

DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITO ISOLANTE A PARTIR DE REJEITOS INDUSTRIAIS: CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Viviana Possamai Della

Ingeborg Kühn

Dachamir Hotza

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, 88040-950, Florianópolis, SC, Brasil,
E-mail: viviana@pg.materiais.ufsc.br

Resumo

A caracterização da cinza de casca de arroz, resíduo oriundo da queima da casca durante o processo de beneficiamento do arroz é o objeto deste estudo. Este subproduto, por ser rico em sílica (SiO_2), é uma importante matéria-prima para a produção de materiais cerâmicos silicosos, tais como isolantes térmicos e materiais refratários. Para a caracterização foram feitas análises de composição química, umidade, teor de materiais voláteis, densidade picnométrica, distribuição granulométrica, fusibilidade (cone de fusão), difração de raios-X e microscopia eletrônica de varredura. O subproduto caracterizado apresentou como principal componente a sílica, sob a forma de cristobalita, característica que o tornam potencialmente interessante para a produção de materiais cerâmicos.

Palavras-chave: Cinza de casca de arroz, Sílica, Refratário, Isolante térmico

1. INTRODUÇÃO

Com objetivo de reduzir a geração de resíduos nos processos industriais e agrícolas, principalmente os poluentes, bem como melhor reaproveitá-los, seja no próprio processo produtivo ou como matéria-prima na elaboração de outros materiais, tem-se cada vez mais investido em pesquisas tecno-científicas para a transformação destes, até então considerados apenas resíduos industriais, em subprodutos de interesse comercial.

Com a constante evolução da indústria cerâmica, torna-se cada vez mais necessária a busca de meios tecnológicos que tragam melhorias à relação custo/benefício dos materiais produzidos. O uso de matérias-primas alternativas, mudanças nos processos industriais, bem como a adequação das propriedades às condições de serviço, são pontos de extrema importância na indústria de refratários e produtos cerâmicos em geral.

Do processo de beneficiamento do arroz tem-se como resíduo a casca de arroz (CA), que devido seu alto poder calorífico (aproximadamente 4000 kcal/kg) e custo praticamente nulo, vem cada vez mais substituindo a lenha empregada na geração de calor e de vapor, necessários para os processos de secagem e parboilização dos grãos. Esta forma de utilização,

ainda que pequena, torna-se uma alternativa adequada para o aproveitamento da casca de arroz.

Mediante a queima da casca de arroz em fornalhas a céu aberto ou em fornos especiais com temperatura controlada, surge a cinza de casca de arroz (CCA), denominada residual quando é obtida sem controle de temperatura e tempo de exposição.

A fabricação de materiais cerâmicos do tipo refratário ou isolante que utilizem a cinza de casca de arroz Figura 1, seja como componente principal ou como secundário, é uma alternativa para solucionar o problema da disposição das cinzas no meio ambiente, além de gerar um produto de maior valor agregado sem que haja a produção de um novo resíduo.

