

# A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra 3

6,0 Gt CO<sub>2</sub>

1,5 Gt CO<sub>2</sub>

Ingrid Aparecida Gomes  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Ingrid Aparecida Gomes**

(Organizadora)

**A Produção do Conhecimento nas  
Ciências Exatas e da Terra**

**3**

**Atena Editora**

**2019**

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P964 A produção do conhecimento nas ciências exatas e da terra 3  
[recurso eletrônico] / Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do  
Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-240-1

DOI 10.22533/at.ed.401190404

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Gomes,  
Ingrid Aparecida. II. Série.

CDD 507

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 22 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação.

As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química.

O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....   | <b>1</b>  |
| O LUGAR DE NASCER: A SITUAÇÃO DE FORTALEZA EM RELAÇÃO A ESTRUTURA DE HUMANIZAÇÃO DO PARTO NORMAL  |           |
| <i>Ana Edméa Teixeira Elias</i><br><i>Gláucia Barbosa Sobreira</i>  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4011904041</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....   | <b>10</b> |
| SANGUE BOM: APLICATIVO MÓVEL PARA GERENCIAMENTO DE DOAÇÕES DE SANGUE  |           |
| <i>Renan Lamon Machado</i><br><i>Luan Lamon Machado</i><br><i>Susana Brunoro Costa de Oliveira</i><br><i>Glaice Kelly da Silva Quirino Monfardini</i>                             |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4011904042</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....   | <b>17</b> |
| ESTUDO SOROLÓGICO DO BOHV-1 E BVDV EM FÊMEAS BOVINAS LEITEIRAS JOVENS NA ZONA DA MATA RONDONIENSE   |           |
| <i>Caio Cezar da Silva</i><br><i>Geraldo Francisco dos Santos Junior</i><br><i>Evelyn Rabelo Andrade</i><br><i>Jair Sábio de Oliveira Junior</i><br><i>Amauri Alcindo Alfieri</i> |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4011904043</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....   | <b>19</b> |
| FRACIONAMENTO E ANÁLISE ESPECTROSCÓPICA NO INFRAVERMELHO DE SUBSTÂNCIA HÚMICA PROVENIENTE DE MATERIAL DE COMPOSTAGEM  |           |
| <i>Ângelo Rafael Machado</i><br><i>Joyce Cristina de Rezende</i><br><i>Agnaldo Guilherme Novaes de Souza</i><br><i>Vivian Machado Benassi</i><br><i>Juan Pedro Bretas Roa</i>     |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4011904044</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....   | <b>34</b> |
| A SIMULAÇÃO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DA AVEIA A PARTIR DA DENSIDADE RECOMENDADA E AJUSTADA POR REGRESSÃO NA PROPOSIÇÃO DE MELHORIA DA INDICAÇÃO DE CULTIVO                 |           |
| <i>Karla Kolling</i><br><i>Denis Sidinei Rossi</i><br><i>Luana Henrichsen</i><br><i>Odenis Alessi</i><br><i>Vanessa Pansera</i><br><i>José Antonio Gonzalez da Silva</i>          |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4011904045</b>  |           |

**CAPÍTULO 6 ..... 40**

MODELAGEM MATEMÁTICA À INOVAÇÃO NA RECOMENDAÇÃO DE NITROGÊNIO NA BASE E COBERTURA À MELHORIA DE EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO DO NUTRIENTE NA PRODUTIVIDADE DA AVEIA

*Dênis Sidinei Rossi*

*Karla Kolling*

*Luana Henrichsen*

*Adriana Roselia Kraisig*

*Douglas César Reginato*

*José Antonio Gonzalez da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.4011904046**

**CAPÍTULO 7 ..... 46**

REAPROVEITAMENTO DA CASCA DO OVO PARA ELABORAÇÃO DE FARINHA

*Caroline Dallacorte*

*Camila Scheffer de Quadros*

*Samara Moro Behling*

**DOI 10.22533/at.ed.4011904047**

**CAPÍTULO 8 ..... 56**

RESÍDUOS MADEIREIROS GERADOS EM DUAS MARCENARIAS DA SERRA GAÚCHA

*Márcia Keller Alves*

*Alexandre Gomes Ribeiro*

**DOI 10.22533/at.ed.4011904048**

**CAPÍTULO 9 ..... 63**

VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE GRAUTE PRODUZIDO COM AGREGADOS RECICLADOS PARA O REFORÇO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

*Luanna da Silva Diamantino*

*Edna Alves Oliveira*

*Jamile Salim Fuina*

*Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco*

**DOI 10.22533/at.ed.4011904049**

**CAPÍTULO 10 ..... 82**

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E DESMATAMENTO EM RONDÔNIA: UMA ANÁLISE DA RESERVA ESTADUAL EXTRATIVISTA – RESEX JACI-PARANÁ

*Ravele da Silva Santana*

*Siane Cristhina Pedroso Guimarães Silva*

*Maria da Conceição Silva*

*Helen Rose Oliveira da Silva*

*Liliana Borges Oliveira*

*Alcione Gomes Botelho*

**DOI 10.22533/at.ed.40119040410**

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....   | <b>95</b>  |
| PROTÓTIPO DE UMA PORTA DESLIZANTE COM O MICROCONTROLADOR ARDUINO APLICADO À DISCIPLINA ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO                  |            |
| <i>Felipe José Serpa da Silva</i>  |            |
| <i>José Claudenio da Silva</i>   |            |
| <i>César Vinicius Mota da Silva</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040411</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 12</b> .....   | <b>103</b> |
| CARTOGRAFIA E ICONOGRAFIA ANTIGAS NO PROCESSO EVOLUTIVO DAS TORRES MILITARES, CIVIS E RELIGIOSAS NA CIDADE DE ÉVORA - PORTUGAL |            |
| <i>Maria do Céu Simões Tereno</i>  |            |
| <i>Maria Filomena Mourato Monteiro</i>   |            |
| <i>Marizia Clara de Menezes Dias Pereira</i>   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040412</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 13</b> .....   | <b>119</b> |
| ESFERA DE BLOCH: INTERAÇÃO ENTRE TRENS DE PULSOS E SISTEMAS ATÔMICOS   |            |
| <i>Ronaldo Adriano do Nascimento Rodrigues</i>   |            |
| <i>Marco Polo Moreno de Souza</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040413</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 14</b> .....   | <b>133</b> |
| ESTUDO DO GELO DE METANOL BOMBARDEADO POR AGENTES IONIZANTES EM AMBIENTES ASTROFÍSICOS SIMULADOS EM LABORATÓRIO                |            |
| <i>Fabricio Moreira Freitas</i>  |            |
| <i>Sergio Pilling Guapyassu de Oliveira</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040414</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 15</b> .....   | <b>144</b> |
| POTENCIAL DE INIBIÇÃO DE CORROSÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DOS FRUTOS DE <i>Azadirachta indica</i> A. Juss (NIM, MELIACEAE)        |            |
| <i>Francisco Idelbrando Lima Rodrigues</i>   |            |
| <i>José Eduardo da Silva</i>   |            |
| <i>Francisco Lucas Alves Batista</i>   |            |
| <i>Franciglauber Silva Bezerra</i>   |            |
| <i>Luisa Célia Melo</i>  |            |
| <i>Francisco Ernani Alves Magalhães</i>  |            |
| <i>Francisco André Andrade de Aguiar</i>   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040415</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 16</b> .....   | <b>152</b> |
| PROPOSTA AVALIATIVA EM QUÍMICA GERAL A PARTIR DO ASSUNTO OLIMPÍADAS  |            |
| <i>Veronica de Melo Sacramento</i>   |            |
| <i>Gliciane Ramos Azevedo Oliveira</i>   |            |
| <i>Jessyka Mylleny Soares</i>  |            |
| <i>Anne Caroline Oliveira Araújo</i>   |            |
| <i>Melquisedeque Seixas Neves</i>  |            |
| <i>Renato Lucas Vieira Magalhães</i>   |            |
| <i>Matheus Filipe Ramos Souza</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040416</b>  |            |

