

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO FUNDENTE FELDSPATO POR VIDRO RECICLADO SOBRE A FORMULAÇÃO DE PORCELANA DE OSSOS

L. A. Carús, L. S. Bento, S. R. Bragança

Departamento de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Av. Osvaldo Aranha 99/705, 90035-190, Porto Alegre - RS, Brasil

e-mail: laucarus@gmail.com

RESUMO

A grande demanda por produtos que utilizam a prática de reutilização e reciclagem de materiais impulsionou novas pesquisas relacionadas à porcelana de ossos, isso porque esta porcelana utiliza 50% de matéria-prima renovável em sua composição. Dentro desse contexto, o presente trabalho propõe, por meio do uso de resíduos de vidro, aumentar o percentual de matérias-primas recicláveis neste material. Especificamente, foi analisado o comportamento reológico de formulações de porcelana de ossos, nas quais o fundente feldspato foi parcialmente substituído por vidro reciclado. Avaliou-se a reologia em relação ao comportamento da viscosidade e da tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento, e da viscosidade em função da concentração de dispersante. Os resultados obtidos mostram que uma barbotina com o vidro apresenta estabilidade e comportamento reológico próximo a uma barbotina de feldspato.

Palavras-chave: *porcelana de ossos, reologia, vidro reciclado.*

INTRODUÇÃO

A grande demanda por produtos que utilizam a prática de reutilização e reciclagem de materiais impulsionou novas pesquisas relacionadas à porcelana de ossos. O Brasil como o país com o maior rebanho comercial do mundo, cerca de 212,8 milhões de cabeças de gado, apresenta matéria-prima em abundância. O crescente aumento no abate de bovinos consequentemente aumentou o percentual de subprodutos dos abatedouros [1].

A porcelana de ossos tradicional apresenta em sua composição um percentual de 50% matéria-prima reciclada, ossos bovinos, o restante trata-se de materiais não renováveis como o caulim (25%) e feldspato (25%). Incluído nesse contexto, o presente trabalho propõem um aumentar a fração reciclável de materiais-primas na produção de porcelana de ossos, por meio da substituição parcial do fundente feldspato por pó de vidro, proveniente de pequenas vidrarias.

Diversos autores vêm publicando artigos publicados sobre as vantagens da utilização do vidro em cerâmicas triaxiais [2,3,4]. Dentre essas, destaca-se a redução da temperatura de sinterização de cerâmicas triaxiais, mantendo-se as propriedades cerâmicas, como resistência mecânica e absorção de água. Recentemente, a utilização de vidro em porcelanas de ossos resultou igualmente numa significativa redução da temperatura de sinterização [5,6].

A produção de porcelana de ossos pode ocorrer por conformação plástica, como pratos e canecas, ou por colagem de barbotina, como xícaras, sopeiras, etc. Neste último o processamento é realizado por via úmida, tornando necessário o entendimento das propriedades reológicas das barbotinas (suspensões) cerâmicas. Neste processo, a adição, substituição ou modificação de matérias-primas provoca mudanças nas propriedades reológicas da suspensão cerâmica [7].

O presente trabalho propõe um estudo das propriedades reológicas de duas formulações de porcelana de ossos. Uma formulação tradicional, utilizando feldspato como fundente, e outra com a adição de vidro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa é de caráter comparativo, devido a isso duas formulações de porcelana de ossos foram desenvolvidas. A primeira formulação tomou como base a receita tradicional inglesa 50% ossos calcinados, 25% caulim e 25% feldspato em percentual mássico. Enquanto que a segunda teve o fundente feldspato parcialmente substituído por vidro reciclado, os percentuais mássicos desta formulação foram 15% feldspato e 10% vidro reciclado, 50% ossos calcinados e 25% caulim. Para ambas as formulações 1% de argila do tipo *ballclay* foi acrescido sobre o percentual mássico total da formulação.

O pó de ossos utilizado neste estudo é proveniente de uma empresa regional, cuja produção de artefatos gera um resíduo resultante do corte e polimento de ossos bovinos. Em laboratório este material foi calcinado em forno elétrico na temperatura 1000°C. O material calcinado foi moído em moinho por via úmida durante 24h. Posteriormente, o mesmo foi levado à estufa para a secagem.

