	10,97	10251,57
	D.P.	94,66	0,86	1,29	1231,41

	C.V. (%)	11,75	11,76	11,75	12,01
CoG30	Média	565,14	5,11	7,70	7613,08
	D.P.	59,64	0,55	0,81	1153,90
	C.V. (%)	10,55	10,68	10,55	15,16

Tabela 6 - Resultados da caracterização das pequenas paredes cerâmicas grauteadas e não grauteadas

A Tabela 6 mostra claramente que em relação à área bruta, as pequenas paredes grauteadas tiveram maiores resistência à compressão e módulo de elasticidade que as pequenas paredes não grauteadas. Estatisticamente, para um nível de significância de 5%, os valores de resistência à compressão das paredes grauteadas foi significativamente maior que para as não grauteadas. Portanto, nas pequenas paredes a presença do graute exerceu influência significativa para aumentar sua resistência, ou seja, a pequena parede grauteada suportou mais carga que a pequena parede oca. Assim pode-se concluir que a técnica de grauteamento dos furos para se obter aumento da resistência à compressão de paredes é uma técnica bastante viável. Gomes (1983), Miranda (2012) e Garcia (2000) chegaram à mesma conclusão.

Já entre as grauteadas, aquelas com graute G14 (graute fraco) apresentaram um comportamento melhor que as com graute G30 (graute forte). A análise estatística neste caso permitiu concluir, a um nível de significância de 5%, que as médias dos valores de resistência à compressão são diferentes. Portanto, o aumento da resistência do graute não produziu o aumento da resistência à compressão das pequenas paredes de blocos cerâmicos.

3.4.1 Modo de ruptura das pequenas paredes cerâmicas

A seguir a Figura 14 e Figura 15 mostram o modo de ruptura das pequenas paredes de blocos cerâmicos. A Figura 16 e Figura 17 apresentam, os diagramas tensão vs deformação das paredes cerâmicas das três séries ensaiadas.



Figura 14 - Modo de ruptura das pequenas paredes cerâmicas da série Ce (não grauteadas)



Figura 15 - Modo de ruptura das pequenas paredes cerâmicas da série CeG14 (graute G14)

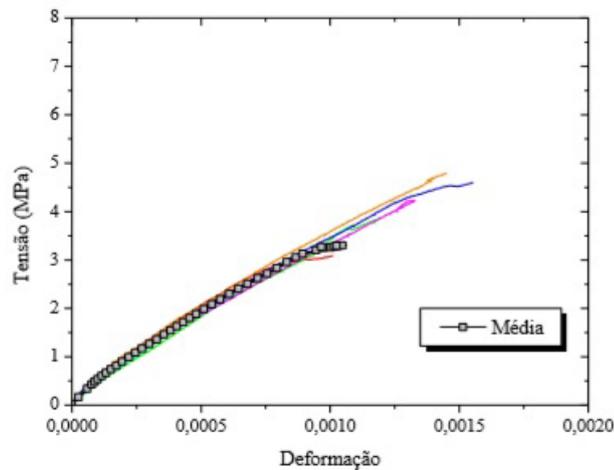


Figura 16 - Curva tensão vs deformação das paredes cerâmicas da série Ce (não grauteadas)

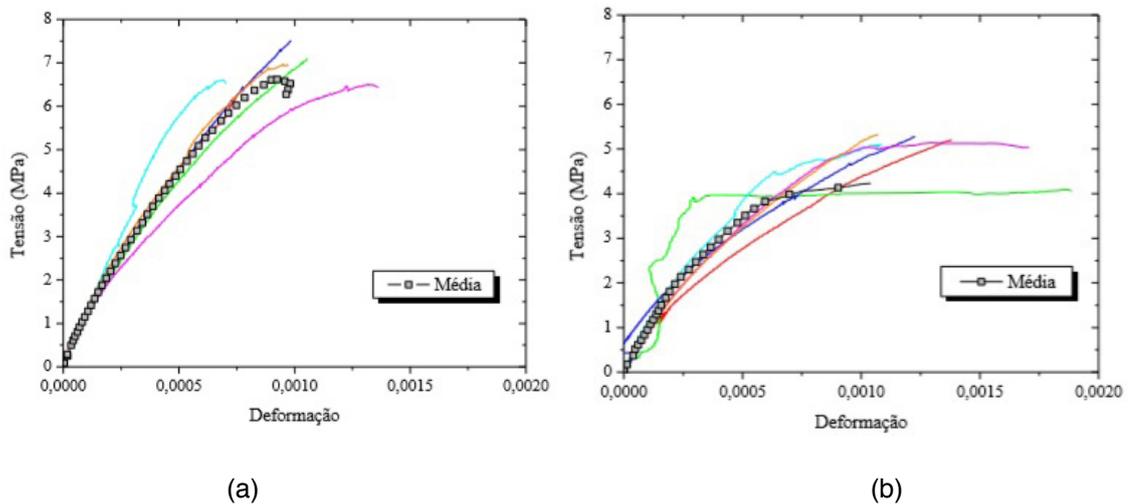


Figura 17 - Curva tensão vs deformação das paredes cerâmicas da série CeG14 (a) e CeG30 (b)

