

ESTUDO DA ATIVIDADE POZOLÂNICA DA SÍLICA ORIUNDA DA CASCA DE ARROZ SOB QUEIMA CONTROLADA

Deivid Maurenre Gomes da Silva¹, Onias Pereira de Castro Neto², Everton Soares¹, Gabriel Gavião Mendes¹, Raphael Paim Martins¹, Letícia Oliveira¹, Gean Oldra¹, Ederli Marangon³, Marcelo Oliveira⁴, Luiz Fernando Mota Marton⁵

1 - Acadêmicos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa
gean.oldra@gmail.com

2 - Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa
gean.oldra@gmail.com

3 - Professor/Pesquisador do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Pampa
ederlimarangon@gmail.com

4 - Engenheiro civil da Universidade Federal do Pampa
marcelod.oliveira@gmail.com

5 - Engenheiro de Materiais, Responsável Técnico da RHA Solutions Engenharia Ltda.
fernando.marton@rhasolutions.com.br

Resumo. A reatividade da sílica da casca de arroz-SCA é amplamente conhecida no segmento científico dos materiais de construção civil. Sua produção através do controle na temperatura por leito fluidizado tem demonstrado grande eficiência energética, bem como eficácia na homogeneidade amorfa do material obtido por essa técnica produtiva. O desempenho deste material em concretos e argamassas é analisado através do ensaio de Índice de Atividade Pozolânica – IAP. Para o cimento Portland do tipo CP II-Z e o espalhamento de acordo a norma (225±5mm), foram determinados o fator água/materiais cimentantes das misturas. Adicionalmente, foram mantidos os fatores a/c corrigindo o espalhamento com aditivo químico superplastificante-SP a base de policarboxilato. Ainda, foram realizados ensaios com a cal para verificar a atividade pozolânica da sílica de casca de arroz. Os resultados obtidos permitiram a constatação que a SCA tem bom potencial pozolânico conforme os parâmetros normativos considerados. Uma comparação entre areia local peneirada e areia normalizada do IPT demonstrou a ausência de diferença significativa entre os resultados analisados.

Palavras-chave: índice de atividade pozolânica, Adições minerais, Sílica da casca de arroz.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das sociedades modernas é responsável pela demanda crescente por produtos com materiais cimentantes em sua composição. Aliado a essa evolução estão os rejeitos agroindustriais necessários ao suprimento das necessidades humanas.

Seguindo a tendência de outros refugos, a casca de arroz tem sua aplicação na construção civil. A queima controlada deste resíduo é capaz de produzir um material amorfo com características pozolânicas: material cuja composição esta inserida sílica e alumínio, apresentando baixa ou nenhuma atividade cimentante por si só [1]. Assim, adições minerais representa a melhor denominação para este material.

Diversos estudos foram e estão sendo desenvolvidos com o emprego de SCA. O processo de queima tem demonstrado que a atividade pozolânica está diretamente relacionada ao processo de queima da casca, ou seja, a queima controlada em leito fluidizado produz uma material amorfo com elevado potencial reativo. [2]

As adições minerais conferem às misturas nas quais são empregadas, maior

consumo de água para uma mesma trabalhabilidade considerada às amostras referência. Com o intuito de manter a relação água/materiais cimentantes utilizou-se um aditivo superplastificante-SP.

Salienta-se que frações peneiradas de areia local, bem como diâmetros equivalentes de areia normalizada IPT foram comparadas durante os ensaios.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada no presente estudo teve os seguintes materiais: sílica da casca de arroz obtida pela queima em leito fluidizado e comercializada pela empresa Geradora de Energia Elétrica de Alegrete (GEEA) com nome fantasia de Silcca Nobre – SCI, cimento Portland CP II-Z, cal hidratada, superplastificante, areia local peneirada e areia normalizada (IPT).

As frações obtidas por peneiramento em laboratório foram divididas de acordo com o item 4.1 da norma NBR 7214/12 [3]. As frações possuem a denominação de Areia Grossa (material retido entre as peneiras 2,4 e 1,2mm), Areia Média Grossa (material retido entre as peneiras 1,2 e 0,6mm), Areia Média Fina (material retido entre as peneiras 0,6 e 0,3mm) e Fina (material retido entre as peneiras 0,3 e 0,15mm).