O vidro utilizado trata-se de um resíduo proveniente de vidrarias da região central de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Este material foi recebido na forma de cacos e moído em laboratório até tornar-se um fino pó de vidro.

As formulações desenvolvidas utilizaram um percentual de 70% de sólidos em suspensão. O dispersante usado foi o Disperlan da Lambra S.A. As suspensões foram homogeneizadas em moinho utilizando um percentual de 0,15% de dispersante, valor esse, inferior ao necessário para atingir o ponto mínimo da curva de viscosidade, mas suficiente para otimizar a homogeneização.

A análise reológica das suspensões formadas foi realizada com o uso do viscosímetro Brookfield (modelo LVDV-II com adaptador para pequenos volumes, spindle SC4-18). Antes do ensaio, as amostras foram agitadas durante 1 min a uma taxa de cisalhamento de $132s^{-1}$, posteriormente, as mesmas ficaram em descanso por 30 segundos. As suspensões foram dispersas de modo que as suas viscosidades atingissem uma faixa de 600 a 900 cP, valores de viscosidade utilizados pelas indústrias de porcelanas. A qualidade das peças coladas foi avaliada pela integridade estrutural, fácil desmoldagem e tempo de formação de parede no molde de gesso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A picnometria registrou as densidades de 1,79 e 1,80 g/cm³ para as barbotinas de porcelana de ossos tradicional e de vidro, respectivamente. Segundo Amarante [8] esses valores de densidade conferem com os registrados pela literatura para porcelanas, na qual a densidade das suspensões cerâmicas devem se situar numa faixa entre 1,75 e 1,85 g/cm³.

Os dados de viscosidade inicial (Figura 1) registrados pelo viscosímetro foram de aproximadamente 9.000 e 5.500cP para as formulações tradicional e com vidro, respectivamente. A contínua adição de defloculante reduz a viscosidade inicial e registra próximo a 0,2 % de dispersante os valores de viscosidade de aprox. 600 cP para ambas as formulações citadas a cima. No entanto é possível observar que a viscosidade aparente da formulação com vidro entre 0 à 0,5% de defloculante possui uma viscosidade menor no que a formulação tradicional de porcelana de ossos.

Infere-se pelos resultados obtidos que o vidro apresenta um efeito de defloculante inorgânico, o que explicaria a maior dificuldade de estabilização da barbotina. De acordo com a literatura, dispersantes orgânicos apresentam resultados mais eficazes na deflocação de barbotinas de porcelana de ossos [9].

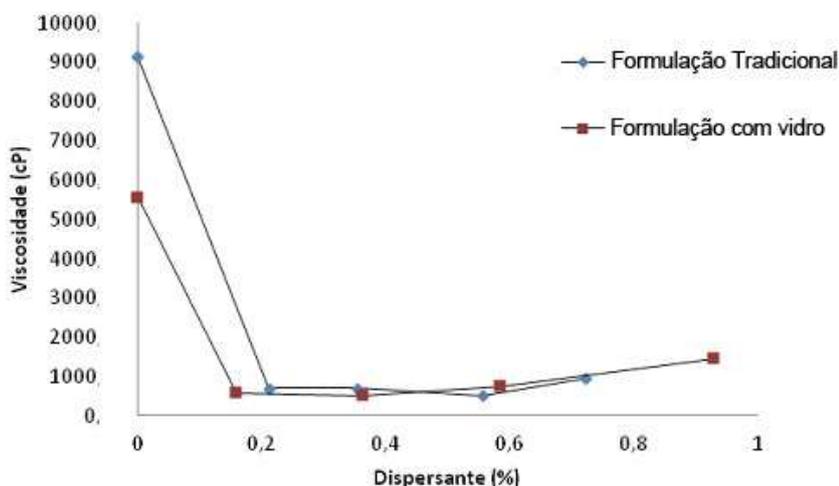


Figura 1 - Viscosidade em função da quantidade de dispersante das formulações (Taxa de cisalhamento 0,7s⁻¹).

