

## ADIÇÕES POZOLÂNICAS PARA A MIMETIZAÇÃO DO ANTIGO CONCRETO ROMANO

GIULIANNA CASTRO CAVALARO<sup>1</sup>; HEBERT L. ROSSETTO<sup>2</sup>;

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

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – hlrossetto@ufpel.edu.br 2

### 1. INTRODUÇÃO

Ainda se tem muito a aprender com os conhecimentos esquecidos por séculos do Antigo Concreto Romano, precursor do atual, que utilizava cinzas pozolânicas para reação com a cal virgem e consequentemente endurecimento do material. As cinzas impactavam diretamente na resistência e na durabilidade do concreto, que além de durar muito mais do que os 50 anos do atual concreto, também tinha uma menor emissão direta e indireta de Carbono (queima/ fonte de energia para os fornos).

O atual concreto tem em sua composição o Cimento Portland, que é conhecido pela sua eficácia para aplicações variadas na construção civil, por garantir alta resistência mecânica e, consideravelmente, baixo custo. Os diversos tipos de cimento originam-se da modificação da sua composição, a partir da adição ou substituição de materiais, como: argilas calcinadas, escória de alto forno, materiais carbonáticos, pó de vidro, fibras de bambú, pozolanas, casca de arroz, bagaço da cana e entre outros.

No Brasil, desde a década de 80, analisa-se a viabilidade da adição ou substituição total ou parcial do cimento, por resíduos industriais, como a pozolana e a cinza proveniente da queima da casca de arroz. Ambas ricas em dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), o qual ao ser submetido à tratamentos específicos, pode conferir ao material cimentício em que foi adicionado um aumento na resistência à compressão, uma alta refratariedade, resistência à ataques químicos e choques térmicos, bem como uma baixa condutividade térmica, e até polimorfismo quando cristalina FONSECA, M. R. G (1999).

Materiais silicosos ou sílico-aluminosos são materiais pozolânicos que têm granulometria fina e baixa ou nenhuma atividade cimentícia, embora ao reagir com o hidróxido de cálcio ( $\text{CaOH}_2$ ), na presença de umidade, sejam capazes de adquirir propriedades cimentícias ASTM C 618-05 (2005).

Diante do impacto ambiental causado pelo consumo do concreto, surge a necessidade de se encontrar meios mais sustentáveis para a sua fabricação e utilização na construção civil, sem prejudicar o seu desempenho. Dito isso, se faz possível a reinserção de resíduos de baixo valor econômico, como matéria-prima para outro produto, alçando sua viabilidade econômica, como por exemplo, com a adição ou substituição da sílica da cinza do bagaço da cana (CBC) no cimento. O que também implica na extensão da vida útil das jazidas de calcário e argila e no aumento da capacidade de produção das fabricas, sem que haja a necessidade de novos investimentos SANTOS, T. J (2010).

Esta Pesquisa Exploratória, por meio de ensaios feitos no Laboratório de Materiais e Técnicas Construtivas, do curso de engenharia civil, da U.F.PEL, busca caracterizar e analisar a adição de pozolanas ao cimento Portland provenientes da cinza do bagaço da cana (CBC), produto referência de mercado (Oryzasil Sílicas Naturais LTDA), objetivando o aumento da durabilidade e da resistência ao serem comparados com o concreto tradicional de referência.

## 2. METODOLOGIA

Estratégia de pesquisa a qual pondera a obtenção e caracterização dos materiais empregados.

### 2.1 Materiais Utilizados

Os materiais utilizados seguem as suas respectivas normas, sendo eles:

**2.1.1 Cimento Portland (CPV-ARI)** - escolhido em razão da localidade a ABNT NBR 16697 (2018).

**2.1.2 Agregados** - ABNT NBR 7211 (2009);

**2.1.3 Brita Graduada** - ABNT NBR 7211 (2009), ABNT NBR NM 248 (2003), (ABNT NBR NM ISO 3310-1 (2010), (ABNT NBR 9935 (2011), ABNT NBR NM 53 (2009).