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 17</b> .....  | <b>160</b> |
| UMA ABORDAGEM BASEADA EM WEBSOCKET PARA COMUNICAÇÃO EM TEMPO REAL NO GENEMAISLAB  |            |
| <i>Eliseu Germano</i>   |            |
| <i>Marcelo Gonçalves Narciso</i>  |            |
| <i>Edgard Henrique dos Santos</i>   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040417</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 18</b> .....  | <b>170</b> |
| UMA PRÁTICA DE DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE SOLAR  |            |
| <i>Alessandro Chicarelli Pereira</i>  |            |
| <i>Lev Vertchenko</i>   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040418</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 19</b> .....  | <b>180</b> |
| RELAÇÃO ENTRE VÓRTICES CICLÔNICOS DE ALTOS NÍVEIS E FORMAÇÃO DE DUTOS ATMOSFÉRICOS DE SUPERFÍCIE NA ÁREA DO AEROPORTO DE PETROLINA PE |            |
| <i>Magaly de Fatima Correia</i>   |            |
| <i>André Gomes Penaforte</i>  |            |
| <i>Maria Regina da Silva Aragão</i>   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040419</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 20</b> .....  | <b>195</b> |
| PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE PARA MANGUEIRAS HIDRÁULICAS DOS VEÍCULOS COMPACTADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS           |            |
| <i>Francisco Igo Felix Gomes</i>  |            |
| <i>João Marcelo Carneiro</i>  |            |
| <i>Jully Amanda de Oliveira Ramos</i>   |            |
| <i>Lorena de Freitas Cavalcante</i>   |            |
| <i>Monaliza Sousa de Assis</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040420</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 21</b> .....  | <b>202</b> |
| RECURSOS HÍDRICOS DA CIDADE DE ÉVORA: (RE)INTERPRETAÇÃO DE ALGUMA CARTOGRAFIA E ICONOGRAFIA HISTÓRICAS DA CIDADE                      |            |
| <i>Maria Filomena Mourato Monteiro</i>  |            |
| <i>Maria do Céu Simões Tereno</i>   |            |
| <i>Marizia Clara de Menezes Dias Pereira</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040421</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 22</b> .....  | <b>219</b> |
| SELEÇÃO DE INDICADORES ASSOCIADOS À AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  |            |
| <i>Danielle Agnes M. dos Santos</i>   |            |
| <i>Fernando Jorge C. M. Filho</i>   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.40119040422</b>   |            |
| <b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....   | <b>242</b> |

## VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE GRAUTE PRODUZIDO COM AGREGADOS RECICLADOS PARA O REFORÇO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

### **Luanna da Silva Diamantino**

Universidade FUMEC/FEA - Faculdade de Engenharia e Arquitetura  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Edna Alves Oliveira**

Universidade FUMEC/FEA - Faculdade de Engenharia e Arquitetura  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Jamile Salim Fuina**

Universidade FUMEC/FEA - Faculdade de Engenharia e Arquitetura  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco**

Universidade FUMEC/FEA - Faculdade de Engenharia e Arquitetura  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**RESUMO:** Este trabalho visa analisar experimentalmente as propriedades físicas e mecânicas do graute produzido com agregados reciclados. Para análise do desempenho mecânico desse graute, foram realizadas análises experimentais em prismas de blocos de concreto conforme especificações das normas da ABNT visando à reciclagem de resíduos da fabricação de blocos de concreto. Foram ensaiados 15 prismas com dois blocos, preenchidos com graute convencional e 15 com graute produzido com resíduos da construção civil. Os resultados obtidos no presente estudo

mostraram que o graute produzido a partir da substituição integral do agregado natural graúdo por resíduo, apresenta propriedades mecânicas adequadas para o reforço de paredes de alvenaria estrutural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alvenaria estrutural, resíduo da construção civil, graute, prismas.

### FEASIBILITY OF THE GRAUTE PRODUCTION USED WITH RECYCLED AGGREGATES FOR THE STRENGTHENING OF CONCRETE BLOCKS FOR STRUCTURAL MASONRY.

**ABSTRACT:** This work aims to analyze experimentally the physical and mechanical properties of grout produced with recycled aggregates. To analyze the mechanical performance of this grate, experimental analyzes were performed on prisms of concrete blocks according to ABNT standards for the recycling of residues from the manufacture of concrete blocks. Fifteen prisms with two blocks, filled with conventional grate and 15 with grate produced with construction residues were tested. The results obtained in the present study showed that the grate produced from the integral replacement of the heavy natural aggregate by residue presents adequate mechanical properties for the reinforcement of structural masonry walls.

**KEYWORDS:** Structural masonry, construction waste, grout, prisms.

## 1 | INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo que vem se destacando no Brasil e no mundo, devido às suas vantagens como construção racionalizada, quantidade reduzida de mão de obra, construção limpa e redução no tempo de sua realização. Porém, muitas vezes a sua utilização se baseia em métodos intuitivos, demonstrando que, embora muitos estudos tenham sido realizados, ainda há muito a ser pesquisado a fim de aprimorar o sistema de dimensionamento e a técnica construtiva (CAMACHO, 2006).

É um sistema constituído pela interação de materiais distintos, dimensionados para suportar as cargas solicitantes que atuam nas paredes estruturais, devendo o sistema trabalhar de maneira que bloco, argamassa e graute interajam de forma conjunta, como um sistema monolítico (RAMALHO e CORRÊA, 2008). Por isso, o desempenho estrutural das paredes da alvenaria não pode ser estimado sem a realização de ensaios com paredes ou prismas. Estes ensaios permitem analisar as principais propriedades mecânicas da alvenaria, que são a resistência à compressão, à tração, à flexão e ao cisalhamento.