O uso de vidro favorece a deflocação da barbotina que utiliza este material, pois esta matéria-prima libera íons de hidroxila, sendo que a adsorção

de OH^- sobre as partículas de caolinita promove a defloculação da barbotina, através do aumento da força de repulsão entre as partículas [10,11]. O fato de o vidro agir como um dispersante, também pode ser explicado por meio dos resultados de potencial zeta (Figura 2).

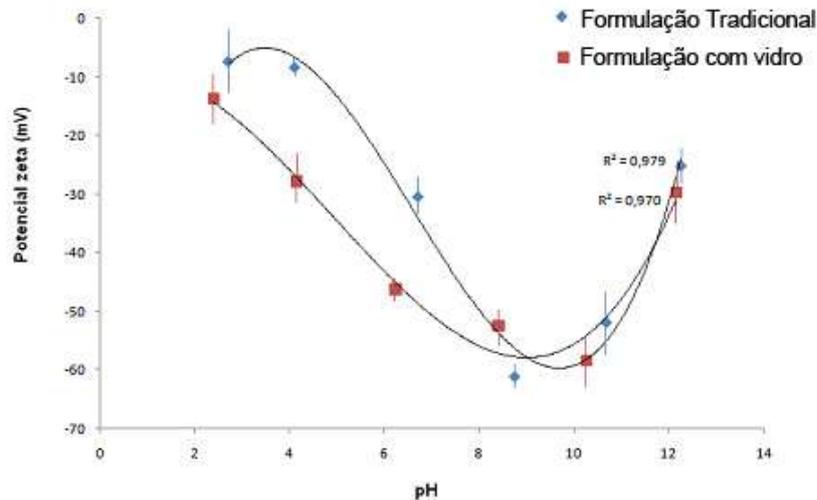


Figura 2- Curvas do potencial zeta em função do pH, para as formulações de porcelana de ossos tradicional e com vidro

De acordo com os resultados ilustrados na Figura 2 as curvas tanto da formulação tradicional quanto da formulação com vidro apresentam a mesma tendência. No entanto, no pH natural das suspensões (aprox.6), os valores de potencial zeta são maiores para a formulação com vidro, ou seja, essa formulação apresenta maior mobilidade de partículas o que justificaria seu efeito defloculante. Os dados encontrados para esta análise foram de -30 e -48 para a formulação tradicional e com vidro, respectivamente.

As duas suspensões atingem viscosidade aparente semelhante quando o percentual de ~0,3% de dispersante é alcançado (Figura 1). Cabe salientar que a homogeneização dessas formulações foram realizadas com 0,15% de dispersante, logo o total de dispersante necessário para se chegar ao ponto mínimo da curva foi de 0,45%. Este é um valor considerado adequado tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Acima do ponto mínimo de viscosidade, as adições de dispersante levam ao aumento da viscosidade (Figura 1). Este comportamento é também explicado na literatura, chamado de 'sobre-defloculação'[12].

Os resultados de viscosidade por taxa de cisalhamento (Figura 3) mostram que ambas as formulações apresentam comportamento pseudoplástico, ou seja, a viscosidade das suspensões diminui à medida que aumenta a taxa de cisalhamento [13].

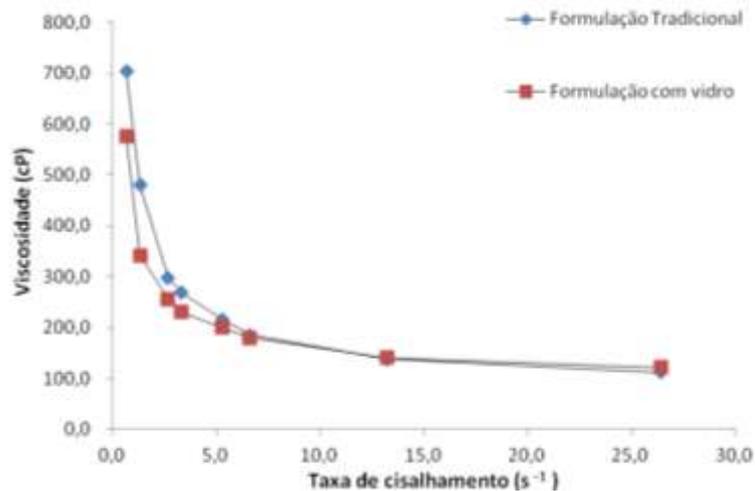


Figura 3- Curva de viscosidade aparente por taxa de cisalhamento

Conforme ilustra a Figura 3 a substituição parcial do fundente feldspato pelo vidro, reduz a viscosidade inicial da barbotina, mas não altera o comportamento da mesma.

