

UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ RESIDUAL COMO SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO CIMENTO EM COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS

ZANATTA, Vitor¹; GARCEZ, Mônica¹; CARREÑO, Neftali Lenin Villarreal²

¹Universidade Federal de Pelotas – CENG - Curso de Engenharia Civil; ²Universidade Federal de Pelotas – CDTec – Curso de Engenharia de Materiais, neftali@ufpel.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo principal da presente pesquisa consiste em desenvolver compósitos cimentícios ecologicamente corretos, com elevado desempenho mecânico, utilizando cinza de casca de arroz, resíduo industrial disponível em abundância na Região Sul do Brasil. Ao visar a utilização de um resíduo industrial da região para produção compósitos de baixo impacto ambiental, o desenvolvimento do projeto propicia uma racionalização do uso de insumos, agrega valor econômico ao resíduo e estabelece uma cadeia fechada de emprego da cinza de casca de arroz.

Espera-se que as contribuições emergentes do desenvolvimento do trabalho propiciem a geração de compósitos aplicáveis em situações cotidianas. Acredita-se que o presente projeto combina uma importante contribuição acadêmica com uma visão de mercado, utilizando materiais locais e conhecimentos avançados, propiciando a difusão de tecnologia e o avanço científico, em linha com uma lógica de valorização da qualidade e sustentabilidade.

2. METODOLOGIA

Primeiramente, foi realizada uma coleta de dados em trabalhos e dissertações de mestrado e doutorado sobre cinza de casca de arroz residual (CCA) e suas aplicações tanto na argamassa, como no concreto. Durante a coleta houve a análise dos mesmos, que foram armazenados para consulta e para construção futura de uma curva de Variação da Compressão Axial Média de corpos-de-prova de concreto com adição de cinza de casca de arroz *versus* Percentual de Substituição do Cimento por Cinza. A tabela está sendo continuamente atualizada com a entrada de novos dados ao longo de toda a pesquisa.

Foram escolhidas quatro indústrias beneficiadoras de arroz na região de Pelotas-RS para a realização do estudo, sendo elas: Efegê, Josapar, Nelson Wendt e Irgovel.

As análises químicas e físicas realizadas para caracterização das cinzas de casca de arroz residuais presente na região de Pelotas foram:

- Difração de raios-X,
- Fluorescência de raios-X;
- Perda ao fogo;
- Massa Específica usando o método de Le Chatelier;
- Granulometria a laser ;

Adicionalmente, foram realizados ensaios para a verificação do índice de atividade pozolânica das cinzas de casca de arroz residuais presente na região de Pelotas através da determinação da resistência à compressão de argamassa com adição de cinza de casca de arroz, em substituição parcial do cimento, em corpos-de-prova cilíndricos.

Estão sendo realizados também ensaios de resistência à compressão em compósitos cimentícios com substituição de 15% e 25% de cimento por cinza de casca de arroz

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises Químicas e Físicas da Cinza de Casca de arroz

Após a escolha das quatro beneficiadoras de arroz iniciou-se o trabalho de caracterização de cada tipo de cinza de casca de arroz (CCA) com os ensaios de Difração de raios-X, Perda ao fogo, Massa Específica e Granulometria a laser e Moagem da CCA.

3.1.1 Perda ao fogo

Consiste na determinação da perda de massa da amostra após queima controlada, que no caso da CCA nos indica o teor de carbono da amostra. Nesse caso utilizou-se um Forno Tubular em que a CCA foi calcinada a 800° C durante duas horas em uma variação de temperatura igual a 10° C por minuto. Para se obter uma maior precisão foram queimadas ao mesmo tempo três amostras de cinza da mesma beneficiadora e no final feito uma média entre elas. A Tabela 1 mostra as médias dos valores encontrados para as amostras analisadas.

| AMOSTRA | PERDA AO FOGO (%) |
|---------|-------------------|
| JOSAPAR | 17,91 |
| IRGOVEL | 11,00 |
| EFEGÊ | 13,14 |
| WENDT | 16,11 |

TABELA 1 - Resultado de perda ao fogo para as amostras analisadas.

