

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

Estudos (Inter)  
Multidisciplinares  
nas Engenharias 2

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas  
Engenharias  
2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto 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  
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

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 Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
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  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-701-7 DOI 10.22533/at.ed.017190910</p> <p>1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 21 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias.

O processo de aprendizagem, hoje em dia, é baseado em um dinamismo de ações condizentes com a dinâmica do mundo em que vivemos, pois a rapidez com que o mundo vem evoluindo tem como chave mestra a velocidade de transmissão das informações.

A engenharia praticada nos dias de hoje é formada por conceitos amplos e as situações a que os profissionais são submetidos mostram que esta onda crescente de tecnologia não denota a necessidade apenas dos conceitos técnicos aprendidos nas escolas.

Desta forma, os engenheiros devem, além de possuir um bom domínio técnico da sua área de formação, possuir domínio também dos conhecimentos multidisciplinares, além de serem portadores de uma visão globalizada.

Este perfil é essencial para o engenheiro atual, e deve ser construído na etapa de sua formação com o desafio de melhorar tais características.

Dentro deste contexto podemos destacar que uma equipe multidisciplinar pode ser definida como um conjunto de profissionais de diferentes disciplinas que trabalham para um objetivo comum.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos estudos da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias, com destaque mais diversas engenharias e seus temas de estudos.

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.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DO DESEMPENHO DE CONCRETO DESENVOLVIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP	
Tatiane Caroline Rocha Lemos Eduvaldo Paulo Sichieri Victor José dos Santos Baldan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0171909101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ESTUDO DE DOSAGEM DE ARGAMASSA A PARTIR DE RESÍDUO PROVENIENTE DA RECICLAGEM DE PNEUS	
Tatiane Caroline Rocha Lemos Eduvaldo Paulo Sichieri Victor José dos Santos Baldan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0171909102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DA MADEIRA: UMIDADE, DENSIDADE APARENTE E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELAS ÀS FIBRAS DAS ESPÉCIES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RR	
Weiza Nunes Barbosa Emerson Lopes de Amorim Luiz Gustavo Ayres Barros Kellen de Souza Singh Lucas Matos de Souza José Castro Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0171909103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
ANÁLISE DOS EFEITOS DA VAZÃO MÁSSICA SOBRE A DEPOSIÇÃO DE INCRUSTAÇÕES EM AQUECEDORES DE LEITE DO TIPO PLACAS PLANAS GAXETADAS	
Alex Vazzoler	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0171909104</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA ( <i>Manihot esculenta Crantz</i> ) EM COMUNIDADE TRADICIONAL DO MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP E POSSÍVEIS SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS	
Roberto Quaresma Santana Lia Carla de Souza Rodrigues Jorge Emílio Henriques Gomes Marília de Almeida Cavalcante	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0171909105</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE MACROTEXTURA E DRENABILIDADE EM DUAS PISTAS DE POUSO NA REGIÃO DO VALE DO ARAGUAIA	
Thamires Ferreira da Silva	

Lucas Jorge Freitas Marinho  
Augusto Romanini  
Raul Tadeu Lobato Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.0171909106**

**CAPÍTULO 7 ..... 69**

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE GELATINAS OBTIDAS A PARTIR DAS PELES DE MAPARÁ (*Hypophthalmidae*) E URITINGA (*Arius Proops*)

Élida Viana de Souza  
Jiullie Delany Bastos Monteiro  
Nara Helem Brazão da Costa  
Leliane da Silveira Barbosa Gomes  
Iara Eleni de Souza Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.0171909107**

**CAPÍTULO 8 ..... 77**

CONTROLE ESTRUTURAL DO DEPÓSITO PLACER DE MINERAIS PESADOS NA REGIÃO PRAIAL AO NORTE DA DESEMBOCADURA DA LAGOA DOS PATOS (BUJURU, BRASIL)

Bruno Silva da Fontoura  
Adelir José Strieder  
Jéssica Stern Behling  
Rui Sérgio Saraiva Duarte Junior  
Talita Cabelera da Silva  
Paulo Mendes  
Aureliano Augusto Vieira da Nóbrega  
Lauro Julio Calliari

**DOI 10.22533/at.ed.0171909108**

**CAPÍTULO 9 ..... 87**

ESTRUTURA FÍSICA E PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA A RELUTÂNCIA VARIÁVEL PAUTADO EM PROTÓTIPO 8/6

Marcos José de Moraes Filho  
Luciano Coutinho Gomes  
Augusto Wohlgemuth Fleury Veloso da Silveira  
Darizon Alves de Andrade  
Josemar Alves dos Santos Junior  
Wanberton Gabriel de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.0171909109**

**CAPÍTULO 10 ..... 99**

VARIAÇÃO DA PERDA DE CARGA NA MANGUEIRA EM FUNÇÃO DE SEU ENROLAMENTO

Diogo Henrique Morato de Moraes  
Ricardo Marques da Silva Viegas  
Dione Monteiro de Moraes  
Matheus Henrique Morato de Moraes  
Marcio Mesquita

**DOI 10.22533/at.ed.01719091010**

**CAPÍTULO 11 ..... 109**

**ÍNDICE DE DESEMPENHO DE MISTURAS TERNÁRIAS CONTENDO CIMENTO PORTLAND SÍLICA DE CASCA DE ARROZ E NANOSSÍLICA COLOIDAL**

Daniel da Silva Andrade  
Josué Régio Damaceno  
Laércio Breno Moreira  
Aline Alves de Almeida  
João Henrique da Silva Rêgo

