

## CONCRETO AUTO-ADENSÁVEL COM CINZA LEVE

GABRIEL TERRA FERON<sup>1</sup>; JORDANA BAZZAN<sup>2</sup>; ALENCAR IBEIRO DE OLIVEIRA<sup>1</sup>; ÂNGELA AZEVEDO DE AZEVEDO<sup>3</sup>; GUILHERME HÖEHR TRINDADE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – academico eng. Civil – [gabriel.feron@gmail.com](mailto:gabriel.feron@gmail.com) & [alencar\\_ibeiro@hotmail.com](mailto:alencar_ibeiro@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal Do Rio Grande do Sul – mestrando – [jordanabazzan@gmail.com](mailto:jordanabazzan@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – Prof. DR. Eng. Civil – [azevedoufpel@gmail.com](mailto:azevedoufpel@gmail.com) & [guihoehr@hotmail.com](mailto:guihoehr@hotmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

O concreto auto-adensável (CAA) é um material desenvolvido para evitar problemas de concretagem em estruturas com altas taxas de armaduras (GOMES e BARROS, 2009). Essa tecnologia, possibilitaria o preenchimento homogêneo das formas, passando por obstáculos apenas com o peso próprio do material, portanto, dispensando o uso do equipamento vibratório no momento da concretagem (BARBOSA et al, 2004), o que seria de difícil utilização em estruturas com elevadas taxas de armadura.

Para a produção do CAA, os materiais utilizados são os mesmos que aqueles usados para o concreto convencional (agregado graúdo, agregado miúdo, cimento e água), porém, para atingir os níveis auto-adensáveis, é necessário a adição de mais dois componentes, sendo eles, materiais finos (fíler) e aditivos químicos, como os superplastificantes e modificadores de viscosidade (TUTIKIAN, 2004).

Em especial, para a adição de materiais finos, há a possibilidade de serem utilizados resíduos industriais, como as oriundas da queima do carvão mineral nas termelétricas, fator que atribui mais uma vantagem no uso de CAA. Essa característica influi na diminuição de custos da produção do CAA e um benefício significativo e dado a natureza (NUNES, 2001). Sendo assim, o objetivo do presente trabalho será estudar a substituição de toda areia fina por cinza leve (CL) na produção de concreto com propriedades auto-adensáveis. De modo a identificar o efeito dessa substituição seguem os seguintes objetivos específicos:

- Verificar a influência da substituição da areia fina por cinza leve na dosagem do concreto auto-adensável.
- Avaliar comparativamente a resistência à compressão axial do concreto no estado endurecido.

### 2. METODOLOGIA

#### 2.1 Materiais

Os materiais utilizados na pesquisa foram Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI), agregados graúdos de origem granítica, agregados miúdos de origem natural (grãos de quartzo), com duas granulometrias distintas, uma mais grosseira (Areia 1) e outra, mais fina (Areia 2) empregada como fíler, além da adição mineral, cinza leve (CL), proveniente da queima de carvão mineral na Termoelétrica Presidente Medici localizada na cidade de Candiota-RS. Para atingir os níveis auto adensáveis, também foi utilizado um aditivo químico (superplastificante) de 4º geração.

## 2.2 Método

- Dosagem

Neste trabalho foi aplicado a metodologia de dosagem do IBRACON adaptado por Alencar (2008) para CAA, no entanto, desta vez foram utilizados como adições a CL, como substituição total da Areia 2, usado como filer.

Primeiramente, foi realizado a dosagem de um traço referência sem a adição da CL para posterior comparação do traço composto pela mesma. Todos os materiais utilizados foram proporcionados em peso neste estudo de dosagem.

Os materiais foram colocados na betoneira pela seguinte ordem: Primeiro o cimento foi colocado em sua totalidade, sendo misturado junto com o Volume parcial de água de modo a formar uma mistura homogênea. Em sequência, as britas 0 e 1 foram adicionadas a pasta de cimento, e por fim, as areias (traço referência) e a CL (traço composto pela cinza) foram colocadas na betoneira. O aditivo e o restante da água foram sendo adicionados intercalando os materiais de forma a sempre manter uma mistura homogênea e com as propriedades auto-adensáveis.

