



EFICIÊNCIA do poliacrilato de sódio em barbotina tixotrópica em relação ao silicato de sódio

Douglas Meneghel

Gilson Bez Fontana Menegali¹

Resumo: Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do silicato de sódio em relação ao poliacrilato de sódio em massa com características tixotrópicas. As massas cerâmicas são compostas basicamente por argilas (argilominerais), com partículas muito finas. No processo de moagem via úmida, as argilas apresentam uma interação superficial de atração pelas forças de Van der Waals. Para diminuir esta interação e conseqüentemente baixar a viscosidade da barbotina, são utilizados aditivos a base sódio. O silicato de sódio é capaz de promover a troca catiônica dos cátions bivalentes, porém não é eficiente em massas que apresentam tixotropia, conseqüentemente, apresentando um aumento na viscosidade da barbotina, em relação ao tempo de repouso. Uma outra classe de dispersantes, como o poliacrilato de sódio pode ser uma alternativa às limitações do uso do silicato de sódio em massas de características tixotrópicas. Neste trabalho Foi determinada a concentração ideal desses dois defloculantes tanto na massa como nas argilas, avaliando o menor tempo de escoamento (Copo Ford #4). Em seguida a massa e argilas foram submetidas ao um tempo de repouso acima de 4 horas, analisando o aumento de viscosidade (tixotropia) em viscosímetro brookfield. A barbotina da massa que utiliza silicato de sódio, com percentual de defloculante a 0,8%, aumenta em mais de 62% sua viscosidade em relação ao tempo de repouso quando comparado com ao poliacrilato de sódio utilizando mesmo percentual e mesma temperatura. Os defloculantes utilizados foram fornecidos gentilmente pela empresa Manchester Química do Brasil.

Palavras-chave: defloculação, tixotropia, silicato de sódio, poliacrilato de sódio.

1. Introdução

A produção de revestimentos cerâmicos é composta por misturas de argilas com diferentes características químicas, que combinadas e queimadas em altas

¹ professor orientador

temperaturas resultam em produtos com várias tipologias. Atualmente, existem dois processos na produção de massas cerâmicas, conhecidos como via úmida e via seca. No processo via úmida, a massa composta por argilas é moída em moinhos cilíndricos a fim de reduzir o tamanho das partículas e promover uma melhor homogeneização. Porém, para realizar esse processo é necessário a adição de água e defloculante, assim facilitando a moagem e, conseqüentemente, reduzindo os tamanhos das partículas.

Desta forma, é possível obter uma boa reologia da massa, onde viscosidade e densidade devem ser analisadas com grande rigor. Quanto maior a concentração de sólidos e quanto mais adequada a viscosidade para se obter um bom escoamento, menores serão os gastos energéticos no processo de atomização. Porém, devido à reologia de cada argila, nem sempre é possível se obter uma barbotina com viscosidade ideal utilizando defloculantes com baixo poder de reatividade; a falta de argilas com qualidade no mercado leva as cerâmicas a utilizarem argilas inadequadas. Estas argilas apresentam dificuldades em sua reologia como a tixotropia o que acaba dificultando o processamento cerâmico como a descarga de moinhos, o peneiramento e também promove o aumento de viscosidade no tanque de serviço. O silicato de sódio é um defloculante muito utilizado devido a seu baixo preço no mercado; porém, não apresenta reatividade suficiente para atuar sobre barbotinas tixotrópicas, pois permite a reaglomeração das partículas e, conseqüentemente aumentando a viscosidade. Também em muitos casos não é possível se obter uma alta concentração de sólidos em uma suspensão devido a sua baixa reatividade. Por sua vez o poliacrilato de sódio é ideal para barbotinas com grandes concentrações de sólidos; é muito utilizado para diminuir a tixotropia.

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência do poliacrilato de sódio em relação ao silicato de sódio em uma massa tixotrópica. Foi utilizada uma massa industrial, e o foco foi a obtenção de barbotina com elevado percentual de sólidos e viscosidade adequada ao processo de fabricação cerâmico, evitando aspectos indesejados como tixotropia elevada, característica típica dessa massa.

2. Revisão de Literatura

2.1 Argila

Conforme Santos (2009), as argilas são rochas sedimentares compostas de partículas muito finas de silicatos de alumínio, menores que 1/256 mm ou 4 µm, e são os óxidos que lhes dão tonalidades diversas. Dividem-se em dois tipos, sendo elas: argilas primárias, originadas da decomposição do solo por ações físico-químicas do ambiente natural, durante anos; e argilas secundárias, decorrentes da sedimentação de partículas transportadas pelas chuvas e ventos. As argilas podem ser classificadas em ilítica, caulínica e montmorilonítica.

As argilas montmoriloníticas são as mais difíceis para deflocação como é o caso da bentonita, que geralmente é utilizada em teores próximos a 2% em formulações de massa cerâmica, pois proporciona boa plasticidade e resistência mecânica nas peças cruas. Segundo Rossi (2011), bentonita é uma argila vulcânica; boa parte de sua composição é de sílica e alumina, apresenta característica plástica, e se origina das cinzas vulcânicas. Pode aumentar entre 10 e 15 vezes seu volume ao entrar em contato com a água. Devido a sua característica de absorver grande parte da água, formando uma pasta sem condições de trabalho, se for utilizada na formulação da massa, forma uma barbotina com alta viscosidade e com tixotropia.

