

## ESTUDO COMPARATIVO DE MASSAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO DE BASE BRANCA SINTERIZADAS POR QUEIMA RÁPIDA

M. R. de Sousa ; G. C. Luna da Silveira; R.V. Luna da Silveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte | Natal – Central endereço: Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol. Natal - RN | CEP 59015-000; UFRN/CCET/PPGCEM – Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova – Natal – RN. 59.078-970-

UFRN/CT/PPgEEC –Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova – Natal – RN. 59.078-970.

[rosimar.sousa@ifrn.edu.br](mailto:rosimar.sousa@ifrn.edu.br);

### Resumo

*Este trabalho tem por objetivo a obtenção de revestimento cerâmico prensado do tipo grês, a partir das matérias-primas caulim, feldspato e quartzo, obtidos de rochas pegmatíticas do Seridó no RN e de argila da localidade de Brunhos, Redinha no distrito de Pombal/Portugal. As massas cerâmicas para grês apresentam cor clara na queima, plasticidade, propriedades reológicas que facilitam a fluidez, boa densidade na queima e excelentes propriedades mecânicas no material sinterizado. Foram preparados corpos-de-prova por prensagem uniaxial para queima em temperaturas variando de 1160 °C a 1240 °C. Nas amostras queimadas foram realizados ensaios tecnológicos para determinação da retração linear, resistência mecânica (flexão em 3 pontos) e absorção de água. As curvas de gresificação demonstraram que os corpos cerâmicos sinterizados apresentam valores permitidos pela NBR-13818//ISO-13006. Nas composições, durante a temperatura de formação de fase fundida, nas transformações do caulim (matéria-prima plástica), observamos desidratações, desidroxilações e transformações do mineral caulinita em mulita.*

**Palavras-chave:** caulim, feldspato, quartzo, absorção de água, revestimento cerâmico.

### 1. INTRODUÇÃO

A indústria de revestimentos cerâmicos teve, a partir de 1980, um grande avanço tecnológico, assim como um aumento produtivo, o que levou o Brasil a classificar-se entre os maiores produtores do mundo. Embora o Brasil seja um grande produtor mundial, a exportação brasileira representa um pouco mais de 10%

da produção nacional, o que é muito baixo comparado à Itália e Espanha que exportam, respectivamente, cerca de 70% e 50% da sua produção (CCB, 2005).

A produção brasileira de revestimento cerâmico é fortemente concentrada em São Paulo (47%) e Santa Catarina (35%). As regiões Norte e Nordeste estão se mostrando atrativas para investimentos apesar das poucas indústrias, isso se deve a grande oferta de matéria-prima e um mercado com um forte potencial. (ANFACER, 2005). O Rio Grande do Norte segue também a esse conjunto de fatores, tornando-se bastante promissor para o desenvolvimento do setor de cerâmica branca, pois além de energia de baixo custo (gás natural), é detentor de reservas de matérias-primas em qualidade e quantidade suficiente para exploração econômica (Melo, 2002).

Entre os produtos que ocupam o mercado, o grês porcelanato apresenta uma microestrutura densa, obtida pelo processo de sinterização, porosidade expressa com absorção de água inferior a 0.5%. Este trabalho tem objetivo de formular massas cerâmica, auxiliada pelo diagrama ternário com matérias-primas do Estado Rio Grande do Norte, preparada pelo processo via úmido e analisado os efeitos do quartzo no grês porcelanato.

Nesse trabalho foi estudada obtenção de revestimento cerâmico de base branca, usando a matéria-prima do Estado do Rio Grande do Norte, que atenda à norma 13006. A curva de gresificação (Melchiades, 1997) é a representação gráfica simultânea das variações da absorção de água (AA) e retração linear (RL) da peça com a temperatura de queima. Essa curva de gresificação nos permite avaliar a tolerância da massa a variação de temperatura e condições de processamento, e portanto pode ser de grande utilidade como um instrumento de controle de qualidade.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAIS**

As matérias-primas utilizadas neste trabalho foram fornecidas ARMIL empresa do Estado Rio Grande Norte,. Os beneficiamentos do caulim, quartzo e feldspato sódico, foram realizados pela empresa.

