

# CONDICIONAMENTO DO GESSO DA CASCA DE ARROZ PARA UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL<sup>1</sup>

Débora Aparecida de Paula Sousa<sup>2</sup>  
Rosa Ana Conte<sup>3</sup>

## Resumo

Certos resíduos, sobras das mais diversas atividades humanas, podem ser reaproveitados integralmente; isso contribui para a diminuição do impacto ambiental causado por sua disposição inadequada. Neste conceito, merece destaque a casca de arroz, resíduo agrícola gerado no processo de beneficiamento do arroz. Há alguns anos esse material tinha como destino o fundo de rios, e hoje é descartado em áreas licenciadas para sua decomposição natural. Isso gera uma desertificação da área em questão, além dos gases gerados pela decomposição anaeróbia contribuírem para o aquecimento global, prejudicando o meio ambiente. Considerando-se a necessidade do desenvolvimento de aplicações para estes resíduos, o presente trabalho analisa o gesso obtido com o craqueamento da casca de arroz, denominado gesso da CAZ, para futura utilização na indústria da construção civil, trazendo não somente benefícios ambientais, mas também sociais e econômicos. A reutilização de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental, seja reduzindo custos. Assim, a preocupação da sociedade em aplicar seus passivos de forma a preservar o meio ambiente é alcançada através do princípio do desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Gesso; Casca de arroz; Aproveitamento de resíduos.

## CONDITIONING OF GYPSUM FROM RICE HUSK FOR USE IN CIVIL CONSTRUCTION

### Abstract

Some residues, rests of different human activities, can be completely reused; it contributes to decrease the environmental impact caused by its inadequated provision. In this concept, deserves feature the rice husk, residue from agriculture generated by the process of rice benefiting. Some years ago this material had as destiny the bottom of the rivers, and today it is discarded in licensed areas to its natural decomposition. It generates a desertification of the area, and the gases generated by the anaerobic decomposition contributing to the global heating, damaging the environment. Considering the necessity of the applications development to these residues, this work analyzes gypsum obtained by the rice husk cracking, denominated as gypsum of CAZ, for its future using in the industry of civil construction, carrying not just environmental benefits, but also socials and economics. The reusing of residues from the civil construction industry is being consolidated as an important practicing for sustainability, decreasing the environmental impact and costs. So, the concern of the society to apply their liabilities as a way to preserve the environment is being reached through the sustainable developing principles.

**Key words:** Gypsum; Rice husk; Recovery of waste.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 64º Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

<sup>2</sup> *Aluna de Iniciação Científica de Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de Lorena USP*

<sup>3</sup> *Pós-doutorada, docente da Escola de Engenharia de Lorena USP*

## 1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, a geração sistemática de resíduos torna-se cada vez mais problemática, sendo grande a preocupação com a sua reutilização, a sua reciclagem, bem como o seu adequado armazenamento. Cada vez mais é importante o despertar da conscientização de empresas, de indústrias e da população sobre como minimizar tal produção. Assim, sendo esta geração inevitável, tornam-se necessários então, estudos e pesquisas para a viabilização do reaproveitamento de resíduos.<sup>(1)</sup>

Dentro deste contexto está o gesso da CAZ, gerado na neutralização dos efluentes produzidos no processo da pré-hidrólise ácida da casca de arroz, e que apresenta grande potencial de aproveitamento e uso em substituição ao gesso natural, comumente utilizado na construção civil.

O Brasil se tornou, no ano de 2008, o 10º maior exportador mundial de arroz. O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional e sua participação vem aumentando, chegando a 59,00% da produção nacional. Segundo o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,<sup>(2)</sup> a produção de arroz em casca no ano de 2007 foi de 11,08 milhões de toneladas. Della, Kühn e Hotza,<sup>(3)</sup> dizem que 23% do peso do arroz correspondem à casca. Dessa maneira, houve uma geração de 2,55 milhões de toneladas de casca de arroz na colheita de 2007. Também de acordo com o IBGE, estima-se que para 2008 esta produção seja de 12,11 milhões de toneladas, gerando desta forma, 2,79 milhões de toneladas de casca de arroz.