Assim como todo sistema construtivo, a alvenaria estrutural também contribui para geração de resíduos, seja na fabricação dos blocos, no transporte, na execução de um projeto não compatibilizado, ou na falta de treinamento da mão de obra para a sua execução. Podendo ainda, ser o sistema construtivo que mais gere resíduos na construção, devido, justamente, ao grande número de variáveis, mas que por sua vez, quando controlados e racionalizados, viabilizam o sistema no âmbito sustentável e econômico (MARTINS, 2012).

Esses resíduos gerados por construções e demolições (RCD) podem ser definidos pela mistura de rejeitos oriundos de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, sendo o seu armazenamento muitas vezes realizado de forma inapropriada onde, segundo John e Agopyan (2013), podem ser depositados em bota-fora clandestino, nas margens de rios e córregos ou em terrenos baldios.

No Brasil, a resolução nº 307 do conselho nacional do meio ambiente – CONAMA (2002), estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

A utilização de agregados de concreto reciclado é muito atraente do ponto de vista da redução dos custos e da sustentabilidade. É neste contexto que este trabalho se insere. Será avaliado o comportamento da alvenaria estrutural com blocos de concreto reforçados com graute produzido a partir da substituição integral do agregado graúdo por resíduos da fabricação de blocos de concreto.

## 2 | METODOLOGIA

Com a finalidade de atingir os objetivos propostos, foi desenvolvido um programa experimental para avaliar as propriedades mecânicas da alvenaria e seus componentes. O estudo experimental foi constituído das seguintes etapas:

- coleta dos materiais: blocos, agregados naturais e resíduo;
- análise granulométrica dos agregados miúdo, graúdo e do resíduo;
- análise de traços de graute, disponíveis na literatura, para posterior avaliação da resistência à compressão axial do graute obtido a partir da substituição integral do agregado natural miúdo por resíduo, e do graute obtido a partir da substituição integral do agregado graúdo por resíduo;
- execução de corpos de prova cilíndricos com graute convencional (confeccionado com agregados naturais) e graute com resíduo (confeccionado com a substituição integral dos agregados naturais por resíduo gerado durante a fabricação de blocos de concreto);
- realização de ensaios em blocos, em corpos de prova cilíndricos de graute convencional e de resíduo, e em corpos de prova prismáticos de argamassa para determinação da resistência à compressão axial e do módulo de deformação;
- realização de ensaios em prismas com 2 (dois) blocos preenchidos com graute convencional e graute com resíduo para determinação da resistência à compressão axial e do módulo de deformação.

Para tais avaliações, foram utilizadas as Normas ABNT NBR 12118: 2013 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio, ABNT NBR 5739: 2007 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, ABNT NBR 15961-2: 2011 - Alvenaria estrutural - Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras, ABNT NBR 6136: 2016 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos, ABNT NBR 13276: 2016 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência, ABNT NBR 13279: 2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, ABNT NBR 10007: 2004 - Amostragem de Resíduos Sólidos e ABNT NBR 8522 : 2008 - Concreto - Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar o estudo experimental foram utilizados Blocos estruturais vazados de concreto para amarração tipo “L” com dimensões nominais de 14 cm x 19 cm x 34 cm conforme ilustra a Figura 1.



Figura 1 – Blocos de concreto estruturais utilizados na pesquisa

Fonte: Autores (2018).

Os agregados utilizados nessa pesquisa foram fornecidos em um único lote por empresas da grande Belo Horizonte. O agregado reciclado foi coletado de acordo com a NBR 10007– “Amostragem de Resíduos Sólidos” (ABNT, 2004).

A composição granulométrica foi realizada com o resíduo, agregado miúdo natural e agregado graúdo natural de acordo com as recomendações da NBR 7211 “Agregados para concreto – Especificação” (ABNT, 2009), que, além de determinar a composição granulométrica dos agregados, tem como objetivo a definição do módulo de finura, que é a soma das porcentagens retidas acumuladas nas peneiras, dividida por 100 e da dimensão máxima característica que é o valor onde o agregado possui uma porcentagem retida acumulada igual, ou imediatamente inferior, a 5% em massa.

A argamassa de assentamento foi confeccionada com cimento CP IV E 32, cal hidratada e areia industrial de granulometria média. O traço em massa utilizado foi de 1:1:0,6 (cimento:cal:areia) respeitando uma junta de aproximadamente 1,0 cm de espessura entre os blocos de concreto assentados. A mistura dos componentes da argamassa foi realizada obtendo-se a condição plástica e a trabalhabilidade adequada com uma relação água/ cimento  $a/c = 1,51$  em massa. Este traço foi adotado por ser usualmente utilizado em obras de alvenaria estrutural.

Para definir o traço que seria adotado na confecção do graute, foram analisados quatro traços, sendo estes dosados para a obtenção de resistência à compressão média de  $15 \pm 2$  MPa. A adoção dessa resistência média se deve ao valor obtido na resistência característica à compressão dos blocos de concreto.

Diante dos resultados da resistência característica dos blocos, verificou-se que o traço de graute de  $15 \pm 2$  MPa apresentou, aproximadamente, a resistência do bloco e não sendo inferior à resistência mínima estabelecida por norma, conforme descrito

no referencial teórico. A consistência adotada foi determinada a partir do ensaio de abatimento do tronco de cone.

Após análises dos quatro traços, definiu-se o traço em massa do graute convencional e com resíduo de 1:2,21:2,40 (cimento: areia: brita) e relação água cimento (a/c) de 0,950. O cimento empregado na confecção dos grautes foi o mesmo utilizado na argamassa – cimento CP IV E 32.

Denomina-se graute convencional, neste trabalho, o graute confeccionado com brita nº 0 e areia natural, e com resíduo, o graute confeccionado com resíduos gerados na fabricação de blocos de concreto estruturais, provenientes de uma fábrica de blocos de concreto da região metropolitana de Belo Horizonte, MG.

Com o objetivo de analisar o desempenho mecânico da alvenaria reforçada com graute convencional e graute com resíduo foram confeccionados dois tipos de prismas. Em ambos foram utilizados blocos estruturais vazados de concreto para amarração tipo “L” com dimensões nominais de 14 cm x 19 cm x 34 cm. Esses blocos foram justapostos e unidos por juntas horizontais de argamassa para o seu assentamento. O primeiro tipo de prisma denominado “Prisma convencional”, foi preenchido com graute executado com agregados naturais miúdo e graúdo. O segundo tipo de prisma denominado “Prisma com Resíduo” foi preenchido com graute que teve a substituição integral do agregado graúdo natural por resíduo gerado durante a fabricação de blocos de concreto conforme Figura 2.



Figura 2 - Amostras do resíduo utilizado na substituição do agregado natural

Fonte: Autores (2018).

Para a realização do estudo foram confeccionados e ensaiados à compressão aos 28 dias, um total de 15 (quinze) prismas para cada tipo de graute adotado - graute convencional e graute com resíduo. Os quinze blocos do traço convencional foram capeados com pasta de cimento e montados no dia seguinte. A execução dos passos para montagem dos 15 (quinze) prismas com resíduo seguiu os mesmos procedimentos dos prismas convencionais, porém como seria inviável realizar o rompimento dos 30

(trinta) prismas no mesmo dia, os mesmos foram capeados e montados um dia após a montagem dos prismas convencionais que podem ser observados na Figura 3.