A tabela I mostra as composições químicas e ensaios físicos. As matérias-primas usadas nesse trabalho são caulim, quartzo, e feldspato. Esses materiais representam no corpo triaxial cerâmico funções distintas como: o caulim responsável pelo corpo cerâmico propriamente dito; o quartzo pela estrutura ou esqueleto do corpo cerâmico e o feldspato sódico é material fundente responsável pela fase vítrea. Cinco massas cerâmicas denominadas de M1, M2, M3, M4 e M5, foram preparadas conforme mostrado na Tabela II.

**Tabela I – Composição química**

Produto	Composição Química (%)								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	*P.F
<b>Caulim A</b>	49,07	33,74	0,22	<0,1	0,30	0,061	1,97	0,52	14,01
<b>Caulim B</b>	45,23	37,39	0,3	0,01	0,01	0,03	0,09	nd	16,79
<b>Feldspato A</b>	69,55	18,82	0,14	0,017	0,17	0,02	13,15	2,28	0,32
<b>Feldspato B</b>	62,99	18,72	0,07	0,01	0,1	0,02	13,15	2,28	2,66
<b>Quartzo A</b>	98,97	0,41	<0,01	0,019	<0,01	<0,01	0,18	0,13	0,26
<b>Argila</b>	56,40	28,00	2,10	0,70	0,1	0,60	2,30	0,60	10,20

### Formulação das Massas Cerâmicas

As matérias-primas usadas nesse trabalho são caulim, quartzo, feldspato e argila. Esses materiais representam no corpo triaxial cerâmico funções distintas como: i) o caulim responsável pelo corpo cerâmico propriamente dito; ii) o quartzo pela estrutura ou esqueleto do corpo cerâmico iii) o feldspato é material fundente responsável pela fase vítrea. As duas massas cerâmicas denominadas de R1 e R2. Na R3 tanto o caulim e feldspato tem a mesma função da formulação anterior a argila tem o objetivo de aumentar a plasticidade da mistura. Foram preparadas conforme mostrado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 Massas cerâmicas formuladas

Massas Cerâmicas	Composição (%) mássica			
	Caulim	Feldspato	Quartzo	Argila
R1	50,0	40,0	10,0	
R2	50,0	37,5	12,5	
R3	20,0	40,0		40,0

## 2.2 MÉTODOS

A etapa de compactação dos corpos de prova foi realizada numa prensa hidráulica, a pressão de compactação utilizada foi da ordem de 35 Mpa. A secagem dos corpos de prova foi feita em estufa a temperatura de 110 °C, durante 24h. Todas as amostras foram sinterizadas na atmosfera oxidante. Nas seguintes temperaturas 1050, 1100, 1150, 1160, 1180, 1200, 1220, 1240 e 1250 °C. Com tempo de sinterização de 55 minutos. Neste trabalho os corpos cerâmicos produzidos serão avaliados através das seguintes propriedades: Retração linear de queima, absorção de água e tensão de ruptura à flexão. Ênfase especial será dada à correlação entre a formulação da massa e a temperatura de queima em relação às propriedades dos corpos cerâmicos. Além do mais, serão obtidos diagramas de gresificação.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As massas cerâmicas de queima branca foram compostas de caulim, um material plástico e não plástico a base branca, como indicado na tabela II. Nas Figuras 1(i), (ii), (iii), (iv) e (v), são mostradas as curvas de gresificação das cinco amostras que são ferramentas que possibilitam o avaliar os parâmetros de absorção de água e de retração linear em função de sua temperatura (RODRIGUEZ- 2004) Com esses dados podemos facilitar a melhor temperatura de queima com suas propriedades.

As Figuras 1(i), (ii), apresentam os resultados obtidos, segundo a normal NBR 13818. Para a absorção de água do grês porcelanato, Pode-se observar que os valores variam de 0,46 a 0,07% aproximadamente, abrangendo os grupos B1a ou ISO 13006 na faixa de absorção de 0 a 0,5% sendo do grupo quase nula de

absorção. Na no gráfico (iii) percentual de absorção de água diminui à medida que a temperatura aumenta e como consequência o seu módulo de tensão a ruptura aumenta como aumento da temperatura..