3.1.2 Difração de raios-X (DRX)

Ensaio realizado para detectar o teor de material vítreo da CCA, permitindo avaliar se o material em questão possui fase cristalina. Quanto mais cristalino for o material menor será sua reatividade (SANTOS et al., 2006). A Figura 1 mostra os diagramas gerados para cada uma das CCA analisadas. Em todas as amostras foi constatada a presença de fase cristalina, SiO₂.

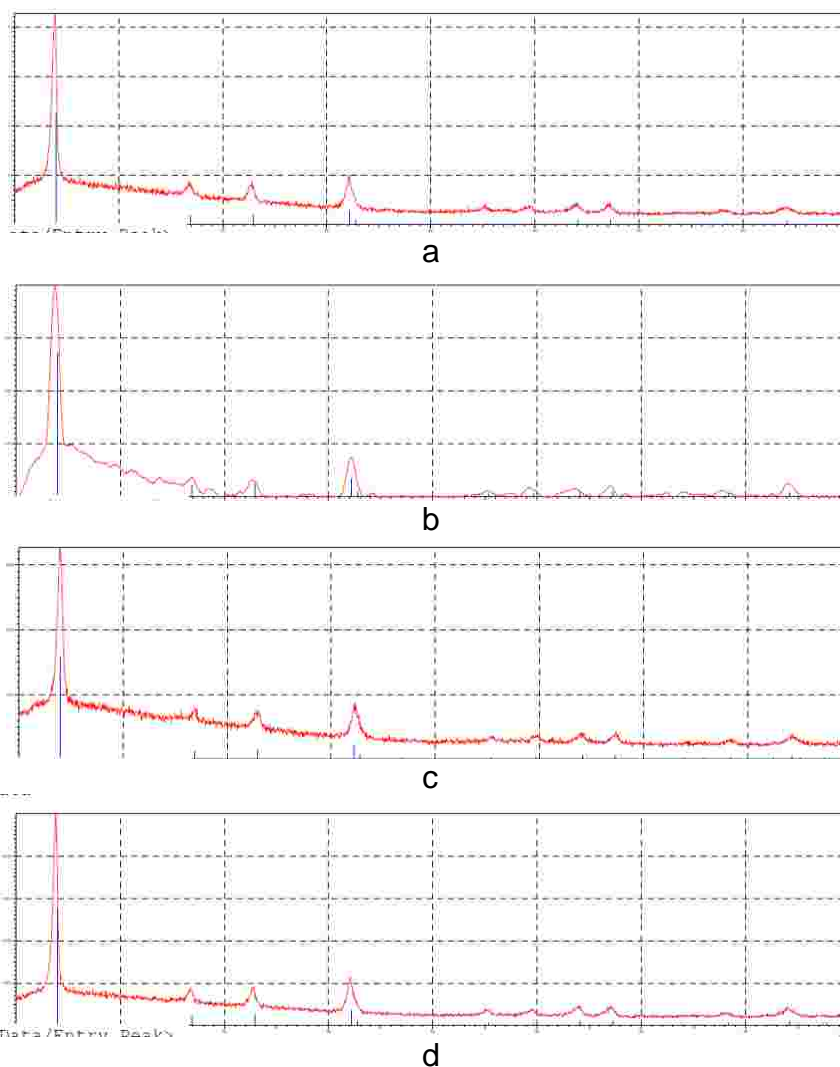


FIGURA 1 – DRX: a) Josapar, b) Irgovel, c) Efege e d) Wendt

3.1.3 Massa específica

A Tabela 2 mostra os resultados dos ensaios para a determinação da massa específica, que foi realizado usando-se o método de Le Chatelier.

| AMOSTRA | MASSA ESPECÍFICA g/cm ³ |
|---------|---------------------------------------|
| JOSAPAR | 2,16 |
| IRGOVEL | 2,14 |
| EFEGÊ | 1,89 |
| WENDT | 2,17 |

TABELA 2 – Massa específica das amostras analisadas.

