

## INFLUÊNCIA DA PRESSÃO DE COMPACTAÇÃO SOBRE AS PROPRIEDADES DE MASSA DE REVESTIMENTO CERÂMICO POROSO

Fabrício B. Siqueira<sup>1\*</sup>, Leilson S. do Espírito Santo<sup>1</sup> e José N. F. Holanda<sup>1</sup>

1 –Instituto Politécnico, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – IPRJ/UERJ, Nova Friburgo, RJ, carlosivan@iprj.uerj.br

## ABSTRACT:

The aim of this work is to study the influence of the compacting pressure on the properties and microstructure of wall tile body. The wall tile body composed of 70 wt.% kaolin, 15 wt.% calcareous, and 15 wt.% quartz was prepared by the dry process. Ceramic pieces were prepared by uniaxial pressure under different compacting pressures: 35 MPa, 40 MPa, 45 MPa, and 50 MPa. The compacted pieces were fired at 1160 °C by using a fast-firing cycle. The following technological properties were determined: linear shrinkage, water absorption, apparent density, apparent porosity, and flexural strength. The sintered microstructure was evaluated via confocal microscopy. The experimental results indicate that the compacting pressure significantly influenced the technological properties and sintered microstructure of the wall tile body. However, it was found that only the ceramic pieces pressed at 50 MPa has the potential to manufacture of wall tile of high quality.

Keywords: Wall tile, compaction pressure, microstructure, properties.

## RESUMO:

Este trabalho teve por objetivo estudar a influência da pressão de compactação sobre as propriedades tecnológicas e microestrutura de massa de revestimento cerâmico poroso. A massa cerâmica de revestimento poroso composta de 70 % de caulim, 15 % de calcário e 15 % de quartzo foi preparada pelo processo via seca. Peças cerâmicas foram preparadas por prensagem uniaxial sob diferentes pressões de compactação: 35 MPa, 40 MPa, 45 MPa e 50 MPa. As peças compactadas foram queimadas a 1160 °C usando um ciclo de queima rápida. As seguintes propriedades tecnológicas foram determinadas: retração linear, absorção de água, massa específica aparente, porosidade aparente e tensão de ruptura a flexão. A microestrutura sinterizada foi avaliada por microscopia confocal. Os resultados experimentais indicam que a pressão de compactação influencia significativamente as propriedades tecnológicas e microestrutura sinterizada da massa cerâmica de revestimento poroso. No entanto, constatou-se que somente a massa cerâmica prensada a 50 MPa tem potencial para fabricação de revestimento cerâmico poroso de alta qualidade.

Palavras-chave: Revestimento cerâmico poroso, pressão de compactação, microestrutura, propriedades.

## INTRODUÇÃO

O método de fabricação de revestimento cerâmico vem se aperfeiçoando com o passar dos anos, pois se trata de um material que possui vantagens competitivas quando comparado com os demais revestimentos. As vantagens consistem na facilidade de limpeza, no seu potencial decorativo e na sua durabilidade [1]. As formulações de revestimentos cerâmicos porosos são essencialmente constituídos por argilas, caulim, carbonatos e quartzo, e cada maneira diferente para as propriedades

finais do corpo cerâmico [2].

A proporção entre os minerais presentes nas massas cerâmicas, junto às condições de processamento influencia diretamente as propriedades do produto acabado. As misturas, porém, mantêm a necessidade de permitir a formação de fases cristalinas compostas de silicatos e aluminossilicatos de cálcio e/ou magnésio durante a sinterização [3]. A formação destas fases, precedida de intensa desgaseificação, caracteriza a produção de revestimento poroso (azulejo) sinterizado em uma única queima.

O processo de fabricação adotado pela

indústria cerâmica deve ser de tal forma que possibilite oferecer produtos ao mercado com as características técnicas e estéticas adequadas, a um preço atrativo, que seja rentável e satisfatório para o cliente durante o uso [4]. O processo de preparação a seco é amplamente utilizado na indústria, na fabricação de pavimentos e revestimentos, por ser prático, consumir menos energia e ter um menor impacto ambiental [5].

Este trabalho analisa o efeito da pressão de compactação sobre as propriedades e microestrutura de uma massa para revestimento cerâmico poroso (BIII) [6] base branca.

## Experimental

A massa cerâmica para revestimento poroso utilizada neste trabalho é composta de caulim (70%), calcário (15%) e quartzo (15%). O beneficiamento das matérias primas consistiu em secagem em estufa por 24 h à 110°C e peneiramento para fração de < 200 mesh (75 µm ASTM).

A composição química das matérias-primas foi determinada usando um espectrômetro de raios-X de energia dispersiva, marca Shimadzu, modelo EDX 700.

No presente trabalho foi utilizado o processo via seca na preparação da massa cerâmica [7]. Após a preparação, secagem e caracterização das matérias-primas individuais, foram realizadas as dosagens das massas cerâmicas por pesagem de acordo com a formulação nas proporções de 70% de caulim, 15% de calcário calcítico e 15% de quartzo.

