

## **ESTUDO COMPARATIVO DE BLOCOS CERÂMICOS EM ESCALA REDUZIDA COM RESÍDUO DE GESSO QUEIMADOS EM FORNO ELÉTRICO**

**Maria Kalionara de Freitas MOTA (1); Augusto Fernandes Cordeiro de ANDRADE (2); Edilberto Vitorino de BORJA (3).**

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte  
Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000, Fone/Fax: (84) 4005-2638

email: [kalionarafreitas@hotmail.com](mailto:kalionarafreitas@hotmail.com)

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte

email: [augustofca@yahoo.com.br](mailto:augustofca@yahoo.com.br)

(3) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte

email: [edilberto@cefetrn.br](mailto:edilberto@cefetrn.br)

### **RESUMO**

Este trabalho é parte complementar de estudo que está sendo desenvolvido no núcleo de pesquisa da DACON do CEFET/RN, que trata da utilização de resíduo de gesso em blocos cerâmicos, proveniente de aplicação em revestimentos de alvenaria de vedação. Nesta etapa, foi preparada uma série de blocos cerâmicos em escala reduzida, contendo percentagens de resíduo de gesso de 0%, 5%, 10%, 15% e 20%, em massa, acrescidos à matéria-prima, e sinterizados em mufla à temperatura de 900°C para análise comparativa das propriedades de retração, absorção de água e resistência à compressão. Os resultados obtidos evidenciaram que as propriedades físico-mecânicas analisadas das amostras, para todas as porcentagens de resíduo, mantiveram-se dentro dos valores padronizados exigidos por norma. Adiciona-se aos resultados análise por difração de raios X e MEV da matéria-prima com e sem o resíduo de gesso.

**Palavras-chaves:** blocos cerâmicos, resíduos de gesso, ensaios tecnológicos em cerâmica vermelha.

## **1. INTRODUÇÃO**

A partir de janeiro de 2006, a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece a obrigatoriedade de um projeto de gerenciamento de resíduos sólidos para todos os projetos de obras submetidos à aprovação dos municípios ou no seu licenciamento nos órgãos competentes por parte do construtor, que em tese impede o despejo destes resíduos em aterros sanitários ou a céu aberto. Assim como no município de Natal-RN como na grande maioria dos outros municípios brasileiros, as prefeituras não estão preparadas para atender tal resolução por não possuírem tecnologia adequada para sua reutilização nem local apropriado para sua deposição, o que não isenta o construtor de desenvolver seu projeto de gestão de resíduos. Tanto para o gesso como para os demais materiais de demolição e construção, os resíduos oriundos destes processos necessitam da passagem por procedimentos de seleção, identificação, separação e caracterização de forma racional e eficiente para um posterior reuso, como material alternativo ao material tradicional de construção, seja em forma de blocos ou como agregados para argamassas e concretos.

A grande quantidade da matéria-prima presente na natureza e suas características como isolante térmico e acústico faz do gesso um material relativamente barato e com uso bastante difundido e diversificado na indústria da construção civil. Em contrapartida, esta atividade gera grandes quantidades de resíduo, chegando a perdas de até 40% do material quando aplicado como revestimentos de alvenaria (BORJA, ROCHA e ALVES, 2006), aumentando os problemas de gestão de resíduos sólidos dos municípios. Fato este que motivou o núcleo de pesquisa da DACON (CEFET/RN) a buscar uma alternativa tecnológica viável para um destino deste resíduo.

Segundo BAUER, o gesso, quando submetido a temperaturas acima de 450°C torna-se um material inerte, despertando sua possibilidade de uso em produtos cerâmicos (telhas e tijolos), uma vez que o seu cozimento se dá a temperaturas de aproximadamente 900°C. Assim, esta pesquisa tem a intenção de analisar o potencial da utilização deste resíduo na fabricação de tijolos cerâmicos, justificando-se pela viabilidade técnica (ANDRADE E BORJA, 2006), com a modelagem e ensaios em protótipos em escala reduzida de blocos cerâmicos. O monitoramento das propriedades tecnológicas (ensaios experimentais) foi realizado em concordância com as normas vigentes pertinentes a blocos cerâmicos para alvenaria de vedação.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Os grandes fabricantes de gesso acartonado por possuírem estrutura complexa do processo de fabricação e total controle da composição, já desenvolvem projetos de reciclagem dos seus próprios resíduos, cerca de 3% a 5% (CAMPBELL, 2003; CWMB, 2003). No entanto, a grande maioria de fábricas de componentes de gesso é de pequeno porte com perdas significativas no setor produtivo e por não possuírem fornos adequados, não realizam a reciclagem. Como representam uma massa significativa no setor produtivo, servem como indicativo de alternativa decisiva no tocante a viabilização de operações de reciclagem em escala industrial.

