

REOLOGIA DE EMULSÕES PARA A PRODUÇÃO DE CERÂMICAS CELULARES

Sene¹, A.C., Sousa, E.², Ortega, F. S.¹

¹Univap/IP&D, Av. Shishima Hifumi, 2911, São José dos Campos-SP, fortega@univap.br

²UFSCar/DEMa, Rod. Washington Luis, km 235, São Carlos-SP, eliandra.sousa@gmail.com

¹Univap/IP&D, Av. Shishima Hifumi, 2911, São José dos Campos-SP, aline.sene@savcor.com

Resumo- Um novo método de processamento baseado na produção de uma emulsão cerâmica surge como alternativa para a produção de estruturas celulares. Este método consiste na dispersão de uma fase apolar em uma suspensão cerâmica aquosa, com o auxílio de surfactantes, seguida pela gelificação. Neste trabalho, foi feito um estudo para obter mais informações do efeito da concentração de querosene adicionado a suspensões cerâmicas sobre o seu comportamento reológico. Diferentes frações de querosene foram adicionadas a suspensões de alumina contendo diferentes concentrações de sólidos. O estudo mostra que o aumento das concentrações de querosene e de sólidos nas suspensões resulta em maior viscosidade, o que leva à necessidade de adequar os processos de moldagem ao comportamento reológico da emulsão.

Palavras-chave: Cerâmica Porosa, emulsão, suspensão

Área do Conhecimento: Ciências Exatas

Introdução

A importância das cerâmicas porosas vem aumentando nos últimos anos em decorrência de seu uso cada vez maior em diversos segmentos tecnológicos, tais como filtro para gases e líquidos, isolantes térmicos, suporte para catalisadores e implantes ósseos. (COLOMBO; SCHEFFLER, 2005)

Existem diversos processos para fabricar cerâmicas porosas, cada um deles proporcionando um material com propriedades particulares. Na busca de novas propriedades e/ou combinações de propriedades cada vez melhores, inovações vêm sendo propostas nos atuais métodos de fabricação. (COLOMBO; SCHEFFLER, 2005)

Neste contexto, um novo método está sendo proposto para produzir cerâmicas porosas com estrutura celular, baseado na produção de uma emulsão cerâmica seguida de gelificação. Neste processo, a etapa mais importante consiste na produção de uma emulsão, obtida pela adição de um líquido apolar a uma suspensão aquosa de pó cerâmico, a qual será posteriormente moldada. Nesta etapa é muito importante conhecer o comportamento reológico da emulsão, o qual pode fornecer importantes informações a respeito da dispersão do pó no líquido e do grau de emulsificação da fase apolar na suspensão, o que influenciará diretamente as características do produto final.

Neste trabalho estudou-se o efeito da concentração de sólidos na suspensão cerâmica usada e da quantidade de querosene a ela adicionada sobre o comportamento reológico das emulsões obtidas. Estudou-se ainda o efeito da presença de monômeros dissolvidos na fase

aquosa da emulsão, os quais têm papel fundamental na gelificação da emulsão após a moldagem.

Metodologia

Para fazer os estudos de reologia, foram preparadas suspensões aquosas de Al₂O₃ (A-1000 SG, Alcoa, D₅₀ = 0,3 µm) com diferentes frações de sólidos (30, 40 e 50% vol.). Para cada fração de sólidos foi adicionado uma quantidade de defloculante (poliacrilato de amônio, DISPERSAL 130, Lubrizol) suficiente para dispersar completamente a suspensão. Fora preparadas também suspensões em uma solução aquosa contendo 20% de monômeros (hidroximetil-acrilamida - HMAM, metacrilamida - MAM e metilenobisacrilamida - MBAM, Sigma/Aldrich) em uma proporção molar de 3:3:1, respectivamente. Cada suspensão contendo pó cerâmico e dispersante foi homogeneizada em moinho de bolas por 10 minutos antes de serem usadas.

As emulsões foram preparadas com a adição de diferentes frações de querosene (10, 20, 30, 40, 50 e 60% vol., Vimak) às suspensões cerâmicas previamente preparadas, seguida de forte agitação em um agitador mecânico de bancada. A emulsificação foi obtida com a adição de pequena quantidade de surfactante (Triton X-114, octilfenol etoxilado, HLB 12,3 - Sigma).

A viscosidade aparente das suspensões e emulsões preparadas foram medidas em um viscosímetro Brookfield, modelo LV DV-II+, com rotação de variando entre 1 e 100 RPM.

Resultados

A Figura 1 mostra as curvas reológicas de suspensões aquosas de Al_2O_3 com diferentes frações de sólidos (30, 40 e 50% vol.). Observa-se que, a viscosidade da suspensão aumenta com o teor de sólidos, conforme esperado.

