

**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

**PERMEABILIDADE E DURABILIDADE DE CONCRETOS COM  
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO GRAÚDO POR RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL<sup>1</sup>**

**PERMEABILITY AND DURABILITY OF CONCRETES WITH PARTIAL  
REPLACEMENT OF LARGE AGGREGATE BY WASTE OF CIVIL  
CONSTRUCTION**

**Diego Menegusso Pires<sup>2</sup>, Felipe Dalla Nora Soares<sup>3</sup>, Thainá Yasmin  
Dessuy<sup>4</sup>, Gabriela Da Silva Da Costa Bressam<sup>5</sup>, Daniela Dolovitsch De  
Oliveira<sup>6</sup>, Lucas Fernando Krug<sup>7</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> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da UNIJUI; diego.mso@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da UNIJUI; felipe-dallanora@hotmail.com

<sup>4</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da UNIJUI; thaiydessuy@hotmail.com

<sup>5</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da UNIJUI; gah.bressam@gmail.com.

<sup>6</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da UNIJUI; danieladolovitsch@hotmail.com

<sup>7</sup> Professor Mestre do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Orientador; lucas.krug@unijui.edu.br

## INTRODUÇÃO

O concreto é um material com certa porosidade e não é possível que os vazios sejam totalmente preenchidos, assim interferindo, também, na durabilidade. Petrucci (1998) destaca as principais causas da porosidade do concreto: é sempre necessário utilizar uma quantidade de água superior à que se precisa para hidratar o aglomerante, e essa água, ao evaporar, deixa vazios; com a combinação química, diminuem os valores absolutos de cimento e água que entram em reação; inevitavelmente, durante a mistura do concreto, incorpora-se ar à massa. A conexão desses vazios no concreto torna-o permeável à água. A permeabilidade torna o concreto suscetível as intempéries e a ação de agentes atmosféricos (PETRUCCI, 1998).

A permeabilidade do concreto é proporcional ao fator a/c e inversamente proporcional aos finos presentes na mistura, como o cimento. O processo de cura também é fator determinante para a permeabilidade, tendo em vista que uma má cura pode deixar microfissuras devido à baixa hidratação, conseqüentemente, maior número de vazios (OLIVEIRA, 2012).

Agregados podem ser menos permeáveis do que a pasta de cimento, porém, quando adicionados ao sistema, ao contrário do que se espera, a permeabilidade aumenta, devido ao tamanho das partículas. Quanto maior for a dimensão do agregado, maior será o coeficiente de permeabilidade. Esse fator é explicado devido a maior granulometria dos agregados proporcionar um maior número de vazios nas microfissuras da zona de transição (MEDEIROS et al, 2011).

**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

A permeabilidade será determinante para os processos físicos e químicos que ocorrerão na vida útil do concreto. A resistência está diretamente ligada com a permeabilidade, tendo em vista que os mesmos fatores influenciam tanto uma quanto a outra. Deve-se levar em considerações diversos cuidados quanto a moldagem de um concreto, desde a escolha do seu fator  $a/c$ , dimensão dos agregados, processo de cura, entre outros, para que consiga-se um concreto com a menor porosidade possível, resultando em melhor resistência e baixa permeabilidade (MEDEIROS et al, 2011). Já a durabilidade das estruturas de concreto simples, armado e protendido é condicionada pelos eventuais ataques de agentes agressivos, os quais estão presentes no meio ambiente e que ao longo dos anos podem agredir as estruturas. (OLIVEIRA, 2012).

Um concreto é considerado durável quando sua estrutura consegue desempenhar suas funções previstas, mantendo resistência necessária em um certo tempo, denominado vida útil, o qual possui um tempo tradicionalmente esperado. Esse tempo não será infinito e para que a estrutura possua o máximo de durabilidade possível, são necessários certos reparos e manutenções constantes (NEVILLE, 2016).