O gesso aplicado como revestimento diretamente sobre alvenaria gera grande quantidade de resíduos, especialmente devido a grande velocidade de endurecimento do gesso de construção associada à aplicação manual por mão-de-obra frequentemente de baixa qualificação, chegando a perdas estimadas em torno de 35% da massa de gesso. Parte das perdas permanece na parede como excesso de espessura e outra parte será incorporada aos resíduos de construção provenientes da construção e ou demolição da edificação, fornecendo um resíduo potencialmente mais contaminado e de processo oneroso para sua reciclagem.

Para o uso de resíduo de gesso como agregado para a produção de componentes cimentícios, a sua presença é um limitante importante, posto que a reação entre os aluminatos presentes na constituição do cimento e o sulfato do gesso em presença de umidade gera inchaço, ocupando um volume muito maior que os reagentes originais, criando tensões expansivas que levam à desagregação dos elementos de concreto (JOHN e CINCCOTO, 2000).

Segundo a experiência internacional atual é possível reciclar inclusive gesso acartonado que contém outros compostos, para a produção de aglomerantes, desde que sejam removidos contaminantes incorporados no processo de geração de resíduos (CAMPBELL, 2003; MARVIN, 2000; HUMMEL, 1997). Com o progressivo banimento dos resíduos nos aterros sanitários devido severidade das leis de controle ambientais, a reciclagem de gesso vem se tornando uma constante preocupação para os construtores. Fato este que tem levado pesquisadores a buscarem uma forma economicamente viável e tecnicamente aceitável para o seu uso em diversas atividades. Na literatura técnica podem-se destacar os possíveis usos do resíduo de gesso:

- Correção de solos (MARVIN, 2000; CIWMB, 2003; CARR & MUNN, 1997) com emprego na agricultura, recreação, marcação de campos de atletismos e plantações de cogumelos;
- Aditivo para compostagem (MARVIN, 2000; CIWMB, 2003);
- Forração para animais (MARVIN, 2000; CIWMB, 2003);
- Absorvente de óleo (MARVIN, 2000; CIWMB, 2003);
- Secagem de lodo de esgoto (CIWMB, 2003);
- Blocos cerâmicos de queima vermelha (ANDRADE e BORJA, 2006), que é etapa inicial e base para continuidade desta pesquisa.

### **3. MATERIAIS E METODOS**

Após a realização da primeira etapa da pesquisa desenvolvida em 2006 que consistiu na realização de ensaios preliminares para verificação e comprovação das características técnicas sobre o comportamento da adição do resíduo de gesso na argila em amostras retangulares (ANDRADE e BORJA, 2006), deu-se início a preparação de quatro formulações de massas cerâmicas contendo resíduos de gesso nas proporções de 5%, 10%, 15% e 20% inclusive uma contendo 0% de resíduo, que serviu como amostra de referência para análise comparativa com as demais.

A argila utilizada foi a de queima vermelha extraída da região do Seridó no Rio Grande do Norte, mais precisamente na cidade de Parelhas/RN e o resíduo de gesso foi proveniente de revestimento interno de uma laje de piso de uma obra realizada no laboratório no departamento de construção civil do CEFET/RN.

Após o processo de cominuição (redução das amostras em britador de mandíbula e moinho de martelo) das amostras (argila e resíduo), adicionou-se o resíduo na argila nas proporções, em massa, de 5%, 10%, 15% e 20%, seguindo-se de homogeneização manual rigorosa até a amostra apresentar aparência uniforme. Para confecção dos blocos cerâmicos em escala reduzida, separou-se 15kg para cada formulação, umidificando-as para depois seguir com o processo de laminação e moldagem em mini-extrusora, produzindo mini-blocos com dimensões de 6cm de comprimento por 3cm de largura e 55cm de altura. Tal processo de laminação e moldagem deu-se no laboratório do CTGás e os ensaios tecnológicos no laboratório de Construção Civil do CEFET/RN.

Enfatiza-se que nenhum tratamento foi dado ao resíduo de gesso, excetuando-se o processo de secagem e cominuição, e que foi coletado logo após sua aplicação, sem contaminação de outros materiais de construção.

