



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

4

Atena
Editora
Ano 2020



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

4

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 4 [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 978-65-5706-171-8 DOI 10.22533/at.ed.718200907</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 4” conta vinte e um capítulos sobre estudos realizados nas diversas áreas da engenharia civil.

A crescente preocupação com o meio ambiente e a escassez de recursos naturais exige a busca por novas alternativas no uso de materiais de construção. A presente obra oferece vários estudos em que resíduos de diferentes materiais sejam utilizados na construção civil.

Em consonância com o meio ambiente, apresentamos estudos sobre obras de saneamento, com a finalidade de promover a saúde e melhoria na qualidade de vida de uma determinada população.

São apresentadas pesquisas sobre patologias na construção civil e obras de pavimentação, o que permite o desenvolvimento de planos de manutenção e prevenção de novas patologias.

Por fim, apresentamos estudos sobre o comportamento estrutural em determinadas obras, e pesquisas sobre as diferentes demandas que a engenharia civil nos proporciona.

Desejamos que esta obra desperte ao leitor para a aplicação e desenvolvimento de novas pesquisas, com o objetivo de enriquecer ainda mais os estudos nas diversas atuações da engenharia civil. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE CORTE DE MÁRMORE E GRANITO PARA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA AUTONIVELANTE	
Augusto Felipe Chiella Vinícius Felipe Chiella Nathália Cortes Tosi Juliana Alves de Lima Senisse Niemczewski	
DOI 10.22533/at.ed.7182009071	
CAPÍTULO 2	17
ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE PÓ DE VIDRO COMO UMA ADIÇÃO MINERAL EM CONCRETOS DE ALTA RESISTÊNCIA, EM CONJUNTO AO EMPREGO DE MICROSSÍLICA	
Vinícius Felipe Chiella Augusto Felipe Chiella Nathália Cortes Tosi Juliana Alves de Lima Senisse Niemczewski	
DOI 10.22533/at.ed.7182009072	
CAPÍTULO 3	35
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BLOCOS DE CONCRETO COMUNS E BLOCOS DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE CELULOSE PROVENIENTE DE PAPEL RECICLADO	
Mariana de Sousa Prazeres Eduardo Aurélio Barros Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.7182009073	
CAPÍTULO 4	49
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO EMPREGO DE RESÍDUO CERÂMICO COMO AGREGADO MIÚDO EM ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO	
Nathália Cortes Tosi Augusto Felipe Chiella Vinícius Felipe Chiella Juliana Alves de Lima Senisse Niemczewski	
DOI 10.22533/at.ed.7182009074	
CAPÍTULO 5	61
USO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA (CBC) COMO REMPLAZO PARCIAL DEL CEMENTO PORTLAND – CASO COLOMBIA	
Juan Pablo Izquierdo Jimenez Maria Juliana Alvarez Arias Manuel Alejandro Rojas Manzano	
DOI 10.22533/at.ed.7182009075	
CAPÍTULO 6	79
ESTUDO DO DESEMPENHO DE ARGAMASSAS COM RESÍDUO LIGNOCELULÓSICO COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO CIMENTO	
Bruna Ferraz Carvalho Dantas Carlos Fernando de Araújo Calado Aires Camões	
DOI 10.22533/at.ed.7182009076	

CAPÍTULO 7 97

ESTUDO DO USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) DE MACEIÓ, COMO AGREGADO RECICLADO EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO E ASSENTAMENTO

Raone Bruno de Oliveira Silva
Renato Antônio Santos Rolim
Marcos André Melo Teixeira
Pedro Gustavo dos Santos Barros

DOI 10.22533/at.ed.7182009077

CAPÍTULO 8 114

AValiação DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE ARGAMASSAS COM ADIÇÃO DE REJEITO DE MINÉRIO DE COBRE DA PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS

Vinicius Lemos Pereira
Douglas Martins Sousa
Alan Monteiro Borges
Lygia Maria Policarpio Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.7182009078

CAPÍTULO 9 124

GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM JOÃO PESSOA: ESTUDO COMPARATIVO DO FLUXO DE ENTRADA NA USIBEN ENTRE OS PERÍODOS 2009/2010 E 2015/2018

Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel
Gilson Barbosa Athayde Junior
Cristine Helena Limeira Pimentel
Samyr Sampaio Freire

DOI 10.22533/at.ed.7182009079

CAPÍTULO 10 133

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA MICROBACIA DO ARROIO BARRAÇÃO, MUNICÍPIO DE GUAPORÉ-RS

Fernando Frigo Migliorini

DOI 10.22533/at.ed.71820090710

CAPÍTULO 11 138

ANÁLISE DE ESTUDO DO RECALQUE DE EDIFICAÇÃO SITUADA EM ZONA SUL DA CIDADE DE QUITO - EQUADOR

Alexis Enríquez León

DOI 10.22533/at.ed.71820090711

CAPÍTULO 12 149

PATOLOGIA EM LAJES MACIÇAS DE EDIFÍCIO EMPRESARIAL

Bruno Matos de Farias
Ronaldo Garcia da Costa
Rebecca Alves da Silva
José Ricardo Cardoso Domingues

DOI 10.22533/at.ed.71820090712

CAPÍTULO 13 164

LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DE VIAS URBANAS DE MACAPÁ-AP

Beatriz da Silva de Brito
Alinne Emely dos Santos Duarte
Paulo Victor Prazeres Sacramento
Ruan Fabrício Gonçalves Moraes
Orivaldo de Azevedo Souza Junior

DOI 10.22533/at.ed.71820090713

CAPÍTULO 14 179

AVALIAÇÃO OBJETIVA E SUBJETIVA EM SUPERFÍCIE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL EM TRECHO URBANO – ANÁLISE DA DISTÂNCIA ENTRE ESTAÇÕES DE AVALIAÇÃO EM SUBTRECHOS HOMOGÊNEOS

