

## CONCRETO AUTO-ADENSÁVEL COM CINZA PESADA

ALENCAR IBEIRO DE OLIVEIRA<sup>1</sup>; JORDANA BAZZAN<sup>2</sup>; GABRIEL TERRA FERON<sup>1</sup>; ALINE TABARELLI; MARCELO SUBTIL SANTI<sup>1</sup>; GUILHERME HÖEHR TRINDADE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – academico eng. Civil – [alencar\\_ibeiro@hotmail.com](mailto:alencar_ibeiro@hotmail.com),  
[gabriel.feron@gmail.com](mailto:gabriel.feron@gmail.com) & [m.subtilsanti@outlook.com](mailto:m.subtilsanti@outlook.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 que se caracteriza por dispensar a necessidade de vibração na concretagem de estruturas, ou seja, ele tem a propriedade de se auto adensar e preencher com homogeneidade todos os espaços existentes nas formas.

Para concretos convencionais (CCV), são quatro os componentes constituintes básicos, a saber: cimento, agregado graúdo, agregado miúdo e água, ao mesmo tempo que, para os CAA há um acréscimo de materiais para um total de seis componentes, são eles: cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, água, materiais finos e adições (superplastificantes e modificadores de viscosidade) (TUTIKIAN, 2004).

Considerada uma tecnologia recente no Brasil, cada vez mais tem-se desenvolvido pesquisas visando expandir o conhecimento sobre o comportamento e desempenho dos CAA. Segundo COUTINHO (2011), o CAA vem ganhando espaço graças aos avanços em pesquisas científicas e as aplicações bem-sucedidas em obras de engenharia pelo mundo.

A adição de materiais finos se revela um grande diferencial na produção de CAA visto que para o mesmo podem ser utilizados resíduos industriais. NUNES (2001) comenta que esta característica deve ser explorada uma vez que a inserção de resíduos na fabricação do concreto possibilita a redução de custos de materiais referente ao CCV e há uma contribuição significativa dada ao meio ambiente, principalmente aqueles resíduos que não tem destinação prevista para seu aproveitamento e acabam sendo acumulados de forma negligente no meio ambiente.

A cinza pesada utilizada nesse concreto é obtida nas termelétricas quando cai no fundo das fornalhas e gaseificadores e é arrastada por processos hidráulicos até as bacias de sedimentação. LEANDRO (2005) relata que esse processo resulta em grãos mais grosseiros, onde a cinza pesada torna-se um material granular e poroso, com granulometria predominantemente de areia.

Neste trabalho, será estudado a substituição de toda areia fina por cinza pesada (CP) na produção de concreto com propriedades auto-adensáveis. De modo a identificar o efeito dessa substituição seguem os seguintes objetivos específicos:

- Identificar a propriedades físicas e o caráter pozolânico da cinza pesada.
- Verificar a influência da substituição da areia fina por cinza pesada na dosagem do concreto auto-adensável.
- Avaliar comparativamente a resistência a compressão nos concretos auto-adensáveis com e sem cinza pesada.

## 2. METODOLOGIA

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 CP, como substituição total da Areia 2, usado como fíler.

Os materiais utilizados na pesquisa foram Cimento Portland de Alta Resistencia Inicial (CP V-ARI), agregados graúdos de origem granítica, agregados miúdos de origem natural (grãos de quartzo) com duas granulometrias distintas, uma mais grossa (Areia 1) e outra, mais fina (Areia 2) empregada como fíler e por fim a cinza pesada (CP), proveniente da queima de carvão mineral recolhida do fundo de grelha na Termoelétrica Presidente Médici localizada na cidade de Candiota-RS. Para atingir os níveis auto adensáveis, utilizamos um aditivo químico (superplastificante) de 4º geração.