- Verificação auto-adensabilidade

Nesta etapa foi verificado o nível de auto-adensabilidade alcançado através dos ensaios de Slump-Flow e L-box Test, conforme ilustrado nas figuras 1 e 2.

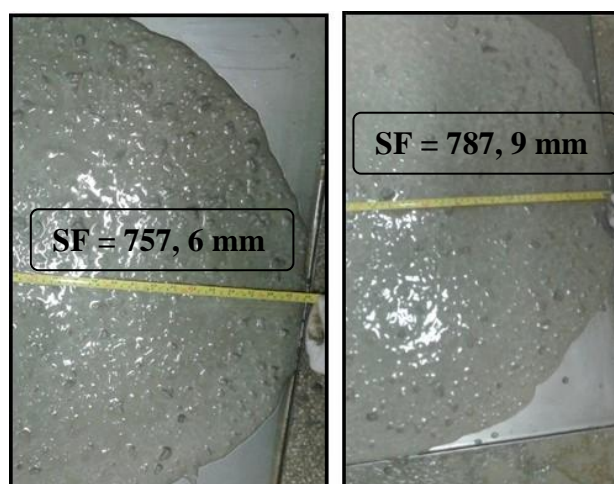


Figura – 1. Slump-Flow Test (a) traço REF. e (b) traço CL

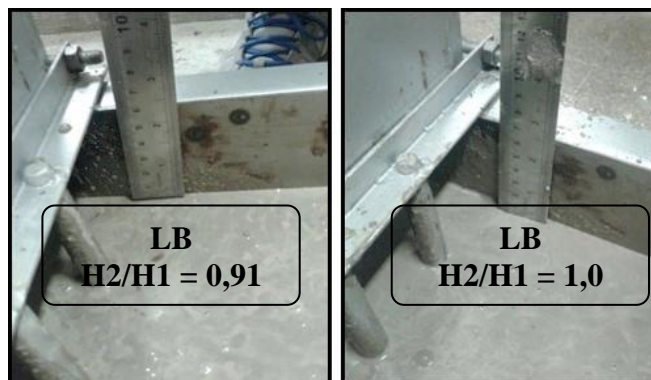


Figura – 2. L-Box (a) traço REF. e (b) traço CL

Pelo ensaio do Slump-Flow Test e L-Box Test, os dois traços, atenderam aos requisitos de 600 mm à 800 mm para Slump-Flow e  $0,8 \leq H2/H1 \leq 1$  para L-Box Test sendo considerados auto-adensáveis, conforme NBR 15823-1. Também, os

dois traços não apresentaram sinais de segregação e exsudação no seu estado fresco.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

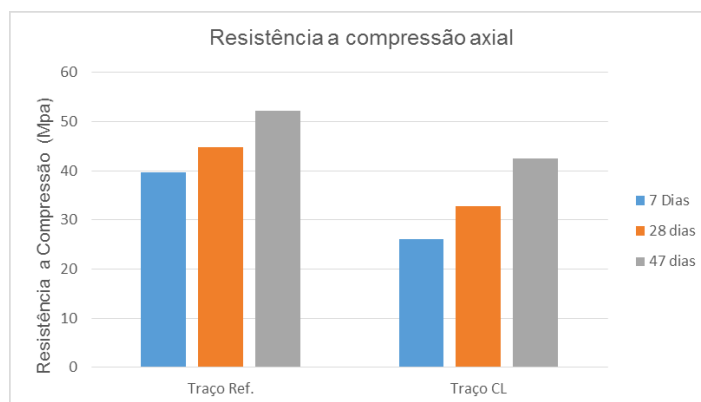


Figura – 3. Resistência média a compressão axial aos 7, 28 e 47 dias.

Os corpos de prova foram rompidos aos 7, 28 e 47 dias de idade, conforme a NBR 5739 e obtiveram as seguintes resistências a compressão axial médias.