A massa cerâmica seca foi primeiramente misturada de forma intensiva por um período de 30 minutos, e depois umedecida com 7 % em peso em água, e granulada manualmente em uma peneira de abertura de 20 mesh (850 µm ASTM). Ao final, a massa cerâmica foi acondicionada em

saco plástico e mantida em dessecador por um período de 24 horas para assegurar uma boa homogeneização da umidade.

Corpos cerâmicos retangulares (115,0 x 25,5 x 7,5 mm) foram prensados uniaxialmente sob 35 MPa (M35), 40 MPa (M40), 45 MPa (M45) e 50 MPa (M50). Após a compactação, os corpos verdes foram secados em estufa a 110 °C por 24 h e queimados em forno de queima rápida, em uma temperatura de 1160 °C utilizando um ciclo de queima de aproximadamente 2 h. Os corpos cerâmicos queimados foram avaliados por meio das seguintes propriedades: retração linear, absorção de água, massa específica aparente, porosidade aparente e tensão de ruptura à flexão. Além disso, a superfície de fratura dos corpos cerâmicos queimados foi analisada via microscopia confocal.

## Resultados e Discussão

Os resultados da composição química e perda ao fogo das matérias-primas utilizadas neste trabalho são apresentadas na Tabela 1. Verifica-se que o caulim é constituído em maior quantidade por 49,07% de SiO<sub>2</sub> e 33,74 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. O caulim além de ser o responsável por conferir uma cor branca à massa cerâmica, é um suporte fundamental de óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), o qual, durante a fase de vitrificação da peça regula a reação de equilíbrio [8]. O CaO é encontrado numa porcentagem de 68,48% da composição química do calcário. De acordo com Lira et al. [9], a redução da expansão por umidade do produto final pode ser controlada com a adição do calcário. Isso é devido ao CaO reagir com a sílica livre amorfa resultante da queima dos componentes da mistura e formar uma fase cristalina cálcica [10]. O quartzo é constituído essencialmente por SiO<sub>2</sub> (98,98 %), sendo sua função reduzir a plasticidade, deformação e tempo de secagem.

A massa específica aparente das peças

queimadas é mostrada na Figura 1. Pode-se observar que à medida que se aumenta a pressão de compactação, a massa específica também aumenta. Isto é um indicativo da redução da porosidade dos corpos cerâmicos.

Tabela 1 - Composição química das matérias-primas (% em peso).

Amostras	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	SrO	MgO	Na <sub>2</sub> O	P.F.
Cauim 7	49,0	33,74	0,22	-	0,01	0,30	-	-	-	-	14,0
Calcário 6	4,23	-	0,55	0,4	-	68,48	1,05	0,04	-	-	25,19
Quartzo 8	98,9	0,41	0,01	-	-	<0,0	0,02	-	<0,0	<0,13	0,26

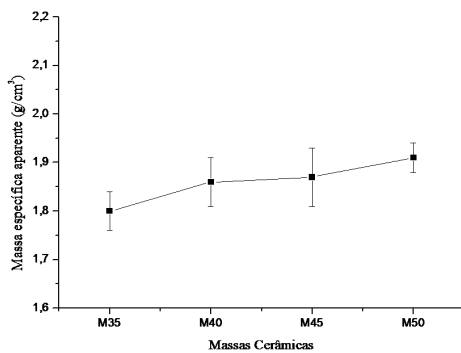


Figura 1 - Massa específica aparente em função da pressão de compactação.

A Figura 2 apresenta a retração linear dos corpos cerâmicos após a queima. Observa-se uma tendência de aumento da retração linear com o aumento da pressão de compactação. Este aumento é coerente com o aumento da massa específica aparente para a massa analisada.

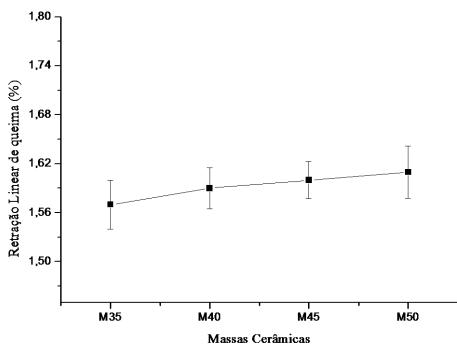


Figura 2 - Retração linear após a queima em função da pressão de compactação.

Os resultados de porosidade aparente apresentados na Figura 3 confirmam a redução da porosidade com o aumento da pressão de compactação, o que traz melhorias nas propriedades mecânicas.

Com o aumento da pressão de compactação, a absorção de água (Fig. 4) foi significativamente reduzida, sendo um indicativo de uma maior formação de fase vítrea. A NBR 13818 (ABNT, 1997) especifica que para um revestimento cerâmico poroso a absorção de água deve ser superior a 10%, o qual foi alcançado em todas as pressões de compactação utilizadas.