Figura 3 - Montagem dos prismas

Fonte: Autores (2018).

Após aguardar o tempo de descanso mínimo de 16 (dezesseis) horas, os alvéolos dos blocos de 15 (quinze) prismas foram preenchidos com graute convencional. O grauteamento foi realizado em duas camadas que recebiam 12 (doze) golpes em cada camada aplicados com a haste de socamento. Os quinze prismas preenchidos com graute com resíduo obedeceram ao mesmo procedimento de execução, porém foram realizados no dia seguinte em função da logística para realização dos testes de compressão axial.

O equipamento adotado para os testes de compressão e deformação dos corpos de prova cilíndricos foi acoplado a prensa, sendo a velocidade do carregamento comandada automaticamente por um computador. Foram instalados dois transdutores lineares de deslocamentos (LVDT - Transformador Diferencial Variável Linear) para análise das deformações dos grautes convencionais e com resíduo. A Figura 4 ilustra o conjunto de equipamentos e corpo de prova utilizados durante o ensaio.



Figura 4 – Equipamento utilizado no ensaio de compressão para determinar a deformação em corpos de prova cilíndricos

Fonte: Autores (2018).

Para a determinação do módulo de deformação dos prismas, foi desenvolvido um equipamento para auxiliar na fixação dos transdutores de deslocamentos (LVDT) e dos extensômetros analógicos. Foram utilizados dois LVDT's e dois extensômetros analógicos para leitura das deformações longitudinais. Para leitura das deformações transversais foram utilizados quatro extensômetros analógicos, como pode ser observado na Figura 5.



Figura 5 - Equipamento desenvolvido para auxiliar na fixação dos LVDT's e extensômetros analógicos nos prismas

Fonte: Autores (2018).

Para obtenção das deformações fornecidas pelo LVDT, foi feita aquisição direta dos dados pelo computador. Para os extensômetros analógicos, as leituras foram feitas manualmente ao fim de cada intervalo de aplicação de carga.

Após a execução da leitura dos extensômetros, os prismas foram submetidos a carregamento até atingir ruptura, obtendo-se assim a resistência à compressão axial dos prismas.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentados a seguir, os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais utilizados para a produção dos grautes e prismas, assim como as suas características, obtidas através dos estudos experimentais.

### 4.1 Índice de absorção de água dos blocos de concreto

O ensaio para obtenção do índice de absorção de água dos blocos de concreto foi realizado de acordo com as normas NBR 12118 (ABNT, 2013) e NBR 6136 (ABNT, 2016), que consideram que a porcentagem do índice de absorção dos blocos que deve estar abaixo de 9,0% para a média e abaixo de 10% para cada bloco utilizado.

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos para o índice de absorção, d'água considerando o número mínimo de amostras exigida pelas normas.

| BLOCOS       | PESO $m_1$<br>a<br>g | PESO $m_2$<br>b<br>g | ÍNDICE DE ABSORÇÃO<br>DE ÁGUA<br>% |
|--------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| 1            | 5291                 | 5553                 | 5,0                                |
| 2            | 5218                 | 5275                 | 1,1                                |
| 3            | 5292                 | 5562                 | 5,1                                |
| 4            | 5207                 | 5605                 | 7,6                                |
| 5            | 5223                 | 5309                 | 1,6                                |
| 6            | 5275                 | 5463                 | 3,6                                |
| <b>MEDIA</b> | <b>5251</b>          | <b>5461</b>          | <b>4,0</b>                         |
| <b>SD</b>    | <b>33,1</b>          | <b>117,8</b>         | <b>2,1</b>                         |

a Massa do corpo de prova seco em estufa  
b Massa do corpo de prova saturado

Tabela 1 - Índice de absorção de água dos blocos

Fonte: Autores (2018).

É possível verificar que, em nenhum bloco, o resultado de absorção de água ultrapassou o valor estabelecido pela norma, sendo um indicador importante, pois uma grande absorção de água pode interferir no potencial de aderência entre o bloco e a argamassa.

### 4.2 Caracterização dos agregados

Os resultados da composição granulométrica dos agregados naturais encontram-se nas figuras 6,7 e 8 e nos gráficos 1, 2 e 3.

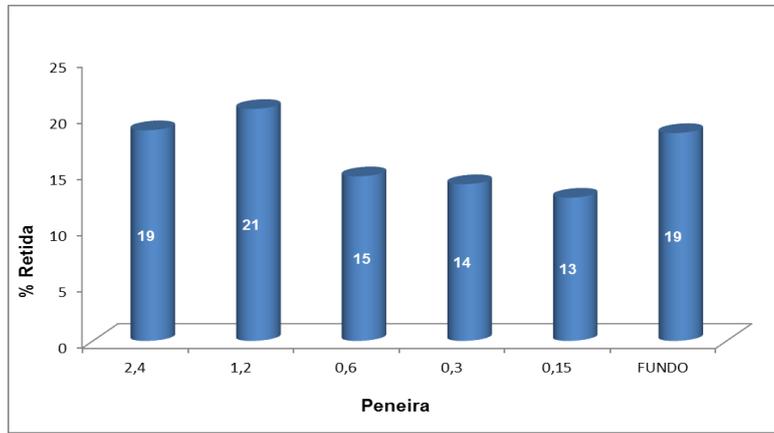


Figura 6 - Porcentagem retida por peneira do agregado natural miúdo  
 Fonte: Autores (2018).

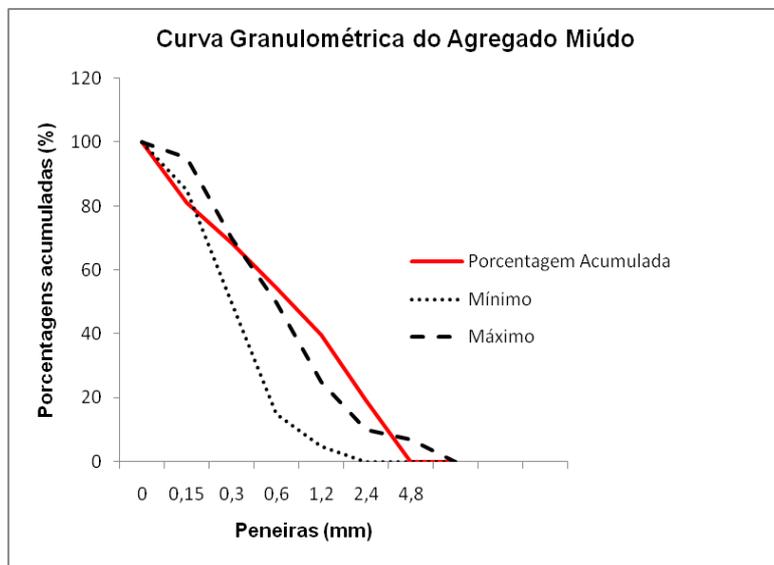


Gráfico 1 – Curva granulométrica do agregado natural miúdo  
 Fonte: Autores (2018).