### 2.1 Fase de verificação no estado fresco

A fase de verificação, como o próprio nome diz, tem como objetivo verificar o nível de auto-adensabilidade alcançado através de no mínimo quatro ensaios. São eles:

- 1º Passo: Slump-Flow Test e Slump-Flow Test<sub>500</sub>
- 2º Passo: L-Box teste
- 3º Passo: V-Funnel test e V-Funnel test  $t_{5min}$
- 4º Passo: Column technique

Devido a quantidade limitada de material disponível, tempo de pega do cimento e tempo de abertura do superplastificante, os ensaios V-Funnel test e V-Funnel test  $t_{5min}$  e Column technique não foram realizados.

### 2.2 Análise no estado endurecido

Após análise e definição dos traços com base em ensaios no estado fresco, foram realizados os ensaios para verificar as propriedades no estado endurecido através do ensaio de resistência a compressão axial aos 7 dias, aos 28 e aos 47 dias.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram feitas caracterização de todos os materiais, no entanto, destacamos a caracterização da adição mineral em estudo, a CP. A massa específica da CP resultou em  $1,79 \text{ g/cm}^3$  e sua curva granulométrica encontra-se na Figura 1, juntamente com a curva granulométrica do material a ser substituído (Areia 2).

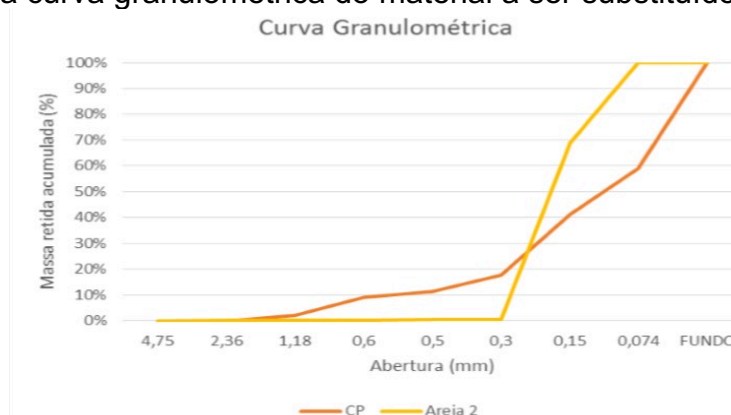


Figura 1. Curva Granulométrica, cinza pesada e agregado miúdo (areia 2)

No estado fresco foi realizado a dosagem com um traço de referência e um traço com CP em substituição total a areia fina, os resultados obtidos com a dosagem estão no quadro 1.

Traço	Slump Flow (mm)	Slump Flow T500 (s)	L box (H2/H1)	a/c	Teor Superplastificante (%)
Referência	757,6	2,18	0,91	0,53	1,22
CP	717,5	2,57	1,0	0,67	2,00

Quadro 1. Dosagem preliminar e definitiva

O ensaio da Column Technique que tem por objetivo analisar a segregação do material no estado fresco, não foi realizado neste trabalho, no entanto, é possível observar no estado endurecido (Figura 2), que ao romper os corpos de prova, constatamos que os traços apresentaram uniformidade na distribuição dos agregados graúdos, além do mais, os traços preencheram todos espaços da forma, sem apresentar falhas de moldagem ou até mesmo bolhas de ar. Vale lembrar que a moldagem foi feita sem qualquer tipo de adensamento.

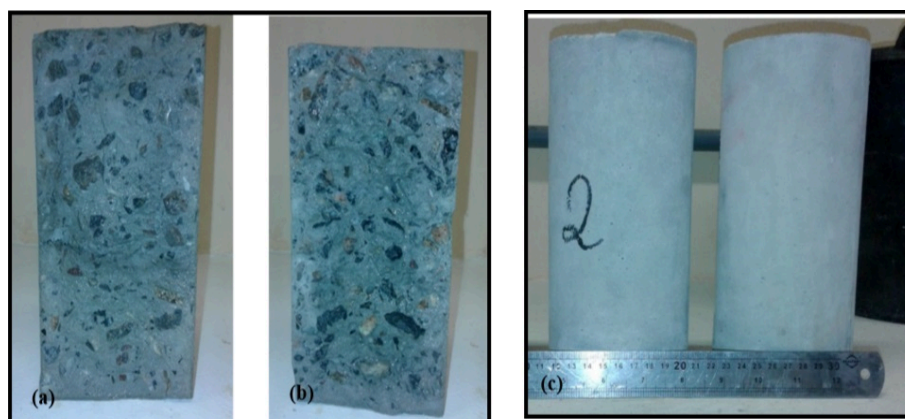


Figura 2. (a) Distribuição dos agregados – Traço Referência (b) Distribuição dos agregados – Traço CP (c) Homogeneidade da superfície

Os resultados para resistência a compressão axial aos 7 dias, 28 dias e 47 dias apresentam-se na Figura 3.