**DOI 10.22533/at.ed.01719091011**

**CAPÍTULO 12 ..... 122**

**LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE PESQUISAS CIENTÍFICAS NA ÁREA DAS CIÊNCIAS SOCIAIS SOBRE A CANA-DE-AÇÚCAR PARA O SEGMENTO SUCROENERGÉTICO**

Manoel Gonçalves Filho  
Clóvis Delboni  
Reinaldo Gomes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.01719091012**

**CAPÍTULO 13 ..... 135**

**MELHORIA NO PROCESSO DE MONTAGEM ATRAVÉS DA FERRAMENTA POKA YOKE: UM ESTUDO DE CASO NO MCDONALD'S**

Jéssika Alvares Coppi Arruda Gayer  
Dayse Mendes  
Douglas Soares Agostinho  
Felipe Martins Machado  
Jennifer Evangelista Cavalcante  
Kellen Coelho dos Santos  
Marcos Augusto Mendes Marques  
Marcos Henrique Morais  
Renatha Querubina de Anevam  
Rodrigo Ramiro Prior

**DOI 10.22533/at.ed.01719091013**

**CAPÍTULO 14 ..... 144**

**MODELAGEM DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA ATMOSFERA UTILIZANDO UMA ABORDAGEM ANALÍTICA**

Régis Sperotto de Quadros  
Glênio Aguiar Gonçalves  
Daniela Buske

**DOI 10.22533/at.ed.01719091014**

**CAPÍTULO 15 ..... 153**

**O ÍNDICE DE CONFIABILIDADE PARABÓLICO**

Emmanoel Guasti Ferreira  
Marcílio Sousa da Rocha Freitas  
José Antônio da Rocha Pinto  
Geraldo Rossoni Sisquini

**DOI 10.22533/at.ed.01719091015**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>168</b>
RE-EVALUATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND TOTAL ACID NUMBER ON NAPHTHENIC CORROSION BY ELECTROCHEMICAL NOISE TECHNIQUE	
Ana Carolina Tedeschi Gomes Abrantes Alysson Nunes Diógenes Haroldo de Araújo Ponte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01719091016</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>179</b>
SLOW-RELEASE FERTILIZER FROM A ROCK CONTAINING GLAUCONITE BY THERMAL PROCESSING WITH ADDITIVES	
Antonio Clareti Pereira Emily Mayer de Andrade Becheleni Marta Ribeiro dos Santos Gomes Sônia Denise Ferreira Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01719091017</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>190</b>
UMA INTRODUÇÃO AO USO DA INTEGRAL DE DUHAMEL EM SISTEMAS DINÂMICOS ESTRUTURAIS	
Natan Sian das Neves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01719091018</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>202</b>
USO DE PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL NA OTIMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO DE ADSORÇÃO COM TURFA PARA REMOÇÃO DA TURBIDEZ DE EFLUENTE OLEOSO	
Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado Francisco Igor da Costa Freire Andréa Francisca Fernandes Barbosa André Luís Novais Mota Kalyanne Keyly Pereira Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01719091019</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>211</b>
UTILIZAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL NA CONSERVAÇÃO DE HORTIFRUITI	
Martiliana Mayani Freire Leoclécio Luis de Paiva Laís Barreto Franco Anna Paula Marques Cardoso Gleison Martins Medeiros Raposo Caliane Lília Leite do Nascimento Pedro Fagner Araújo Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01719091020</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>218</b>
MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE CAIXAS COLETORAS DE DRENAGENS URBANAS NA REGIÃO DO PORTO DE PELOTAS/RS	
Marciano Carneiro Milton Cruz Fernandes	

Angélica Cirolini  
Alexandre Felipe Bruch  
Lenon Silva de Oliveira  
Gabriel da Silva Pontes

**DOI 10.22533/at.ed.01719091021**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>232</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>233</b>

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DE CONCRETO DESENVOLVIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP

### **Tatiane Caroline Rocha Lemos**

Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São  
Carlos, Universidade de São Paulo  
São Carlos - SP

### **Eduvaldo Paulo Sichieri**

Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São  
Carlos, Universidade de São Paulo  
São Carlos - SP

### **Victor José dos Santos Baldan**

Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São  
Carlos, Universidade de São Paulo  
São Carlos - SP

**RESUMO:** A reciclagem dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) é uma forma de aproximar o setor da construção civil da sustentabilidade, uma vez que permite a redução de consumo de novas matérias primas ao mesmo tempo que evita o encaminhamento de resíduos sólidos a aterros. O objetivo dessa pesquisa científica consistiu em analisar a viabilidade de confecção de pisos intertravados de concreto, com espessura de 6 cm, a partir de substituições percentuais de areia natural por areia reciclada. Para isso, foram realizadas visitas periódicas à Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, onde foram coletadas várias amostras do RCD do município de São Carlos, os quais passaram por ensaios de caracterização física

(distribuição granulométrica, massa unitária, massa específica e índice de inchamento), de acordo com a normatização brasileira. Visitou-se também a Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento de São Carlos e a empresa privada Briquet, onde, a partir de traços de concreto previamente estudados, foram moldados os pisos intertravados analisados, com substituição de areia natural por areia reciclada nas porcentagens de 0 a 100%. Os pisos intertravados foram ensaiados com idades de cura de 7 e 28 dias, com relação a resistência à compressão simples e à absorção de água. Os resultados apontaram para a viabilidade de utilização do RCD como substituto da areia natural, e com isso, espera-se que este trabalho contribua para a produção de artefatos de cimento mais sustentáveis, que possam reduzir o consumo de agregados naturais na indústria da Construção Civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto Reciclado, Agregado Artificial, Pisos Intertravados, Sustentabilidade.