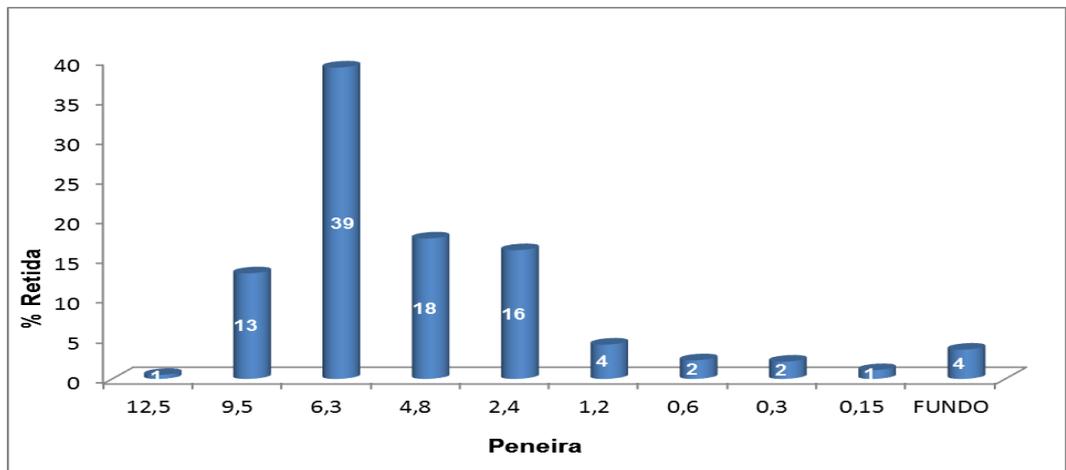


Figura 7 - Porcentagem retida por peneira do agregado natural graúdo  
 Fonte: Autores (2018).

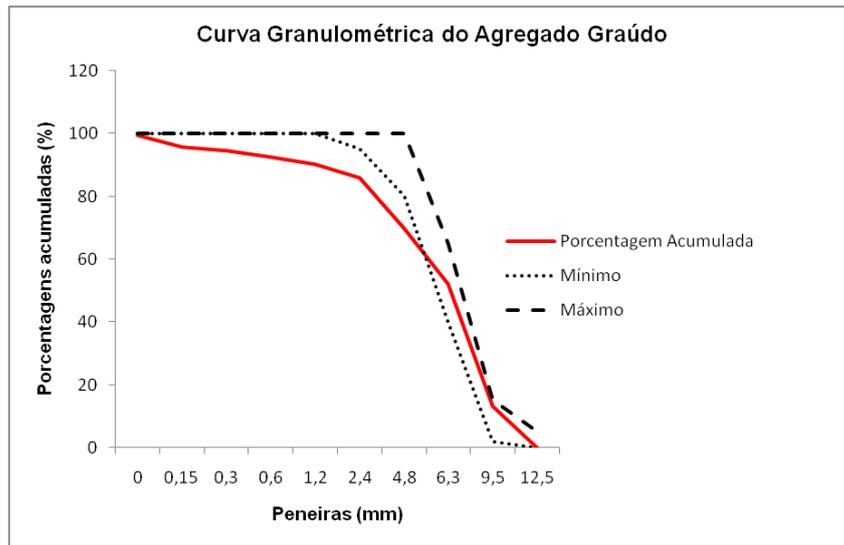


Gráfico 2 - Curva granulométrica do agregado natural graúdo  
Fonte: Autores (2018).

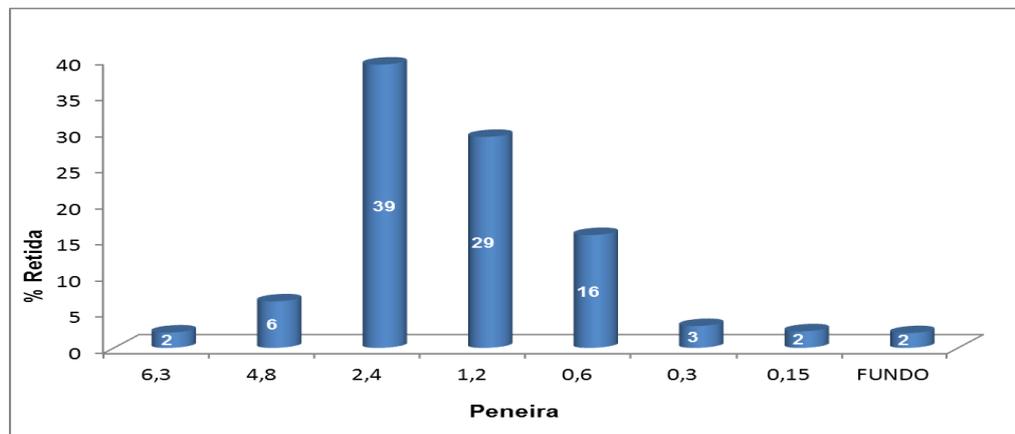


Figura 8 - Percentagem retida por peneira do resíduo  
Fonte: Autores (2018).

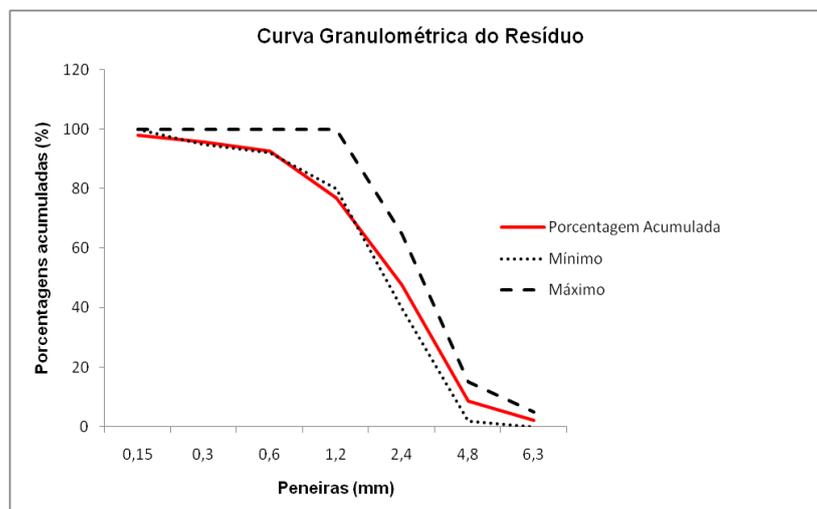


Gráfico 3 - Curva granulométrica do resíduo  
Fonte: Autores (2018).

De acordo com os resultados apresentados, verifica-se que:

- a maior parte do resíduo possui granulometria menor que 4,8mm e a maioria é composta pelo diâmetro de 2,4 mm;

- o módulo de finura e diâmetro máximo característico do resíduo se encontra entre as características granulométricas dos dois tipos de agregados naturais, que podem ser observados nos gráficos 1, 2 e 3.