Gustavo da Silva Schiavon

DOI 10.22533/at.ed.71820090714

CAPÍTULO 15 193

IMPACTO NO NÍVEL DE SOLICITAÇÕES DOS PILARES POR DIFERENTES MODELOS DE ANÁLISE ESTRUTURAL

Ray Calazans dos Santos Silva

Luan Reginato

Danilo Pereira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.71820090715

CAPÍTULO 16 209

SAPATAS: COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DE CÁLCULO ANALÍTICO POR MEIO DAS BIELAS-TIRANTES E O MEF (2D)

Denise Itajahy Sasaki Gomes Venturi

Matheus Rangel Venturi

DOI 10.22533/at.ed.71820090716

CAPÍTULO 17 224

VIGAS DE PONTES PROTENDIDAS ENTRE 20 E 40 METROS

Leonardo Lunkes Wagner

Denizard Batista de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.71820090717

CAPÍTULO 18 238

PLANO DE MOBILIDADE URBANA – PMU: UMA BREVE ANÁLISE DA LEI 12.587/2012

Rodrigo Marques do Nascimento

Fábio Mendes Ramos

Daniel Martins Nunes

DOI 10.22533/at.ed.71820090718

CAPÍTULO 19 248

NOVO LABORATÓRIO DO CURSO DE EDIFICAÇÕES DO IFPA

Luciano Costa de Farias

Marcelo Martins Farias

Wellen Patrícia Farias dos Reis

Celestina de Lima Rezende Farias

Cleydimara Aquino de Brito

DOI 10.22533/at.ed.71820090719

CAPÍTULO 20 256

A QUALIFICAÇÃO DO PROFISSIONAL DE ENGENHARIA CIVIL NO MERCADO ATUAL E O SEU IMPACTO DE CUSTO PARA UMA EMPRESA FORMAL

Rafaela Cardoso Galace

Flávia Aparecida Reitz Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.71820090720

CAPÍTULO 21	267
ANÁLISE OBSERVACIONAL GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE UM TRECHO DA RODOVIA DO CAFÉ Amanda Fernandes de Oliveira Leonardo Cesar de Souza Sowinski Gabrielly De Souza dos Santos Alex Sandro da Costa Mariana Alher Fernandes DOI 10.22533/at.ed.71820090721	
SOBRE OS ORGANIZADORES	280
ÍNDICE REMISSIVO	281

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BLOCOS DE CONCRETO COMUNS E BLOCOS DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE CELULOSE PROVENIENTE DE PAPEL RECICLADO

Data de aceite: 01/06/2020

Data de submissão: 23/03/2020

Mariana de Sousa Prazeres

Universidade Federal do Pará

Belém – PA

<http://lattes.cnpq.br/7532910948771388>

Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Departamento De Engenharia das Construções e Estruturas – DECE/UEMA

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/6455696944208916>

RESUMO: Considerando a importância do reaproveitamento de resíduos, este trabalho averiguou a adição de fibras de celulose incorporadas na mistura do concreto, provenientes de papel reciclado. A adição das fibras foi considerada para blocos de concreto de classe C da família 20x40, com função apenas de vedação. A partir de uma adaptação no fator água/cimento e na composição granulométrica obteve-se um traço de 1:2:3:0,3 com a presença de areia e pó de brita, um estudo comparativo entre os blocos de concreto com e sem adição de papel reciclado pode ser realizado de acordo com as ABNT NBR 6136:2014 e ABNT NBR 12118:2013 os ensaios de resistência à

compressão, absorção média de água e análise dimensional, totalizando 54 corpos de prova. Os resultados para as propriedades de análise dimensional não apresentaram alterações nas dimensões dos blocos com e sem adição, porém a resistência à compressão apresentou acréscimos consideráveis nos blocos com adição, acrescentando aproximadamente 5% da resistência padrão. Apesar de apresentarem um aumento de aproximadamente 0,7% na absorção de água, característica prejudicial aos blocos, o máximo estipulado pela NBR ABNT 6136:2014 não foi alcançado, 10%. A partir deste estudo introdutório, novas pesquisas podem ser realizadas analisando a microestrutura do concreto e analisando mais profundamente a atuação das fibras de celulose na matriz cimentícia.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto, Fibras, Celulose, Papel Reciclado, Blocos.

COMPARATIVE STUDY BETWEEN COMMON CONCRETE BLOCKS AND CONCRETE BLOCKS WITH ADDITION OF CELLULOSE FIBERS FROM RECYCLED PAPER

ABSTRACT: Considering the importance of the reuse of waste, this article investigated

the addition of cellulose fibers incorporated in the concrete mix, from recycled paper. The addition of the fibers was considered for class C concrete blocks of the 20x40 family, with only a seal function. From an adaptation of the water/cement factor and the granulometric composition, a ratio of 1:2:3:0.3 with the presence of sand and crushed dust was obtained, a comparative study between the concrete blocks with and without addition of recycled paper can be performed according to the ABNT NBR 6136:2014 and ABNT NBR 12118: 2013 tests of compressive strength, mean water absorption and dimensional analysis, totaling 54 specimens. The results for the dimensional analysis properties did not show changes in the dimensions of the blocks with and without addition, but the compressive strength presented considerable additions with the addition blocks, adding approximately 5% of the standard resistance. Although these presented an increase of approximately 0.7% in the water absorption, a characteristic detrimental to the blocks, it did not reach the maximum stipulated by NBR ABNT 6136: 2014 of 10%. From this initial study, new researches can be carried out analyzing the microstructure of the concrete and analyzing more deeply the performance of the cellulose fibers in the cement matrix.

KEYWORDS: Concrete, Fibers, Celulose, Recycled Paper, Blocks.

1 | INTRODUÇÃO

Sabe-se que a construção civil é responsável pela extração e consumo de mais de 50% dos recursos naturais não renováveis em âmbito mundial, devido à crescente demanda social por ambiente construído. (CBCS, 2014; LINTZ *et al.*, 2012). Além do processo de industrialização necessário para o beneficiamento de recursos naturais, a poluição gerada pela produção do Cimento Portland durante a decomposição do calcário (UN ENVIRONMENT *et al.*, 2018), emitindo cerca de 866 kg de gás carbônico por tonelada de clínquer produzido, apenas no Brasil (WBCSD, 2016), é considerada um dos grandes impactos ambientais causado pelo setor. Estudiosos investigam a potencialidade de reutilização dos resíduos sólidos como materiais de construção (PAPPU *et al.*, 2007; JUMAAT *et al.*, 2010), de maneira que haja redução nos custos e prejuízos ambientais relativos ao tratamento e descarte final destes resíduos, bem como a mitigação dos impactos promovidos pela própria construção civil (LUCAS; BENATTI, 2008).