Tendo em vista que a casca de arroz é um produto abundante e de geração inevitável, mostra-se de extrema importância seu descarte adequado, evitando que este afete de maneira negativa o meio ambiente.

As grandes fábricas que beneficiam o arroz geram uma quantidade substancial de casca de arroz. Geralmente, este resíduo é encaminhado para áreas licenciadas, para que as cascas possam sofrer o processo de decomposição natural. Porém a deposição destes resíduos em áreas abertas acaba resultando no fenômeno de desertificação, que é intensificado pela dispersão da casca de arroz nos campos pelos ventos. O termo desertificação é utilizado para caracterizar áreas “parecidas com desertos”. Muitos estudiosos atribuíram a desertificação não somente a processos naturais, mas também àqueles induzidos pelo homem, caso aqui relatado. Além disso, a decomposição natural das cascas, realizada pelas bactérias anaeróbias, acabam gerando metano, um dos gases que contribuem com o aquecimento global.

Outro fator a ser considerado é o impacto ambiental gerado pela construção civil, devido à quantidade de recursos naturais explorados e beneficiados para a obtenção dos materiais utilizados neste setor. Neste cenário, encontram-se as reservas naturais de gipsita, que após passarem pelo processo de calcinação em fornos à lenha, resultam no gesso, material amplamente utilizado pela indústria citada.

De acordo com as informações acima descritas, infere-se que o reaproveitamento das frações obtidas no craqueamento da casca de arroz contribuirá para uma construção sustentável, tanto sob a óptica econômico-social quanto ambiental. Isto porque será possível proporcionar uma determinada redução de custo das construções a partir da preservação de recursos naturais.

## 1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo investigar se o gesso obtido a partir da casca de arroz possui propriedades químicas, físicas e mecânicas semelhantes às do gesso natural para aplicações na indústria da construção civil e para uso como adição na fabricação do cimento Portland. Dessa maneira, determina-se a viabilidade da substituição total ou parcial do gesso natural pelo gesso da CAZ.

## 1.2 Justificativa e relevância do tema

O estudo envolvendo o gesso da CAZ possui aspectos tanto sócio-econômicos quanto ambientais. A grande quantidade de casca de arroz gerada, caracterizada pela grande produção de arroz, um alimento consagrado na mesa não só dos brasileiros como mundialmente, resulta em grandes impactos ambientais. O uso deste resíduo pela indústria da construção civil poderá minimizar a geração destes impactos, a partir de sua destinação final adequada. Além disso, o problema da moradia no Brasil impulsiona a aplicação de materiais menos onerosos na construção civil. Assim, a utilização do gesso da CAZ como adição na fabricação de cimento Portland e como revestimento, além da diminuição da exploração das jazidas naturais de gipsita (matéria-prima para a fabricação de gesso), diminuiria tais custos relacionados com a construção.

Um outro ponto a se destacar, relaciona-se com o custo inerente ao transporte do gesso do local onde é extraído e beneficiado, no caso a região de Araripina, Estado de Pernambuco, até os grandes centros consumidores (região sudeste do Brasil). O valor do frete comumente cobrado pelas transportadoras acaba por aumentar significativamente o preço do produto final gesso. Assim sendo, o uso do gesso da CAZ, gerado em grande quantidade próximo aos centros consumidores, poderá viabilizar economicamente a sua utilização como insumo na fabricação do material de construção.<sup>(1)</sup>

Canut<sup>(1)</sup> afirma que não há como negar que o Brasil se enquadra no grupo de países que objetiva, através do princípio do desenvolvimento sustentável, a busca de soluções alternativas para preservar o meio ambiente e a obtenção de uma legislação plausível que almeje a regulamentação de práticas de incentivo ao uso de resíduos nas diversas áreas da cadeia de produção.

Além disso, a gipsita, minério utilizado para obtenção do gesso utilizado atualmente, passa por um processo de calcinação. Este processo é realizado em fornos, que são principalmente alimentados com lenha.

Cunha et al.<sup>(4)</sup> realizaram um estudo que demonstrou que a maior parte desta lenha utilizada na calcinação da gipsita é proveniente de locais clandestinos. Isto acabou resultando em uma diminuição gigantesca da caatinga, vegetação nordestina. Além do desmatamento, tem-se também associado a este processo, a degradação do solo.