Nos traços analisados de graute com resíduo, conforme apresentado no item Materiais e métodos, foi considerada a substituição integral do agregado natural miúdo pelo resíduo. Entretanto, sabe-se que quanto maior o módulo de finura de um agregado que será utilizado em concreto, maior é o número de grãos por unidade de volume de suas partículas, aumentando a área de superfície destes, por consequência, a necessidade de água para envolver os grãos.

Diante dos resultados obtidos na caracterização dos agregados naturais e do resíduo, verificou-se que o resíduo apresentou composição granulométrica que se enquadra entre os agregados naturais miúdos e graúdos, conforme ilustra a Figura 9. Entretanto, é possível concluir que o resíduo apresentou módulo de finura (4,19) mais próximo do agregado graúdo (5,43).

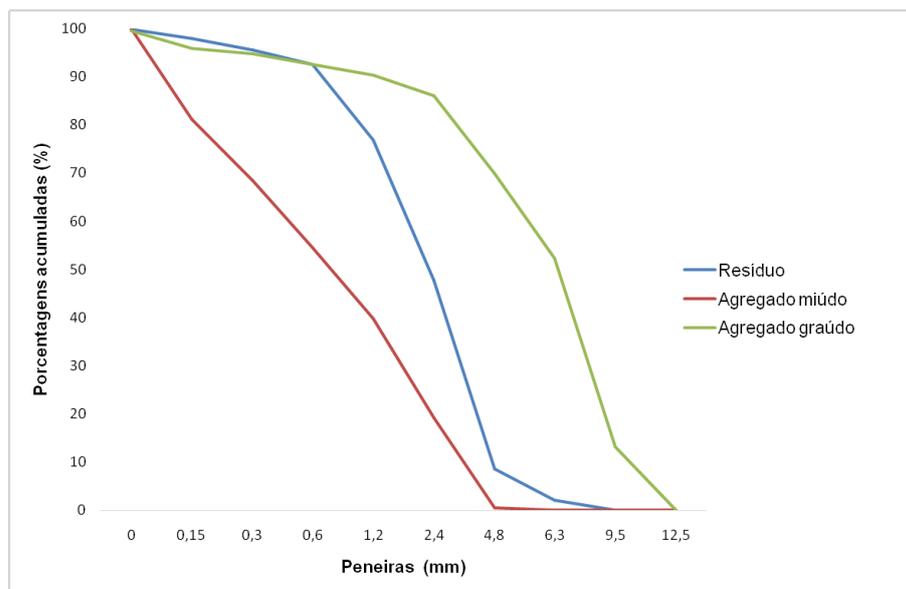


Figura 9 - Comparação entre a curva granulométrica dos agregados naturais e do resíduo

Fonte: Autores (2018).

#### 4.3 Determinação da resistência à compressão dos corpos de prova do graute

A determinação da resistência à compressão dos corpos de prova dos grautes foi realizada conforme as recomendações da norma NBR 5739 “Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos” (ABNT, 2007).

Foram executados seis corpos de prova para cada um dos quatro traços analisados.

O traço 1, denominado traço piloto, foi confeccionado com agregados naturais e fator água/cimento (a/c) igual a 0,76. Porém, este traço não obteve a consistência compatível para realização do preenchimento dos prismas de bloco de concreto.

Com o intuito de alcançar a consistência desejada, foram adicionados 190ml de água no traço piloto (denominado traço 2). O traço 3 foi confeccionado com a substituição integral do agregado graúdo pelo resíduo e relação a/c igual a 0,95. Quanto ao traço 4, foi substituído 100% do agregado miúdo pelo resíduo, com a/c = 0,95 – Tabela 2.

Os dados obtidos através do rompimento dos corpos de prova cilíndricos, aos 28 dias, tiveram a resistência à compressão aproximada à resistência dos blocos de concreto, conforme será apresentado no item 6.1.6. A média das resistências à compressão obtida em cada traço analisado, dos seis corpos de provas ensaiados, encontra-se na Tabela 2.

| TRAÇO | CIMENTO (Kg) | AGREGADO MIÚDO (Kg) | AGREGADO GRAÚDO (Kg) | RESÍDUO (Kg) | FATOR a/c | RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa) |
|-------|--------------|---------------------|----------------------|--------------|-----------|--------------------------------|
| 2     | 1            | 2,2                 | 2,4                  | -            | 0,95      | 9,7                            |
| 3     | 1            | 2,2                 | -                    | 2,4          | 0,95      | 11,5                           |
| 4     | 1            | -                   | 2,4                  | 2,2          | 0,95      | 12,5                           |

Tabela 2 - Resistência média à compressão dos traços de graute

Fonte: Autores (2018).

Após analisar os resultados comparativos entre os ensaios de caracterização física dos agregados, e levando-se em consideração o objetivo do trabalho que é a produção de um graute que possua características de fluidez e plasticidade aceitáveis, considerou-se a substituição do agregado natural graúdo pelo resíduo da fabricação dos blocos de concreto estruturais, devido a maior semelhança do resíduo com o agregado graúdo. Com base nas análises dos resultados dos traços obtidos e nas considerações descritas acima, o traço 3 foi adotado para ser utilizado na presente pesquisa para o preenchimento dos prismas.

Apesar do traço 4, dentre todos, apresentar maior resistência média à compressão (12,5 MPa), a fluidez e a plasticidade não foram compatíveis com as exigidas para graute utilizado no preenchimento de blocos para alvenaria estrutural.

Após análise dos valores das resistências à compressão axial dos grautes apresentados, é possível afirmar que o graute com a substituição tanto do agregado graúdo, quanto do agregado miúdo pelo resíduo apresentaram maior resistência à compressão quando comparados ao graute confeccionado com agregado natural (convencional).

#### 4.4 Determinação da resistência à compressão e à tração por flexão da argamassa

Os ensaios para a determinação da resistência à compressão e à tração da argamassa foram realizados de acordo com as recomendações da NBR 13279 “Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão” (ABNT, 2005), sendo executados nove corpos de prova.

A resistência média à tração e compressão dos corpos de prova podem ser visualizados na Tabela 3.

| CP     | RESISTÊNCIA À<br>TRAÇÃO<br>(MPa) | RESISTÊNCIA À<br>COMPRESSÃO<br>(MPa) |
|--------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1      | 1,9                              | 5,1                                  |
| 2      | 1,6                              | 5,3                                  |
| 3      | 2,0                              | 5,3                                  |
| 4      | 1,9                              | 5,4                                  |
| 5      | 2,0                              | 5,0                                  |
| 6      | 1,8                              | 5,0                                  |
| 7      | 1,9                              | 5,1                                  |
| 8      | 2,1                              | 4,9                                  |
| 9      | 1,7                              | 5,1                                  |
| MÉDIA: | 1,9                              | 5,1                                  |

Tabela 3 - Resistência à tração por flexão e compressão da argamassa

Fonte: Autores (2018).

