

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

**DURABILIDADE DE CONCRETOS COM USO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) COMO SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO
AGREGADO MIÚDO¹**

**DURABILITY OF CONCRETES WITH THE USE OF WASTE FROM CIVIL
CONSTRUCTION AS PARTIAL SUBSTITUTION OF FINE AGGREGATE**

**Felipe Dalla Nora Soares², Thainá Yasmin Dessuy³, Gabriela Da Silva Da
Costa Bressam⁴, Diego Menegusso Pires⁵, Lucas Fernando Krug⁶**

¹ 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

² Autor. Acadêmico do 10º semestre de Engenharia Civil da Unijuí, felipe-dallanora@hotmail.com

³ Autora. Acadêmica do 8º semestre de Engenharia Civil da Unijuí, thaiydessuy@hotmail.com

⁴ Autora. Acadêmica do 9º semestre de Engenharia Civil da Unijuí, gah.bressam@gmail.com

⁵ Autor. Acadêmico do 9º semestre de Engenharia Civil da Unijuí, diego.msso@gmail.com

⁶ Autor e orientador. Professor do curso de Engenharia Civil da Unijuí, lucas.krug@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

Cada vez mais o termo sustentabilidade vem tomando conta de diversos debates em toda esfera global, fazendo todos refletirem quanto aos impactos ambientais e possíveis formas de contribuir com o meio ambiente. Tendo em vista os grandes impactos proporcionados pela construção civil, uma das formas de contribuição e minimização destes impactos é a reutilização dos resíduos dentro da própria construção civil, na substituição de agregados para produção de concretos e outros materiais.

Em países europeus, pioneiros na reciclagem de resíduos de construção, o concreto reciclado já é aplicado como concreto armado, para residências de médio padrão, portos marítimos e até em concretos de alta resistência (VIEIRA, 2003). No Brasil, os resíduos já são utilizados a alguns anos, porém em baixa escala, sendo usados apenas em concretos sem fins estruturais e pavimentação. Muitos estudos foram e estão sendo realizados nessa área, o que demonstra a grande importância do material, que deve ser cada vez mais estudado, até que seu uso seja regulamentado (TROIAN, 2010).

Um grande problema quanto aos resíduos são sua natureza porosa e elevada absorção de água, o que os caracteriza abaixo dos agregados convencionais. Contudo, boa parte dos resíduos pode conter cimento que não foi hidratado devido ao pouco tempo de cura e também conter quantidade de material pozolânico, o que acaba elevando consideravelmente a qualidade deste material (ISAIA, 2011).

Muitos estudos comprovam o fato do material reciclado possuir bom comportamento mecânico, porém, há poucos estudos que demonstram o comportamento da durabilidade de concretos com uso de RCC, principalmente em consequência à carbonatação.

O maior agente responsável pela durabilidade das estruturas é o gás carbônico presente na atmosfera. Ao longo dos anos, o CO₂ penetra na matriz porosa do concreto, através das fissuras, e

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

reage com a umidade presente no meio, formando o ácido carbônico (H_2CO_3). Com isso, diminui-se o pH do meio e, quando a penetração ultrapassa o cobrimento, ocorre a corrosão da armadura (LUCENA, 2016).

Segundo Evangelista e Brito (2010), os principais fatores que contribuem para a carbonatação são a composição do cimento, tipo de agregado e porosidade do material. Uma característica observada pelos autores e comprovada pela pesquisa, é de que em média, os materiais reciclados possuem menor densidade do que os convencionais e maior porosidade. Essa diferença, principalmente devido à maior porosidade do material reciclado, aumenta a absorção de água, logo, aumenta a relação a/c do concreto.

No intuito de diminuir a poluição e os custos das obras, a presente pesquisa trata de verificar o desempenho da durabilidade de concretos com o uso de agregados reciclados, provenientes de resíduos da construção civil.

METODOLOGIA

Buscando atender a ideologia proposta, foram realizadas substituições do agregado miúdo convencional pelo agregado miúdo reciclado oriundo da britagem de materiais de concreto, nos percentuais de 20%, 40% e 60%.