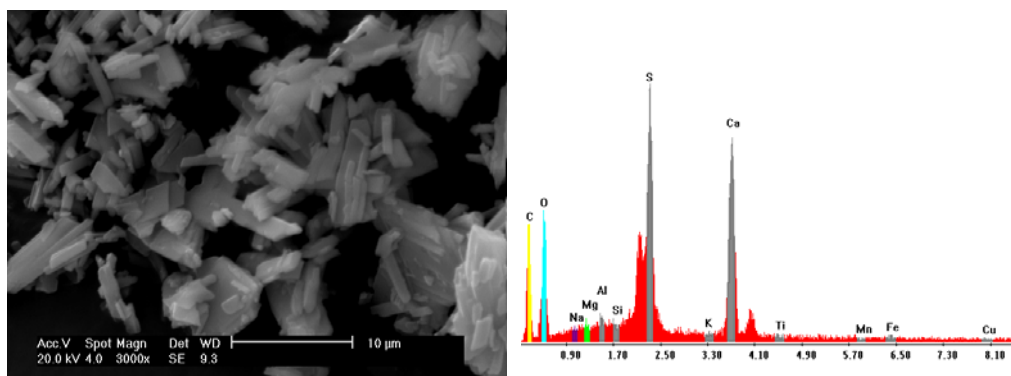
Para caracterização dos componentes mineralógicos presentes nas amostras da argila e do resíduo de gesso, realizaram-se análises de raios-x. Também foi realizada análise por Microscopia Eletrônica de Varredura para a determinação da morfologia das partículas. A análise da distribuição granulométrica foi realizada via peneiramento (ANDRADE e BORJA, 2006).

Para cada formulação, moldaram-se 10 blocos para os ensaios tecnológicos, totalizando 50 blocos moldados em escala reduzida. Após a queima das amostras em forno elétrico do tipo

mufla à 900°C, as amostras foram submetidas aos ensaios de retração e absorção de água finalizando com ensaio destrutivo de resistência à compressão.

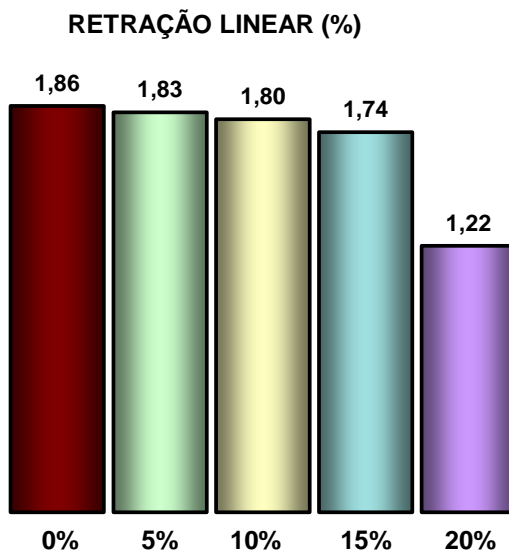
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 1 apresenta-se a morfologia das partículas do resíduo de gesso (MEV) e microanálise. Nelas podemos verificar que as mesmas apresentam geometria em forma de agulhas e possui em sua formação grandes quantidades de enxofre e cálcio muito provavelmente devido sua composição mineralógica que tem como origem a gipsita, cujo principal componente é o  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (sulfato de cálcio hidratado).



**Figura 1 – Morfologia das partículas do gesso puro e microanálise realizada na sua superfície.**

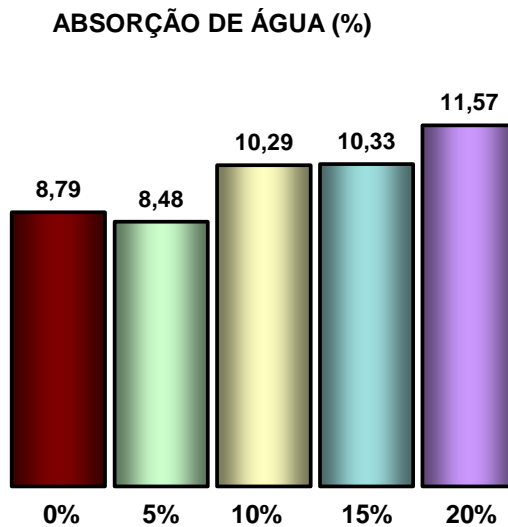
Antes e após a queima, foram realizadas medidas nas dimensões dos blocos para determinação da retração linear. Os resultados estão ilustrados na figura 2. Constata-se que o aumento do resíduo foi benéfico reduzindo a retração do bloco após a queima, favorecendo a redução de trincas e ou fissuras nas amostras.