Para se ter o conhecimento do comportamento de uma estrutura, além de serem realizados estudos dos materiais constituintes, sua mistura e sua construção, também deve-se ter o conhecimento do meio ambiente a qual esta estrutura estará inserida, o qual será determinante na vida útil da estrutura, pois diferentes meios causam diferentes tipos de ataques (ISAIA, 2011).

Os três principais fluidos que podem causar danos as estruturas são: a água, pura ou com íons agressivos, o gás carbônico e o oxigênio. A durabilidade do concreto vai depender da facilidade, ou dificuldade, da penetração destes fluídos em seu interior. Essa penetração dos fluídos vai depender, principalmente, da permeabilidade da estrutura (NEVILLE, 2016). Ribeiro (2014) reforça que, além da permeabilidade, a distância utilizada para o cobrimento também é determinante na vida útil.

O agregado graúdo reciclado vem sendo mais utilizado, principalmente devido suas características serem consideradas superiores ao miúdo, pois sabe-se que o último pode possuir fragmentos de gesso e grande quantidade de pasta de cimento hidratada, o que o tornaria de menor qualidade (MEHTA e MONTEIRO, 2008). Contudo, os agregados reciclados ainda são usados somente para obras de pavimentação e concretos não estruturais, mas com o avanço dos estudos com estes materiais, a projeção é que cada vez mais o RCC ganhe espaço na construção (NEVILLE, 2016).

## METODOLOGIA

Para a realização da atividade de verificação da permeabilidade e durabilidade do concreto, metodologicamente o experimento foi realizado se dividindo em fases: caracterização dos materiais, estudo de dosagem, moldagem dos corpos de prova, ensaios mecânicos e de durabilidade do concreto. 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)<sup>1</sup> e granulometria para o módulo de finura e diâmetro máximo (NBR

**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

7217/1987).

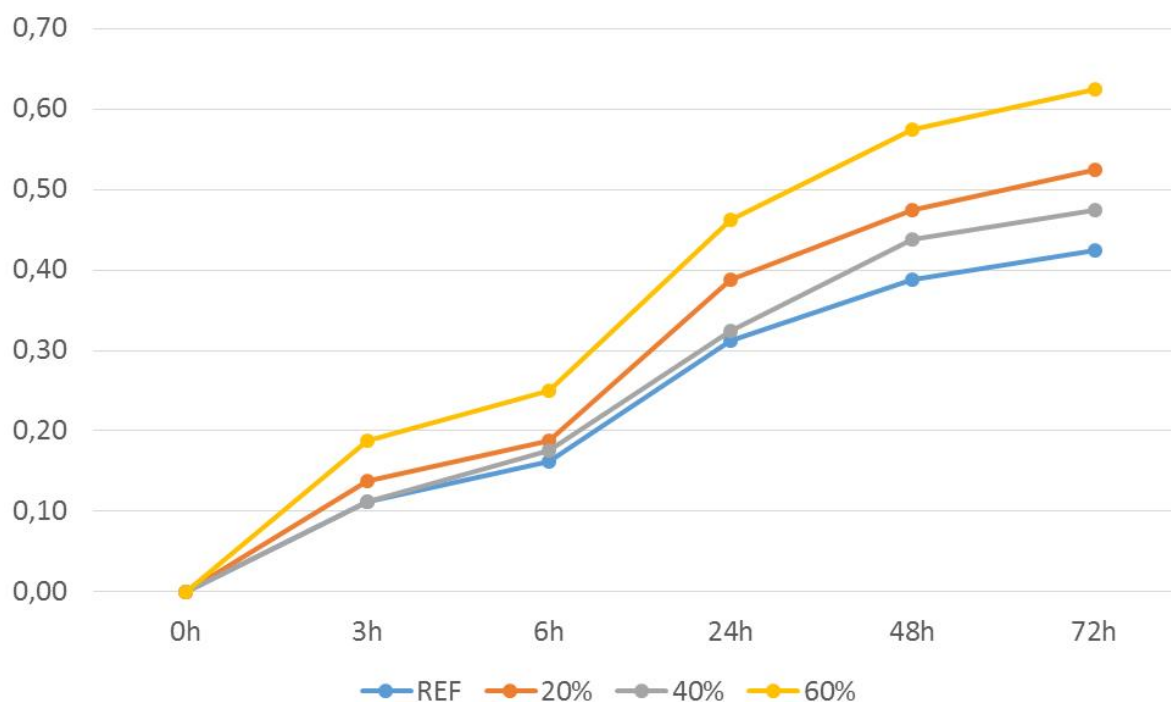
Para início dos testes realizou-se a dosagem do concreto referência pelo método ABCP, utilizando o agregado natural. Após confeccionado o concreto referência, foram realizadas as dosagens das amostras com substituição do agregado miúdo e graúdo natural pelo reciclado, nas percentagens de 10%, 20%, 30%,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