### PERFORMANCE ANALYSIS OF THE CONCRETE DEVELOPED FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE IN THE CITY OF SÃO CARLOS/SP

**ABSTRACT:** Recycling of Construction and Demolition Waste (CDW) is a way of bringing

the construction industry closer to sustainability, since it allows the consumption reduction of new raw materials while avoiding the destination of solid waste to landfills. The objective of this scientific research was to analyze the feasibility of producing interlocking concrete floors, with a thickness of 6 cm, from percentage substitutions of natural sand for recycled sand. In order to do this, periodic visits were made to the Recycling Plant for Civil Construction Waste, where several samples of the CDW of the city of São Carlos were collected, which passed through physical characterization tests (particle size distribution, unit mass, specific mass and index of swelling), according to the Brazilian standardization. It was also visited the Recycled Cement Factory of São Carlos and the private company Briquet, where, from previously studied concrete traces, the interlocked floors analyzed were molded, with replacement of natural sand by recycled sand at the percentages of 0 to 100%. The interlocked floors were tested with curing ages of 7 and 28 days, relative to their axial compression strength and water absorption. The results pointed to the feasibility of using CDW as a substitute for natural sand, and with this, it is expected that this work contributes to the production of more sustainable cement artifacts, which may reduce the consumption of natural aggregates in the Civil Construction industry.

**KEYWORDS:** Recycled Concrete, Artificial Aggregate, Interlocking Concrete Floors, Sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

Estudos do IBGE realizados em 2008 mostram que somente 7% dos municípios brasileiros pesquisados possuíam algum sistema de processamento dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD). Isso indica a falta de interesse na reciclagem do material, ocasionado, em grande parte, pelos desconhecimento e insegurança com relação à sua utilização. O objetivo dessa pesquisa acadêmica é promover maior divulgação a respeito da utilidade do resíduo na Construção Civil, além de incentivar a criação de mais centrais de processamento de entulho que atuem de forma adequada.

A qualidade das centrais de processamento do RCD é um quesito muito importante na credibilidade do resíduo disponível para o consumidor. Se os processos de triagem, por exemplo, forem mal realizados, existem grandes chances de que materiais prejudiciais não sejam retidos e acabem como participantes no concreto final moldado, podendo prejudicar sua eficiência e oferecer riscos para estruturas civis e pessoas que dela utilizarão. O RCD tem características que variam grandemente ao longo do tempo, já que as fontes do resíduo possuem materiais distintos. Mas esse resíduo é geralmente formado de Bica Corrida, que são advindos de cerâmicas juntamente com os detritos e Materiais Cinza, advindos geralmente dos cimento e concreto reciclados.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Unidades Industriais Frequentadas

Segundo dados da Prefeitura de São Carlos (2013), Usina de Reciclagem (URE) foi inaugurada em 2006, em atendimento à resolução nº. 307/2002 do CONAMA. Essa Usina recebe cerca de 200 ton/dia de material de construção ou demolição, dos quais cerca de 100 ton/dia saem da Usina como agregado “separado e padronizado”. A URE recebe todo tipo de resíduo de construção, mas somente recicla: componentes cerâmicos; blocos de concreto; fragmentos de concreto, armado ou não, sem fôrmas; argamassas de cal, de cimento ou mistas, de assentamento ou revestimento; fragmentos de pedra britada e de areia naturais. O primeiro passo do resíduo na usina é a triagem, que tem como principal objetivo retirar materiais não recicláveis da pilha útil. Esses materiais são principalmente polímeros (plásticos de diversas formas), vidros, metais e contaminantes identificáveis a olho nu. Após a triagem, o material vai para a britadeira, onde é quebrado em pedaços menores. Ao sair da britadeira, o material é recolhido e colocado sobre uma peneira com 3 grades, que proporcionam 4 granulometrias diferentes ao resíduo.

A Fábrica de Artefatos Reciclados (FAC), está localizada adjacente à URE em São Carlos. A produção das peças de concreto é sazonal, a depender da demanda da Prefeitura de São Carlos, sendo algumas delas os pisos intertravados, as canaletas e os blocos estruturais de dois furos. A mão de obra é composta majoritariamente por reeducandos da penitenciária "Dr. Antonio de Queiroz Filho" de Itirapina/SP e já chegaram a ser produzidos cerca de 48 mil pisos intertravados por dia.

Foi necessário procurar uma empresa privada para servir de parceira nas pesquisas com objetivo de testar a linha de produção da FAC e buscar possíveis erros ou inadequações no processo da moldagem dos pisos intertravados que pudessem acarretar na ineficiência das peças. Assim foi escolhida a empresa “Briquet Indústria e Comércio de Artefatos de Cimento Ltda”, localizada às margens da rodovia Eng. Thales de Lorena Peixoto Júnior em São Carlos – SP. A qualidade do processo produtivo dessa empresa Briquet é elevada, e um dos seus pontos mais diferenciados é a mecanização do processo de dosagem, transporte, mistura e prensagem das peças de concreto.

### 2.2 Concreto

O Cimento Portland é um aglomerante hidráulico obtido a partir da clinquerização da mistura de calcário e argila, nas devidas proporções (CESAR, 2008). A partir da inserção água ao pó de cimento, esse sofre uma reação de hidratação, que culmina no endurecimento desse material, chamada cura do cimento. Devido ao elevado custo desse material puro, sua utilização com agregados é mais comum, sendo que quando se utilizam agregados miúdos e graúdos denomina-se de concreto a massa formada.

Mas é necessário avaliar a interação desse agregado ao concreto de maneira que se consiga satisfatória resistência mecânica, aferida através de ensaios de resistência à compressão simples e adequada durabilidade, que tem relação com o índice de absorção de água.