1.1 Resíduos Sólidos Urbanos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, instituída pela Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) apresenta a definição de resíduo sólido como qualquer material resultante das atividades humanas, o qual sua destinação final se procede no estado sólido. Os resíduos podem ser classificados quanto à sua origem, sendo para este estudo o enfoque em resíduos sólidos urbanos, sendo este o correspondente dos resíduos domiciliares e resíduos de limpeza urbana. Em 2017 apresentou-se uma geração total de 78,4 milhões

de toneladas de resíduos sólidos urbanos no país, representando um aumento de 1% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2017). Entre os resíduos gerados e coletados, o papel apresenta grande destaque, representando 13,1% dos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008, totalizando 4.154 mil toneladas neste ano (MMA, 2011).

1.2 O papel no Brasil

O relatório anual da Indústria Brasileira de Árvores apresenta dados para a produção anual em 2017, totalizando 10,3 milhões de toneladas com 90% da destinação dos papéis para o mercado doméstico, elevando para a oitava posição o país na colocação no ranking mundial de produtores de papel (IBÁ, 2017). Além de ser um grande produtor e consumidor de papel, o Brasil é um grande reciclador, com cerca de 4,8 milhões de toneladas de papel sendo reaproveitadas, sendo uma equivalência 64% de todo papel consumido no Brasil. Apesar da prática de reciclagem no Brasil ser bastante difundida, limitações quanto a este processo são observadas. Segundo HARITH et al. (2018), o papel apresenta um limite de ciclos quando comparado aos outros materiais recicláveis. São estimados 6 a 10 ciclos de processamento para alcançar o limite da reciclagem por conta de as fibras do papel sofrerem alterações no comprimento ocasionando na perda de material fibroso tornando-se um resíduo sólido sem destinação final.

1.3 Blocos de Concreto

Por definição da NBR 6136, os blocos vazados de concreto simples são componentes para a execução da alvenaria, com função estrutural ou apenas de vedação, vazado nas faces superior e inferior, com área líquida é igual ou inferior a 75% de sua área bruta. Apresentam diversas famílias determinadas de acordo com suas dimensões e suas características físico-mecânicas variam de acordo com sua função (ABNT, 2014). Os blocos de concreto são elementos produzidos em larga escala nas fábricas de pré-moldados, as quais contam com auxílio de máquinas vibro-prensas que realizam a moldagem dos blocos a partir da compactação e vibração do concreto. O concreto para blocos é diferente dos concretos elaborados *in situ* devido ao baixo teor de água na mistura sendo conhecido como “concreto seco”. Esta característica permite que haja a desforma imediata dos blocos de concreto. (PUTNAM, 1973; POON *et al.*, 2002; PRUDÊNCIO JUNIOR *et al.*, 2007). A produção em larga escala e a possibilidade de produção de blocos com fins de vedação são características dos blocos de concreto que o tornam viável para a incorporação de resíduos sólidos em sua mistura, visto que a alta produção permite uma quantidade significativa de incorporação de resíduos e as especificações normativas são relativamente baixas em comparação com outros tipos de peças de concreto.

1.4 Estudos prévios com adição de papel

Alguns pesquisadores estudaram o papel reciclado em diferentes estados de

aplicação. HARITH *et al.* (2018) adicionou jornais e papéis ofício com proporções de 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de papel em relação à massa de cimento do traço utilizado, analisando o *slump*, a massa específica fresca, densidade, absorção de água, resistência à tração e resistência à flexão de cubos de concreto. AKINWUMI *et al.* (2014) analisou separadamente jornais e papéis ofício separadamente, com diferentes traços de cimento, papel e areia. A densidade, absorção de água, resistência à compressão e resistência ao fogo foram analisadas. Os pesquisadores concluíram que a baixa densidade aparente das misturas as tornava adequadas para a produção de blocos, sólidos ou vazados, e a absorção de água eleva-se à medida que a quantidade de papel é incorporada na mistura.

1.5 Justificativa

A falta de uma destinação ambientalmente correta para o papel reciclado ao atingir seu limite de reciclo torna-se uma justificativa para este estudo, visto que a incorporação deste resíduo na mistura do concreto seria uma medida mitigadora para os impactos causados desde a extração ao consumo dos materiais na construção civil. Desta forma, o estudo tem como finalidade aferir e avaliar a resistência à compressão e a absorção de água em blocos de concreto vazados de vedação, com adição de papel reciclado em estado seco na mistura, analisando as propriedades físico-mecânicas dos blocos com e sem adição de papel. Os limites especificados pela NBR 6136 (ABNT, 2014) serão considerados os parâmetros que determinarão a possibilidade de incorporação deste material ou não.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização dos materiais

A caracterização dos materiais aplicados é fundamental para a dosagem, desta forma, as massas específicas dos agregados e aglomerante foram aferidas, bem como a granulometria dos agregados. A umidade da areia também foi aferida para posterior correção do traço em relação a água da mistura. A tabela 1 abaixo demonstra os materiais caracterizados e as normas consideradas. É importante frisar que os materiais foram adotados de acordo com a disponibilidade da região.

Material	Ensaio considerados	Normas
Cimento Portland (CP-II-F-32)	Massa específica	ANM ABNT NM 23:2000
Areia Fina	Massa específica, Granulometria e Umidade	ABNT NBR 9776:1987, ABNT NBR 7211:2005, ANM ABNT NM 248:2003 e DNER-ME 213/1994
Pó de brita	Massa específica e Granulometria	ABNT NBR 9776:1987, ABNT NBR 7211:2005, ANM ABNT NM 248:2003

Tabela 1 – Caracterização dos materiais utilizados.

