

## UTILIZAÇÃO DE CINZA LEVE E CINZA PESADA NA PRODUÇÃO DE CONCRETOS AUTO-ADENSÁVEIS

JORDANA BAZZAN<sup>1</sup>; GABRIEL TERRA FERON<sup>2</sup>; ALENCAR IBEIRO DE OLIVEIRA<sup>3</sup>; GUILHERME HOEHR TRINDADE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – jordanabazzan@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – gabriel.feron@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – alencar\_ibeiropelotas@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – guihoehr@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O investimento do mercado da construção civil em projetos mais complexos, a preocupação com a melhoria da produtividade nos canteiros de obras e o cuidado com a durabilidade das estruturas são fatores que contribuíram para impulsionar o desenvolvimento de concretos mais especializados. Os concretos auto-adensáveis (CAA) atendem a esses requisitos mais rigorosos de desempenho e apresentam futuro promissor.

O CAA, em sua produção, diferencia-se do concreto convencional (CCV), principalmente pela maior fluidez. Para isso, é necessário a utilização de materiais com granulometria menor e em maior quantidade que no CCV. Quando corretamente dosado, a adição dos materiais finos (areia, filler ou pozzolanas) são responsáveis, pela melhoria das propriedades de coesão e diminuição de exsudação do concreto (CAVALCANTI, 2006). Além do mais, a adição de materiais finos se revelam um grande diferencial na produção de CAA visto que para o mesmo podem ser utilizados resíduos industriais. Nunes (2001) comenta que a inserção de resíduos na fabricação do concreto deve ser explorada, uma vez que possibilita a redução de custos e ganhos ambientais. Esses ganhos teriam maior impacto com o emprego de resíduos que não tem destinação prevista para seu aproveitamento e acabam sendo acumulados de forma negligente no meio ambiente.

O presente trabalho tem por objetivo estudar o comportamento da utilização de resíduos oriundos da queima do carvão mineral na geração de energia elétrica, cinza pesada e cinza leve, para a produção de concretos auto-adensáveis.

### 2. METODOLOGIA

Neste trabalho será aplicado a metodologia de dosagem do IBRACON, idealizado para concretos convencionais e, adaptado por Alencar (2008) para concretos auto-adensáveis, onde serão utilizados como adições a cinza volante e cinza pesada, como substituição parcial do cimento Portland e ao agregado miúdo respectivamente.

Os materiais a serem utilizados para produção do CAA são o Cimento Portland CP V-ARI de alta resistência inicial, agregado graúdo (Brita 0 e Brita 1) de origem granítica, agregado miúdo (Areia média e fina) de origem natural, materiais finos (Cinza Volante e Cinza Pesada) proveniente da queima de carvão mineral na Termelétrica Presidente Medici localizada na cidade de Candiota-RS e por fim, aditivos químicos (Superplastificante e Modificador de Viscosidade).

Será estudado as características químicas e físicas das cinzas através da Espectrometria de Fluorescência de Raios-X para verificar os principais compostos existentes, análise por difratometria de Raios-X para identificar as

fases minerais e o ensaio de difração de laser e peneiramento para identificar a distribuição granulométrica das mesmas. Além do mais, será estudada a capacidade de reação pozolânica das cinzas leve e pesada através do ensaio de pozolanicidade com cimento Portland (NBR 5752, 2014) e com cal (NBR 5751, 2015).

Também será feita, em laboratório, a caracterização física para os agregados graúdos (Brita 0 e Brita 1) e agregados miúdos (Areia natural) através da distribuição granulométrica por peneiramento, conforme NBR MN 248:2009 e ensaios de massa específica e massa específica aparente, conforme NBR MN 52:2009 e NBR MN 53:2009.

Primeiramente, será realizado a dosagem de um traço referência (Traço 1) sem a adição das cinzas para posterior comparação dos traços composto pelas mesmas, sendo elaborado quatro traços, o traço 2 composto pela adição de cinza volante, traço 3 pela adição de cinza pesada e por fim, o traço 4 com adição das duas cinzas.

Segundo o método de Alencar (2008), o ajuste do traço será feito em duas fases, fase de proporcionamento e fase de verificação. A fase de proporcionamento é dada pela determinação de um valor fixo de  $m$  (relação entre agregado seco e cimento) baseado na resistência média requerida e em sequência é definido os seguintes parâmetros:

- ✓ 1º Passo: Teor de Argamassa ( $\alpha$ );
- ✓ 2º Passo: Teor de Substituição ( $T$ );
- ✓ 3º Passo: Aditivo;
- ✓ 4º Passo: relação agua/aglomerante.

Em seguida, na fase de verificação, é realizado os ensaios das propriedades auto-adensáveis do material pelos seguintes testes:

- ✓ 1º Passo: *Slump-Flow Test* e *Slump-Flow Test*  $t_{500}$ ;
- ✓ 2º Passo: *L-Box teste* (2º Passo);
- ✓ 3º Passo: *V-Funnel test* e *V-Funnel test*  $t_{5min}$ ;
- ✓ 4º Passo: *Column technique*;

Após a definição do traço inicial, caso não seja possível alcançar as propriedades desejadas do CAA, retornaremos ao 2º passo até se obter o ponto ótimo de substituição ( $T$ ), ou seja, onde não se verifique melhorias significativas e sequentemente prosseguir da mesma forma ao 3º e 4º passo da fase das proporções.