Os materiais estudados na Tabela I são constituídos majoritariamente por  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , tendo como fundentes o  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Como já referido, a presença do óxido ferro, seja na forma reduzida, irá reforçar o efeito fundentes dos óxidos alcalinos, fazendo com que o sistema modelo se adequa a análise das composições em termos de diagrama de fase, seja o sistema  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{RO} + \text{R}_2\text{O}$ .

Para todas as composições, ou seja, as curvas de gresificação a temperatura de formação de fase fundida, onde ocorrem todas transformações do das argilas plásticas, isto é, as desidratações e desidroxilações, assim como as transformações parcial da fração caulínica em munita. Os materiais fundentes não são afetados a estas temperaturas. O resultado final é que se dispõem de uma microestrutura na qual ocorre a máxima porosidade aberta, isto é, absorção de água máxima, a temperatura é de  $1160^\circ\text{C}$ .

Na temperatura de  $1200^\circ\text{C}$  ocorre a fusão parcial do material argiloso rico em Na, cuja alta viscosidade impede sua propagação. Este não desenvolver porosidade fechada porque permite o escape dos gases através da porosidade aberta. O fundido de alta viscosidade tende a fechar progressivamente a porosidade aberta, dando lugar à porosidade residual fechada. Por outro lado, ocorre um fundido de viscosidade mais baixa relacionado com a fusão dos fundentes que se estendem a partir destas partículas. Este pode incluir grãos de quartzo que se mantêm inalterados. É, portanto a responsável pela formação porosidade fechada. Na temperatura ótima de queima que coincide o mínimo de absorção de água e o máximo da retração linear. na distribuição dos grãos retidos de cada composição também é observada. Comparando todas as massas cerâmicas estudadas M1(10% quartzo), M2(12,5% quartzo), M3(40% argila,).

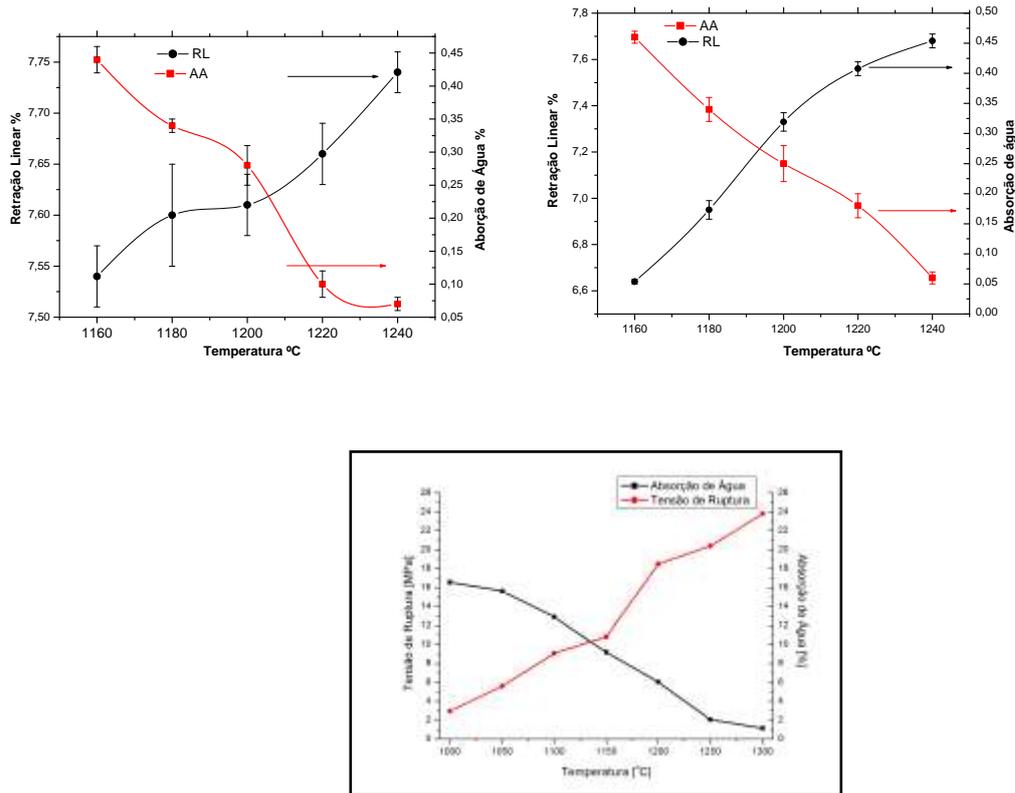


Figura 1- Curva gresificação (i) M1 e, (ii) M2,

Figura 2 - Distribuição granulométrica da massa R1, R2, R3, R4 e R5 obtida por peneiramento.

