

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

**PERMEABILIDADE DE CONCRETOS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO POR RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL<sup>1</sup>**  
**PERMEABILITY OF CONCRETES WITH PARTIAL REPLACEMENT OF AGGREGATE KID BY WASTE OF CIVIL CONSTRUCTION**

**Thainá Yasmin Dessuy<sup>2</sup>, Felipe Dalla Nora Soares<sup>3</sup>, Gabriela Da Silva Da Costa Bressam<sup>4</sup>, Diego Menegusso Pires<sup>5</sup>, Lucas Fernando Krug<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa institucional desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, pertencente ao grupo de pesquisa Utilização de Resíduos de Construções e Demolições (RCD), Resíduos e Rejeitos Industriais, e Materiais Alternativos na Produção de Concretos e Argamassas

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, [thaiydessuy@hotmail.com](mailto:thaiydessuy@hotmail.com)

<sup>3</sup> Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, Bolsista PET/UNIJUI, [felipe-dallanora@hotmail.com](mailto:felipe-dallanora@hotmail.com)

<sup>4</sup> Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, Bolsista PET/UNIJUI, [gah.bressam@gmail.com](mailto:gah.bressam@gmail.com)

<sup>5</sup> Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, Não Bolsista PET/UNIJUI, [diego.msso@gmail.com](mailto:diego.msso@gmail.com)

<sup>6</sup> Professor Mestre do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Orientador, [lucas.krug@unijui.edu.br](mailto:lucas.krug@unijui.edu.br)

## INTRODUÇÃO

A construção civil é a indústria que mais consome matéria-prima no planeta e também, a que mais polui. Estima-se que para cada ser humano, são produzidos cerca de 500 quilos de entulho ao ano, equivalente a 3,5 milhões de toneladas por ano. Diante destes fatos, a indústria da construção civil é considerada a mais poluente do planeta (SGANDERLA, 2015).

Os resíduos da construção civil (RCC) geralmente são resultado da falta de gerenciamento durante o processo construtivo. Porém, apesar de boa parte poder ser evitada durante a concepção e execução dos projetos, a etapa de demolição faz parte da construção civil e, com isso, apesar do desenvolvimento de novas e avançadas técnicas construtivas e maior controle da produção, a geração de resíduo é inevitável (MORAIS, 2006).

A Resolução n° 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), determina os resíduos de construção civil como sendo materiais provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, dentre outros. Tais resíduos são classificados em quatro classes (A, B, C e D), conforme a viabilidade de reciclagem. Sendo que a resolução define os resíduos da classe A como os reutilizáveis como agregado e são constituídos de materiais minerais, como concreto, argamassa, telhas cerâmicas, entre outros.

A utilização dos resíduos da construção como matéria prima reduz a exploração de recursos naturais e descarte inadequado, prolongando a vida útil das reservas e reduzindo a destruição da paisagem, flora e fauna, sendo esta contribuição significativa, inclusive onde os recursos são abundantes (JOHN, 1999). Henrichsen (2000) salienta que mais de 90% dos RCCs podem ser reciclados.

No Brasil a utilização de agregados reciclados ainda é mais utilizado em pavimentação, pelo fato

**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

de ainda existir muitas dúvidas e questionamentos a respeito do uso do agregado reciclado em concreto estrutural, para tanto, por possuir uma imensa versatilidade, é indispensável um estudo aprofundado de suas propriedades (TROIAN, 2010).

Porém, nos países europeus, pioneiros da reciclagem de resíduos de construção, o concreto reciclado já está sendo aplicado como concreto armado, para residências de médio padrão, portos marítimos e até em concretos de alta resistência (VIEIRA, 2003).

A natureza porosa e, logo, a elevada absorção de água, é um grande problema quanto aos RCC. Porém, grande parte desses resíduos podem conter cimento não hidratado devido ao pouco tempo de cura e certa quantidade de material pozolânico, o que faz elevar significativamente a qualidade do material (ISAIA, 2011)

Conforme salienta Sani et. al., (2005) os concretos produzidos com agregados reciclados apresentam grande percentagem de meso e macro poros, logo, são concretos com uma maior porosidade e, por esse motivo, tendem a absorver mais a água do que os concretos confeccionados com agregados naturais. Os estudos de Hansen (1992) confirmam essa ideia e justificam essa maior absorção de água devido à maior porosidade dos agregados recicláveis distribuídos na matriz. Esse estudo realizado pelo respectivo autor, refere-se a concretos de resistências pequenas às médias, onde a matriz é caracteriza por ser porosa.