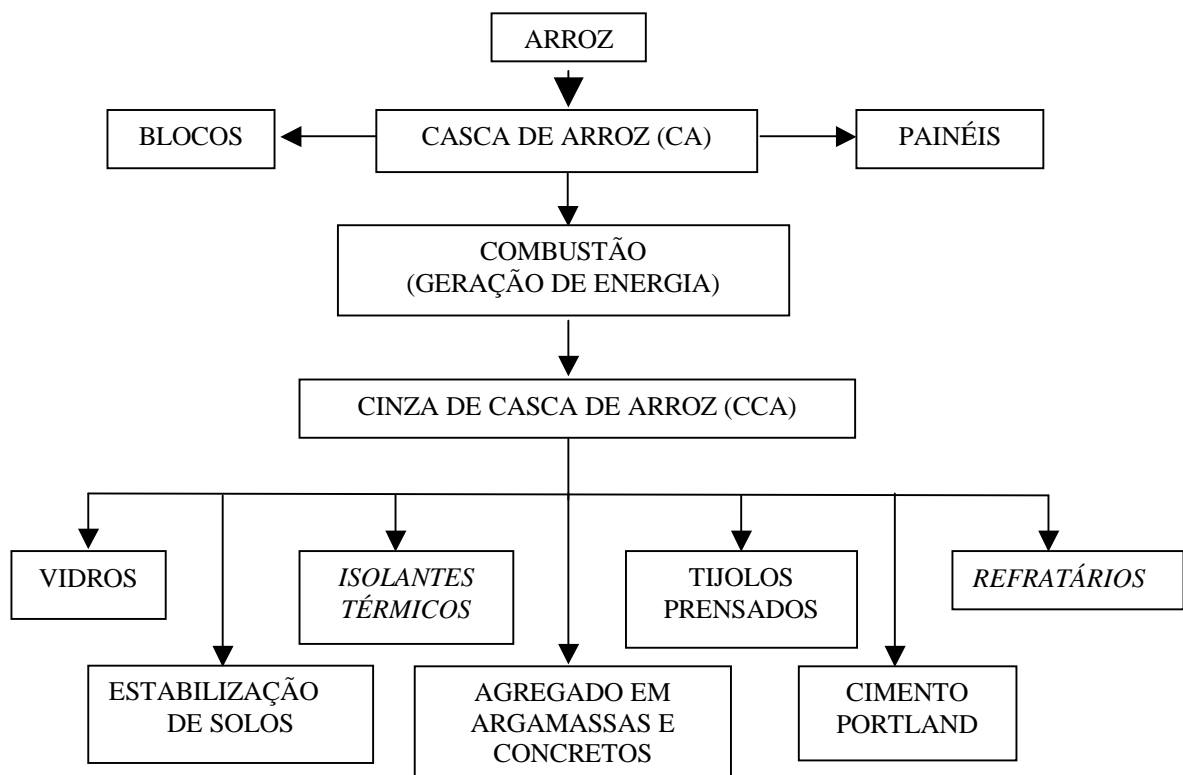


Figura 1. Organograma de aplicação da cinza de casca de arroz a partir do beneficiamento do arroz

Este resíduo rico em sílica, acima de 90%, pode ser usado como componente principal das massas cerâmicas para a produção de refratários silicosos ácidos, com ótimas propriedades tal como a resistência mecânica, a qual torna-se maior que a dos tijolos feitos a base de argila (Shreve, 1980, p.132).

Além da vantagem ecológica existente na utilização deste tipo de resíduo industrial, os tijolos feitos a base de CCA são mais resistentes que os tijolos comuns devido à sílica existente na CA, e, conseqüentemente, na cinza. A durabilidade dos painéis feitos a base de cinza é considerada o dobro da de um painel de madeira; o isolamento termoacústico é duplicado em relação ao tijolo furado, possuindo ainda facilidade de adequar-se a qualquer projeto arquitetônico, maior rapidez na execução, além de menor custo que o tijolo comum.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As análises de difração de raios-X foram realizadas no difratômetro XPERT da Phillips, com tubo de Cu(K α), sendo que a cinza da casca de arroz, na forma de pó, encontrava-se orientada aleatoriamente.

Para a caracterização microestrutural, a CCA foi depositada sobre fita de carbono e então recoberta com fino filme de ouro. Foi então observada em microscópio eletrônico de varredura Phillips XL 30.

A determinação da composição química qualitativa foi realizada em microsonda com espectrômetro de energia dispersiva (EDX) acoplada ao microscópio eletrônico enquanto que a análise quantitativa foi realizada através da técnica de fluorescência de raios-X (FRX).

A umidade residual da cinza foi determinada através da diferença percentual de peso da cinza *in natura* e após secagem em estufa a 60°C durante 48 horas, segundo a norma brasileira NBR-8293/1983.

A determinação do teor de materiais voláteis foi feita conforme especificações da norma brasileira NBR-8290/Dez 1983, em mufla Quimis.