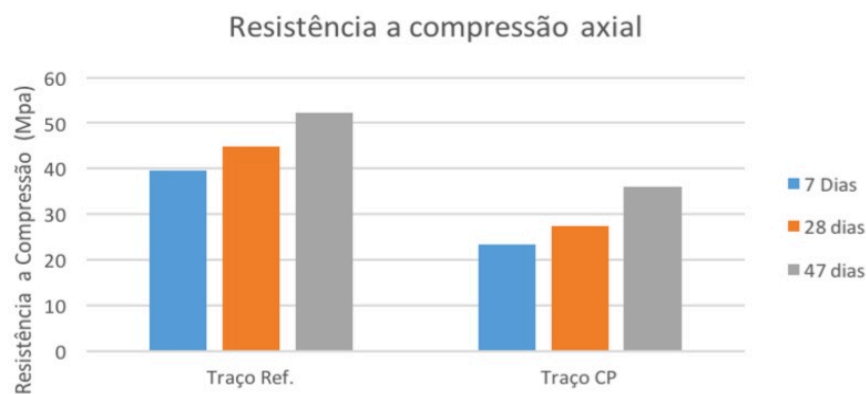


Figura 3. Resistência a compressão axial

O traço usado como referência apresentou resistências médias aos 7 dias, 28 dias e 47 dias de 39,71 MPa, 44,82 MPa e 52,29 MPa respectivamente, maiores que as do traço com CP 23,346 MPa, 27,35, 35,93 MPa. Essa diferença pode ser

consequência do uso da relação água cimento superior para o traço com a cinza pesada. Também é possível observar, nos resultados, para todas as idades, que ainda não há sinais de atividade pozolânica da CP, uma vez que a diferença de resistência nestas idades, apresentaram proporções similares de crescimento nos dois traços, na ordem de 5 MPa de crescimento aos 28 dias e 12 MPa para os 47 dias em relação aos 7 dias.

#### 4. CONCLUSÕES

As conclusões obtidas após a realização do programa experimental são para os materiais e parâmetros adotados neste trabalho.

A cinza pesada (CP) apresentou 75% do seu peso com grãos menores que aos da areia fina. No entanto, identificou-se que a substituição da areia fina por CP na dosagem do concreto resultou na necessidade de usar valores superiores de água e superplastificante, visando obter níveis de auto-adensabilidade semelhantes entre os dois traços.

Aos 7, 28 e 47 dias, o concreto com CP apresentou valores de resistência à compressão menores que o concreto de referência, com proporções de crescimento similares, demonstrando que a atividade pozolânica da CP não influenciou nessa propriedade.

Conforme os resultados apresentados, verificamos que a utilização da CP em concretos-auto adensáveis, tem comportamento adequado e apresentam um grande potencial, quando dosados corretamente, em substituição do agregado filer. Além deste resíduo ter, novamente, uma finalidade de produção na indústria, também contribui para a substituição de outros materiais finos que seriam retirados da natureza de forma primária.

#### 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 Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COUTINHO, Bianca Serra. **Propriedades e comportamento estrutural do concreto auto-adensável**. 2011. 240 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

LEANDRO, Rodrigo Pires. **Estudo laboratorial acerca da possibilidade de aproveitamento da cinza pesada de termelétrica em bases e sub-bases de pavimentos flexíveis**. 2005. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

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.

NUNES, Sandra Conceição Barbosa. **Betão auto-compactável: Tecnologia e propriedades**. 2001. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2001.