Os resultados referentes à massa específica do cimento (ABNT, 2000), massa específica com auxílio do Frasco Chapman para areia e pó de brita (ABNT, 1987), granulometria para areia e pó de brita (ABNT, 2005; ABNT, 2003) e umidade da areia (DNER, 1994), juntamente com os módulos de finura (M.F) obtidos pela granulometria estão resumidos na tabela 2 abaixo. A granulometria dos agregados é apresentada no gráfico 1(a) e (b).

Material	Massa específica	Umidade	Módulo de Finura (M.F)
-	(g/cm ³)	(%)	-
Cimento Portland (CP-II-F-32)	3,12	-	-
Areia Fina	2,65	2,05	1,82
Pó de brita	2,77	-	3,51

Tabela 2 – Valores obtidos para os ensaios de caracterização dos materiais.

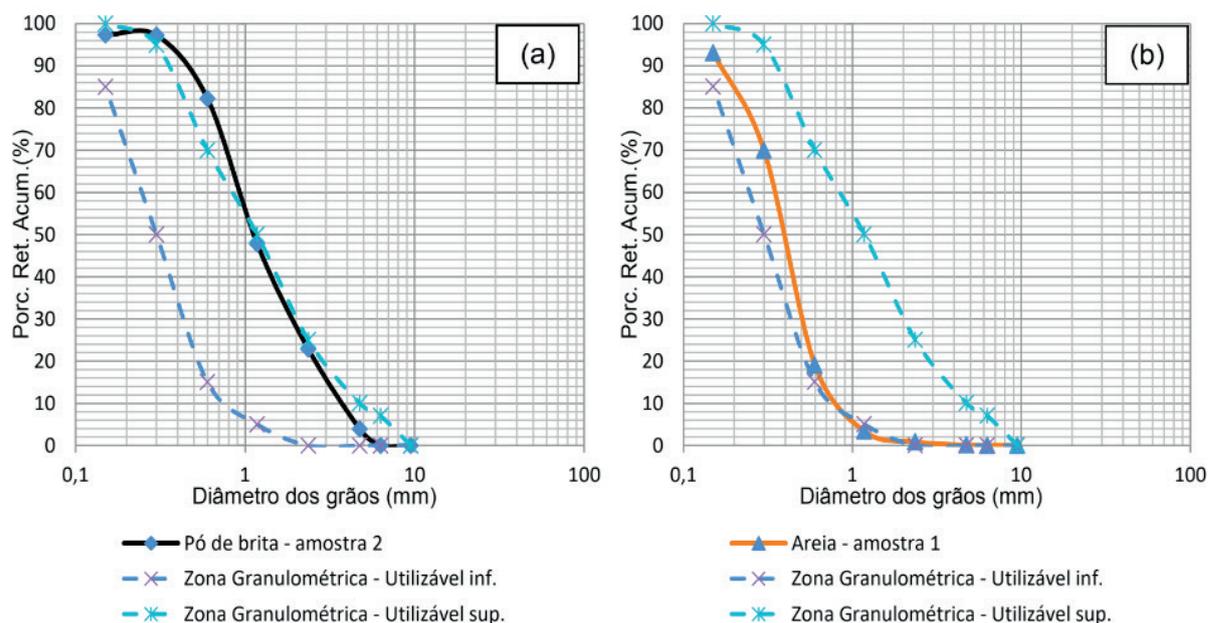


Gráfico 1(a) e (b) – Granulometria do pó de brita (a) e areia (b).

2.2 Definição do traço utilizado

O traço para os blocos de concreto foi obtido a partir de tentativas em laboratório onde a consistência da massa de concreto foi considerada. O traço utilizado foi de 1:5, sendo 2 de areia e 3 de pó de brita em massa com relação água/cimento de 0,35. A relação água/cimento foi obtida por tentativas em laboratório de forma que a consistência encontrada fosse equivalente ao “concreto seco”, possibilitando a desforma imediata.

2.3 Tratamento do papel utilizado

O papel utilizado foi proveniente de escolas, escritórios e setores administrativo, formato ISO A4, tratados conforme o método proposto por PRAZERES *et al.* (2018). O método consiste na fragmentação em tiras do papel com redução no comprimento das tiras, manualmente. Em sequência as tiras de comprimento reduzido são trituradas em liquidificador com adição de 1,5 litro de água para auxiliar o processo. Após a trituração a pasta resultante do processo é espalhada, submetida a esforços circulares, sobre a malha de peneira para permitir a retirada do excesso de água, até que o produto final se apresente em forma de pequenas pelotas. As figuras 1(a) e 1(b) apresentam etapas do processo.



Figura 1 – (a) Papel em tiras após processo inicial. (b) Papel em seu estado final, após secagem. (PRAZERES *et al.*, 2018)

2.4 Confeção dos blocos de concreto

Os blocos de concreto foram produzidos com auxílio de uma empresa situada na Estrada da Raposa – MA, que disponibilizou mão de obra e a máquina vibro-prensa manual para o desenvolvimento deste trabalho. A mistura do concreto foi realizada no local por meio de betoneira com capacidade de 600 litros e carregador, com o traço 1:2:3:0,35. As figuras 2(a) e 2(b) expõem aspectos da produção dos blocos e a máquina vibro-prensa manual utilizada. De acordo com a NBR 6136 (ABNT, 2014), as quantidades mínimas de blocos para os ensaios de resistência à compressão e análise dimensional estão

especificadas de acordo com o critério de conhecimento ou não do desvio-padrão de fábrica. O desvio-padrão da fábrica foi considerado desconhecido, logo, foram ensaiados por idade, 6 blocos para o ensaio dimensional e resistência à compressão e 3 blocos para o ensaio de absorção de água, totalizando 9 por idade. A norma determina também que a idade máxima de controle para análise das características físico-mecânicas deve ser de até, no máximo, 28 dias a partir da data de fabricação, logo, para este estudo, considerou-se as idades de 14, 21 e 28 dias para maior coleta de dados sobre a alteração das propriedades devido à adição do papel reciclado. Assim, tem-se a tabela 3 demonstrando a totalidade dos 54 blocos produzidos.