A densidade picnométrica foi determinada no picnômetro Nova 1000 da Quantachrome, estando o material sob a forma de pó.

Para determinação do tamanho de partícula foram considerados grãos moídos e grãos não moídos. Para os grãos não moídos foi adotado o método de peneiramento, segundo especificações da norma brasileira NBR-7181, e para os grãos moídos, foi adotada a técnica de difratometria à laser, utilizando-se o equipamento Cilas 1064L.

Para determinação da fusibilidade (cone de fusão), referente ao método de ensaio da AICE 1.24, a CCA, foi seca e moída até granulação igual ou inferior a 2% em malha 200 mesh (75 μ m), a partir desta cinza foram feitos dois cones com dimensões de 35mm de altura e 35mm de diâmetro. O processo de queima destes cones iniciou com aquecimento a partir da temperatura ambiente até 1280°C, seguindo uma taxa de aquecimento da ordem de 5°C/min, com um patamar de queima de 6min nesta temperatura, sem resfriamento controlado. Após resfriamento são obtidas as medidas dos cones queimados, baseado nas variações dimensionais sofridas pela altura e diâmetro. Quanto menores forem as variações ocorridas no cone, mais refratário é o material, isto indica que frente a altas temperaturas (1280°C), este material não irá fundir ou deformar com facilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química por fluorescência de raios-X revelou um percentual de óxido de silício de (97,87%), tendo como principais impurezas os álcalis K₂O (0,88%) e Na₂O (0,12%). O teor de K₂O pode ser variável, uma vez que depende da quantidade de fertilizante usado na plantação de arroz (Santos, 1997).

Pequenas quantidades de outras impurezas como CaO, MgO e P₂O₅ foram detectadas em teores bastante baixos. Dentre os óxidos detectados, os principais, considerados fundentes e formadores de fase vítrea, foram K₂O, P₂O₅ e CaO. Estes óxidos tendem a baixar a refratariedade e por isso são indesejáveis em materiais refratários.

Segundo Gava (1999), a composição química da cinza varia em função do solo em que o arroz é plantado, dos tipos e teores de fertilizantes utilizados, bem como do tipo de arroz propriamente dito.

Na Tabela 1 encontra-se o resultado da análise química. Ressalte-se que, embora os elementos encontrados estejam apresentados na forma de óxidos, eles podem estar combinados de maneira diferente.

A análise mineralógica mostrou que a cinza é formada basicamente por sílica amorfa e/ou cristalina. Neste caso, a fase em início de cristalização detectada foi a cristobalita (Figura 2), estrutura polimórfica da sílica.

Analisando-se a largura dos picos de cristobalita, pode-se inferir que sua estrutura é significativamente amorfa, com presença de fase vítrea.

Considerando que a fase formada seja basicamente óxido de silício, os outros elementos detectados pela análise química devem estar presentes na cinza sob a forma de solução sólida, uma vez que os mesmos não mostraram picos caracterizantes de fases, provavelmente devido ao seu teor bastante baixo.

A presença de sílica amorfa (reativa), ou cristalina (praticamente inerte), está diretamente ligada a temperatura e ao método de obtenção da cinza, sendo que a cristalinidade aumenta à medida que a temperatura de queima aumenta. Estes resultados estão de acordo com o exposto por Santos (1997, p.26), que afirmou que, quando a temperatura de queima da CCA é baixa ou quando o tempo de exposição da mesma à altas temperaturas é pequeno, a sílica contida na cinza é predominantemente amorfa. A presença de cristobalita nesta temperatura de queima ocorre pelo fato do quartzo ser impuro.

Tabela 1. Composição química, em óxidos, da cinza de casca de arroz.

