

## Estudo de dosagem para concretos com agregados reciclados que apresentam propriedades de alto desempenho

**LUCAS DE LIMA BIERHALS<sup>1</sup>; MÁXIMO ARMAND UGON GUTIÉRREZ<sup>2</sup>;**  
**RAFAELA MEDINA DA SILVA<sup>2</sup>; BEATRIZ DIANE DE OLIVEIRA SOUZA<sup>2</sup>;**  
**; GUILHERME HÖEHR TRINDADE<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – lucasbierhals@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – maximoarmandugon@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – rafaelamediina@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – beatrizdiane@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – guihoehr@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo Tutikian, Helene e Isaia, (2011), o concreto serve como base para o desenvolvimento de uma civilização, tornando-se o material mais utilizado pelo homem, especialmente o concreto armado, utilizando aço e concreto simultaneamente. A construção civil é o setor que mais consome concreto, e segundo John (2000), do total de matérias-primas consumidas no mundo, cerca de 50% está diretamente ligada a esse setor.

Com o aumento da preocupação em relação ao meio ambiente e o avanço das tecnologias, surgem alternativas que minimizem os danos causados pelo setor da construção civil. Um dos exemplos é a substituição de materiais de origem natural por materiais reciclados, que amenizam tanto o consumo de matéria-prima, quanto os danos causados pelos resíduos gerados na extração do mesmo. Segundo Kitamura (2011) a reutilização dos resíduos advindos do setor das rochas ornamentais é uma alternativa viável para diminuir tal problema, substituindo a fração miúda do concreto.

Associado aos benefícios do reaproveitamento de materiais, a utilização de produtos com tecnologia avançada como o Concreto de Alto Desempenho (CAD), concretos com resistência a compressão superiores a 50 MPa, ganha espaço na construção civil. Com facilidade de acesso a aditivos e adições para concreto no mercado brasileiro a produção do CAD trona-se possível (TUTIKIAN; HELENE; ISAIA, 2011). Segundo Valin (2013), O CAD promove vantagens se for utilizado em elementos estruturais, principalmente econômicas, pois o mesmo diminui a necessidade de manutenção, o que aumenta o tempo de vida útil dos empreendimentos em que é utilizado e, também, minimiza o uso exagerado de matérias-primas, uma vez que para sua dosagem requer-se ruma melhor seleção de materiais e cuidados graças a seleção e cuidados com sua dosagem.

Segundo Ribeiro (2010), os pigmentos apresentam-se como uma alternativa econômica e devem ser especificados a partir de determinados critérios, como o poder de pigmentação, a durabilidade e a sua estabilidade, uma vez que podem vir a influenciar nas características do concreto.

O presente trabalho tem como objetivo realizar o aproveitamento de resíduo da industria de rochas ornamentais na produção de concretos que apresentam padrões estéticos e desempenho diferenciados.

### 2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foram utilizados: Cimento Portland tipo-V (CP-V ARI), brita 0 de origem granítica, areia de origem natural, areia de

pedreira/pó de pedra, sílica ativa, pigmento em pó preto a base de óxido de ferro e aditivo redutor de água (superplastificante).

Todos os materiais foram estudados e caracterizados a partir da normatização, sendo realizados os ensaios de massa específica, massa unitária e granulometria. Cabe ressaltar que a areia de pedreira foi tratada da mesma forma que a comum, ou seja, os ensaios de caracterização seguiram as mesmas normatizações.

Utilizando a metodologia de dosagem do IBRACON, foi calculado um traço unitário (c:m:g) considerando os materiais comuns, o qual foi denominado T1 (traço de referência). O teor de sílica foi fixado em 7,0% em relação ao cimento, assim como o teor de pigmento fixado em 7,0%. Além disso, foi mantido o teor de argamassa ( $\alpha = 56\%$ ) e uma relação material secos/cimento ( $H = 8,3\%$ ).

Foram produzidos cinco diferentes traços, dentre eles um adotado como traço de referência e quatro com variações do teor de material substituído (100%, 50% e 70%) em relação a areia natural.