Especificamente para o cálculo da resistência nos pisos intertravados, a norma ABNT NBR 9780:1987 se utiliza da formulação apresentada a seguir, em que se define um termo 'p', dependente da altura nominal da peça, que é um fator multiplicativo da resistência à compressão. Para os pisos intertravados de 6cm de altura, que são objetos de estudo da pesquisa, esse fator é 0,95.

$$f_c = \frac{4F}{\pi \cdot D^2} \cdot p$$

Sendo:  $f_c$  - Resistência á compressão [MPa]; F - Força máxima alcançada [N]; D - diâmetro do corpo de prova [mm]; p - fator multiplicativo (0,95).

Segundo a norma ABNT NBR 9781:1987, as resistências à compressão possibilitam o enquadramento dos blocos em diferentes classes. Para pavimentação de áreas para pedestres é necessária resistência mecânica mínima de 25MPa, para pistas de carros são necessários ao menos 35MPa e para tráfego de caminhões é requisitado, no mínimo, resistência de 50MPa.

Com relação ao índice de absorção de água, Mehta (1994) define que esse índice é útil na determinação da durabilidade da peça reduzida pela degradação por umidade. Para absorção de água menor que 4,2%, as peças são consideradas de concreto durável; caso esse parâmetro seja maior que 6,3%, considera-se o concreto deficiente; no interim, considera-se concreto normal.

### 2.3 Caracterização do Agregado

A norma ABNT NBR 9935:2011 define o agregado reciclado de resíduo da construção civil como “material granular obtido de processo de beneficiamento de resíduos de construção ou demolição da construção civil, previamente triados e pertencentes à Classe ‘A’ segundo a ABNT NBR 15116: 2004” (ABNT NBR 9935, 2011, p. 2). No entanto durante pesquisas realizadas nas normas brasileiras, ABNT e do Mercosul, percebeu-se que há pouco material regulatório a respeito de agregados reciclados, com isso os estudos das características dos agregados foram realizados considerando os parâmetros normativos para materiais naturais.

O agregado na composição do concreto deve ter características adequadas para que as resistência e durabilidade do cimento não sejam afetadas na mistura. Para verificar as características físicas do agregado foram feitos os ensaios de massa unitária, composição granulométrica, massa específica e índice de inchamento. A granulometria é uma característica importante dos agregados, já que classifica o

material estudado quanto aos tamanhos de seus grãos e a distribuição em que eles ocorrem, o que possibilita a escolha do uso ao qual será destinado. Para o material em questão, coletado como sendo da granulometria mais fina disponível na URE, a classificação almejada é em ‘agregado miúdo’, que é o “agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha 4,75mm” (ABNT NBR 7211, 2009, p. 3). Aferir a massa unitária de um agregado é uma tarefa vital na determinação das características de peso do concreto final. Como o objetivo dessa pesquisa é criar blocos e pisos intertravados de concreto comum almeja-se que o agregado seja de massa unitária normal, com valores de 1 a 2kg/dm<sup>3</sup>. A massa específica é “a relação entre a massa do agregado seco e seu volume, excluindo os poros permeáveis” (ABNT NBR NM 52, 2002, p.1). Aferir a massa específica tem importância semelhante de aferir sua massa unitária, sendo um resultado complementar. Enfim, para o índice de inchamento de agregado miúdo, a norma ABNT NBR 6467:2006 é referência, sendo possível também determinar a umidade crítica, ponto acima do qual pode-se considerar o coeficiente de inchamento constante. Conhecendo-se esses dados, pode-se optar por normalizar a umidade do agregado com relação à sua umidade crítica, o que torna a elaboração do traço algo mais fácil e constante ao longo dos dias e umidades ambientais diferentes.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os agregados reciclados utilizados nessa pesquisa foram colhidos na URE. Foram realizadas as moldagens de pisos intertravados na FAC e na Briquet, sendo utilizados os maquinários e matérias primas das respectivas fábricas (água, areia natural, pedrisco natural e cimento CP5-ARI). Na FAC foram moldados pisos em 11 traços, equivalentes a substituições de 0% a 100% da areia natural pela reciclada, em outubro de 2012; já na fábrica Briquet foram moldados pisos em 6 traços, equivalentes a substituições de 0% a 40% da areia natural pela reciclada, em maio de 2013. Todos os pisos intertravados com substituição de areia reciclada (com exceção do traço 0% moldado na Briquet, para o qual é usada fórmula da própria empresa) são feitos a partir traço utilizado pela FAC na época do segundo semestre de 2012: 10Kg cimento - 17,5Kg de pedrisco natural - 47,5Kg de areia - 1,50L de água.

Considerando um primeiro momento da pesquisa, o foco foi realizar o entendimento do material reciclado, fazendo os testes de caracterização dos agregados recolhidos na URE. Os testes consistiram na análise da massa unitária, distribuição granulométrica, índice de inchamento, teste de massa específica. Com relação à análise granulométrica, de acordo com a ABNT NBR NM 248, foram usadas duas amostras de 300g, sendo lançado mão do quarteador de amostras. Após a pesagem, as amostras foram despejadas, uma por vez, no conjunto de peneiras e levadas à máquina peneiradora mecânica por cerca de 15 minutos, para que todo o material fosse bem agitado e distribuído. Logo após, o material foi retirado de cada

peneira e pesado separadamente por peneira, de acordo com a ABNT NBR NM 248, a fim de se obter a distribuição de granulometria. Para o ensaio de Massa Unitária, um recipiente cúbico com capacidade de 15L foi enchido cuidadosamente de agregado duas vezes. Após já ter tarado a balança com o peso do recipiente, foi pesado o conjunto.