Óxidos	%*
SiO ₂	97,87
Al ₂ O ₃	0,13
Fe ₂ O ₃	0,06
CaO	0,50
Na ₂ O	0,12
K ₂ O	0,88
MnO	0,25
TiO ₂	0,01
MgO	0,74
P ₂ O ₅	0,71
P.F.	23,84

* percentual em massa

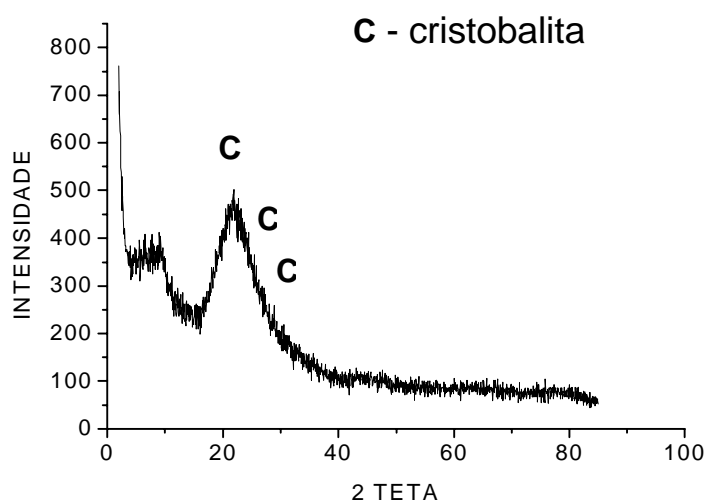


Figura 2. Difratograma de raios-X da CCA

Com o resultado da distribuição granulométrica (Figura 3), verifica-se que todas as partículas têm tamanho inferior a 140 μm (0,14mm). A cinza apresenta tamanho médio de partícula de 50,63 μm (0,050mm), evidenciando, portanto, predominância de grãos pequenos. Devido a esta predominância, não foi possível realizar o teste de distribuição granulométrica usando o método de peneiramento.

Segundo Calleja (*apud* Santos, 1997), as características físicas mais importantes da cinza estão relacionadas com a sua finura, uma vez que frações granulométricas diferentes comportam-se de maneira diferente, sendo que partículas de maiores dimensões não contribuem para o desenvolvimento de resistência (Gava, 1999).

Quanto a materiais voláteis, a cinza apresentou baixo teor (em torno de 0,32%), sendo que os mesmos são eliminados durante a queima.

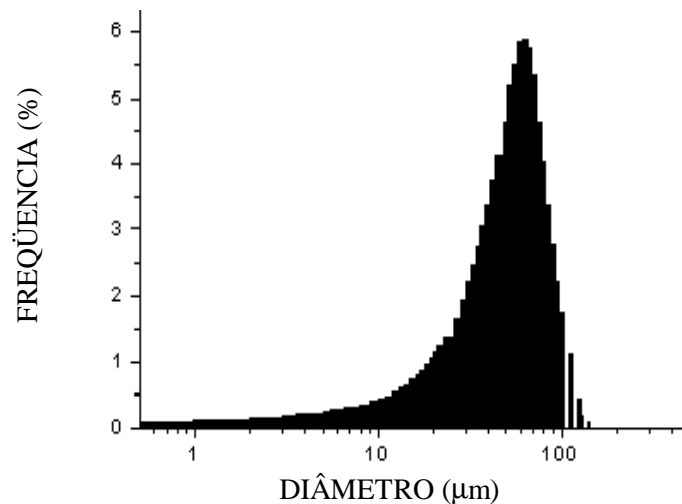


Figura 3. Distribuição granulométrica das cinzas de casca de arroz moídas

O teor de umidade residual estabeleceu-se em torno de 3,04%, considerado dentro da faixa de umidade natural da cinza. A temperatura usada para determinação ficou em 60°C para evitar que, além da eliminação da umidade existente houvesse queima de matéria orgânica.

A densidade picnométrica apresentou valor médio em torno de 1,3 g/cm³, sendo porém variável em função da maior ou menor temperatura de queima (Santos, 1997).

A caracterização microestrutural da cinza (Figura 4), mostrou a presença de grãos grandes e pequenos, predominando os menores (Figura 4a). O formato alongado e contorcido, com aparência de espiga de milho (Amick, 1982, p.866), é provocado pelo processo de queima (Figura 4b). A cor variou entre cinza claro, cinza escuro e preto.