Tipo de concreto	Quantidade de blocos por idade			Normas
Padrão 0%	9	9	9	ABNT NBR 12118:2013
20%	9	9	9	ABNT NBR 6136:2014
Total: 54 CP's				

Tabela 3 – Quantidade de blocos a serem confeccionados.

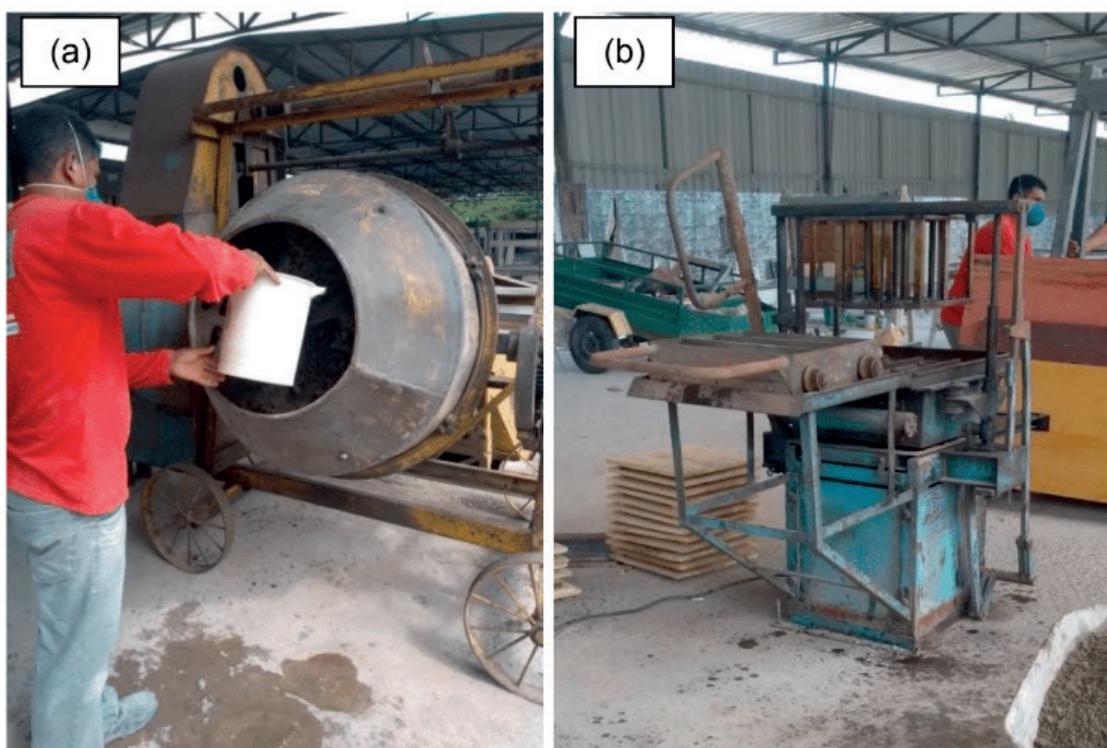


Figura 2 – Fabricação de blocos de concreto. (a) Materiais na betoneira. (b) Vibro-prensa manual utilizada.

2.5 Resistência à Compressão dos blocos de concreto

A resistência à compressão é, conforme determinação da NBR 12118 (ABNT, 2013),

a relação entre a carga de ruptura e a área bruta de um corpo-de-prova quando submetido ao ensaio de compressão axial, logo, este ensaio é realizado de acordo com a normatização citada anteriormente com a finalidade de encontrar a carga de ruptura para os blocos de concreto fabricados, de forma a analisar se estes encontram compatíveis com a NBR 6136 (ABNT, 2014), a qual define a resistência característica à compressão axial, em MPa, mínima a ser atingida para blocos de concreto de vedação. O método de ensaio é determinado pela NBR 12118 (ABNT, 2013). Os blocos foram previamente separados para constituir os corpos de prova a serem ensaiados à compressão secos ao ar, e suas faces de trabalho foram regularizadas com uma pasta de cimento e gesso, colocada sobre o molde de capeamento, que deve ser plano e uniforme. Após o capeamento, os blocos de concreto foram submetidos ao ensaio de compressão axial, com seu centro de gravidade coincidindo com as placas de apoio. As idades ensaiadas foram 14, 21 e 28 dias, com 6 blocos por idade. As figuras 3(a) e (b) retratam os blocos após o capeamento e durante o ensaio de compressão. O cálculo para a obtenção dos resultados individuais é realizado da mesma maneira que se calculam para corpos-de-prova cilíndricos, porém, por não se ter os dados do desvio-padrão de fábrica, de acordo com a classificação da NBR 6136, deve-se realizar a estimativa conforme a equação (1).

$$f_{bk,est} = 2 \left[\frac{f_{b(1)} + f_{b(2)} + \dots + f_{b(i-1)}}{i - 1} \right] - f_{bi} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde i é definido pela quantidade de blocos da amostra, $f_{bk,est}$ a resistência característica estimada da amostra em MegaPascal (MPa) e $f_{b(1)} + f_{b(2)} + \dots + f_{b(i-1)}$ são valores da resistência à compressão individuais dos blocos.



Figura 3 – Blocos após o capeamento (a) e durante ensaio de resistência à compressão (b).