Ainda caracterizando os agregados foi feito ensaio de inchamento, de acordo com a norma ABNT NBR 6467:2006. Utiliza-se volume fixo de cilindro conhecido e mede-se a massa de material para o material seco e considerando os teores de umidade de 0,5% a 12%, sendo que pode-se calcular o índice de inchamento com a formulação a seguir. Com os valores de índice de inchamento em mãos é necessário traçar o gráfico “Coeficiente de inchamento versus umidade” e caso se identifique pico na curva, pode-se descobrir a umidade crítica de uma amostra.

$$I = \frac{\gamma_s}{\gamma_h} \cdot \frac{(100 + h)}{100}$$

Sendo: I = coeficiente de inchamento;  $\gamma_s$  = massa unitária do agregado seco em estufa;  $\gamma_h$  = massa unitária do agregado com determinado teor de umidade; h = teor de umidade da amostra.

Para determinação da massa específica do agregado é utilizado o método do Frasco de Chapman normatizado pela ABNT NBR 9776:1987. Foi necessário preencher o frasco de Chapman até a marca de 200mL, com água limpa, sendo adicionada a areia reciclada seca em estufa ao frasco, de forma que ao fim toda areia esteja imersa em água, sem bolhas. O ensaio deve ser repetido duas vezes, sendo que a massa específica obtida em ambos não deve diferir em mais de 0,05 g/cm<sup>3</sup>.

O próximo passo foi realizar a moldagem das peças de pisos intertravados. Na FAC o processo produtivo já estava adaptado à substituição de agregado reciclado na massa de concreto, no entanto, como o sistema de dosagem de agregados da empresa Briquet é completamente automatizado, foi necessário despejar a areia reciclada na esteira transportadora de agregados quando essa estivesse em movimento. Posteriormente foram analisados os objetos de cimento, após 7 dias e 28 dias de cura em câmara úmida, sendo que os ensaios consistiram na avaliação da resistência à compressão mecânica e absorção de água. O ensaio de resistência à compressão simples consiste em aplicação de uma carga axial crescente até que ocorra a ruptura da resistência do material. Para o ensaio de absorção de água, os pisos intertravados são colocados em estufa, onde são secos e previamente pesados. Posteriormente eles são submersos em água por cerca de 24h, quando são pesados novamente. O resultado desse ensaio é tratado como absorção, que é o valor da massa seca subtraído da massa saturada, tudo dividido pela massa seca e multiplicado por 100%.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Ensaio de Caracterização do Agregado Reciclado

A partir do ensaio de granulometria do material, foram obtidos os resultados apresentados no gráfico 1.

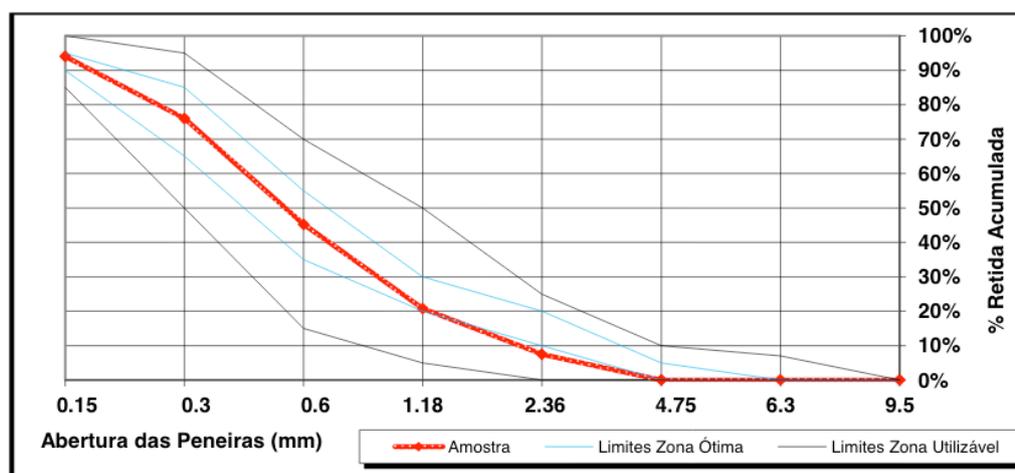


Gráfico 1: Resultados para ensaio de granulometria.

Pode-se afirmar que o agregado em questão é miúdo com diâmetro característico de 4,75mm, já que o único parâmetro discordante da zona ótima é a porcentagem retida acumulada na peneira #2.36, mas estando os valores dentro da zona utilizável. O módulo de finura está em zona ótima.

Com relação à massa unitária para um volume de 15L obtiveram-se massas de 20,20kg, 20,30kg e 20,55kg, sendo possível calcular a média massa unitária como sendo 1,36 kg/dm<sup>3</sup>. Com relação à massa específica, foram obtidos os resultados para 1º ensaio de 2,465 g/mL e para 2º ensaio de 2,442 g/mL, sendo a diferença entre eles 0,023 g/mL aceitável. Os resultados apontam que, tal como era esperado, trata-se de agregado de média massa.

No tocante ao ensaio de inchamento, analisando os resultados apresentados no gráfico 2, afirma-se que o material possui comportamento anormal se comparado com as areias comuns, já que, ao se realizar esse ensaio para material natural, o gráfico apresenta um ponto de máximo, o que não ocorreu aqui. Isso pode ser explicado pela alta quantidade de materiais finos presentes na amostra os quais absorvem muita água e incham de forma que apenas com altas adições de água esse processo é revertido. Assim conclui-se que a areia reciclada pode ser mais susceptível a mudanças na umidade ambiente que as areias comuns, sendo mais difícil, portanto, trabalhar com seu traço em dias chuvosos e úmidos por exemplo.