O IAP é analisado através da comparação entre as resistências à compressão de argamassas obtidas de uma amostra padrão, isenta de adições minerais, com uma mistura contendo, neste estudo, sílica da casca de arroz em quantidades variáveis conforme as massas específicas dos aglomerantes. A característica comum a todas as amostras diz respeito ao espalhamento na mesa *flow table* (225 ± 5 mm). As Figuras 1 e 2 mostram a mesa do ensaio de espalhamento e a máquina de ensaios mecânicos utilizada, respectivamente.



Figura 1: Mesa *Flow Table*.



Figura 2: Máquina de ensaios mecânicos.

Os ensaios físicos apontaram as massas específicas de $2,03\text{g/cm}^3$ e $2,93\text{g/cm}^3$ para a sílica e o cimento, respectivamente. Considerou-se ainda a compactidade pela demanda de água [4]. Os resultados obtidos foram: 0,495 para SCA e 0,543 para o cimento.

O difratograma da sílica está mostrado na Figura 3:

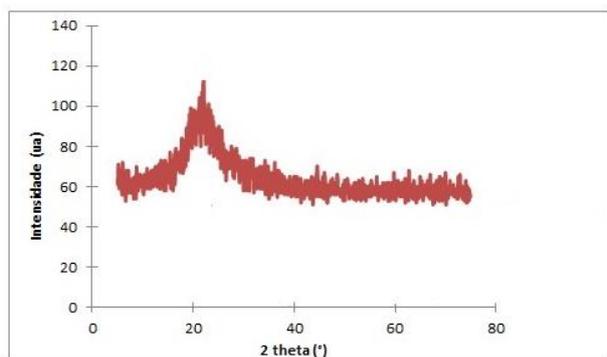


Figura 3: Difratograma da SCA.

A curva acentuada representa a homogeneidade amorfa da amostra, representada pelo alargamento dos picos e aparecimento das bandas.

As composição química do aditivo químico está apresentada no Quadro 1.

As misturas produzidas com cimento e cal seguiram os procedimentos estabelecidos pelas normas NBR 5752/12 [5] e NBR 5751/12 [6]. No Quadro 2, estão apresentadas as nomenclaturas adotadas para cada mistura, diferenciando aquelas contendo areia local peneirada e areia normalizada.

Quadro 1: Características do dispersante usado.

Aditivo Químico	pH	Porcentagem de Sólidos	Massa Específica (g/cm ³)
ADVA CAST 527 - GRACE	5,0	34,0	1,06

Quadro 2: Nomenclatura das misturas ensaiadas.

Referência	Composições
A1	Cimento e areia peneirada em laboratório.
A2	Cimento e areia normalizada.
B1	Cimento, SCA e areia peneirada em laboratório.
B2	Cimento, SCA e areia normalizada.
C1	Cimento, SCA, SP e areia peneirada em laboratório.
C2	Cimento, SCA, SP e areia normalizada.
D2	Cal, SCA e areia normalizada.

Quadro 3: Relações a/c obtida.

Referência	Relação a/agl	Espalhamento experimental (mm)	Teor de SP
A1	0,47	225,0	-
A2	0,52	225,0	-
B1	0,56	225,0	-
B2	0,61	220,0	-
C1	0,47	223,0	0,10%
C2	0,72	222,5	0,12%
D2	0,75	225,0	-

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme esperado pode ser observado no quadro 3, as amostras contendo SCA necessitaram de um maior fator a/agl, ou seja, confirmando que a trabalhabilidade de amostras contendo a SCA necessitaram uma quantidade de água superior aquelas isentas da adição mineral.

Consideradas amostras com areia peneirada em laboratório e normalizada, constatou-se um ligeiro aumento no fator a/agl oriundo do formato dos grãos do agregado, onde é possível observar que a areia de rio peneirada é mais arredondada que a areia normalizada, conforme ilustrado na Figura 4:



(a) peneirada em laboratório (b) normalizada

Figura 4: Areias empregadas nas misturas.

Os ensaios mecânicos permitiram a obtenção das curvas tensão x deformação das misturas, conforme mostrado na Figura 5.