O teor de argamassa ( $\alpha$ ) e o teor de substituição ( $T$ ) a serem utilizados como traço para uma primeira tentativa só serão definidos em um segundo momento devido a necessidade de se realizar primeiramente a caracterização física dos materiais. A figura 1 resume a metodologia a ser executada:

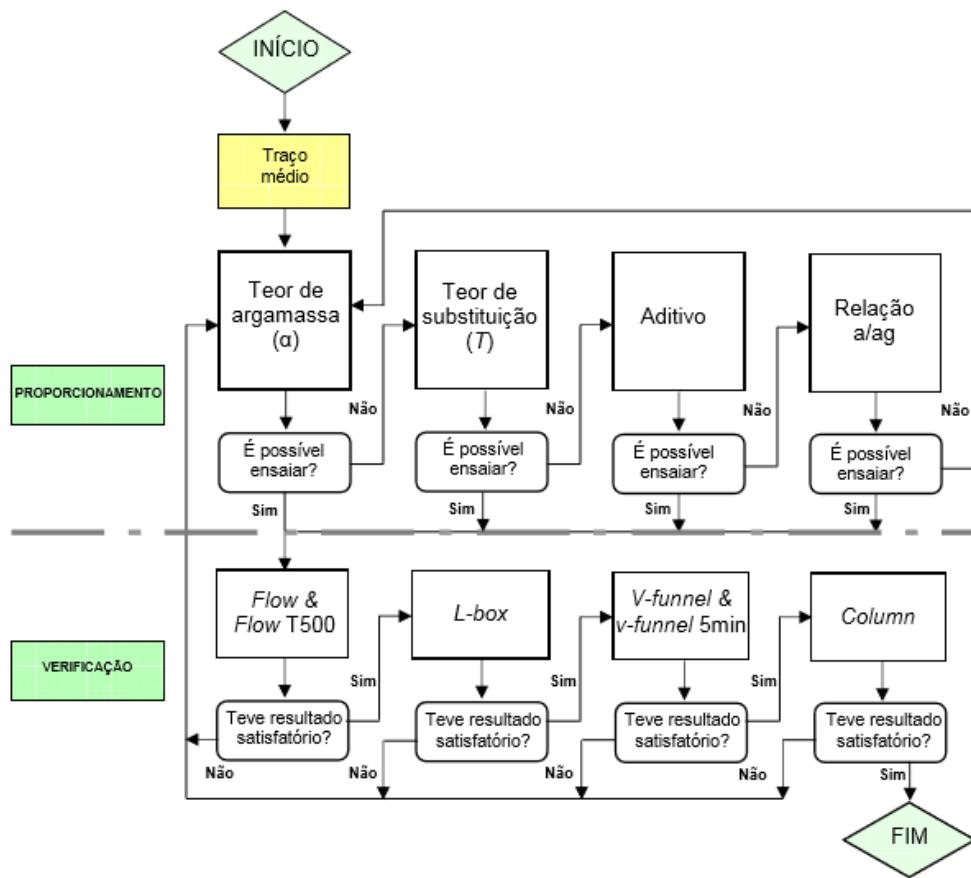


Figura 1. Metodologia proposta por Alencar (2008)

Após análise e definição dos traços com base em ensaios no estado fresco, serão analisadas as propriedades no estado endurecido através do ensaio de resistência a compressão axial, absorção de água por imersão total (NBR 9778, 2009) e por capilaridade (NBR 9779, 2012). Serão moldados dezesseis corpos-de-prova (quatro a serem rompidos aos 7 dias, quatro aos 28 dias e os oito restantes para ensaio de absorção) para cada traço nas dimensões 10cm x 20cm cuja cura será dada por submersão durante 24 horas conforme NBR 5738:2015. A ruptura dos corpos-de-prova aos 7 e 28 dias de idade, será feito conforme NBR 5739:2007, de modo a verificar as resistências atingidas para cada traço elaborado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de pesquisa encontra-se na fase de coleta dos insumos que está sendo realizada através de parcerias com fornecedores dos agregados, aglomerante e aditivos. A captação das cinzas está em processo de autorização junto a termelétrica Presidente Medici em Candiota-RS.

### 4. CONCLUSÕES

O presente trabalho permite observar o comportamento das cinzas, volante e pesada, como material fino a ser reaproveitado para a produção de CAA, analisando desta forma, os possíveis efeitos químicos e físicos que estes materiais poderam apresentar na composição do concreto. Através da

identificação da potencialidade de uso destas cinzas, o estudo colabora positivamente para a tecnologia de materiais e para o meio ambiente, uma vez que, além de impulsionar a ascensão de um material de alto desempenho (CAA), contribui para a retirada de resíduos do meio ambiente.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5752: Materiais pozolânicos - Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5752: Materiais pozolânicos - Determinação da atividade pozolânica com cal aos sete dias, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR MN 52: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR MN 53: Agregado graúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica, 2003

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9779: Argamassa e concretos endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade, 2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778: Argamassa e concretos endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndrico, 2007

ALENCAR, R. S. A. de. **Dosagem do CAA: Produção de Pré-Fabricados.** 2008. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CAVALCANTI, D. J. de H. **Contribuição ao estudo de propriedades do concreto auto-adensável visando sua aplicação em elementos estruturais.** 2006. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas.

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