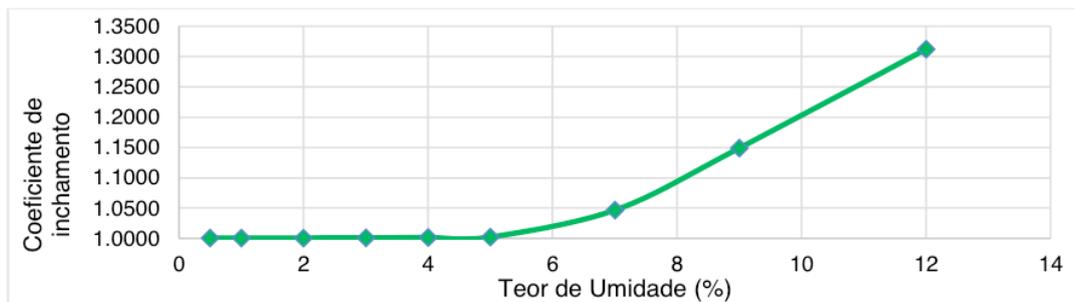


Gráfico 2: Curva de Inchamento.

## 4.2 Ensaios de Caracterização dos Pisos Intertravados

Primeiramente, com relação aos ensaios de resistência à compressão simples das peças moldadas na FAC, apresenta-se o gráfico 3 com os resultados.

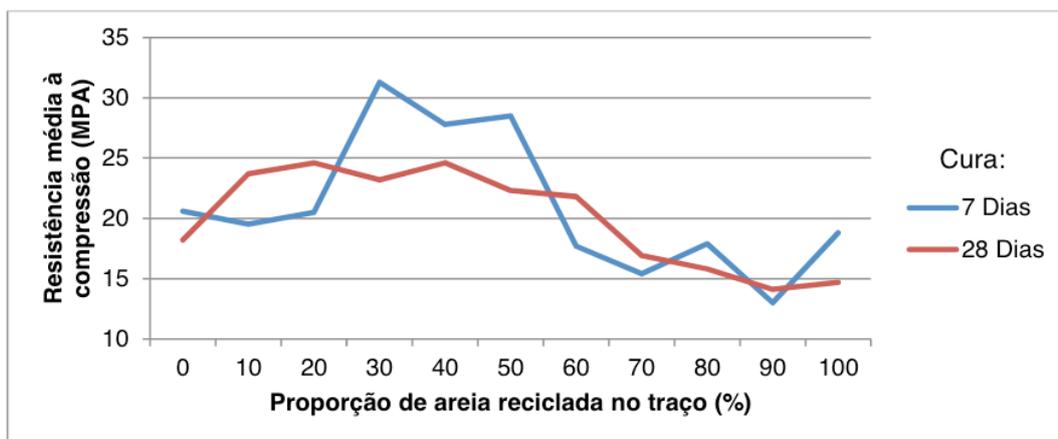


Gráfico 3: Distribuição das resistências médias à compressão, dependendo da época do ensaio e da proporção de areia reciclada na mistura (FAC).

Com relação à aprovação ou não das peças segundo sua resistência, tem-se que nenhum deles seria aprovado para ser utilizado em pavimentação para pedestres, onde se requer resistência de no mínimo 25MPa, aos 28 dias de cura. Isso pode apontar para falhas no traço utilizado ou no processo produtivo da fábrica. De acordo com o gráfico, pode-se ver que, aos 7 dias de cura, os traços que apresentaram maior desempenho tinham 30%, 40% e 50% de substituição de areia e, para idade de 28 dias, os traços são os de 10%, 20% e 40% de substituição de areia. Isso aponta para uma queda no desempenho da maioria dos pisos intertravados ao longo do tempo.

Os resultados anteriores balizaram a tomada de decisão acerca de quais pisos intertravados deveriam ser moldados na empresa privada Briquet, sendo que, por restrições temporais e de materiais, foi decidido que seriam moldados apenas 6 traços nessa empresa, considerando o controle de 0%. Como o resultado de resistência mais relevante é aferido aos 28 dias de cura, escolheu-se que os 3 traços com maiores resistências, 10%, 20% e 40% de substituição de areia, seriam moldados

na empresa Briquet. Para estabelecer os outros 2 traços a serem moldados, montou-se um intervalo de traços que representassem maior resistência para cada tempo de cura que, para 28 dias foi de 10% a 40% e, para 7 dias, foi de 30% a 50% de substituição de areia. A intersecção desses intervalos acontece entre 30% e 40% de substituição de areia. Assim os outros 2 traços escolhidos foram com 30% e 35% de substituição de areia.

Os pisos intertravados foram moldados na empresa Briquet, com traço utilizado pela FAC, sendo que foram moldados 6 traços, desde 0% de areia reciclada até 40% dessa. Para esses pisos intertravados foram aferidas suas resistências mecânicas aos 7 e 28 dias de curas, com isso foram obtidos os resultados apresentados no gráfico 4.