De acordo com Ramalho e Corrêa (2008), a resistência da argamassa é importante apenas quando inferior a 30% ou 40% da resistência do bloco. Os autores citam que argamassas com resistência de até 50% da resistência do bloco dificilmente afetam a resistência dos prismas.

#### 4.5 Determinação da resistência característica à compressão do bloco

A determinação da resistência característica à compressão dos blocos foi realizada conforme as recomendações da norma NBR 6136 (ABNT, 2016).

Foram ensaiados seis blocos, sendo esta quantidade a mínima estabelecida pela norma para lotes de até 5.000 blocos, onde os resultados da resistência à compressão podem ser visualizados na Tabela 4.

| BLOCO         | TENSÃO DE RUPTURA (MPa) |
|---------------|-------------------------|
| 1             | 10,0                    |
| 2             | 9,7                     |
| 3             | 12,1                    |
| 4             | 9,2                     |
| 5             | 10,1                    |
| 6             | 8,8                     |
| <b>MÉDIA:</b> | <b>10,0</b>             |

Tabela 4 - Resistência à compressão dos blocos de concreto

Fonte: Autores (2018).

Obeve-se uma resistência característica à compressão dos blocos igual a 8,3 MPa, superior à resistência de 4,5 MPa definida para blocos com função estrutural conforme pode ser visto Tabela 4.

| BLOCOS | $f_{bi}$<br>(MPa) | $f_{bk,est}$<br>(MPa) | $\psi \cdot f_{b1}$<br>(MPa) | RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA À<br>COMPRESSÃO<br>(MPa) |
|--------|-------------------|-----------------------|------------------------------|---|
| 1      | 8,8               |                       |                              |   |
| 2      | 9,2               |                       |                              |   |
| 3      | 9,7               |                       |                              |   |
| 4      | 10,0              | 8,3                   | 7,8                          | 8,3   |
| 5      | 10,1              |                       |                              |   |
| 6      | 12,1              |                       |                              |   |

Tabela 5 - Resistência característica à compressão dos blocos

Fonte: A autora (2018).

#### 4.6 Determinação da resistência à compressão dos prismas

Para determinar a resistência à compressão dos prismas, foram confeccionados 30 (trinta) prismas, sendo 15 (quinze) preenchidos com o graute convencional e 15 (quinze) com o graute produzido com resíduo.

Conforme considerado nos resultados dos ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova do graute, o traço definido para o preenchimento dos alvéolos dos prismas foi com 100% de resíduo em substituição ao agregado graúdo. Os resultados dos ensaios são apresentados na Tabela 5.

| TRAÇO               | PRISMA | TENSÃO DE RUPTURA (MPa) | TRAÇO              | PRISMA | TENSÃO DE RUPTURA (MPa) |
|---------------------|--------|-------------------------|--------------------|--------|-------------------------|
| PRISMA CONVENCIONAL | 1      | 10,4                    | PRISMA COM RESÍDUO | 1      | 11,2                    |
|                     | 2      | 12,2                    |                    | 2      | 9,5                     |
|                     | 3      | 8,8                     |                    | 3      | 10,7                    |
|                     | 4      | 11,9                    |                    | 4      | 7,6                     |
|                     | 5      | 11,6                    |                    | 5      | 8,8                     |
|                     | 6      | 12,6                    |                    | 6      | 7,6                     |
|                     | 7      | 13,1                    |                    | 7      | 8,8                     |
|                     | 8      | 12,3                    |                    | 8      | 9,8                     |
|                     | 9      | 13,1                    |                    | 9      | 8,9                     |
|                     | 10     | 12,3                    |                    | 10     | 10,1                    |
|                     | 11     | 10,4                    |                    | 11     | 11,5                    |
|                     | 12     | 11,7                    |                    | 12     | 7,6                     |
|                     | 13     | 11,2                    |                    | 13     | 10,2                    |
|                     | 14     | 12,2                    |                    | 14     | 10,6                    |
|                     | 15     | 13,6                    |                    | 15     | 10,1                    |
| <b>MÉDIA:</b>       |        | <b>11,7 (MPa)</b>       | <b>MÉDIA:</b>      |        | <b>9,5 (MPa)</b>        |

Tabela 6 - Resistência à compressão dos prismas preenchidos com graute convencional e graute com resíduo

Fonte: Autores (2018).

Com base nos valores das resistências à compressão axial dos prismas, pode-se dizer que houve uma redução média da resistência mecânica à compressão de 20% do prisma com resíduo em relação ao prisma preenchido com graute convencional, conforme pode ser observado na Figura 10.

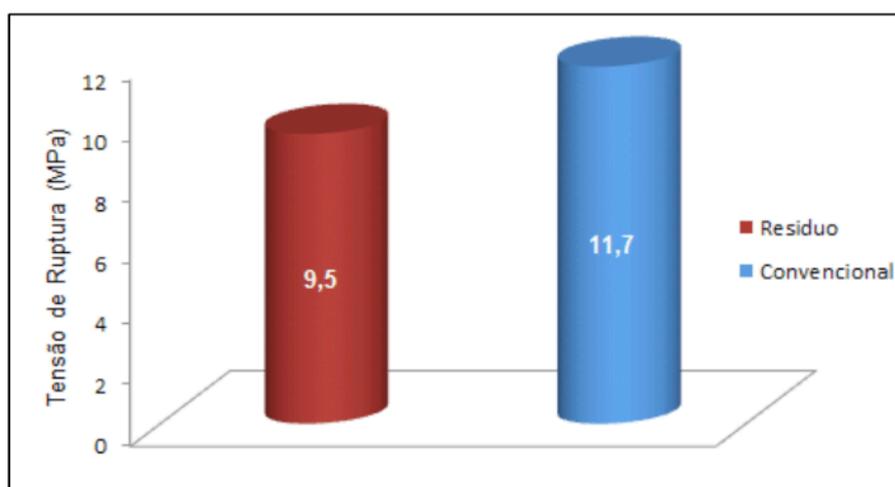


Figura 10 - Resistência média à compressão dos prismas

Fonte: Autores (2018).

De acordo com os resultados obtidos nos testes experimentais de resistência à compressão do graute, esperava-se que os prismas confeccionados com a substituição do agregado graúdo pelo resíduo apresentassem melhor desempenho mecânico, mas

verificou-se uma variação nos resultados. Acredita-se que este efeito tenha ocorrido por consequência da perda de água para os blocos e argamassa, podendo influenciar no fator a/c do graute, conforme observa-se na Figura 11.

Além disso, conforme dito anteriormente, sabe-se que quanto maior o módulo de finura de um agregado, maior é o número de grãos por unidade de volume de suas partículas, aumentando a área de superfície destes, por consequência, a necessidade de água para envolver os grãos. Isto é, a composição granulométrica tem grande influência nas propriedades das argamassas e concretos. A realização da substituição do agregado graúdo que possui o módulo de finura maior que o agregado miúdo, que por sua vez é diferente do módulo de finura do resíduo, conforme caracterização granulométrica, pode ter influenciado na queda do desempenho mecânico dos prismas confeccionados com graute com resíduo.