Uma adição mineral é considerada uma pozolana reativa quando a resistência à compressão de corpos de prova produzidos com a adição mineral e a resistência à compressão de corpos de prova de referência (somente com cimento) seja maior ou igual a 75 % [7]. Pode ser observado, que para as

misturas em que foi corrigida a relação água/materiais cimentantes (B1 e B2) as resistências são inferiores aos valores obtidos para as misturas de referência (A1 e A2). Isso significa que a SCA não apresenta atividade pozolânica suficiente para caracterizá-la como material pozolânico. No entanto, quando mantida a mesma relação a/mc das misturas de referência, pode ser observado que as resistências das misturas foram estatisticamente iguais, ou seja, a SCA é uma adição mineral.

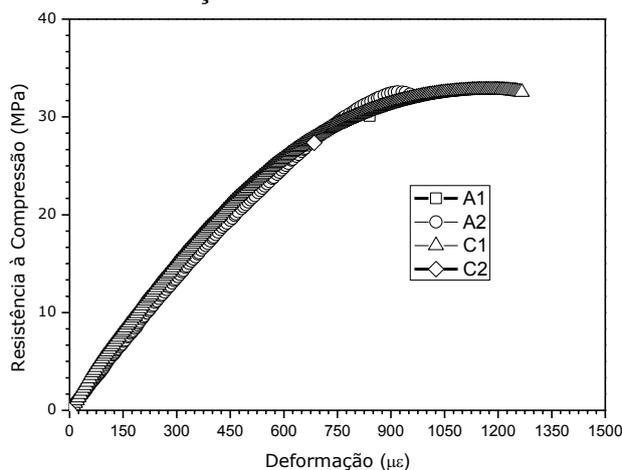


Figura 5: Curvas típicas de tensão x deformação.

Quadro 4: Resistências à compressão e módulos de elasticidade das misturas estudadas.

Referência	Resistência à compressão (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
A1	34,84	50,64
A2	35,32	45,70
B1	20,46	-
B2	19,48	-
C1	33,66	51,26
C2	35,92	46,26
D2	6,46	-

4. CONCLUSÕES

- As argamassas contendo SCA apresentaram quando mantidas a relação a/mc resistências à compressão estatisticamente iguais as amostras referência, ou seja, o material em estudo apresenta-se como uma pozolana potencialmente reativa;

A análise estatística pelo Método de Tukey demonstrou a ausência de diferença significativa entre as amostras quando

considerado o módulo de elasticidade, bem como quando comparadas as amostras com areia peneirada em laboratório e areia normal.

Além disso, a mistura produzida com cal demonstrou que a SCA é pozolânica, pois de acordo a norma NBR 5752 deve apresentar resistência à compressão maior que 6 MPa.

5. REFERÊNCIAS

- [1] MALHOTRA, V. M.; METHA, P. K. **Pozzolanic and Cementitious Materials**. Advances in Concrete Technology. Vol 1, Gordon and Breach Publishers, Canada, 1996.
- [2] RÊGO, J. H. S., COSTA, L. H. P., HASPARYK, N. P. **Avaliação da Atividade Pozolânica da Cinza da Casca de Arroz Residual (CCA) Pelo Ensaio de Índice de Atividade (IAP) com Cimento Modificado**. 53º Congresso Brasileiro do Concreto. Florianópolis, 15 pg. 2011.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Areia para Ensaio de Cimento - Especificação**. ABNT NBR 7214. 2012.
- [4] DE LARRARD, F. **Concrete mixture proportioning a scientific approach**, 1 ed. London: E&FN Spon, 421 p., 1999.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Materiais Pozolânicos – Determinação da Atividade Pozolânica com Cimento Portland - Índice de Atividade Pozolânica com Cimento – Método de Ensaio**. ABNT NBR 5752, Rio de Janeiro, 1991.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Materiais Pozolânicos – Determinação da Atividade Pozolânica – Índice de Atividade Pozolânica com Cal – Método de Ensaio**. ABNT NBR 5752, Rio de Janeiro, 1991.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Materiais Pozolânicos – Requisitos**. ABNT NBR 12653, Rio de Janeiro, 1991.