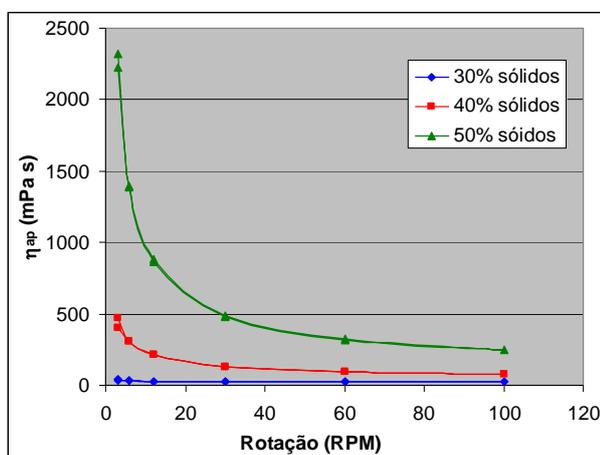


Figura 1 - Influência do teor de sólido sobre o comportamento reológico de suspensões de alumina.

A Figura 2 mostra as curvas reológicas das suspensões de alumina com diferentes teores de sólidos após a emulsificação de diferentes frações de querosene. Nota-se uma tendência de aumento da viscosidade à medida que aumentam as frações volumétricas de querosene e de alumina na emulsão.

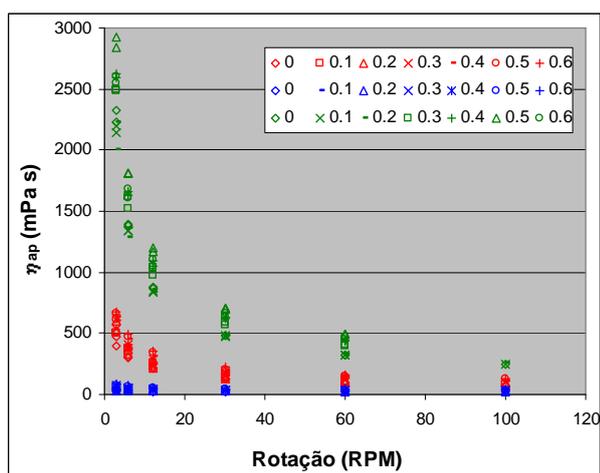


Figura 2 - Comportamento reológico de emulsões com diferentes frações volumétricas de querosene, preparadas com suspensões contendo 30% (azul), 40% (vermelho) e 50% (vermelho) em volume de sólidos.

A Figura 3 mostra a viscosidade aparente observada à rotação de 30 RPM, extraído da figura 2. Nota-se que a concentração de querosene afeta ligeiramente a viscosidade da emulsão, embora predomine o efeito da concentração de sólidos da suspensão que foi usada para prepará-la.

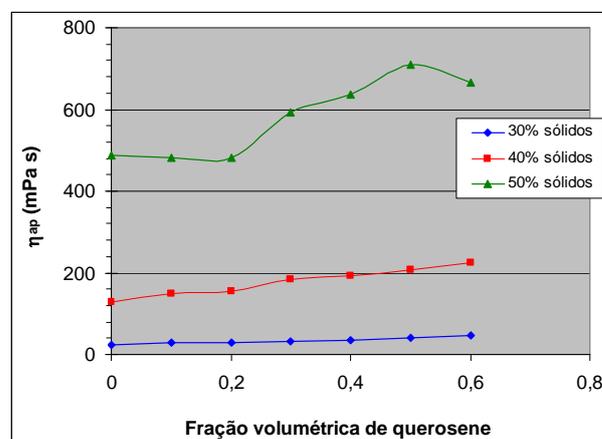


Figura 3 - Viscosidade aparente das emulsões em função da fração volumétrica de querosene, medidas a 30 RPM, conforme Figura 2.

A Figura 4 mostra as curvas reológicas das suspensões de alumina preparadas com a solução de monômeros, após a emulsificação de diferentes frações de querosene. Pode-se observar que, com a presença de monômeros na suspensão, a viscosidade da emulsão aumenta sensivelmente em relação às emulsões preparadas com a suspensão aquosa de alumina.