De modo a ajustar os traços, trabalhou-se com teores de relação água/aglomerante variando de 0,35 a 0,45 e porcentagens de aditivo variando de 0,7% a 0,8% em relação ao material cimentício. Por último, o traço com 50% de substituição foi refeito com um ajuste da relação água/cimento e aditivo. Os diferentes traços podem ser observados na Tabela 1.

Traço	Traço unitário	Substituição (Fração miúda)	a/ag	Aditivo(%)	Consumo cimento(/m <sup>3</sup> )
T1	0,930 : 2,046 : 2,393	100% AN	0,45	0,8	403,1
T2	0,930 : 2,021 : 2,374	100% AP	0,45	0,8	392,8
T3	0,930 : 1,023 : 1,023 : 2,374	50% AN + 50% AP	0,45	0,8	396,6
T4	0,930 : 1,432 : 0,614 : 2,374	30% AN + 70% AP	0,41	0,74	409,3
T5	0,930 : 1,023 : 1,023 : 2,374	50% AN + 50% AP	0,38	0,65	412,5

Tabela 1 - Composição dos Traços Unitários (Gutiérrez, 2018)

Foram avaliadas propriedades do concreto tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, de modo a comprovar a influência da substituição no comportamento do material. No estado fresco, a consistência do concreto foi avaliada conforme a NBR 13276 (ABNT, 2016). Enquanto que no estado endurecido, foi avaliada a massa específica da amostra seca, absorção por imersão (28 dias), absorção por capilaridade (28 dias) e resistência à compressão axial (7 dias e 28 dias), seguindo as mesmas normativas que na dosagem definitiva.



Figura 1 – Análise do índice de consistência Traço 1 (Gutiérrez, 2018)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

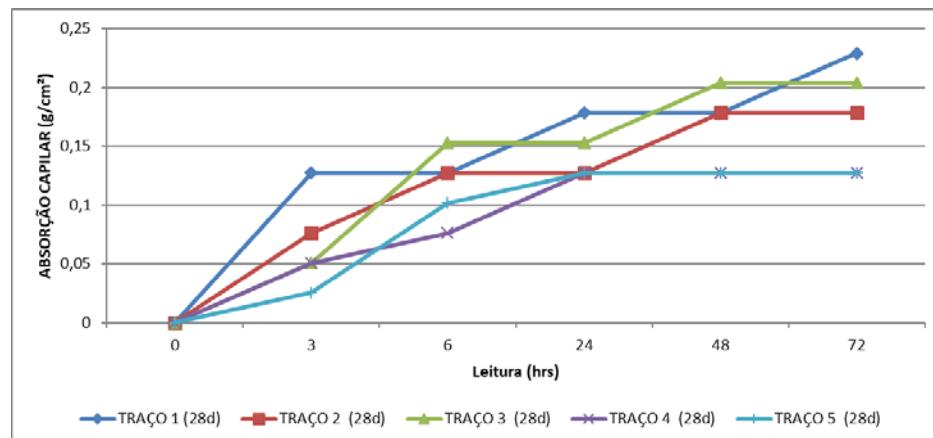


Figura 2 – Absorção de Água por Capilaridade aos 28 dias (Gutiérrez, 2018)

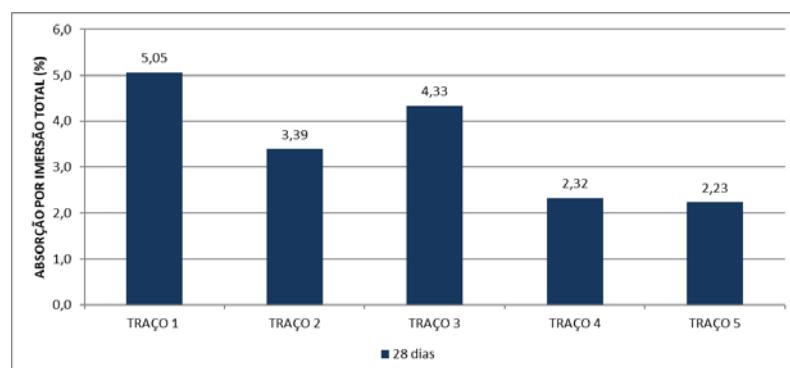


Figura 3 – Absorção de Água por Imersão Total aos 28 dias (Gutiérrez, 2018)