Os materiais reciclados usados, o agregado graúdo, foram fornecidos pela companhia recicladora de entulhos Resicon, locada na cidade de Santa Rosa - RS. Este material é proveniente da britagem de materiais de concreto. Sequentemente, foram realizadas caracterizações do agregado reciclado graúdo listados: módulo de finura 6,05; diâmetro máximo (mm) 13; massa específica ( $\text{kg/m}^3$ ) 2450, massa unitária solta ( $\text{kg/m}^3$ ) 1230.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

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.

Para os concretos com substituição parcial do agregado graúdo, foram realizados ensaios de absorção nos concretos referência e com substituição de 20%, 40% e 60% do agregado graúdo natural pelo reciclado. Percebemos que o concreto referência obteve os menores valores em relação a absorção e, conforme o aumento de substituição, bem como o fator a/c, a absorção de água foi aumentando, conforme gráfico 1.



**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

Gráfico 1: Absorção por capilaridade com agregado graúdo reciclado ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os grandes desafios encontrados para seu uso ainda é a qualidade final ser inferior aos agregados convencionais, principalmente pela sua porosidade e absorção de água serem muito superiores, o que acarreta em concretos muito porosos, tanto pelo fato da porosidade dos agregados, quanto pelo maior consumo de água, que como já explicitado anteriormente, é um dos fatores de maior influência em todas as características do concreto.

Para que seu uso se expanda e estes agregados sejam usados em concretos estruturais, precisam ser realizadas melhoras nas tecnologias de processamento, como o processo de britagem, por exemplo, onde resultaria um agregado de menor porosidade, melhorando sua qualidade final. Outro fator importante seriam os materiais terem um maior cuidado de separação já na obra, para se ter uma maior precisão da qualidade dos resíduos, tendo em vista que após o recebimento do material pela recicladora, essa tarefa se torna muito mais difícil.

Nos resultados de absorção por capilaridade, comprova-se que os melhores resultados obtidos foram dos concretos que a maior influência nos resultados foi o fator  $a/c$ , que conforme esse fator aumentava, a absorção de água também era elevada.

A utilização do agregado graúdo foi satisfatória em todas as percentagens, demonstrando bons resultados até em substituições com grande percentagem.

Sendo assim, destaca-se a importância de aprofundar os estudos com materiais reciclados, para que este ganhe cada vez mais espaço no mercado, contribuindo com o meio ambiente e com a diminuição dos custos das obras.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 7211. **Agregado para concreto** - Especificação. Rio de Janeiro, Brasil, 04/2009.

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

\_\_\_\_\_. NBR 7251/1982. **Agregado em estado solto** - Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, Brasil. 48

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

**Evento:** XXV Seminário de Iniciação Científica

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.

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.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, Paulo. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: IBRACON, 2008. 3.ed., 674p.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. Tradução: Ruy A. Cremonimi. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

OLIVEIRA, Hélio M. Cimento Portland. In: **Materiais de construção**. Ed. L. A. Falcão Bauer. 5.ed. rev. Rio de Janeiro, LTC, 2012.

PETRUCCI, Eladio G. R., **Concreto de cimento Portland**. 13. Ed. Ver. Por Vladimir Antônio Paulon - São Paulo: Globo, 1998.