MATERIAIS UTILIZADOS

Aglomerante

O cimento utilizado para a realização da pesquisa foi o CP II-Z-32, pela razão da disponibilidade do mesmo na região, que possui adição de material pozzolânico (6% a 14%) em massa, podendo conter adição de material carbonático (filler) no limite máximo de 10% em massa. A massa específica obtida foi de 3153 Kg/m³.

Agregados Naturais

O agregado miúdo (areia) utilizado é provindo da região de Santa Maria/RS e o agregado graúdo de origem basáltica fornecido por pedreira da região de Ijuí/RS. Para a confecção dos concretos procedeu-se a caracterização conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização dos agregados naturais

Agregado	Material	Módulo de finura	Diâmetro máximo (mm)	Massa específica (kg/m ³)	Massa unitária solta (kg/m ³)
Miúdo	Areia	1,62	1,2	2574	1500
Graúdo	Brita	5,94	9,5	2880	1490

Agregado Reciclado

O agregado miúdo reciclado é oriundo da britagem de materiais de concreto e foi fornecido pela empresa recicladora de entulhos Resicon do município de Santa Rosa - RS. Os resultados da caracterização dos agregados reciclados são apresentados na tabela 2.

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

Tabela 2 - Caracterização do agregado reciclado

Agregado reciclado	Módulo de finura	Diâmetro máximo (mm)	Massa específica (kg/m ³)	Massa unitária solta (kg/m ³)
Miúdo	2,46	4,8	2509	1340

É importante ressaltar que os materiais utilizados na pesquisa sofrem uma separação rigorosa logo no seu recebimento pela recicladora. A empresa recebe resíduos que provêm de diversos setores da construção civil e, na maioria das vezes, este material vem misturado, em momentos com predominância de materiais cerâmicos e em outros com predominância de materiais de concreto. Devido a isso, percebe-se a importância da separação do material já na obra, para que se tenha um maior controle e assim, maior qualidade do agregado.

DOSAGENS DAS MISTURAS

Foi realizada a dosagem do concreto referência pelo método ABCP, onde foi definido o fator água/cimento (a/c) de 0,5 para atingir a resistência de 25 MPa à compressão, aos 28 dias. Tendo em vista que o material reciclado consumiria mais água, optou-se por comparar os traços pela altura do abatimento do tronco de cone, logo, cada traço ficou com um fator água/cimento diferente. O abatimento estabelecido foi de 110 mm $\pm$ 10 mm.

ENSAIO DE CARBONATAÇÃO

O ensaio de carbonatação acelerada ajuda a definir a durabilidade do concreto, e para o mesmo foi utilizado uma câmara de carbonatação acelerada, onde amostras foram colocadas e saturadas de CO₂, simulando uma aceleração no tempo para a ação do gás. Para avaliação da profundidade de carbonatação foi utilizado solução em álcool de fenolftaleína (1%), onde após retiradas as amostras da câmara e feito o rompimento nos corpos de prova por compressão diametral, o líquido é aspergido sobre a parte interna da amostra. A região colorida indica que o pH mantém-se ideal (básico) e a parte incolor indica que o pH está ácido, ou seja, houve a ação do gás carbônico.

A concentração do gás carbônico no interior da câmara é de aproximadamente 60%. Foram utilizados 2 corpos de provas para o concreto referência e mais 2 para cada traço de substituição, tanto para o agregado miúdo quanto para o gráudo, nas percentagens de 20%, 40% e 60%, totalizando 8 amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARBONATAÇÃO ACELERADA

As figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam os resultados de carbonatação do concreto referência e com substituição parcial do agregado miúdo, os quais permaneceram na câmara por 7 dias.

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

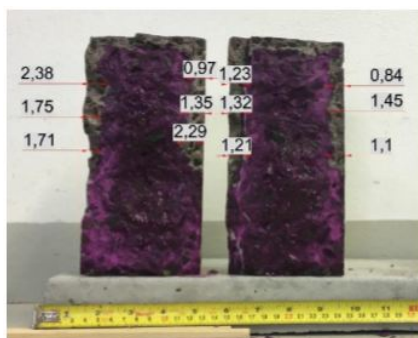


Figura 1 - Carbonatação do concreto referência (A/C: 0,469).