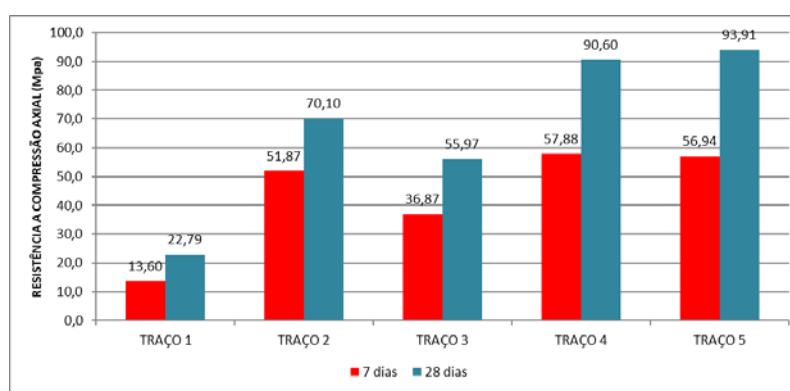


Figura 4 – Resistência a Compressão Axial aos 7 e 28 dias (Gutiérrez, 2018)

Ao analisar-se as figuras 2, 3 e 4, percebe-se que o Traço 1 é o que mais absorve água e o que possui menor resistência a compressão axial, sendo esse o traço que utiliza apenas agregados naturais. Somando-se a isso, os Traços 4 e 5, que possuem substituição de areia natural por areia de pedreira, são os que apresentam os resultados mais satisfatórios tanto para absorção de água, pois

absorvem menos, quanto para resistência a compressão, resistindo aos maiores carregamentos. Por fim, o Traço 2, com 100% de substituição de areia natural por areia de pedreira, teve menor absorção de água e maior resistência a compressão do que o Traço 1, que possui 100% de areia natural.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos é possível verificar que a substituição de areia de pedreira por areia natural deu maiores resistências ao concreto, chegando a valores de Concreto de Alto Desempenho (CAD), resistência a compressão superior a 50 Mpa. A combinação de areia natural com areia de pedreira foi o mais satisfatório.

Assim, pode-se afirmar que a areia de pedreira, além de ser uma alternativa menos prejudicial ao meio-ambiente tanto para as empresas produtoras de matéria prima quanto para as empresas da construção civil, se faz viável para o uso em Concreto de Alto Desempenho (CAD).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR NM 5739** : Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro.2007

ABNT. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro. 2005

ABNT. **NBR 9779**: Argamassa e concreto endurecidos - determinação da Absorção De Água Por Capilaridade. Rio de Janeiro. 2012

GUTIÉRREZ, M.A.U. **UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE GRANITOS ORNAMENTAIS PARA CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO**. 2018. 102f. Monografia – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pelotas

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos da construção: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113 p. Tese (Departamento de Engenharia de Construção) — USP.

KITAMURA, S. **Estudo experimental sobre e influência da substituição do agregado miúdo natural por granito triturado nas propriedades do concreto de cimento portland**. 2011. 208 p. Tese (Doutorado em Rngenharia Civil)— Universidade Federal Fluminense.

RIBEIRO, R. de M. **Concreto aparente: uma contribuição para a construção sustentável**. 2010. 112 p. Dissertação (Especialização em Construção Civil) — Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P.; ISAIA, G. C. Concreto de Ultra e Alto Desempenho. In: **CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. São Paulo: IBRACON, 2011. cap. 36.

VALIN, M. de O. Concreto de alto desempenho: alternativa sustentável no uso de recursos naturais. In: **55º CBC2013**, 2013, São Paulo. **CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO**. São Paulo, 2013.