2.6 Absorção de água e umidade relativa dos blocos de concreto

A absorção de água é por definição da NBR 12118 (ABNT, 2013) relação entre a massa de água contida no bloco saturado e a massa do bloco seco em estufa, propriedade apresentada em porcentagem. A absorção do bloco de concreto deve ser considerada por ser uma propriedade que, caso não esteja de acordo com a normatização vigente, pode prejudicar a integridade dos blocos, levando ao colapso. Os métodos de ensaio estão expostos na NBR 12118 (ABNT, 2013). Os blocos de concreto são inicialmente pesados, obtendo-se sua massa em condições de ensaio de compressão axial, m . A seguir, os testemunhos são levados à estufa, em uma temperatura constante de 110 ± 5 °C durante o período de 24 horas. Após este período, os blocos são pesados para a obtenção da massa seca, m_1 . Após o período de secagem, os blocos são impostos à saturação total durante 24 horas em tanque e pesados, obtendo-se a massa saturada, m_2 . A figura 4 apresenta três blocos após a saturação com superfície seca. A equação (2) determina a absorção de água dos blocos.

$$A_b = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde A_b é a absorção da água, em porcentagem (%), m_2 é a massa do corpo saturado, em gramas (g), e m_1 é a massa do corpo seco em estufa, em gramas, (g).

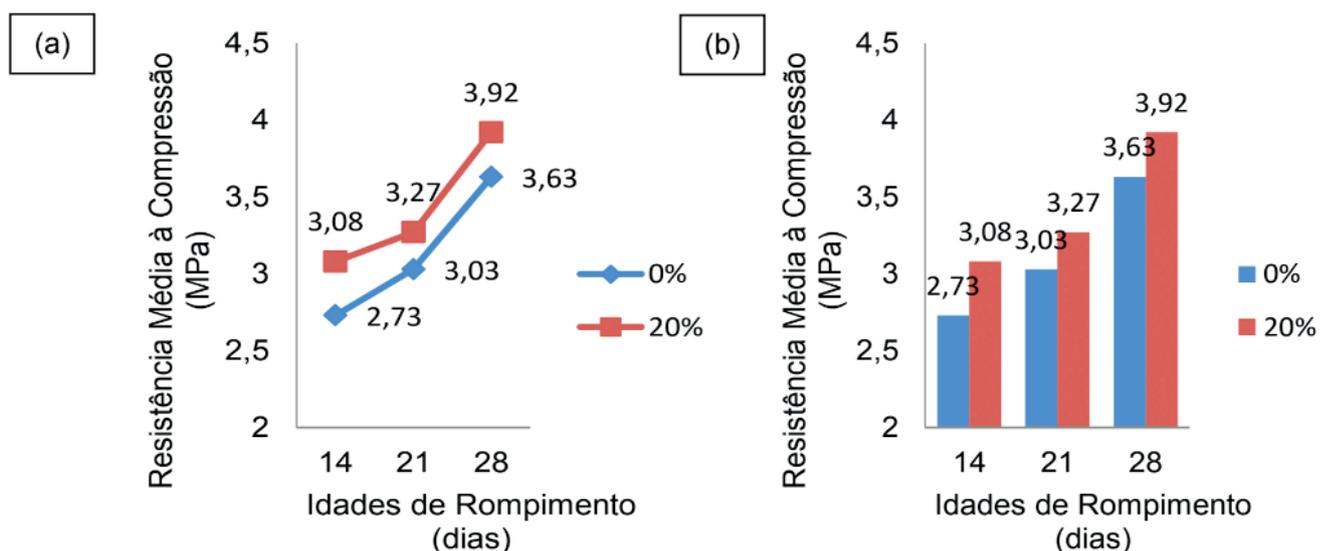


Figura 4 – Blocos após saturação.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Resultados para resistência à compressão dos blocos de concreto

A resistência à compressão é, conforme definição da NBR 6136, a relação entre a carga de ruptura do bloco e sua área bruta durante o ensaio de compressão axial. Esta propriedade é devidamente especificada e apresenta seus valores mínimos para blocos não estruturais. A obtenção dos resultados se faz por meio de cálculos estimativos do item 6.5 da NBR 6136 (ABNT, 2014). Os resultados coletados para as idades de 14, 21 e 28 dias dos blocos são apresentados de forma simplificada pelo valor da resistência característica à compressão, em seguida os valores médios dos dias de rompimento para os blocos com e sem papel. Os gráficos 2(a) e 2(b) apresentam os valores de resistência média encontrados de maneira comparativa, entre os blocos com adição de papel e sem. Aos 14 dias, a diferença entre os blocos padrões e os blocos com adição é notória, com cerca de 0,35 MPa, um acréscimo de aproximadamente 13% em relação à resistência do bloco padrão. Esta diferença de resistências já permite que o bloco modificado seja utilizado para fins não estruturais, visto que o valor mínimo aos 28 dias é de 3,0 MPa, enquanto o bloco com adição alcança os 3,08 MPa.



Gráficos 2(a) e 2(b) - Variações da resistência média à compressão para blocos padrão e com adição de papel (AUTORA (2018)).

Aos 21 dias de cura, o bloco padrão supera o limite mínimo de 3,0 MPa para blocos de vedação alcançando 3,03 MPa, enquanto o bloco modificado chega aos 3,27 MPa no mesmo período. O acréscimo de resistência em relação ao padrão é menor que a idade anterior, cerca de 8%, porém o crescimento se apresenta com certa linearidade, conforme já havia demonstrado pelos estudos anteriores. Aos 28 dias, o bloco padrão alcança 3,63 MPa, enquanto o bloco modificado continua apresentando um crescimento

linear, alcançando 3,92 MPa. A taxa de crescimento em relação ao bloco padrão alcançou novamente 8%, demonstrando mais uma vez a linearidade do crescimento da resistência, conforme já se havia comentado. É interessante frisar que a cura aplicada para estes blocos não foi a que traria maior resistência, porém, devido ao traço aplicado os resultados foram satisfatórios.