**Figura 2 – Retração Linear em função da quantidade de resíduo.**

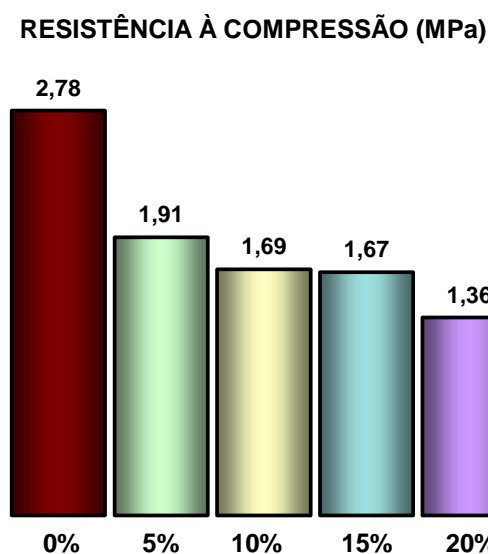
Em seguida, os blocos foram mantidos em água fervente durante 2 horas. Após fervura, as amostras foram resfriadas e com auxílio de um pano úmido foram levemente enxutas. Os blocos foram pesados e a absorção de água calculada conforme equação 01 abaixo. Os resultados encontram-se ilustrados na figura 3.

$$AA(\%) = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100 \quad [\text{Eq. 01}]$$



**Figura 3 – Absorção de Água por imersão em água fervente.**

Na figura 4 são apresentados os valores da resistência à compressão dos blocos em função do percentual do resíduo de gesso. Os valores representam uma média aritmética de 10 blocos para cada formulação da massa. Observa-se que os blocos apresentaram menor resistência à compressão à medida que aumenta-se o percentual de resíduo de gesso. A redução na resistência mecânica apresenta-se como indicativo de um menor adensamento da massa “verde” associado com o aumento no percentual de resíduo de gesso, tendo como consequência uma menor plasticidade e trabalhabilidade da mistura. Fato este observado na ocasião de sua laminação e modelagem. É importante comparar tal comportamento com os resultados de absorção de água, que são inversamente proporcionais aos resultados da resistência, justificando que ocorre aumento de porosidade juntamente com o aumento do percentual de resíduo de gesso e conseqüente redução na resistência à compressão.



**Figura 4 – Resistência à compressão com o percentual de resíduo de gesso.**

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- No geral, a adição do resíduo de gesso, resultou em aumento na absorção de água pelos corpos de prova. Na maior proporção de gesso (20%) observou-se uma absorção de aproximadamente 11% de água, o que está dentro das especificações técnicas para fabricação de tijolos e telhas.
- O aumento no percentual do resíduo de gesso na argila, fez com que a resistência mecânica à flexão dos corpos de prova diminuísse consideravelmente. Isto é consequência da maior fragilidade causada pelas partículas do gesso, levando a uma menor trabalhabilidade da massa cerâmica durante a compactação e conseqüente aumento da porosidade.
- O valor obtido de 1,36 MPa para blocos com 20% de resíduo fica abaixo do mínimo prescrito por norma (1,5 MPa). Os blocos moldados para as demais formulações apresentaram valores de resistência à compressão superiores a 1,50 MPa.

#### REFERÊNCIAS

AGOYPIAN, V. et all. **Alternativas para redução de desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo, FINEP, ITQC, Escola Politécnica da USP, 1998.

ANDRADE, A.F.C., BORJA, E.V. **Estudo de compósitos cerâmicos com resíduos de gesso da indústria da construção civil**. In: I CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, Natal: CEFET-RN. 1 CD-ROOM. 2006.

BORJA, E.V., ROCHA, M.V., ALVES, M.S.M. **Processo produtivo de revestimento de gesso: análise e estimativa de geração de resíduos**. In: I CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, Natal: CEFET-RN. 1 CD-ROOM. 2006.

CAMPBELL, Steve. **Lead by Example Walls and Cieling**. 2003.

CIWMB - California Integrated Waste Management Board. Drywall Recycling. 2003.  
Disponível em [www.ciwmb.ca.gov/publications/condemo/43195069.doc](http://www.ciwmb.ca.gov/publications/condemo/43195069.doc). Acessado em: 11 de maio de 2003.

JOHN, V.M. **Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos**. In: SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. 1996. 161p. p21-30. São Paulo: PCC – USP. Departamento de Engenharia de Construção civil. 1996.

JOHN, V.M.; CINCOTTO, M.A., **Alternativas de gestão dos resíduos de gesso**. PCC – USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo-SP. 2000.

MARVIN, Emma. **Gypsum Wallboard Recycling and Reuse Opportunities in the State of Vermont**. Vermont Agency of Natural Resources. 2000.