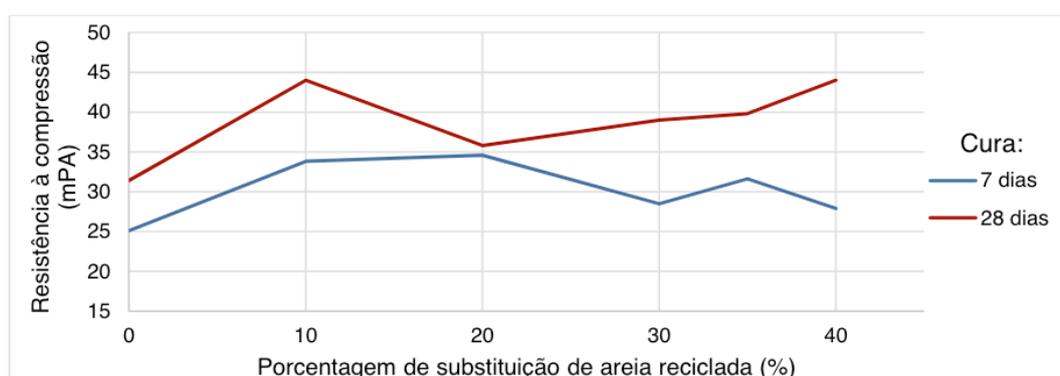


Gráfico 4: Distribuição das resistências médias à compressão, dependendo da época do ensaio e da proporção de areias reciclada na mistura (Briquet).

De acordo com o gráfico 3, pode-se ver que, aos 7 dias de idade, os traços que apresentaram maior desempenho tinham 10% e 20% de substituição de areia. Para idade de 28 dias, os traços mais eficientes são os de 10% e 40% de substituição de areia. Percebe-se um aumento no desempenho de todos os pisos intertravados ao longo do tempo, o que é contrário aos resultados dos pisos intertravados moldados na FAC. Com relação à aprovação ou não das peças segundo sua resistência, tem-se que todos eles seriam aprovados para serem utilizados em pavimentação para pedestres, onde se requer resistência de 25MPa, no mínimo. Também seriam aprovados para a pavimentação de vias para automóveis leves, os pisos intertravados com 10%, 20%, 30%, 35% e 40% de substituição, já que todos atingiram os 35MPa requisitados por norma.

Os pisos intertravados fornecidos com o traço da empresa Briquet (0%) foram inferiores aos pisos intertravados moldados na mesma fábrica com traço da FAC, isso pode ser devido ao fato de que esses foram os primeiros a serem moldados naquele dia, sofrendo com a falta de regulação da máquina ou até inferioridade de qualidade do traço da empresa privada com relação à pública. Essa moldagem na fábrica Briquet foi esclarecedora, já que mostrou a capacidade resistiva dos traços de

pisos intertravados de 6cm moldados, o que parecia inviável quando a moldagem foi feita na FAC. Isso se deve ao fato de que o mesmo traço atingiu resistências maiores, a 28 dias, na fábrica Briquet que na FAC, tal como pode ser visto no gráfico 5 a seguir.

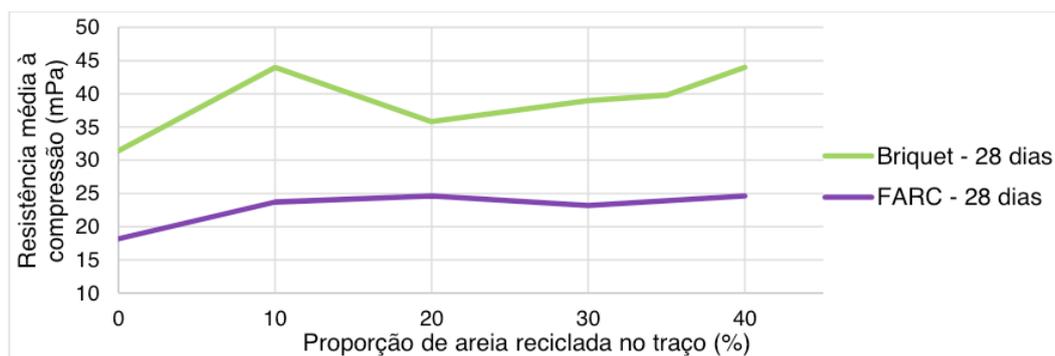


Gráfico 5: Comparativo entre as moldagens na FAC e na Briquet.

Por fim foram realizados os ensaios de absorção de água. Para as peças moldadas na FAC, a absorção média entre as 3 peças ensaiadas foi de 7,32% e tem-se que esse concreto moldado é deficiente. Talvez isso possa ser atribuído a falhas na prensagem da massa ou na sua composição. Para as peças moldadas na Fábrica Briquet, foram ensaiadas 4 peças de cada um dos 6 traços moldados. Os resultados foram de 5,46% para peças com 0% de substituição de agregado, 5,25% para peças com 10% de substituição de agregado, 5,68% para peças com 20% de substituição de agregado, 5,92% para peças com 30% de substituição de agregado, 6,67% para peças com 35% de substituição de agregado e 6,38% para peças com 40% de substituição de agregado. Todos os pisos intertravados moldados na Briquet, com exceção dos com 30% e 40% de substituição de areia foram considerados concretos normais. Os com 30% e 40% de substituição de areia foram considerados deficientes, isso talvez devida maior proporção de finos na areia reciclada, o que colabora para a formação de poros secos nos pisos intertravados, sendo pontos de maior absorção de água. A absorção média de água para os pisos moldados na Briquet foi 5,89%, sendo cerca de 1,4% menor que a absorção de água dos pisos intertravados moldados na FAC. Isso pode indicar problemas no processo de prensagem e vibração da massa de cimento na FAC, sendo resultado direto da falta de manutenção do maquinário da fábrica.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil (URE) da PROHAB mostrou que as características físicas do agregado reciclado analisado (areia) foram condizentes com o esperado: a granulometria se mostrou dentro dos padrões para materiais naturais de agregado miúdo; tanto a massa específica quanto

a unitária apontam para materiais com pesos comuns (produzem concretos normais, nem leves nem pesados) e o inchamento da areia foi anormal, sendo esperado pelo fato de o material possuir maior quantidade de finos.