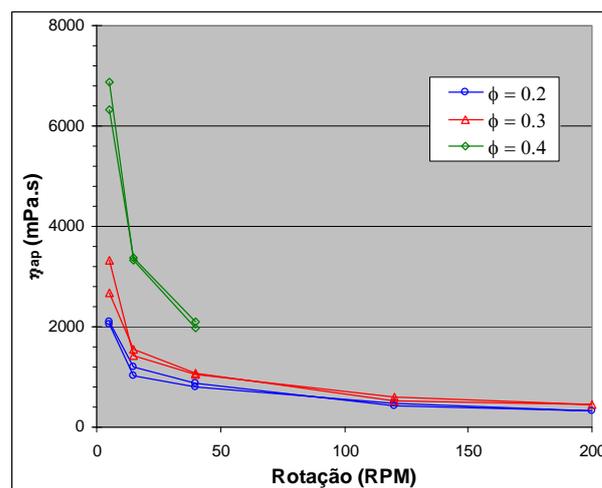


Figura 4 - Comportamento reológico de suspensões contendo monômeros dissolvidos na fase líquida e diferentes frações volumétricas (ϕ) de querosene.

Discussão

Com relação às curvas mostradas na Figura 1, nota-se que o fato de os valores de viscosidade serem praticamente idênticos durante o aumento e a redução da velocidade de rotação demonstra que o sistema foi totalmente disperso com a adição de poliácrlato de sódio (PILEGGI et al., 1998).

A adição de partículas sólida a um líquido promove o aumento de sua viscosidade devido às interações hidrodinâmicas entre elas durante o cisalhamento. Este comportamento depende de vários fatores, como a dispersão do sistema e a distribuição de tamanho de partículas e é descrito por diversos modelos matemáticos, como o de Krieger-Dougherty, conforme a equação 1 (LEWIS, 2000).

$$\eta_{rel} = \left(1 - \frac{\phi}{\phi_{max}} \right)^{-K_{\phi_{max}}} \quad (1)$$

onde: η_{rel} é a viscosidade relativa da suspensão (η da suspensão/ η do líquido), ϕ é a fração volumétrica de sólidos, ϕ_{max} é a máxima fração volumétrica de sólidos possível e K é uma constante que depende do formato das partículas. Nota-se que à medida que ϕ aproxima-se de ϕ_{max} a viscosidade aumenta rapidamente.

Analogamente, a emulsificação de uma fase apolar em um líquido polar também resulta em aumento de viscosidade. No entanto, como as gotículas dispersas na fase contínua podem se deformar sob cisalhamento, o que não ocorre com partículas sólidas, seu efeito sobre a viscosidade do sistema é mais discreto do que o observado para partículas sólidas (KRYNE; SEK, 2004).

Este comportamento é claramente observado nas figuras 2 e 3, onde observa-se que a influência do teor de sólidos na suspensão predomina sobre o efeito da adição de querosene, embora ambos resultem no aumento da viscosidade do sistema.

A presença de monômeros dissolvidos na fase aquosa reduz a polaridade da fase líquida e acredita-se que este comportamento pode estar relacionado à maior viscosidade observada nestes sistemas. De fato, a emulsificação da fase apolar só é possível com o uso de surfactantes, que são moléculas com uma extremidade polar e outra apolar. Ao se posicionarem na interface entre os dois líquidos, este aditivo reduz a tensão interfacial, estabilizando o sistema por algum tempo. Acredita-se que a dissolução de monômeros na água reduza a solubilidade da parte polar do surfactante neste líquido, reduzindo a estabilidade e aumentando a viscosidade do sistema.

Conclusão

Os estudos realizados mostram que o aumento do teor de sólidos na suspensão e da quantidade de fase apolar a ela adicionada causam o aumento da viscosidade do sistema. O efeito da concentração de sólidos predomina sobre o efeito da concentração da fase apolar, devido à deformabilidade das gotículas da fase líquida. A presença de monômeros dissolvidos na fase líquida contribui para aumenta ainda mais a viscosidade do sistema. Os resultados aqui obtidos irão subsidiar as futuras etapas do processo de fabricação de cerâmicas celulares através da emulsificação de uma fase apolar seguida de gelificação, especialmente na etapa de moldagem do material, a qual é fortemente influenciada pelo comportamento reológico do sistema.

Referências

COLOMBO, P.; SCHEFFLER, M. Cellular Ceramics: Structure, Manufacturing, Properties and Applications. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005.

KRYNKE, K.K.; SEK, J.P. Predicting viscosity of emulsions in the broad range of inner phase concentrations. **Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects** v. 245 p. 81–92, 2004.

LEWIS, J.A. Colloidal Processing of Ceramics. **J. Am. Ceram. Soc.**, v.83 n.10 p.2341–59, 2000.

PILLEGI, R. G.; STUDART, A.; OLIVEIRA, I. R.; PANDOLFELLI, V. C. Dispersão e Empacotamento de Partículas: Princípios e Aplicações em Processamento Cerâmico. São Paulo: Fazendo Arte Editorial, 2000, v. 1. 224 p.