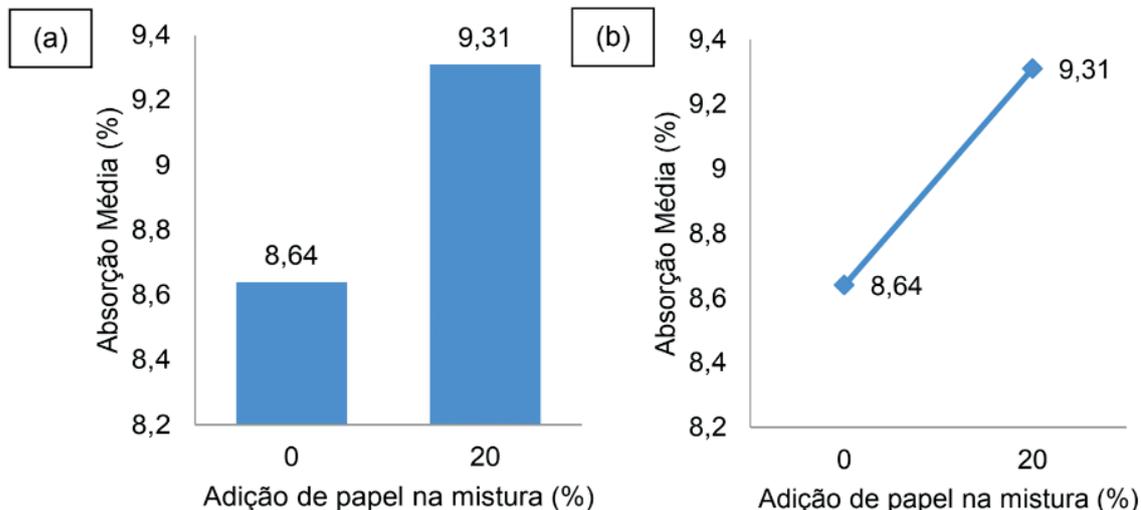
3.2 Resultados para absorção de água dos blocos de concreto

A absorção de água tem como função principal determinar a durabilidade das unidades de alvenaria a partir da análise dos poros presentes nos blocos de concreto. Caso o bloco seja muito poroso, a absorção de água aumentará e conseqüentemente a redução da vida útil do bloco é observada, por isso, é de suma importância que o ensaio de absorção de água seja realizado. Para este estudo, totalizaram-se 9 blocos para o concreto padrão e 9 blocos para o concreto com 20% de papel na mistura. Desta forma, tem-se os resultados obtidos para os 18 blocos analisados na tabela 3.

Teor de adição	Massa seca do bloco	Massa saturada do bloco	Absorção individual do bloco	Absorção média do bloco
(%)	(g)	(g)	(%)	(%)
0	11200	12100	8,04	8,402
	11800	12800	8,47	
	11500	12500	8,7	
	11600	12700	9,48	8,675
	11700	12600	7,69	
	11300	12300	8,85	
	10500	11400	8,57	8,862
	11600	12500	7,76	
	11700	12900	10,26	
20	11300	12500	10,619	9,263
	11800	12800	8,475	
	11500	12500	8,696	
	11200	12200	8,929	9,513
	11500	12700	10,435	
	10900	11900	9,174	
	11900	13100	10,084	9,512
	11600	12800	10,345	
11100	12000	8,108		

Tabela 3 – Resultados obtidos para absorção individual e média dos blocos (AUTORA (2018)).

Os dois tipos de blocos de concreto se mantiveram nos requisitos mínimos de absorção da NBR 6136 (ABNT, 2014), que especifica uma absorção individual de até 12% e uma média de até 10%. A partir de uma comparação gráfica da absorção do concreto padrão com o concreto adicionado de papel é possível inferir que a presença das fibras de celulose advindas do material reciclado promove uma maior absorção de água, conforme já visto nos resultados anteriores. Os gráficos 3(a) e 3(b) demonstram que apesar da absorção dos blocos com adição de papel apresentar um aumento a absorção para os blocos de concreto com papel foi aceitável nos requisitos da NBR 6136 (ABNT, 2014).



Gráficos 3(a) e 3(b) - Variações da absorção de água para blocos padrão e com adição de papel (AUTORA (2018)).

A diferença entre os valores obtidos para o bloco padrão e o bloco com 20% de papel foi de apenas 0,7%, um valor um pouco superior aos estudos anteriores, mas não muito significativo. Ainda assim é necessário um controle rígido para esta propriedade, tendo em vista sua importância e influência no desempenho dos blocos de concreto para alvenaria de vedação.

4 | CONCLUSÕES E PRÓXIMOS ESTUDOS

O estudo comparativo entre os blocos de concreto comuns e os blocos com adição de papel reciclado foi realizado adequadamente, comparando-se as alterações entre a absorção de água, resistência à compressão e análise dimensional.

A absorção de água apresentou crescimento do bloco padrão em relação ao bloco adicionado. Esta propriedade deve ser analisada com cautela. Apesar do acréscimo, o bloco adicionado se manteve abaixo do limite máximo de 10% para média de absorção, sendo assim aplicável para a construção civil.

A resistência à compressão dos blocos adicionados com papel reciclado apresentou valores individuais mais elevados que os blocos comuns, ultrapassando a resistência mínima de 3 MPa para blocos de vedação nos 14 dias de idade, enquanto o bloco comum alcançou a resistência mínima aos 21 dias de idade. A resistência continuou crescendo, ainda que não apresentando as mesmas taxas, de maneira linear. A diferença mais expressiva encontrou-se aos 28 dias de idade, em que o bloco com adição alcançava os 4 MPa.

Para estudos futuros, recomenda-se analisar propriedades físicas de absorção de água entre argamassa e bloco para confirmar a possibilidade de uso dos blocos no método construtivo de alvenaria, além de analisar outras propriedades mecânicas e físicas dos

blocos modificados a partir de ensaios especiais. Outros aspectos que podem também ser analisados são análises microestruturais para entender o mecanismo de interação entre as fibras de celulose e a matriz cimentícia, bem como analisar a viabilidade de utilização dos blocos adicionados para fins estruturais, por meio de ensaios especiais e maiores resistências a partir de um traço definido.