Nas paredes grauteadas houve fissuração vertical das seções transversais, deslocamento das faces longitudinais e ruptura dos blocos. Nas paredes não grauteadas, a ruptura foi menos acentuada com esmagamento dos blocos na face frontal e aparecimento de fissuras verticais nas faces das suas espessuras.

O modo de ruptura das paredes de alvenaria de blocos cerâmicos, submetidas à compressão simples perpendicular à junta horizontal, caracteriza-se pelo aparecimento

de fissuras verticais, paralelas à atuação da carga. Na maioria dos casos essas fissuras começam na junta vertical intermediária da parede e progridem até cortar o bloco ou nas seções transversais. Essas trincas são as principais responsáveis pela ruptura do conjunto.

4 | CONCLUSÃO

Quanto ao modo de ruptura dos prismas ensaiados, os prismas cerâmicos grauteados se caracterizaram pelo deslocamento das suas faces longitudinais, já nas pequenas paredes foi possível observar o aparecimento de uma fissura vertical na junta vertical que progrediu cortando as unidades ao meio. Também foram visíveis fissuras de grande envergadura na face lateral das mesmas.

Os prismas de dois blocos apresentaram resistências superiores aos prismas de três blocos. Isso pode estar associado a que os prismas de dois blocos não rompem por compressão axial, mas sim por um estado tri-axial de compressão, gerado pelo confinamento ocasionado pelos pratos da prensa. Este estado tri-axial de compressão gera valores de resistência maiores que os de compressão axial.

Com os resultados obtidos, observa-se que quanto mais se aproxima o elemento ensaiado da escala real, menos, o acréscimo de resistência do graute influencia no acréscimo da resistência do elemento. Mesmo com ganhos de resistência entre os prismas de dois e três blocos, grauteados com graute G14 e G30, o ganho não foi significativo. Já nas pequenas paredes, foi observado um decréscimo da resistência do elemento grauteado com graute G30 em relação ao grauteado com o graute G14.

Conclui-se que a melhor alternativa para o aumento da resistência à compressão foi a do graute mais fraco (graute G14). Os resultados demonstraram que a resistência da alvenaria não aumenta proporcionalmente com o aumento da resistência do graute. Muitos pesquisadores chegaram à mesma conclusão, como já foi comentado anteriormente.

REFERÊNCIAS

MENDES, R. J. K. (1998). **Resistência à compressão de alvenaria de blocos cerâmicos estruturais**. 185f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

CORRÊA, M. R. S. (2012). **Alvenaria estrutural: Interação de paredes e eficiência do grauteamento sob solicitações combinadas**. Projeto de pesquisa. Programa de pós-graduação em engenharia de estruturas, 2012.

GROHMANN, L. Z. (2006). **Análise do comportamento de prismas grauteados de alvenaria estrutural cerâmica**. 160f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2006.

CALÇADA, L. M. L. (1998). Avaliação do comportamento de prismas grauteados e não grauteados de blocos de concreto. 167f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

LOGULLO, B. C. (2006). Influência do graute e da taxa de armadura no comportamento da alvenaria de blocos de concreto. 192f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, Ilha Solteira, São Paulo, 2003.

MOHAMAD, G. (2007). Mecanismo de ruptura da alvenaria de blocos à compressão. 290f. Tese (Doutorado), Universidade do Minho - Escola de Engenharia, Portugal, 2007.

ROMAGNA, R. H. (2000). Resistência à compressão de prismas de blocos de concreto grauteados e não grauteados. 195f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MIRANDA, L. A. (2012). Estudo do efeito do não preenchimento das juntas verticais e eficiência do graute na resistência da alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. 206f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2012.

PARSEKIAN, G. A.; SOARES. M. M. (2010). Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos projeto, execução e controle. 1.ed. São Paulo: O nome da Rosa

GARCIA, P.D. (2000). Contribuições ao estudo da resistência à compressão de paredes de alvenaria de blocos cerâmicos. 115f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

GOMES, N. S. (1983). A resistência das paredes de alvenaria. 190f. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

CAMACHO, J.S. (1995). Contribuição de modelos físicos reduzidos de alvenaria estrutural cerâmica. 157f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

ARANTES, C. A. (2003). Influência do graute na alvenaria estrutural cerâmica. 175p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

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