Aos 7 dias, o concreto de referência, apresentou 39,71 MPa, enquanto o de CL apresentou 26,07 MPa, resultando em 13,64 MPa de diferença entre eles. Aos 28 dias, o concreto de referência, apresentou 44,83 MPa, enquanto o de CL apresentou 32,88 MPa, resultando em 11,95 MPa de diferença entre eles. Aos 47 dias, o concreto de referência, apresentou 52,29 MPa, enquanto o de CL apresentou 40,19 MPa, resultando em 12,10 MPa de diferença entre eles. Com isso, o traço com CL obteve resistências menores que o traço de referência em todas as idades, com taxa de crescimento semelhantes.

Observando a Figura 1, nota-se que existe uma distribuição homogênea dos agregados graúdos, indicando que não há nenhum ponto de concentração dos mesmos, ou seja, não é observado sinais de segregação dos materiais mais grosseiros, indicando que a coesão do material foi alcançada. Na Figura 2, também não foi observado agregados retidos entre as armaduras, sugerindo que a habilidade passante que o concreto auto-adensável deve possuir foi alcançada.

O traço de referência, de acordo com a NBR 15823 (2010), pelo critério de fluidez (Slump-Flow Test) classificou-se em SF2, que indica que o traço é apto para a maioria das aplicações correntes (pilares, vigas, lajes, etc), enquanto que o traço com CL, apresentou comportamento mais fluído, classificando-se em SF3, indicado para estruturas complexas e com alta taxa de armadura. Embora tenha sido usado maior quantidade de água para o traço com CL em comparação ao traço de referência, esse comportamento de maior fluidez pode ser explicado pelas propriedades físicas da CL, uma vez que as suas partículas são esféricas, contribuindo com escoamento mais fácil do concreto.

Pelo ensaio do L-Box Test, os dois traços classificam-se em VS2 e PL2, respectivamente, sugerindo que os concretos são adequados para a maioria das aplicações correntes. Portanto, os traços executados neste trabalho, atenderam aos três requisitos mínimos para um concreto ser considerado auto-adensável, visto que apresentaram alta fluidez (classe SF2 e SF3), coesão (classe VS2) e habilidade em ultrapassar regiões com obstáculos (PL2).

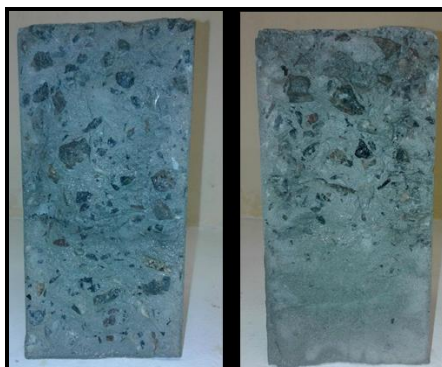


Figura – 4. Distribuição dos agregados (a) Traço referência (b) Traco CL

Na Figura 4 é possível observar, que em ambos os traços o concreto preencheu todos espaços da forma, sem apresentar falhas de moldagem ou bolhas de ar internas no estado endurecido, entretanto foi possível identificar problemas de segregação do concreto com CL fig. (b).

#### 4. CONCLUSÕES

Conforme os resultados discutidos, de maneira geral, verificamos que a utilização da CL demanda cuidados, para substituição do agregado filer, mas quando dosadas corretamente apresentam grande potencial com vistas a durabilidade. Além disso, apresenta um caráter sustentável, pois reduz a extração de materiais naturais e promove um destino adequado para esse resíduo industrial.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, Ricardo dos Santos Arnaldo de. **Dosagem do CAA: Produção de Pré-Fabricados**. 2008. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politecnica da Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova colíndro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15823-1: Concreto autoadensável Parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15823-2: Concreto auto-adensável Parte 2: Determinação do espalhamento e do tempo de escoamento - Método do cone de Abrams, 2010.
- BARBOSA, Monica Pinto et al. **A influência de adição de finos basálticos nas características reológicas e mecânicas dos concretos auto-adensáveis (CAA)**, Florianópolis: Ibracon, 2004. p. 7 - 22.
- NUNES, Sandra Conceição Barbosa. **Betão auto-compactável: Tecnologia e propriedades**. 2001. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2001.
- GOMES, P. C. C; BARROS, A. R. **Método de dosagem de Concreto Auto-adensável**. Sao Paulo: Pini, 2009. 172p.
- TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. **Método de dosagem para concretos auto-adensáveis**. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.