3.1.4 Fluorescência de raios-X;

O ensaio de fluorescência de raios x permitiu que se identificassem os compostos químicos presentes em cada amostra de CCA. Por exemplo, na amostra da CCA Josapar, foi detectada uma porcentagem de 89,106% de SiO₂. Já na amostra Wendt, esta porcentagem foi de 86,195%.

3.1.5 Granulometria a laser

Este ensaio foi realizado com o objetivo de caracterizar a finura do material. A Figura 2 mostra os dados obtidos. A diferença na finura das CCA ocorre devido às características intrínsecas a cada material, já que todas foram moídas pelo mesmo tempo no mesmo moinho de bolas. Os dados são compatíveis com o tipo e o tempo de moagem realizada nas amostras.

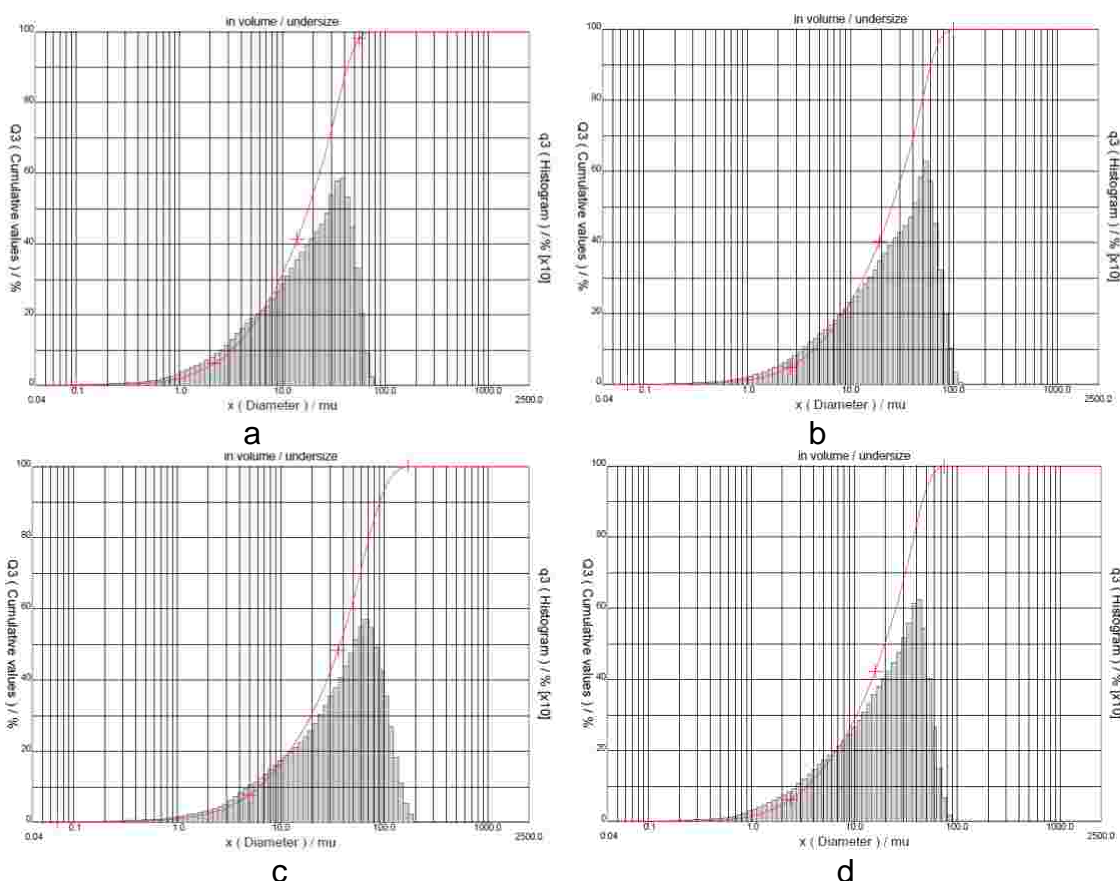


FIGURA 2 – Granulometrias: a) Josapar, b) Irgovel, c) Efege e d) Wendt

3.2 Índice de atividade pozolânica - IAP

Tem como objetivo avaliar a atividade pozolânica da CCA em corpos-de-prova de argamassa de acordo com a sua resistência mecânica (compressão axial). Foram moldados três cp's para cada amostra de CCA das diferentes beneficiadoras

de arroz, anteriormente citadas, e mais três cp's testemunhos sem qualquer adição mineral, com 100% de cimento em seu traço.