REFERÊNCIAS

- AKINWUMI, I. I. *et al.* Structural Evaluation Of Lightweight Concrete Produced Using Waste Newspaper and Office Paper, **Civil and Environmental Research**, vol. 6, p. 160-167, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9776: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 23: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro, 2000.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, 02 de agosto de 2010**. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CBCS. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas: Subsídios para a Promoção da Construção Civil Sustentável**, 2014.
- HARITH, Z.; GORGIS, I.; SALIH, S. Mechanical properties of papercrete, **The 3rd International Conference on Buildings, Construction and Environmental Engineering**, vol. 162, p. 1-7, 2018.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DAS ÁRVORES - IBÁ. **Relatório Anual – Indicadores de Desempenho do Setor Nacional de Árvores**, 2017.
- JUMAAT, Z.; SAFIYUDDIN, M.; SALAM, M. A.; HASHIM, R. Utilization of solid wastes in construction materials. **International Journal of the Physical Sciences**. v. 5, p. 1952-1963, 2010.
- LINTZ, R. C. C. et al. Estudo do reaproveitamento de resíduos de construção em concretos empregados na fabricação de blocos. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**. v.5, nº 2, p. 166-181, 2012.

LUCAS, D.; BENATTI, C. T. Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**. v.1, n.3, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, 2011.

PAPPU, A.; SAXENA, M.; ASOLEKAR, S. R. Solid wastes generation in India and their recycling potential in building materials. **Building and Environment**. Vol. 42, nº6, p. 2311–2320, 2007.

POON, C.S.; KOU, S.C.; LAM, L. Use of recycled aggregates in molded concrete bricks and blocks. **Construction and Building Materials**. Vol. 16, n °5, p. 281–289, 2002.

PRAZERES, M.; AGUIAR, E. B.; ALBUQUERQUE, P. R. Estudo das propriedades físico-mecânicas de concreto com adição de papel reciclado para blocos vazados sem função estrutural, **60º Congresso Brasileiro do Concreto**. Foz do Iguaçu, IBRACON, 2018.

PRUDÊNCIO JUNIOR, L. R.; OLIVEIRA, A. L.; FRASSON JUNIOR, A. Metodologia de Dosagem Para Blocos de Concreto Empregados em Alvenaria Estrutural. **Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural**. Revista Prisma. Santa Catarina, 2007.

PUTNAM, R. **Concrete Block Construction**, 3ª ed. American Technical Society, Chicago, 1973.

UN ENVIRONMENT et al. Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO2 cement-based materials industry. **Cement and Concrete Research**. v.114, p.2-26, 2018.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – WBCSD. **Cement Sustainability Initiative – Get The Numbers Right**, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adição Mineral 1, 2, 3, 4, 7, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 31

Adiciones Minerales 62

Agregado Cerâmico 49, 53, 55, 57, 58

Análise Estrutural 193, 194, 208, 217

Argamassa 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 25, 26, 30, 33, 46, 49, 51, 57, 58, 59, 81, 85, 86, 90, 95, 96, 97, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 121, 123, 149, 153, 157, 158, 159, 160

Argamassa de Assentamento 49, 113

Argamassas 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 21, 25, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 79, 80, 82, 83, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 114, 115, 116, 118, 123, 130, 132

Autonivelante 1, 2, 3, 4, 9, 15, 16

Avaliação Funcional 165

B

Baixo Custo 59, 114, 115, 239, 261

Bioetanol 64, 79, 80, 81, 95

C

Canalização 133, 136

Cimento 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76

Colombia 61, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 74, 75, 76

Concreto 15, 17, 18, 19, 20, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 59, 60, 61, 62, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 95, 96, 100, 101, 105, 108, 116, 123, 128, 129, 130, 139, 140, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 161, 162, 163, 169, 199, 201, 202, 207, 208, 210, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 233, 236, 237, 269

Construção 1, 2, 3, 16, 36, 38, 46, 47, 48, 49, 50, 59, 60, 79, 80, 86, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 122, 124, 125, 126, 130, 131, 132, 139, 141, 144, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 157, 161, 162, 163, 164, 177, 179, 185, 194, 210, 237, 243, 246, 247, 248, 250, 255, 256, 257, 259, 260, 261, 264, 265

Contrapiso 2, 3, 15, 104

D

Demolição 49, 52, 59, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 111, 112, 113, 124, 126, 132

Dimensionamento 133, 134, 135, 136, 137, 152, 197, 210, 213, 217, 221, 224, 225, 226, 229, 230, 231, 235, 237

Drenagem em Pavimentos 165

E

Edifício Empresarial 149, 150

Elementos Finitos 209, 210, 213, 216, 217, 219, 221, 222, 223

Esgotamento Sanitário 133, 134, 135, 137

F

Fundações 147, 209, 210, 211, 213, 223

G

Granito (RCMG) 1, 2

L

Laje Maciça 150, 152, 153, 154

Lignina 80, 81, 82, 83, 96

M

Macapá 164, 165, 170, 171, 174, 175, 177, 178

P

Patologia 33, 149, 150, 151, 162, 163, 167, 178

Pavimentos 74, 130, 151, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 175, 178, 180, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 198, 199, 201, 204, 205, 206, 207, 208

Pavimentos Isolados 193, 195, 197, 198, 199, 204, 205, 207, 208

Pilar 156, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 205, 206, 214, 215

Pórtico Plano 193, 195, 199, 204, 205, 206, 207, 208

R

Recalque 138, 142, 145

Reciclagem de RCD, 49

Redes Coletoras 133, 136

Rejeito de Cobre 114, 115, 116, 117, 119, 123

Resíduo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 49, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 60, 79, 80, 81, 82, 83, 90, 91, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 102, 103, 114, 115, 132

Resíduo de Corte 1, 2, 3, 4, 15

Resíduo Reciclado 2

Resistência Mecânica 12, 14, 15, 17, 49, 51, 54, 55, 56, 57, 105, 115, 116, 120

Risco 138, 139, 147, 195, 226, 251, 255

S

Saneamento 107, 133, 134, 135, 137, 178, 182, 240, 279

Sapatas 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 223

Solo 69, 71, 123, 135, 138, 139, 141, 143, 146, 147, 166, 168, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 217, 220, 221, 222, 240, 267, 268, 269, 272, 273, 274, 276, 277, 279

Subsistência 138, 147

Sustentabilidade 80, 115, 240

T

Teoria da Elasticidade 209

V

Vigas 156, 157, 195, 196, 198, 199, 201, 208, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

 **Atena**
Editora

2 0 2 0