A queima da lenha nos fornos de calcinação, acaba gerando gases que contribuem para o aquecimento global. Estes fatores associados, resultam na modificação do ecossistema nordestino, e conseqüentemente, influenciam de maneira negativa o meio ambiente.

De acordo com as análises deste presente trabalho, associadas às outras análises que deverão ser realizadas futuramente, será possível concluir se o gesso da CAZ poderá substituir o gesso natural. Isto pode fazer com que a exploração da

gipsita diminua ou cesse, impedindo o desmatamento, a degradação do solo e a emissão de gases poluentes.

### **1.3 Obtenção do Gesso da CAZ**

Para se obter o gesso da CAZ, a casca de arroz, resultado do processo de beneficiamento do arroz, é depositada em um reator juntamente com uma solução diluída de ácido sulfúrico, em temperaturas e pressões adequadas a preservar a fração cristalina da celulose e a lignina, colocando em solução os açúcares provenientes da digestão da hemicelulose e da celulose amorfa. Com este processo, são obtidos dois produtos. Um deles, a celulignina, que é um sólido poroso e cristalino, é um combustível catalítico com características de queima semelhantes ao gás natural, permitindo assim seu uso em turbinas a gás, motores e como matéria-prima para geração de gás de síntese.

O segundo produto, denominado pré-hidrolisado, que é proveniente da solução de açúcares, é encaminhado para uma lagoa de decantação. Devido à adição da solução diluída de ácido sulfúrico no processo, este pré-hidrolisado é ácido, e deve ser neutralizado com  $\text{Ca(OH)}_2$ . Após a neutralização do pré-hidrolisado, este é seco a céu aberto. O resultado desta neutralização é o que neste trabalho vem sendo chamado de gesso da CAZ. Atualmente, este gesso é utilizado como corretor de solos. Porém, como já citado anteriormente, estas análises buscam agregar uma utilização mais expressiva em termos econômicos e ambientais.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Análise Granulométrica dos Gessos da CAZ e Comercial**

Este procedimento foi realizado segundo a norma NBR 12127 Gesso para construção: propriedades físicas do pó.<sup>(5)</sup> Foram analisadas amostras de gesso da CAZ e de gesso comercial, sendo a análise granulométrica realizada em duplicata para ambas as amostras.

Todas as amostras foram preparadas segundo quarteamento. Antes de se realizar a análise granulométrica, as amostras foram secas em estufa, em uma temperatura de  $(40 \pm 4)^\circ\text{C}$  e esfriadas em dessecador, até se obter massa constante.

Após este procedimento, realizou-se a análise granulométrica, utilizando as peneiras especificadas na norma citada.

### **2.2 Determinação da Água Livre e de Cristalização dos Gessos da CAZ e Comercial**

Esta análise foi feita considerando a norma NBR 12130 Gesso para construção: determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico.<sup>(6)</sup> Esta determinação também foi realizada em duplicata para amostras de gesso da CAZ e gesso comercial.

Para se obter os resultados referentes à água livre, as amostras, que possuíam massa de cerca de 50g, foram secas em estufa, em uma temperatura de  $(40 \pm 4)^\circ\text{C}$  e esfriadas em dessecador, até que a massa ficasse constante.

Na determinação da água de cristalização, uma pequena alíquota de aproximadamente 2 g foi retirada das amostras já secas. Essas novas amostras foram colocadas em uma mufla, em uma temperatura de  $(230 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , esfriadas em dessecador, até que a massa permanecesse constante.

## 2.3 Determinação da Temperatura de Calcinação do Gesso da CAZ

A calcinação das amostras de gesso da CAZ foi realizada em duplicata, em uma estufa, utilizando-se temperaturas de  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  e  $(150 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ . As amostras foram esfriadas em dessecador, e o processo de calcinação foi considerado completo até que as massas das amostras permanecessem constantes.