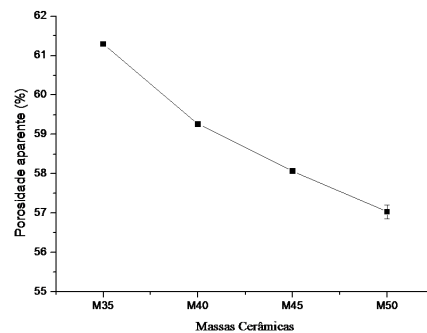


Figura 3 – Porosidade aparente em função da pressão de compactação.

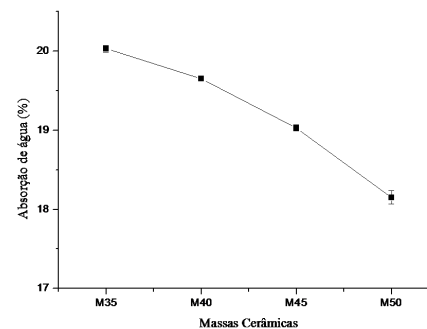


Figura 4 – Absorção de água em função da pressão de compactação.

Os resultados de tensão de ruptura à flexão dos corpos cerâmicos são apresentados na Figura 5. Nota-se um aumento da resistência mecânica com o aumento da pressão de compactação, o que está

relacionado com o aumento da massa específica aparente. De acordo com a NBR 13818 (ABNT, 1997), a tensão de ruptura à flexão deve ser maior ou igual a 15 MPa, ao qual só foi alcançado com a pressão de compactação de 50 MPa (M50).

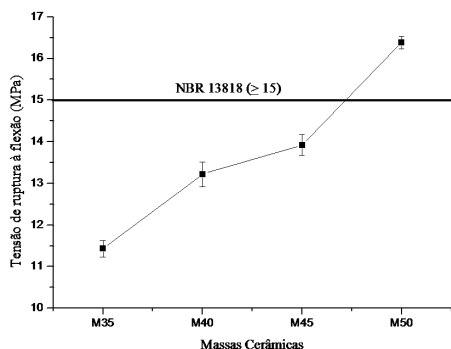


Figura 5 – Tensão de ruptura à flexão em função da pressão de compactação.

A Figura 6 apresenta a microestrutura sinterizada da massa cerâmica de revestimento poroso em diferentes pressões de compactação. O efeito da pressão de compactação é evidente, aonde a porosidade do material vai reduzindo com o aumento da pressão de compactação. Isto se deve ao maior grau de empacotamento na estrutura do corpo cerâmico, o que garante uma maior tensão de ruptura à flexão, aumento na retração linear, redução da porosidade aparente, maior massa específica aparente e uma redução na absorção de água.

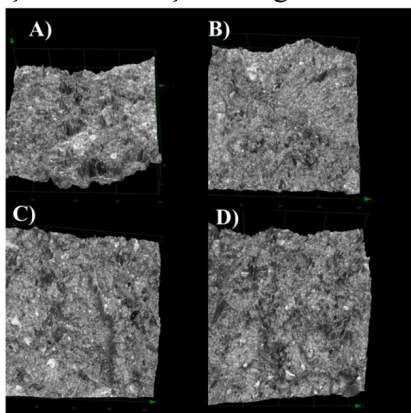


Figura 6 – Micrografias confocal em 3d em função da pressão de compactação: A) 35 MPa (M35); B) 40 MPa (M40); C) 45 MPa (M45); and D) 50 MPa (M50).

## Conclusões

Os resultados experimentais obtidos neste trabalho demonstram que com o aumento da pressão de compactação houve significativa melhoria na massa cerâmica, no que se refere a: massa específica aparente, retração linear, porosidade aparente, absorção de água e tensão de ruptura à flexão. Sendo que, para alcançar a especificação de resistência mecânica prescrita na norma NBR 13818 (ABNT, 1997) é necessário o uso de uma pressão de compactação de 50 MPa.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e FAPERJ pelo suporte financeiro.

## Referências Bibliográficas

1. ANFACER, 2014.
2. S.J.G. Sousa; J.N.F. Holanda. Revista Cerâmica. 2011, 57, 50-55.
3. S. Cava, C. A. Paskocimas, E. Longo, Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Florianópolis, SC (2001) cdrom, 265-278.
4. R.A.L. Soares, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.
5. J.N. Galdino, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.
6. ABNT, NBR 13818, Placas Cerâmicas para Revestimento: Métodos de Ensaio e Especificações (1997).
7. F.G. Melchiades, Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

8. A.B. da Luz; F. A. F. Lins in Rochas & Minerais Industriais uso e especificações, Ed.; CETEM, Rio de Janeiro, 2008, Vol. 1, 1-974.

9. C. Lira; O.E. Alarcon; M.D.M. Silveira; J.A.A. Bianchi; E.L. Honorato L. Costa. Cerâmica Industrial. 1997,2 , 27-30.

10. S.J.G. Sousa, Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2008.