Segundo Santos (1997), a análise visual da casca de arroz queimada parcialmente gera uma cinza com teor de carbono mais elevado e, em conseqüência, de coloração preta; quando inteiramente queimada, resulta em uma cinza de cor acinzentada, branca ou púrpura, cuja cor é fortemente dependente das impurezas presentes e das condições de queima.

A Figura 4d mostra, com maior detalhamento, uma das partículas de casca de arroz presente na cinza e vista em (c). Nota-se que a mesma apresenta uma estrutura celular e porosa resultante da remoção de lignina e celulose presentes na casca durante a queima.

De acordo com a análise química qualitativa (Figura 5), constatou-se que os elementos em maior concentração foram o oxigênio (teores entre 26,44% a 40,65%) e o silício, (teores entre 52,48% a 73,53%), que posteriormente estarão combinados predominantemente sob a

forma de óxido de silício. Como a análise pode ser realizada em pequenas regiões, constatou-se em alguns pontos a presença de elementos como o cálcio (teores entre 3,99% a 6,87%) e o potássio (2,18% em média).

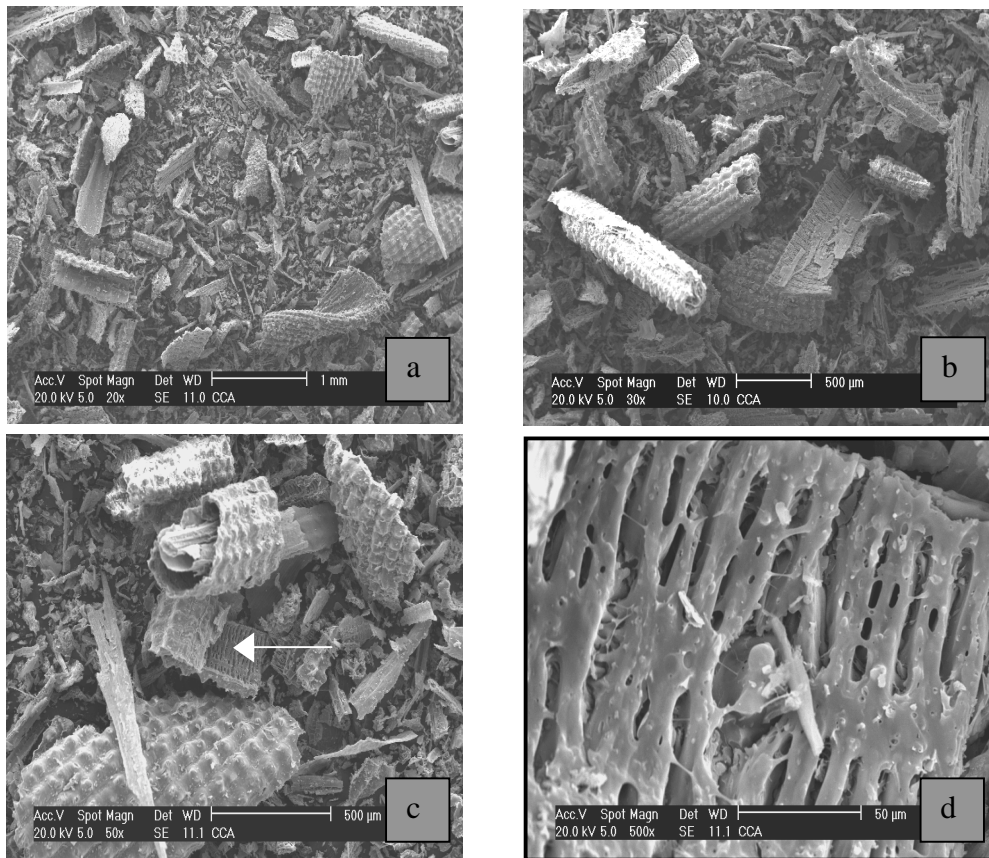


Figura 4. Morfologia típica da cinza de casca de arroz

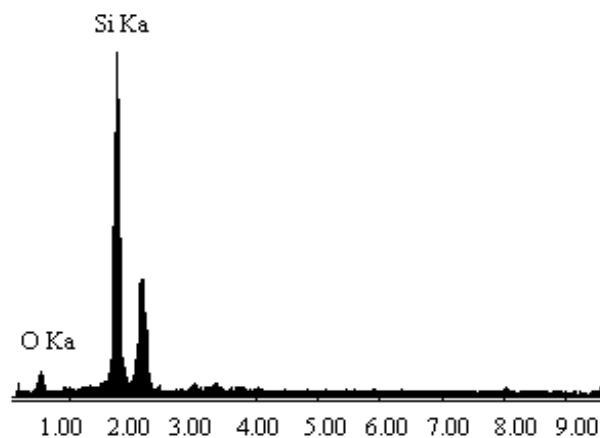


Figura 5. Análises químicas por EDS apresentando os principais constituintes da mistura

De acordo com o teste de fusibilidade (cone de fusão), considera-se esta CCA, um material com características refratárias, pois o cone de fusão apresentou pequenas variações nas suas dimensões quando queimado a 1280°C.

Tabela 2. Modificações sofridas pelo cone de fusão

	Inicial	Final	Varição Dimensional
Diâmetro	35,0 mm	32,5 mm	2,5 mm (7,1%)
Altura	35,0 mm	31,7 mm	3,3 mm (9,4%)

4. CONCLUSÕES

Os experimentos mostraram que é possível obter um material com características de refratariedade e isolamento a partir de cinza de casca de arroz, subproduto do beneficiamento do arroz. Alguns aspectos interessantes foram observados na caracterização do material:

- o elevado teor de óxido de silício, presente sob a forma de cristobalita, torna a CCA um material de potencial interesse na fabricação de refratários silicosos;
- os óxidos fundentes que baixam o índice de refratariedade do material foram detectados em teores bastante baixos;
- a CCA é constituída basicamente de sílica amorfa, com predominância de partículas pequenas, com formato alongado e contorcido, de coloração essencialmente preta;
- a baixa massa específica e o alto ponto de amolecimento (índice de refratariedade) aliados a grande disponibilidade e baixo custo da CCA, são indicativos de obtenção de um material de importância estratégica, particularmente aplicável na construção de fornos metalúrgicos;

Cabe ressaltar ainda que segundo Rey (1999), a exposição prolongada dos trabalhadores por um período de 5 a 10 anos (dependendo da concentração das poeiras na atmosfera) à partículas de sílica com tamanho inferior a 5 µm ocasiona uma doença denominada silicose, vulgarmente conhecida por doença dos pedreiros, que compromete as vias respiratórias podendo inclusive causar câncer. Como verificado na análise de resultados, a CCA analisada apresenta tamanho de partícula da ordem média de 50,63µm, o que se caracteriza como mais uma vantagem para o seu uso.

5. AGRACIMENTOS

Os autores agradecem à Indústria e Comércio de Arroz Fumacense Ltda pelo fornecimento do material para estudo, e a CAPES pelo auxílio financeiro na forma de bolsa de mestrado.

6. REFERÊNCIAS

- Amick, J.A., 1982, "Purification of rice hulls as a source of solar grade for solar cells", Solid-State Science and Technology, p.864-6.
- Gava, G.P.,1999, "Estudo Comparativo de Diferentes Metodologias para Avaliação da Atividade pozolânica", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 118p.

- Rey, L., 1999, Dicionário de Termos Técnicos de Medicina e Saúde, Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 825p.
- Santos, S., 1997, "Estudo da viabilidade de utilização de cinza de cascas de arroz residual em argamassas e concretos", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 105p.
- Shreve, R. N., 1980, "Indústria de Processos Químicos", 4. ed., Ed. Guanabara Dois S.A., Rio de Janeiro, 715p.