Para as amostras calcinadas a  $(150 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , calculou-se a quantidade, em mols, de água de cristalização. Este valor, em média, foi de 0,38 mol  $\text{H}_2\text{O}$ , valor inferior ao desejado, que era de 0,5 mol  $\text{H}_2\text{O}$ . Já para as amostras calcinadas a  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , obteve-se valores bastante próximos a 0,5 mol  $\text{H}_2\text{O}$ .

Foram determinadas as águas livre e de cristalização, para as amostras calcinadas a  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , seguindo a norma NBR 12130, e com os mesmos procedimentos citados no item anterior.

## 2.4 Difractometria de Raios-X

Para esta análise, utilizaram-se amostras do gesso da CAZ como recebido, calcinado a  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , calcinado a  $(150 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , e do gesso comercial. As amostras foram passadas por uma peneira de 45  $\mu\text{m}$ , a fim de se obter um material mais fino e mais adequado para a realização da difratometria.

O equipamento utilizado foi um difratômetro marca SEIFERT, modelo ISODEBYEFLEX 1001, com radiação  $\text{CuK}\alpha$ .

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Análise Granulométrica dos Gessos da CAZ e Comercial

**Tabela 1.** Resultados da análise granulométrica do gesso da CAZ e comercial

Peneira ( $\mu\text{m}$ )	Peso Retido (%)		Peso Acumulado (%)	
	Gesso da CAZ	Gesso Comercial	Gesso da CAZ	Gesso Comercial
+850	19,05	0	19,05	0
-850 +425	9,48	1,62	27,53	1,62
-425 +212	6,76	10,50	34,29	12,12
-212 +106	10,11	23,24	44,40	35,36
-106	54,43	64,54	98,83	99,42

A partir dos resultados obtidos acima, foi possível obter uma curva granulométrica, como mostra o gráfico da Figura 1.

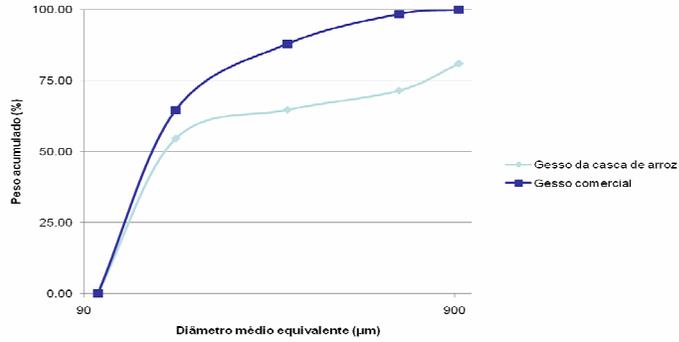


Figura 1. Curva granulométrica

### 3.2 Determinação da Água Livre e de Cristalização dos Gessos da CAZ e Comercial

Tabela 2. Determinação de águas de superfície e de cristalização dos gessos da CAZ e comercial

Tipo	Água de superfície (mol)	Água de cristalização (mol)
Gesso da CAZ como recebido	0,1556	1,444
Gesso comercial	0,0167	0,500

### 3.3 Determinação da Temperatura de Calcinação do Gesso da CAZ

Tabela 3. Comparação das águas de superfície e cristalização para gesso da CAZ como recebido e calcinado, e para o gesso comercial

Tipo	Água de superfície (mol)	Água de cristalização (mol)
Gesso da CAZ como recebido	0,1556	1,444
Gesso da CAZ calcinado (110 ± 5) °C	0,0356	0,48
Gesso comercial	0,0167	0,5