**2.1.4 Areia** - ABNT NBR NM ISO 3310-1 (2010), ABNT NBR NM 248 (2003 ABNT NBR NM 45 (2006) ABNT NBR NM 52 (2009).

**2.1.5 Água** - ABNT NBR 15900-1 (2009).

### 2.1.6 Adições Pozolânicas

As adições pozolânicas foram escolhidas considerando a localização, acessibilidade, viabilidade produtiva e econômica da implementação delas no setor indústria da construção civil.

#### 2.1.6.1 Cinza do Bagaço da Cana - CBC

A CBC utilizada neste estudo, foi doada sigilosamente por uma empresa. A qual caracterizou o produto como um pó avermelhado com massa específica entre 2,42 - 2,56 (g.cm<sup>-3</sup>), área superficial específica no BET entre 2,7 – 11,1 (m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>), distribuição granulométrica entre 0,4 – 0,045 (mm) para 91,7%, estrutura Cristalina  $\alpha$ -quartzo e pureza de 60% de Sílica.

#### 2.1.6.2 Oryzasil HR200MP

A sílica ativa proveniente da empresa Oryzasil Sílicas Naturais LTDA será empregada como adição nesta pesquisa. Classificada de acordo com a ABNT NBR 13956-2 (2012), como tipo não-densificada. É um pó fino de cor cinza-clara, tendo suas partículas a superfície específica caracterizada por análises no BET, na faixa de 195 a 225 m<sup>2</sup>/g.

## 2.2 Ensaios, Métodos e Análises

### 2.2.1 Método de Dosagem

Para a obtenção das definições do traço de referência, será empregado o método de dosagem experimental do TUTIKIAN, B.; HELENE, P. (2011), e posteriormente definindo o consumo aproximado de cimento, o fator a/c, o grau de hidratação e o teor da argamassa seca.

Para a dosagem dos traços empregando as duas adições pozolânicas, serão confeccionados três traços para cada tipo de adição pozolânica, com o número de corpos de prova recomendados pela ABNT NBR 12655 (2015).

### 2.2.2 Análise Granulométrica

A análise granulométrica da CBC e da Oryzasil HR200MP serão dadas pelos fabricantes.

### 2.2.3 Ensaio de Massa Específica

O ensaio de massa específica da CBC e da Oryzasil HR200MP serão dadas pelos fabricantes.

### 2.2.4 Concreto no Estado Fresco - Trabalhabilidade

O ensaio de abatimento de tronco, habitualmente referido como Slump Test e regulamentado pela ABNT NBR NM 67 (1998), permite analisar visualmente a trabalhabilidade e o assentamento do concreto, incluindo fatores como coesão, segregação e exsudação. A moldagem dos corpos de prova cilíndricos se dará depois dos ajustes e definições dos traços no estado fresco. Estes terão dimensões padronizadas de 100x200 mm, e ficarão moldados por 24 horas para adquirir consistência até o período determinado para a desforma.

A cura dos corpos de prova, em ambiente coberto, sem fatores agressivos como vento,

sol ou chuva, embora sujeito a variações de temperatura e umidade do ar, se dará de dois modos:

- a) Envolto em (PEBD), polietileno de baixa densidade, até a data da realização dos ensaios de resistência à compressão e deterioração por meio ácido.
- b) Imersos em água e cal por 7 dias, conforme ABNT NBR 5738 (2016) .

#### **2.2.5 Concreto no Estado Endurecido - Resistência à Compressão**

No laboratório do núcleo de estudos em materiais compósitos, do curso de engenharia civil, da U.F.PEL, os corpos de prova passarão pelo ensaio de resistência a compressão axial, de acordo com ABNT NBR 5739 (2018), e serão rompidos todos os corpos de prova ao 28º dia.

#### **2.2.6 Concreto no Estado Endurecido - Resistência à Ataques Químicos**

A durabilidade do concreto estudado, será analisada por meio do ensaio de resistência à ataques químicos, que implica na imersão de dez corpos de prova para cada traço, em uma solução de ácido clorídrico (HCl), de acordo com ABNT NBR 9640 (2011), efetuado no laboratório *do núcleo de estudos em materiais compósitos, do curso de engenharia civil*, da U.F.PEL.

#### **2.2.7 Concreto no Estado Endurecido - Análise Visual**

Ensaio empírico, por meio da comparação visual entre o corpo de prova de referência e os corpos de prova dos demais traços.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O trabalho se encontra na fase de desenvolvimento, onde está sendo feita a análise e a determinação dos traços com os dois tipos de adição pazolanica, compostos tanto pela sílica da cinza do bagaço da cana, quanto pela sílica natural Oryzasil HR200MP. E aguarda-se a chegada de ambas as amostras, para a iniciação da moldagem dos corpos de prova, e posteriormente dos ensaios de resistência à compressão, trabalhabilidade (Slump Test), durabilidade simulada por ataques químicos e análise visual da tonalidade.

### **4. CONCLUSÕES**

Esta Pesquisa Exploratória, demonstra a viabilidade da re-inserção de resíduos de baixo valor econômico, como o bagaço de cana, assim como a utilização de sílica natural na produção de um concreto de melhor desempenho, majorando a sua durabilidade e resistência mecânica.

### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT NBR 12655. Concreto de Cimento Portland - Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação - Procedimento. 2015. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=329285>.

ABNT NBR 13956-2. Sílica Ativa para Uso com Cimento Portland em Concreto, Argamassa e Pasta Parte 2: Ensaio Químico. 2012. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=91709>.

ABNT NBR 15900-1. Água para Amassamento do Concreto Parte 1: Requisitos. 2009. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=57168>.

ABNT NBR 16605. Cimento Portland e Outros Materiais em Pó — Determinação da Massa Específica. 2017. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=372002>.

ABNT NBR 16697. Cimento Portland Requisitos. 2018. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=400221>.

ABNT NBR 5738. Concreto - Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos de Prova. 2016. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=357453>.

ABNT NBR 5739. Concreto - Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos. 2018. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=398444>.

ABNT NBR 7211. Agregados para Concreto - Especificação. 2009. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=40092>.

ABNT NBR 9640. Materiais Refratários Antiácidos Conformados — Determinação da Resistência ao Ataque por Ácido Sulfúrico ou por Ácido Clorídrico. 2011. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=087563>.

ABNT NBR 9935. Agregados – Terminologia. 2011. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=86085>.

ABNT NBR NM 248. Agregados – Determinação da Composição Granulométrica. 2003. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2979>.

ABNT NBR NM 45. Agregados - Determinação da Massa Unitária e do Volume de Vazios. 2006. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=1674>.

ABNT NBR NM 52. Agregado Miúdo - Determinação da Massa Específica e Massa Específica Aparente. 2009. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=55817>.

ABNT NBR NM 53. Agregado Graúdo - Determinação da Massa Específica, Massa Específica Aparente e Absorção de Água. 2009. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=55819>.

ABNT NBR NM 67. Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone. 1998. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2882>.

ABNT NBR NM ISO 3310-1. Peneiras de Ensaio - Requisitos Técnicos e Verificação Parte 1: Peneiras de Ensaio com Tela de Tecido Metálico. 2010. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=79997>.

ASTM C 618-05. Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete<sup>1</sup>. 2005. Disponível em: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C618-12A.htm>.

FONSECA, M. R. G. Isolantes Térmicos Fabricados a partir da Cinza da Casca de Arroz: Obtenção, caracterização de propriedades e sua relação com a microestrutura. 1999. 120 p. Tese (Engenharia de minas, metalurgia e de materiais) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SANTOS, T. J. Caracterização de Concretos Confeccionados com a Cinza do Bagaço da Cana-de-Açúcar. In: Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas. Córdoba, Argentina: [s.n.], 2010.

TUTIKIAN, B.; HELENE, P. Dosagem dos Concretos de Cimento Portland. In: ISAIA, G. C. (Ed.). Concreto Ciência e Tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011. v. 1, cap.12, p. 415 – 451.