Medeiros et. Al (2001) cita que a permeabilidade é um parâmetro determinante para os processos físicos e químicos que podem ocorrer na vida útil do concreto. Além disso, o mesmo autor cita que deve-se levar em consideração, no momento da moldagem de um concreto, o fator a/c, dimensão do agregado, processo de cura, entre outros, para obter um concreto com menor porosidade possível, resultando assim, em concretos com baixa permeabilidade.

Considerando as premissas citadas, a pesquisa se justifica em analisar e comprovar a possibilidade de utilização de agregados reciclados na produção de concretos, verificando a importância de aprofundar os estudos com o material reciclado, buscando uma maior aceitação no mercado. Transformar rejeitos em matéria prima é essencial para a evolução da indústria da construção civil, além de contribuir de forma significativa com os problemas de descarte inapropriado desse produto, apresenta uma solução econômica e ambientalmente viável de destinação adequada.

## **METODOLOGIA**

A metodologia experimental empregada foi subdividida em etapas: Primeiramente foi realizada a caracterização dos materiais através da caracterização do aglomerante pelo ensaio do Frasco de Le Chatelier (NBR NM 23/2000), massa específica pelo ensaio do Frasco de Chapman (NBR 9776/1987), massa específica solta e compactada (NBR 7251/1982) e granulometria para o módulo de finura e diâmetro máximo (NBR 7217/1987)

Para início dos testes realizou-se a dosagem do concreto referência pelo método ABCP, utilizando o agregado miúdo natural. Após confeccionado o concreto referência, foram realizadas as dosagens das amostras com substituição do agregado miúdo natural pelo reciclado, nas percentagens de 10%, 20%, 30%, 40%, 50% e 60% e confeccionados.

O procedimento experimental foi constituído pela moldagem dos corpos de prova, seguido da cura dos mesmos em câmara úmida e realização de ensaios para avaliação da durabilidade, realizando o ensaio de absorção por capilaridade (NBR 6118/2014), onde se

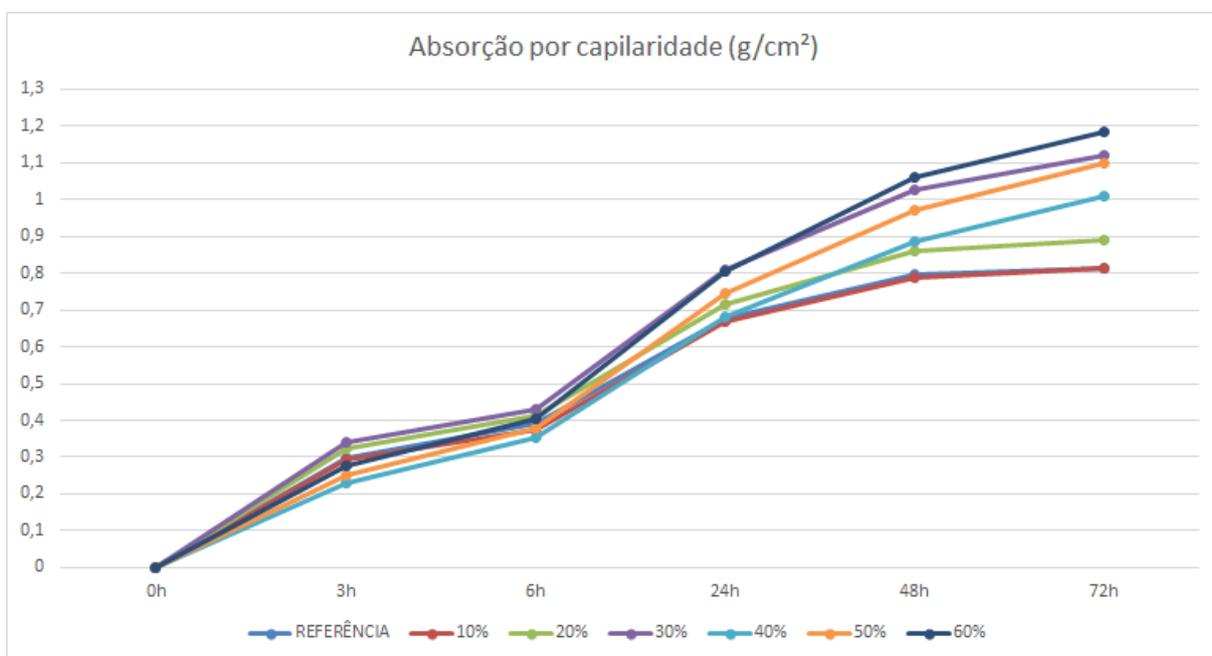
**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

determinou a porosidade do concreto. Foram ensaiados 3 corpos de prova de cada traço na idade de 28 dias.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ensaio de absorção por capilaridade foi realizado após constância de massa dos corpos de prova e realizado leituras em 3 horas, 6 horas, 24 horas, 48 horas e 72 horas. A seguir, o gráfico 1 apresenta os resultados do ensaio de absorção.