### 3.4 Difractometria de Raios-X

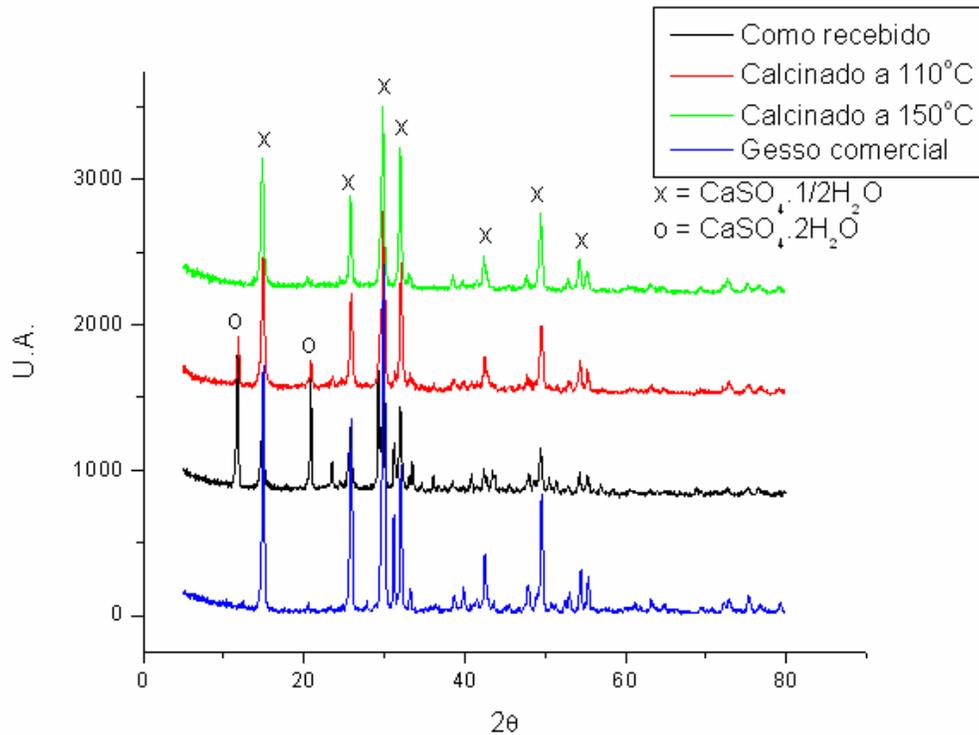


Figura 2. Difractometria de raios-X das amostras de gesso de CAZ e comercial.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Análise Granulométrica

A partir da análise granulométrica das amostras de gesso da CAZ e do comercial, pode se observar que o gesso da CAZ é mais espesso, ou seja, é mais grosseiro que o gesso comercial. É possível verificar tal fato a partir da Tabela 1. A peneira de 850  $\mu\text{m}$ , aquela de maior abertura entre as exigidas na norma, reteve determinada porcentagem da massa quando se tratava da amostra do gesso da CAZ, e não reteve peso algum em relação ao gesso comercial.

Além disso, o gesso da CAZ apresenta uma larga distribuição de tamanhos das partículas quando comparado ao gesso comercial (Figura 1).

Estas diferenças podem ser solucionadas com a moagem do gesso da CAZ, até a obtenção da granulometria desejada, ou seja, a mais próxima possível da granulometria do gesso comercial.

### 4.2 Águas de Superfície e de Cristalização, e Temperatura de Calcinação

Quando se comparou os valores das águas de superfície e de cristalização, em mols, do gesso da CAZ como recebido e do gesso comercial (Tabela 2), observou-se que o gesso da CAZ como recebido, de fórmula química  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , possuía em sua estrutura maior quantidade de água do que o gesso comercial, de fórmula química  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ . O gesso comercial, nome dado ao gesso natural

após ser calcinado, perde 1,5 mols de água na calcinação, e portanto, possui menor quantidade desta molécula em sua estrutura.

Após a calcinação do gesso da CAZ a uma temperatura que resultasse em 0,5 mol de água, o que é desejado, percebe-se uma significativa mudança nos valores das águas de superfície e cristalização desta amostra (Tabela 3). Pode-se notar que estes valores se aproximam dos valores encontrados para o gesso comercial, indicando que a calcinação do gesso da CAZ deve ser feita a uma temperatura de  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

A literatura diz que o gesso natural é calcinado em temperaturas em torno de  $160^{\circ}\text{C}$ . Este estudo mostrou que a calcinação do gesso da CAZ, a uma temperatura de  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , foi eficiente. Dessa maneira, a calcinação do gesso da CAZ é realizada em temperaturas menores quando comparada à calcinação da gipsita. Isto irá influenciar o custo final do produto, ou seja, o gesso da CAZ terá menor custo.