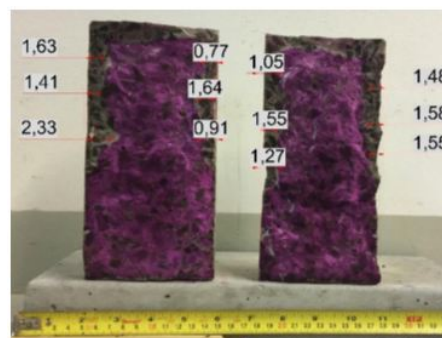


Figura 2 - Carbonatação do concreto com 20% de substituição (A/C: 0,477).

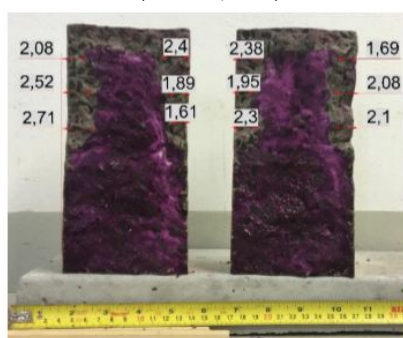


Figura 3 - Carbonatação do concreto com 40% de substituição (A/C: 0,515).

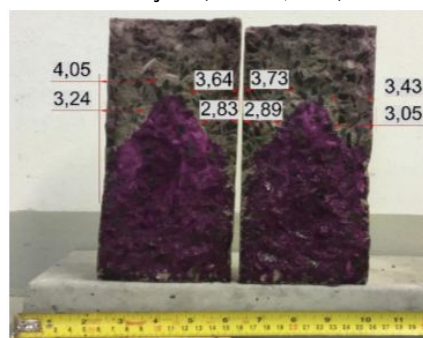


Figura 4 - Carbonatação do concreto com 60% de substituição (A/C: 0,567).

Percebe-se que o concreto referência e o concreto com substituição de 20% obtiveram menor profundidade de carbonatação, seguindo do concreto com 40% de substituição e 60% de substituição.

O concreto com 20% de substituição obteve os melhores resultados, apresentando uma profundidade média de carbonatação de 1,43cm, enquanto o concreto referência apresentou uma profundidade média de 1,47cm. Os concretos com substituição de 40% e 60% obtiveram as distâncias de 2,14cm e 3,36cm de profundidade, respectivamente.

Com os resultados, podemos perceber que o principal fator para maior distância de carbonatação é a relação a/c, porém, mesmo com este fator maior que o referência, o concreto com 20% de substituição apresentou melhores resultados, que se comprova pelo fato desse percentual proporcionar um maior fechamento no número de vazios do concreto.

Nota-se que até determinada altura não ocorreu carbonatação, isto porque antes de serem submetidos para o ensaio de carbonatação, as amostras haviam sido submetidas ao ensaio de absorção por capilaridade, absorvendo água até determinada altura. Como não ocorre carbonatação acima de 90% de umidade, esta região das amostras não sofreu agressão do gás carbônico.

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos resultados obtidos no ensaio de carbonatação acelerada, o concreto com 20% de substituição de agregado miúdo superou o concreto referência e os demais percentuais de substituição, atingindo a menor distância de carbonatação. Os concretos com 40% e 60% de substituição atingiram os piores resultados.

Através das análises realizadas e dos resultados obtidos, percebemos que para os concretos com menores percentagens de substituição do agregado miúdo é possível a utilização do RCC em concreto com função estrutural. Já para os concretos com grande percentagem de substituição do resíduo miúdo, os resultados não foram satisfatórios, devido, principalmente, a elevação do fator a/c .

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.

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade; Vida útil do concreto; Carbonatação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EVANGELISTA, L.; BRITO, J de. Durability performance of concrete made with fine recycled concrete aggregates. In: **Cement & Concrete Composites**. Amsterdam, The Netherlands.
- 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.
- LUCENA, Cleber Medeiros de. **Avaliação de uma câmara de carbonatação acelerada projetada e montada em laboratório**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Natal, 2016.
- TROIAN, Aline. **Avaliação da durabilidade de concretos produzidos com agregado reciclado de concreto com 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.