Figura 11 - Absorção da água do graute pelo prisma

Fonte: Autores (2018).

#### 4.7 Módulo de deformação do graute

Os valores para o módulo de deformação de cada traço foram obtidos através da média dos módulos dos corpos de prova cilíndricos. Os valores médios para os traços estão demonstrados no Gráfico 4. Os traços 3 e 4 que foram confeccionados com a substituição do agregado natural pelo resíduo obtiveram módulo superior ao traço convencional (traço 2).

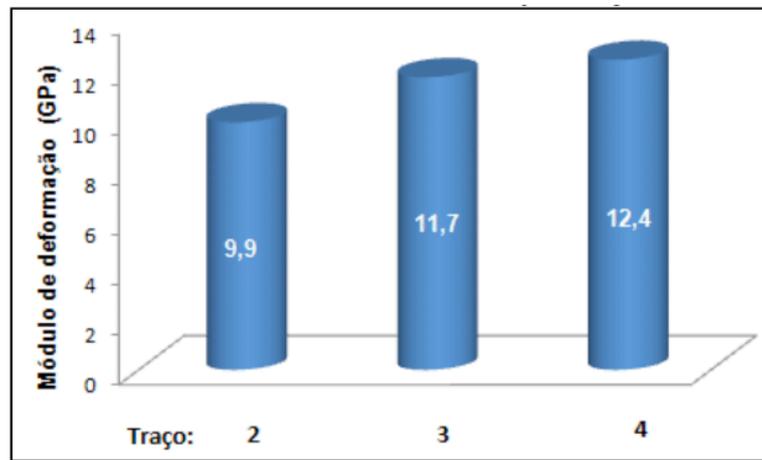


Gráfico 4 – Média do módulo de deformação do graute

Fonte: Autores (2018).

#### 4.8 Módulo de deformação dos prismas

O valor do módulo de deformação longitudinal dos prismas confeccionados com graute convencional e com resíduo foram de 24,9 GPa e 11,6 GPa respectivamente. Na ausência de uma norma específica para determinar o módulo de deformação da alvenaria estrutural, adota-se a NBR 8522 (ABNT, 2008) que descreve o método de obtenção do módulo de deformação tangencial inicial, caracterizando a deformabilidade do concreto submetido às tensões entre 0,5 MPa e 30% da tensão característica de ruptura.

Os dados de alguns prismas foram descartados devido a dispersão entre os resultados. Foram realizadas análises para definir quais pontos seriam descartados com base em conceitos da estatística: desvios estatísticos e dispersão.

#### 4.9 Coeficiente de Poisson

Com os resultados das deformações transversais e longitudinais determinou-se o coeficiente de Poisson. O valor médio do coeficiente de Poisson tanto dos prismas convencionais quanto dos prismas com resíduo foi de 0,2.

### 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho foi possível perceber que a utilização de agregados de concreto reciclado é muito atrativa do ponto de vista da sustentabilidade, visto que existe uma forte relação entre a construção civil e o meio ambiente. Além disso, a indústria da construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, porém, comporta-se ainda como grande geradora de impactos ambientais, sendo responsável por grande porcentagem de geração de resíduos sólidos. Ainda em relação à sustentabilidade, o presente trabalho suscita a continuação de pesquisas com a substituição de agregados naturais por

resíduos, podendo minimizar os impactos ambientais gerados pelo descarte sem controle deste tipo de resíduo e diminuir o consumo de matérias primas naturais.

Considera-se que o recolhimento do resíduo na fábrica de blocos de concreto é um processo simples, pois não há a contaminação durante ou após a prensagem dos blocos durante a fabricação, o que favorece a sua reutilização em graute ou concreto como agregado. Diante dos resultados obtidos nos testes experimentais, foi possível verificar que o graute produzido a partir da substituição integral do agregado natural gráudo ou miúdo apresentou comportamento mecânico adequado, quando se considera a resistência mecânica à compressão axial.

Na avaliação da resistência à compressão dos prismas, os que foram preenchidos com graute convencional obtiveram valor médio de resistência à compressão (11,7 MPa) superior quando comparados aos prismas com substituição integral do agregado gráudo natural por resíduo (9,5 MPa). Este fato pode ser explicado, pela variação da resistência do concreto de fabricação do bloco ou pela absorção da água do graute pelo bloco e pela argamassa, pois em alguns prismas preenchidos com graute com resíduo, a resistência à compressão foi superior a dos prismas preenchidos com graute convencional.

Entretanto, verificou-se que a resistência à compressão axial do graute confeccionado com a substituição integral do agregado natural por resíduo foi superior ao graute convencional. A resistência média à compressão do graute com resíduo foi de 11,5 MPa e a do graute convencional de 9,7 MPa, o que corresponde a um aumento na ordem de 18,55%. O valor do módulo de deformação longitudinal dos prismas confeccionados com graute convencional e com resíduo foram de 24,9 GPa e 11,6 GPa, respectivamente. Os prismas confeccionados com graute convencional apresentaram maior fragilidade, fato que é justificado por um módulo de elasticidade elevado (25 GPa). Já as amostras dos prismas com graute com resíduo apresentaram menores deformações.

Tendo isso em vista, percebe-se a possibilidade do reaproveitamento do resíduo todavia ressaltando-se a necessidade de estudos mais aprofundados, com mais ensaios e simulações numéricas, sobre seu desempenho em função da aplicação pretendida bem como da questão da durabilidade.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS– ABNT. NBR 15961-2/2011: **Alvenaria Estrutural – Execução e controle de obras**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS– ABNT. NBR 12118/2013: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS– ABNT. NBR 9935/2011: **Agregados - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS– ABNT. NBR 5739/2007: **Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS– ABNT. NBR 8522/2017: **Concreto - Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação à compressão**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7211/2009: **Agregados para Concreto – Especificação**. Rio de Janeiro 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5738/2015: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR NM 248/2003: **Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13279/2005: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13276/2016: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro 2016.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de Alvenaria Estrutural**. Ilha Solteira: [s.n.], 2006.

CONAMA. **Resolução CONAMA n ° 307 Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução N° 307**, Brasília, 05 Julho 2002.

JOHN, V. M.; AGOPYAN,. **Reciclagem de resíduos da construção**. Seminário Reciclagem de Resíduos Domiciliares, São Paulo, 05 Abril 2013.

MARTINS, D. D. G. **Utilização de resíduos gerados na fabricação de blocos de concreto, no momento da prensagem, para confecção de micro concreto**. Dissertação (Mestrado). UFMG, Belo Horizonte, 2012.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. 1º. ed. São Paulo: Pini Ltda, v. 3, 2008.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Ingrid Aparecida Gomes** - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-240-1