### **4.3 Difractometria de Raios-X**

Analisando a Figura 2, no difratograma referente ao gesso comercial (difratograma em azul), pode-se identificar picos referentes a fase  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ . Tal resultado já era esperado, por se tratar de um gesso comercial, e obviamente, já calcinado.

Analisando os demais difratogramas, todos obtidos a partir do gesso da CAZ, porém em diferentes condições, também é possível observar a fase  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , comprovando que o gesso proveniente da casca de arroz possui a mesma fase presente em um gesso obtido a partir do minério gipsita.

Com relação ao difratograma do gesso da CAZ como recebido (difratograma em preto), é possível também observar a presença da fase  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , em uma intensidade considerável. Isto porque a amostra ainda não passou pelo processo de calcinação, na qual ocorre a evaporação de água e, conseqüentemente, a diminuição dessa fase.

O difratograma da amostra calcinada a  $(150 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  (difratograma em verde) mostra que os picos referentes à fase  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  já não existem mais. Isto ocorre devido ao fato de a temperatura utilizada para a calcinação ser muito alta, não resultando no material desejado, mas em um gesso que possui menor quantidade que 0,5 mol  $\text{H}_2\text{O}$ .

No difratograma obtido com a amostra calcinada a  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , que foi a temperatura ideal de calcinação (difratograma em vermelho), observa-se ainda a presença da fase  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , porém, os picos referentes a esta fase possuem menor intensidade do que os mesmos picos no difratograma da amostra como recebida.

Um estudo posterior deverá ser feito para se concluir se a presença da fase diidratada é relevante e prejudicial nas amostras do gesso da CAZ calcinadas a  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

## **5 CONCLUSÃO**

Neste trabalho foi discutida a preocupação do homem em reutilizar os diversos resíduos gerados diariamente, de modo a não impactar o meio ambiente, bem como preservar os recursos naturais.

É mais que comprovado ser possível utilizar os princípios do desenvolvimento sustentável, a fim de preservar o meio ambiente, reduzir custos e trazer benefícios para a sociedade.

A partir das análises feitas e dos resultados obtidos, é possível observar que o gesso da CAZ seria um substituto para o gesso natural, e que sua utilização causaria menores impactos ambientais. Além disso, ocorreria uma redução de custos em sua calcinação e em seu transporte, o que acarretaria em uma redução de custos significativa na sua utilização.

Porém, os resultados até agora obtidos devem servir de inspiração e motivação para que mais estudos relacionados a este tema venham a ser realizados. Até aqui, ficou comprovado que o gesso da CAZ possui a fase  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , fase esta predominante em um gesso originado pelo minério gipsita.

Dessa maneira, a casca de arroz, inevitavelmente gerada no beneficiamento do grão, pode ser vista sob uma óptica diferente, no que se refere à sua possível utilização na construção civil, reduzindo custos e prejuízos ambientais. Assim, fecha-se o ciclo da industrialização do arroz, sendo possível o total aproveitamento desta matéria-prima proveniente da lavoura, já que farelo, gérmen e outras partes já têm seu destino no mercado. Afinal, uma produção ideal é aquela que gera resíduo zero.

### **Agradecimentos**

A minha orientadora, Rosa Ana Conte, aos alunos de pós-graduação e funcionários do DEMAR (Departamento de Engenharia de Materiais – Escola de Engenharia de Lorena USP) que tornaram possível a realização desse projeto.

A RM – Materiais Refratários pelo fornecimento de gesso de casca de arroz.

### **REFERÊNCIAS**

- 1 CANUT, M.M.C. Estudo da viabilidade do uso do resíduo fosfogesso como material de construção. Trabalho do curso de Pós-Graduação em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2006.
- 2 IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em 03 de setembro de 2008.
- 3 DELLA V.P., KÜHN I., HOTZA D. Artigo: Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2001.
- 4 CUNHA, A. B.; BARBOSA, M. S. C.; FELISMINO, D. C.; DANTAS, I. C. Consumo da Lenha na calcinação da gipsita e impactos ambientais no pólo gesseiro da mesorregião do Araripe – PE. Universidade Estadual do Pernambuco, 2005.
- 5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12127: Gesso para construção: Determinação das propriedades físicas do pó.
- 6 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12130: Gesso para construção: determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico.