

## **INFLUÊNCIA DA CINZA DE CASCA DE ARROZ AMORFA E CRISTALINA E DA SILICA ATIVA NA REAÇÃO ÁLCALI AGREGADO.**

**SILVA**, Izelman Oliveira [1](#); **FIGUEIREDO**, Enio José Pazini [2](#)

Palavras-chave: reação álcali-agregado, adições minerais

### **1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, as estruturas de concreto estão ficando cada vez mais sujeitas aos ambientes altamente agressivos, seja pela ação de fenômenos naturais como a ação do gelo-degelo em climas frios, quanto pela interação destas estruturas com ambientes quimicamente contaminados como as indústrias e estações de tratamento de esgoto, gerando assim muitas preocupações com relação à durabilidade do concreto.

Em sólidos porosos, sabe-se que a água é a causa de muitos tipos de processos físicos de degradação. Como veículo para o transporte de íons agressivos, a água também pode ser uma fonte de processos químicos de degradação (METHA & MONTEIRO, 1994). Na prática a deterioração do concreto ocorre basicamente por efeitos físico-químicos, geralmente as causas físicas andam tão juntas das químicas que a separação entre causa e efeito se torna impossível.

A reação álcali-agregado (RAA) é um termo geral utilizado para descrever a reação química que ocorre internamente em uma estrutura de concreto, envolvendo os álcalis provenientes principalmente do cimento e alguns minerais reativos presentes no agregado utilizado. Como resultados da reação, são formados produtos que na presença de umidade são capazes de expandir gerando fissurações, deslocamentos e podendo levar a um comprometimento da estrutura (HASPARYK, P, N, 1999).

Dessa forma, a pesquisa em questão visa o estudo, a partir de um programa experimental, da influência de três adições minerais com diferentes teores (0%, 5% 10% e 20%) em substituição em massa de cimento, junto a reação álcali-agregado.

### **2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

#### **2.1 Programa de Ensaios**

Inicialmente foram realizados os ensaios de caracterização física e química dos materiais utilizados, ou seja, do cimento CPI-32, da cinza de casca de arroz amorfa, da cinza de casca de arroz cristalina, da sílica ativa e do agregado.

O programa experimental se baseou na realização de ensaios de investigação das expansões em barras de argamassa, em diferentes idades até 30 (trinta) dias, em corpos-de-prova de argamassa submetidos à imersão em solução de hidróxido de sódio.

Realizou-se também o ensaio de análise de íons e medidas de pH da fase líquida dos poros das pastas, para avaliar o efeito da incorporação da cinza de casca de arroz amorfa e cristalina no consumo dos álcalis disponíveis para a reação álcali-agregado.

## **2.2 Investigação das expansões em barras de argamassa**

Este método permite determinar em 16 dias uma rápida avaliação de um agregado, junto à reação álcali-sílica, com material cimentante e agregados em barras de argamassa. Este material cimentante pode ser composto por diferentes proporções de cimento hidráulico, pozolanas e escória granulada de alto-forno (ASTM C 1567-04).

As variáveis estudadas foram: um tipo de agregado, dois tipos de cinza de casca de arroz, a amorfa e a cristalina e a sílica ativa, com quatro diferentes teores de adição, 0%, 5%, 10% e 20%.

Foram formados então 10 (dez) composições de aglomerantes com substituição, em massa, das CCAs amorfa, cristalina e da sílica ativa, tendo como base o cimento CP I - 32. Essas porcentagens de substituições foram estabelecidas, de tal forma que as novas composições pudessem encaixar na nomenclatura das normas da ABNT.

## **2.3 Análise de íons e medidas de pH da fase líquida dos poros**

Esta análise foi baseada no dispositivo extrator da fase líquida, equipamento similar ao divulgado por LONGUET e colaboradores e BARNEYBACK & DIAMOND.

O estudo da fase líquida nos poros das pastas de cimento se faz útil por ajudar a entender o mecanismo das reações que ocorrem durante a hidratação do cimento, podendo influenciar decisivamente na reação álcali-agregado.

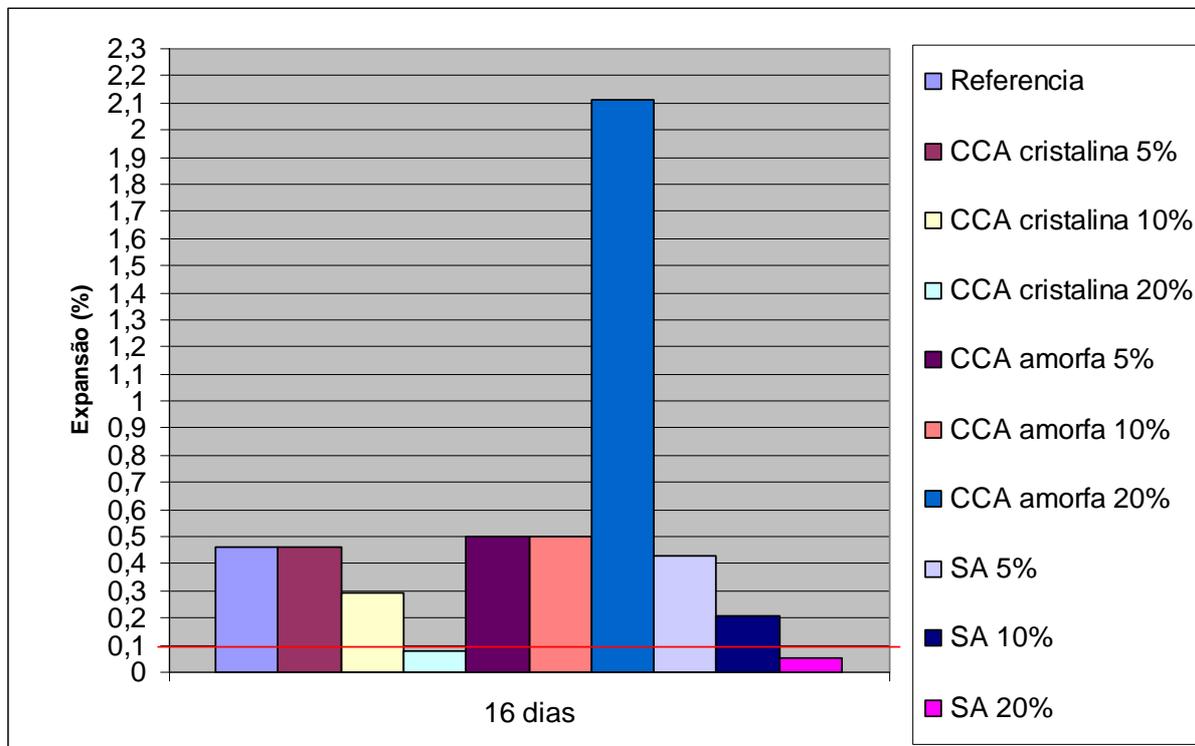
Para a análise de íons e medidas de pH da fase líquida dos poros da pasta dos aglomerantes foram moldados corpos-de-prova com dimensões de diâmetro 40 mm e altura de 80 mm, foram confeccionados corpos-de-prova com substituição parcial à massa de cimento nas porcentagens de 0%, 5%, 10% e 20%. Da cinza de casca de arroz amorfa e cristalina

Sendo assim, neste ensaio os corpos-de-prova foram dosados em pasta de cimento, formando sete diferentes pastas. Para cada variável, foram moldados vinte corpos-de-prova, totalizando assim 140 corpos-de-prova neste método.

Todos os métodos laboratoriais especificados no decorrer do texto foram desenvolvidos nos Laboratórios de Furnas Centrais Elétricas S.A., em Goiânia/Go, no período de outubro de 2005 a outubro de 2006.

### 3 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.1 EXPANSÕES



A Substituição de cimento em massa por cinza de casca de arroz cristalina no teor de 10% provocou uma menor expansão em relação a argamassa referência, porém a expansão encontrada ainda foi superior ao permitido pela ASRM 1567 – 04 que permite uma expansão máxima de 0,1 aos 16 dias, já o teor de 20% de CCA cristalina obteve uma expansão igual a 0,08%, estando assim dentro dos limites estabelecidos pela norma.

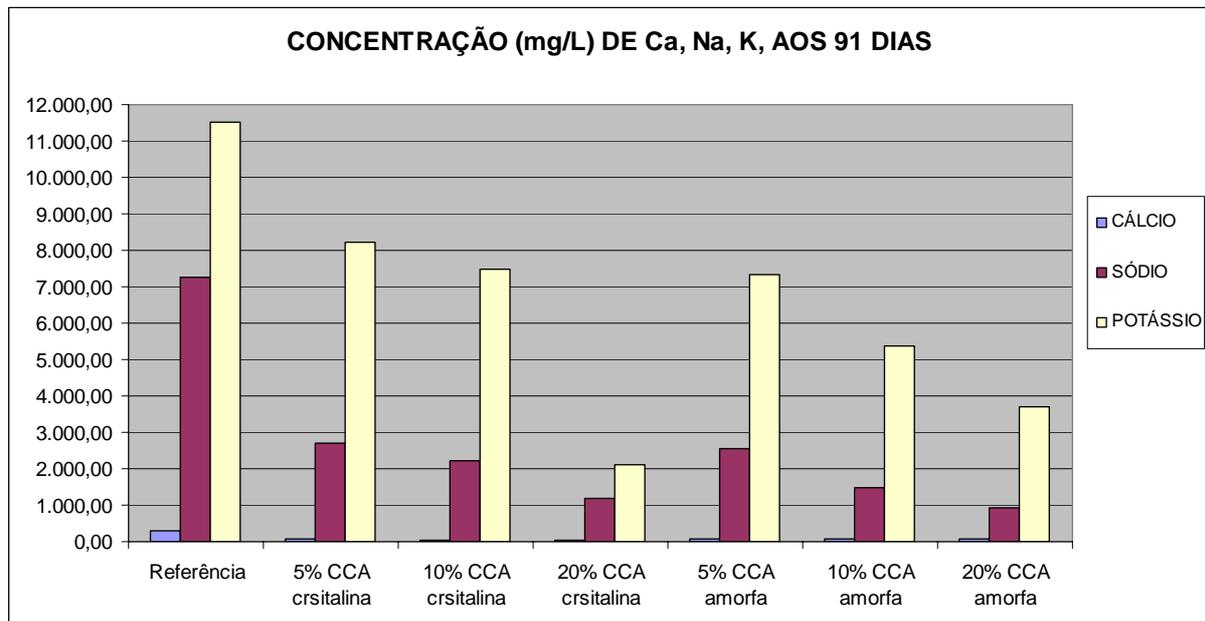
A sílica ativa (SA) obteve um comportamento semelhante ao da CCA cristalina, conseguindo obter um comportamento inócuo aos 16 dias, apresentando 0,05% de expansão aos 16 dias.

Por outro lado as expansões observadas, com os diferentes teores de CCA amorfa, foram maiores que as expansões observadas na barra referência, sendo que a pior situação ocorreu com a substituição de 20% da massa do cimento por CCA amorfa, atingindo uma expansão igual a 2,11% aos 16 dias.

Apesar dos resultados obtidos aos 16 dias, o ensaio é levado até os 30 dias, para uma melhor observação do comportamento das adições minerais, evitando assim qualquer erro devido a comportamentos tardios nas reações.

Ao analisar os resultados das expansões aos 30 dias, nenhuma das três adições minerais, se mostrou dentro da faixa de comportamento inócuo (abaixo de 0,10%), sendo que os menores valores encontrados foram de 0,23%, para a argamassa com 20% de CCA cristalina e de 0,14% para a argamassa dosada com 20% de sílica ativa.

### 3.2 ANÁLISE DA SOLUÇÃO EXTRAÍDA DOS POROS



Foram feitas análises das soluções extraídas dos poros em quatro diferentes idades (01, 07, 28 e 91 dias), as análises químicas foram realizadas buscando determinar as concentrações de sódio, potássio e cálcio.

Aos 91 dias, as quantidades de sódio e potássio encontradas nos poros das pastas com 5 e 10% de CCA amorfa eram menores do que as concentrações encontradas na pasta referência e nas pastas com 5 e 10% de CCA cristalina, o mesmo acontecendo com a concentração de sódio para a pasta com 20% de CCA amorfa.

Observou-se também a baixa quantidade de cálcio na fase aquosa dos poros das pastas aos 91 dias, com relação à pasta referência, demonstrando assim o consumo dos álcalis tanto pela cinza de casca de arroz amorfa quanto pela cristalina.

### 4 CONCLUSÃO

A utilização da cinza de casca de arroz amorfa, no combate à reação álcali-agregado não se mostrou eficaz, apesar da CCA amorfa ser, considerada pela literatura como sendo uma pozolana altamente reativa. A cinza em questão consumiu uma grande quantidade de álcalis, principalmente o cálcio, que aos 91 dias apresentou concentrações muito baixas.

Uma das hipóteses levantadas para a alta expansão apresentada com a CCA amorfa é justamente a falta de cálcio na solução dos poros, uma vez que sem o cálcio, é impossível que o  $\text{SiO}_2$  da sílica reaja de acordo com a reação pozolânica, formando um C-S-H secundário, sendo assim o dióxido de silício estaria reagindo, entre si formando uma cadeia tendo como elemento principal o ácido ortosilícico ( $\text{H}_2\text{SiO}_4$ ), que por sua vez, incorpora o sódio e o potássio, de maneira a se estabilizar quimicamente formando um gel álcali-silicoso, sendo este gel extremamente expansivo na presença de umidade.

A outra hipótese levantada seria a maior concentração de álcalis na composição química da cinza de casca de arroz amorfa, por motivos de diferentes fertilizantes e agrotóxicos utilizados na lavoura de arroz, podendo então estes álcali terem colaborado para a maior expansão apresentada pela CCA amorfa.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 1567/04. *Standard test method for determining the potential alkali-silica reactivity of combinations of cementitious materials ( accelerated mortar-bar method)*. West Conshohocken, 2004.

BARNEYBACK, R. S. JR. DIAMOND, S. *Expression and analysis of pore fluids from hardened cement pastes and mortars*. Cement and Concrete Research, Vol.11, pp. 279- 285, 1981.

HASPARRYK, P, N. *Investigação dos mecanismos da reação álcali-agregado – Efeito da Cinza de casca de arroz e da sílica ativa*. Goiânia, 1999. 101p. Dissertação apresentada ao Curso de mestrado em engenharia Civil da UFG para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

LONGUET, P. BURGLEN, L. ZELWER, A. *The liquid phase of hydrated cement*, Rev. Mater. Constr., nº 676, pp. 279-285, 1981.

METHA, P. K ., MONTEIRO, P. J. M. *Concreto: estrutura, propriedades e materiais*. São Paulo: Pini, 1994.

**FONTE DE FINANCIAMENTO – FURNAS Centrais Elétricas SA.**

---

<sup>1</sup> Bolsista de mestrado. Escola de Engenharia Civil – LMC - Laboratório de Materiais de Construção, izelmanolivera@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Orientador/Escola de Engenharia Civil/UFG, epazini@eec.ufg.br