A substituição parcial do cimento por CCA nos cp's foi de 35% para todas as amostras, sendo que as amostras recebidas das indústrias, antes de adicionadas no traço, foram moídas em um moinho de bolas pelo tempo de uma hora, facilitando a sua reatividade com os demais materiais. Os cp's foram rompidos após 28 dias, e foi calculada a diferença de valor de compressão axial, entre as amostras testemunho e as amostras com substituição, podendo-se dessa forma, verificar sua atividade pozolânica. A tabela 3 mostra os resultados obtidos no ensaio. A norma brasileira recomenda que o valor do IAP deve ser de pelo menos 70% para que o material possa ser utilizado em substituição parcial ao cimento.

Os dados dos ensaios de IAP se mostram compatíveis com as granulometrias obtidas após o processo de moagem.

| Tipo do CP | Resistência Média (kN) | IAP(%) |
|------------|------------------------|--------|
| TESTEMUNHO | 33,72 | 100% |
| JOSAPAR | 30,85 | 91,49 |
| IRGOVEL | 19,32 | 57,29 |
| EFEGÊ | 14,75 | 43,74 |
| WENDT | 32,00 | 94,80 |

TABELA 3 – índice de Atividade Pozolânica.

3.3 Ensaio de resistência à compressão

Foram moldadas amostras de compósitos com substituição de 15% e 25% de cimento por CCA. Foram utilizadas as CCA dos fornecedores Josapar e Wendt, que forneceram os melhores resultados de IAP. Os ensaios estão em andamento, porém, os resultados do IAP, apresentados no item anterior, indicam que os compósitos cimentícios gerados apresentarão características compatíveis com aplicações diversas no campo da engenharia.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos até o momento permitem verificar que as duas cinzas utilizadas na formação dos compósitos cimentícios propostos possuem IAP compatível com a especificação da norma brasileira.

Os resultados de resistência à compressão poderão fornecer um bom indicativo sobre a possibilidade de utilização destes compósitos em situações práticas.

Paralelamente aos ensaios comentados neste trabalho, estão sendo realizados ensaios de termogravimetria e porosimetria, que permitirão melhor caracterizar os compósitos estudados.

5 REFERÊNCIAS

SILVA, C.A.R.; AKASAKI, J.L.; TASHIMA, M.M.; MANFRIM, S.T.; PAYÁ BERNABEU, J. Influência de diferentes dosagens de cinza de casca de arroz na resistência à compressão de argamassas. In: **45º CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO – CBC 2003**, Vitória/ES, ano de 2003, Arquivo digital do Congresso.

POUEY, M.T.; DAL MOLIN, D.C.C.; BERGMANN, C.P. Avaliação de diferentes processos de moagem de cinzas de casca de arroz residuais com diferentes características mineralógicas através do Índice de Atividade Pozolânica. In: **49º Congresso Brasileiro do Concreto – CBC 2007**, Bento Gonçalves/RS, ano de 2007. Arquivo digital do Congresso.

VILLENA, J.; TRICHES, G.; PINTO, L.R. Propriedades Mecânicas do Concreto compactado com rolo com adição de cinza de casca de arroz. In: **52º Congresso Brasileiro do Concreto – CBC 2010**, Fortaleza/CE, ano de 2010. Arquivo digital do Congresso.

SANTOS, S. **Produção e avaliação do uso de pozolana com baixo teor de carbono obtida da cinza de casca de arroz residual para concreto de alto desempenho.** In: Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, ano de 2006.

DUARTE, M.A. **Estudo da microestrutura do concreto com adição de cinza de casca de arroz residual sem beneficiamento.** In: Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, ano de 2008.