#### 4. CONCLUSÃO

As matérias-primas utilizadas possuem grande potencial para serem usadas na fabricação de grês porcelanato de base branca;

Os métodos de formulação das massas cerâmicas utilizadas, apesar de suas limitações mostraram eficientes. Por meio deles, foi possível prever a formação das fases cristalinas presentes no produto queimado.

As medidas granulométricas das massas preparadas (R1, R2, R3, R4 e R5) mostram que houve uma diminuição no tamanho médio de partícula. Os valores de tamanho médio de partícula dessas massas estão abaixo do tamanho médio (14 $\mu$ m) dos pós de grês porcelanato comerciais

Os resultados de resistência mecânica e absorção de água demonstraram que os corpos cerâmicos sinterizados apresentam valores em acordo estabelecidos pela NBR-13818//ISO-13006.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Menegazzo, A.P.M.; Lemos, F.L.N.; Pascoal, J.O.A.; Gouvea, D.; Carvalho, J.C.; Nobrega, R.S.N. Grês Porcelanato. Parte I: uma abordagem mercadológica, ***Cerâmica Industrial***, v. 5, n. 5, p. 7-10, 2000.
- 2- Oliveira, A.P.N. Grês Porcelanato: aspectos mercadológicos e tecnológicos, ***Cerâmica Industrial***, v. 3, n. 3, p. 34-41, 1998.
- 3- Melchiades, F. G.; Quinteiro, E.; Boschi, A. O. A curva de gresificação: Parte I ***Cerâmica Industrial*** 1997, 4, 30.
- 4- ISO 13006: **Normais Mundiais de Piso e Azulejos, Revestimento Cerâmicos: Especificação e Usos**. Centro Cerâmico do Brasil, Informação Público.
- 5- RODRIGUEZ, A . M., PIANARO, S. A., BERG, E. A. T., SANTOS, A. H., Propriedades de Matérias-Primas Seleccionadas para a Produção de Grês Porcelanato. ***Cerâmica Industrial***, v. 9, n.1, p9-11, 2004.
- 6- CERÂMICA PORTO FERREIRA LTDA. Corpo Técnico. Análise Crítica das Novas Normas Técnicas de Revestimentos Cerâmicos: Capítulo Segundo: **O Fundamental das Normas ISO/NBR** sobre Placas Cerâmicas para Revestimento (ISO 13006, ISO 10545, NBR 13816 – NBR 13817).

M. R. de Sousa ; G. C. Luna da Silveira; R.V. Luna da Silveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte | Natal  
– Central endereço: Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol. Natal - RN | CEP  
59015-000; UFRN/CCET/PPGCEM – Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova  
– Natal – RN. 59.078-970-

UFRN/CT/PPgEEC –Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova – Natal – RN.  
59.078-970.

[rosimar.sousa@ifrn.edu.br](mailto:rosimar.sousa@ifrn.edu.br);

#### COMPARATIVE STUDY OF MATERIALS FOR BASE COATING SINTERED BY FAST-BURNING WHITE

This work aims at obtaining pressed ceramic coating of the raw material used grês type do Seridó in RN and the Redinha in Portugal/Dove through the mixture of kaolin, sodium feldspar and quartz. Were prepared bodies-of-proof by uniaxial pressing for burning at temperatures ranging from 1160 to 1240° c. In the technological tests were carried out burned samples for determination of linear shrinkage, mechanical strength (bending in 3 points) and water absorption. Gresificação curves demonstrated that ceramic sintered bodies present values in agreement established by NBR 13818//ISO-13006. For all the compositions the temperature of formation of molten phase, where all transformations of kaolin (plastic raw material), that is, the desidratações and desidroxilações, as well as the partial transformations of the caulínica fraction in mutilates.

Key words: kaolin, feldspar, quartz, water absorption, ceramic coating.