Para a análise do processo produtivo dos pisos intertravados na Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento (FAC) adotou-se como referencial a Briquet, já que se percebeu que, na segunda, o controle de qualidade é rígido, os equipamentos estão sempre passando por manutenção e os funcionários parecem ser bem treinados. A falta de resistência dos pisos intertravados moldados na FAC aponta ou para falhas no traço utilizado ou falhas no processo produtivo dessa fábrica. No entanto, como o mesmo traço atingiu resistência e índice de absorção de água melhores quando moldado na Briquet, pode-se dizer que o problema não está relacionado ao traço, mas sim ao processo produtivo, sendo algumas possíveis causas apontadas:

- 1) Não foram identificadas iniciativas de treinamento da mão de obra, específico para trabalhar na fábrica, nem incentivos de produtividade relacionados à qualidade do produto que produzem;

- 2) Falta de manutenção dos equipamentos, evidenciado pela má qualidade da balança na qual eram pesados as matérias primas dos pisos intertravados;

- 3) Falta de testes de qualidade na areia reciclada proveniente da URE.

Algumas iniciativas poderiam melhorar o processo produtivo da FAC, como exemplo:

- 1) Oferecimento de treinamentos periódicos aos funcionários, para qualificar a mão de obra, tanto antes do início dos trabalhos, bem como para reciclagem de conceitos, o que poderia incentivar mais comprometimento e foco dos trabalhadores;

- 2) Oferecimento de benefícios de redução de pena ou outras benesses aos reeducandos da penitenciária "Dr. Antonio de Queiroz Filho", atreladas não só ao cumprimento do trabalho, mas também à sua qualidade;

- 3) A manutenção dos equipamentos é uma iniciativa vital, já que garante a uniformidade dos resultados nas moldagens, ou seja, todas as máquinas deveriam receber manutenção periódica, para evitar medições, misturas e prensagens incorretas que afetem as capacidades resistivas dos pisos intertravados;

- 4) Implantação de testes na areia reciclada proveniente da URE para compreendê-la melhor antes de utilizá-la, para tentar garantir homogeneidade na qualidade das peças de concreto produzidas.

De maneira geral pode-se afirmar que a utilização do RCD como agregado artificial de concreto é viável, dado que dependendo do processo produtivo, resistências e absorções de água satisfatórias podem ser alcançadas. Isso aponta para uma alternativa de solução de dois grandes problemas da Construção Civil; primeiramente abre-se espaço para reduzir o consumo de insumos, em forma de agregados; e em segundo lugar oferece-se uma alternativa para destinação do entulho da construção e demolição, um material cheio de potencial que, se destinado a aterro, compromete sua rotatividade.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6467**: Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 9776**: Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 9780**: Peças de concreto para pavimentação determinação da resistência à compressão - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação — Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 9935**: Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 307 de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008030504.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf)> Acesso em 05 de julho de 2019.

**Briquet Indústria e Comércio de Artefatos de Cimento Ltda**. Disponível em <<http://pisosbriquet.com.br/inicio/>> Acesso em 05/08/2013.

CESAR, A. C. G. **Desenvolvimento de blocos confeccionados com escória proveniente da reciclagem do aço**. 189 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

IBGE. **Tabela 99**: Municípios, total e com serviço de manejo de resíduos de construção e demolição, por existência e tipo de processamento dos resíduos, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2008. Pesquisa Nacional de Saneamento, 2008. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf)> Acesso 15/01/2013.

MEHTA, K. P.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: Estrutura, Propriedades e Materiais. São Paulo: PINI, 1994. 574 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. **Usina de Reciclagem**. 2013. Disponível em <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/usina-de-reciclagem.html>> Último acesso em 04/01/2013.

RIBEIRO, C. C.; PINTO, J. D. da S.; STARLING, T. **Materiais de Construção Civil**. 2.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG - Escola de Engenharia, 2002. 102p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorção 38, 39, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210

Agregado artificial 1, 11, 13

### B

Biomassa 47, 49, 52, 54

Bloco estrutural 13, 20

### C

Cimento Portland 3, 113, 120

Concreto reciclado 1, 13, 15

Controle estrutural 77, 80, 84, 85

Corrosão 202, 203

### D

Desperdícios 127, 135, 140, 142

Dinâmica estrutural 190, 191, 200

Drenabilidade 55, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68

Drenagem urbana 218, 219, 231

### E

Energia 14, 27, 38, 43, 47, 52, 53, 54, 96, 97, 98, 103, 115, 126, 127, 133, 232

Ensino 139, 190, 232

### F

Farinha de mandioca 47, 49, 50, 52, 54

### I

Índice de confiabilidade 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 166

Inovação 76, 122, 124, 125, 126, 127, 232

Irrigação 99, 100, 108

### M

Madeira 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 51, 52

### N

Nanossílica 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

### P

Pozolana 109, 110

Propriedade mecânica 25, 27

Propriedades físicas 25, 26, 27, 28, 71, 111

## **R**

Resíduos 1, 2, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 22, 23, 47, 49, 52, 53, 54, 69, 70, 71, 72, 74, 76, 110, 208, 229

Resíduos de pneu 13, 15

## **S**

Sílica de casca de arroz 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Solução analítica 144, 151

Sustentabilidade 1, 14, 24, 35, 74, 127, 138, 142, 232

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-701-7



9 788572 477017