Gráfico 1 - Absorção por capilaridade (g/cm<sup>2</sup>)



O fator a/c foi determinado a partir das moldagens dos concretos, onde pegou-se a água colocada no misturador e dividiu pela massa do cimento calculada na dosagem. Esse fator é importante, pois influencia na durabilidade do concreto, uma vez que influencia na permeabilidade. A tabela 1 mostra os resultados encontrados de fator a/c com sua respectiva substituição do agregado miúdo pelo RCC.

Tabela 1 - Porcentagem de substituição com respectivo fator a/c

Substituição (%)	Fator a/c
0	0,469
10	0,484
20	0,477

**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

30	0,524
40	0,515
50	0,539
60	0,567

O gráfico 1 relata que os concretos referência e com substituição de 10% obtiveram menor absorção, com resultados praticamente iguais, seguindo dos concretos com substituição de 20% e 40%, que também apresentaram bons resultados. Os concretos com substituição de 30%, 50% e 60% obtiveram os maiores resultados de absorção. A tabela 1 comprovou que a permeabilidade está relacionada proporcionalmente ao fator a/c, pois, quanto maior o fator a/c, maior é a permeabilidade do concreto.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se nos resultados de absorção por capilaridade, que os melhores resultados obtidos foram dos concretos com menores relações a/c, destacando-se os concretos de 10%, 20% e 40%, que ficaram mais próximos do concreto referência. Já os concretos com substituição de 30%, 50% e 60%, que possuíam os maiores fatores a/c, obtiveram os piores resultados. Ou seja, a relação água/cimento influencia na absorção dos concretos com RCC, e quanto menor o valor dessa relação, menor será a permeabilidade desses concretos e maior será sua durabilidade.

**Palavras-chaves:** Construção civil, Sustentabilidade, Substituição de resíduo

**Keywords:** *Construction, sustainability, Reuse of waste*

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR NM 23. Cimento Portland e outros materiais em pó - determinação da massa específica. Rio de Janeiro, Brasil, 2000.

\_\_\_\_\_. NBR 9776/1987. Agregados - Determinação da massa específica Chapman. Rio de Janeiro, Brasil.

\_\_\_\_\_. NBR 7251/1982. Agregado em estado solto - Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, Brasil.

\_\_\_\_\_. NBR 7217/1987. Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, Brasil.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente - RESOLUÇÃO Nº 307 de 05 de julho de 2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

HANSEN, T. C. Recycled aggregates and recycled aggregate concrete: third state-of-the-art report 1945-1989. In: Recycling of Demolished Concrete and Masonry, RILEM Technical Committee Report N. 6, Editor: T. C. HANSEN, E & FN SPON, London, p. 1-163, 1992

HENRICHSEN, A. Use of recycled aggregate. In: International Workshop on Recycled Aggregate.

**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

Proceedings. Niigata, Japan. pp. 1-8, 2000.

ISAIA, Geraldo C. A Evolução do Concreto Estrutural. In: Concreto: Ciência e Tecnologia. Ed. G. C. ISAIA. 1.ed. v.1. São Paulo, Instituto Brasileiro do Concreto: IBRACON, 2011.

JOHN, V. M. Panorama sobre reciclagem de resíduos na construção civil. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Comitê técnico do IBRACON/ TC 206 - Meio ambiente, 1999. P.44-55.

MEDEIROS, Marcelo H. F.; ANDRADE, Jairo J. O.; HELENE, Paulo. Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. In: Concreto: Ciência e Tecnologia. Ed. G. C. ISAIA. 1.ed. v.1. São Paulo, Instituto Brasileiro do Concreto: IBRACON, 2011

MORAIS, G.M.D. Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia; subsídio para uma gestão sustentável. p. 26,56-60, 2006.

SANI, D.; MORICONI, G.; FAVA, G. CORINALDESI, V. Leaching and mechanical behavior of concrete manufactured with recycled aggregates. Waste Management, Vol. 25, pg. 177-182, 2005.

SGANDERLA, Maíra. S. (Re) Aproveitamento dos Resíduos Classe A da Construção Civil na Substituição Parcial do Agregado Miúdo do Concreto. 77p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI, Ijuí, 201

TROIAN, Aline. Avaliação da durabilidade de concretos produzidos com agregado reciclado de concreto frente à penetração de íons cloreto. Dissertação (Mestrado). Universidade do vale do rio dos sinos, Rio grande do Sul, 2010.

VIEIRA, G. L. Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Porto Alegre-RS, 2003. 151p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.