CONCLUSÕES

O uso de vidro como substituto de feldspato causa um efeito defloculante em barbotinas de porcelanas de ossos e dificulta a estabilização das mesmas.

O efeito de redução da viscosidade pela adição de vidro foi explicado pelo aumento do potencial zeta. Este aumento foi atribuído a formação de íon OH⁻ os quais aumentam a força de repulsão entre partículas. A formulação com vidro atingiu valores altos de potencial zeta, de aproximadamente - 50mV.

As formulações de porcelana de ossos tradicional e de vidro apresentaram comportamento reológico similar e suspensões estáveis, após a defloculação. Ambas mostram a redução da viscosidade das suspensões com o incremento da taxa de cisalhamento e, paralelamente, o aumento da tensão de cisalhamento, caracterizando curvas típicas de fluidos pseudoplásticos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

- [1] Carús, L.A.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2012
- [2] Jackson, P.R.; Hancock, P. Cartlidge, D. Recycled bottle glass as a component of ceramic sanitaryware; Lymbachiya, M.C.; Roberts, J.J. Eds., London, 2004.
- [3] Bragança, S.R.; Bergmann, C.P.; *J. Eur. Ceram. Soc.* 2004, 24, 2383.
- [4] Tarvornpanich, T.; Souza, G.P.; Lee, W.E.; *J. Am. Ceram. Soc.* 2005, 88, 5, 1302.
- [5] Ballvé, M.P; Bragança, S. R.; *Cerâmica* 2010, 56, 57.
- [6] Carús, L. A.; Bragança, S.R.; *Adv. Appl. Cer. (in press)* 2012.
- [7] da Rocha, C. M.; *Dissertação de mestrado*, Universidade de Aveiro, Portugal, 2008.
- [8] AMARANTE, J. Massas cerâmicas. Apostila do SENAI, São Bernardo de Campos/SP, 2001
- [9] Rado, P.; Bone china, *Ceramics Monographs – A Handbook of Ceramics*, Verlag Schmidt GmbH Freiburg i. Brg., Germany, 1981.
- [10] Bragança, S. R; Bergmann, C. P.; *Int. J. Appl. Ceram. Technol.* 2009, 6, 264.
- [11] La Course, W. C.; Manson, W.; *Glaze Problems From a Glass Science Perspective*, Science of Whitewares, Henkes, V. E; Onoda G. Y.; Carty, W. M. eds, American Ceramic Society, Westerville, 1996.
- [12] Reed, J.S.; *Principles of Ceramics processing*. Ed. John wiley & Sons. 2nd ed., 1998.
- [13] Dinger, D.R *Rheology for Ceramists*. Ed. Amer Ceramic Society.2002

Effect of the partial substitution of feldspar by waste glass in bone china formulation

L. A. Carús, L. S. Bento, S. R. Bragança

Departamento de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Av. Osvaldo Aranha 99/705, 90035-190, Porto Alegre - RS, Brasil

e-mail: laucarus@gmail.com

RESUMO

The search for products that use environmental practices like reusing and recycling materials spurred new research about bone china. This occurs because this porcelain uses 50% of recycle raw material in its composition. Into this context, this paper proposes increase the percentage of recycle materials in bone china using waste glass in this formulation. This paper aims in the rheological behavior of formulations of bone china, in which the flux feldspar is partially substituted by waste glass. We evaluated the rheological behavior with respect to viscosity and shear stress as a function of shear rate and viscosity against concentration of dispersant. The results show that a slip with glass can be stabilized and rheological features like as slip of feldspar.

Keywords: bone china, rheology, waste glass.