2.2. Deflocação

Os defloculantes mais utilizados pela indústria cerâmica são aqueles à base de sódio. Modesto e Felisbino (2009) explicam que com a adição de sódio na suspensão ocorre a troca catiônica; o sódio fica adsorvido na superfície das partículas no lugar de cátions divalentes (Ca^{+2} ou Mg^{+2}), que anulam a carga das mesmas. Com a adsorção do sódio, estas cargas deixam de ser anuladas e as partículas ficam carregadas negativamente, provocando repulsão e a conseqüente deflocação. A parte aniônica do defloculante ainda pode seqüestrar os cátions divalentes e aumentar a ação defloculante. Fatores que afetam a deflocação são o percentual de sólidos, temperatura, tamanho de partículas, matéria orgânica, água utilizada no processo (alcalinidade, sulfatos e dureza), entre outros.

2.3. Tixotropia

Tixotropia é o fenômeno da diminuição da viscosidade aparente com o tempo de cisalhamento, a uma taxa de cisalhamento constante. É representado como um

sistema não-newtoniano com fenômenos dependentes do tempo (DINGER, 2002). Ortega e Pandolfelli (1997) mostram que tixotropia é um comportamento de suspensões floculadas. Dentro desta perspectiva, Rocha, Zanardo e Moreno (2008) definem mais um exemplo sobre tixotropia, ou seja, é uma transformação isotérmica e reversível de uma suspensão contendo argilas, onde a suspensão torna-se menos viscosa pela agitação e mais espessa pelo repouso.

Segundo Gomes, Amorim e Ferreira (2001), a tixotropia pode ser minimizada pelo uso de agitadores com diferentes velocidades, deixando a suspensão cerâmica com fluidez adequada. Para massas que apresentam características tixotrópicas são necessários aditivos enérgicos.

2.4. Pseudoplasticidade

Pseudoplasticidade é denominada como um fluxo não-newtoniano e apresenta fenômeno estacionário independente do tempo, ou seja, é a diminuição da viscosidade aparente com o aumento da tensão de cisalhamento. As causas mais comuns desse comportamento em suspensões coloidais são, o fracionamento de agregados de partículas e a orientação de partículas assimétricas provocadas pelo aumento da taxa de cisalhamento (DINGER, 2002).

2.5. Reologia

Reologia é a parte da física que investiga as propriedades e o comportamento mecânico de corpos que sofrem uma deformação (sólidos elásticos) ou um escoamento (fluido-líquido ou gás) devido à ação de uma tensão de cisalhamento (RODOLFO, NUNES e ORMANJI, 2006).

2.6. Viscosidade

Viscosidade é a resistência interna de um fluido ao escoamento, impondo resistência através do atrito das camadas internas (NETO, 2006).

2.7. Tempo de escoamento

É a velocidade com que um líquido flui por um orifício aberto no fundo do recipiente dependendo da altura do líquido, contada desde o orifício até a superfície livre, medidos em segundos (LIMA, 2009).

2.8. Características dos defloculantes utilizados

2.8.1. Poliacrilato de sódio

O poliacrilato de sódio é um polieletrólito aniônico obtido de uma polimerização de ácido acrílico. Apresenta alta solubilidade em água. É um produto viscoso encontrado também na forma sólida. Pode ser produzido com diferentes pesos moleculares. Porém, os recomendados para uso em cerâmica apresentam peso molecular de 3.000 g/mol (BARAJAS, 2010).

O poliacrilato de sódio tem característica de liberar a água que se encontra no interior das partículas, promovendo o fluxo do material, ou seja, as moléculas de poliacrilato têm grande tendência em serem adsorvidas sobre as partículas. Portanto, as cadeias geram uma dupla camada elétrica, proporcionando uma alta energia de repulsão (ORTEGA e PANDOLFELLI, 1997).

Para um bom desenvolvimento dos defloculantes à base de poliacrilato, Ortega e Pandolfelli (1997), mostram que o peso molecular desses polímeros tem forte influência sobre as propriedades de defloculação. Os melhores resultados foram encontrados com poliacrilatos de baixo peso molecular e mantendo o pH entre 7 a 9, influenciando significativamente as dispersões das partículas das argilas.

2.8.2. Silicato de sódio

O silicato de sódio é produzido por fusão de uma mistura de areia e soda, em proporções definidas. É um produto líquido viscoso denso, também conhecido como vidro líquido e água de vidro, encontrável em solução aquosa e na forma sólida, pode ser produzido com diferentes relações $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ (SOLVAY, 2011).

O silicato de sódio tem a função de neutralizar a reatividade entre as partículas da massa, em virtude das elevadas energias superficiais que apresentam nos pós cerâmicos quando em meio líquido. A força de Van der Waals atua no sentido da desestabilização das suspensões, pela formação de aglomerados. O silicato de sódio atua no sentido contrário às forças de Van der Waals (DIATOM, 2011).

3. Materiais e Métodos

Foram coletadas amostras das argilas *in natura* dos boxes e estas fazem parte da composição da massa TB2. No laboratório da Manchester Química do Brasil, as argilas foram preparadas na seguinte seqüência: devido à umidade que cada argila apresentou, as amostras foram secas em estufa (KIMAK) a 120°C durante um período de 4 horas; em seguida, as mesmas foram moídas em moinho martelo (Servitech, modelo CI 058) para destorroar, passado totalmente a amostra em malha 35 ABNT, procurando deixar assim todas as argilas sem aglomerados, facilitando a moagem em moinho excêntrico. Após destorroamento foram preparadas cargas de 200 g de acordo com a composição da fórmula TB2. As argilas foram pesadas em uma balança de precisão (Marte modelo AS5500C).

Tabela 1. Fórmula da massa TB2

Filito	Calcita	Argila MFH	Caulim	Argila SB	Argila PR
12%	12%	15%	15%	25%	21%

Fonte: Manchester Química do Brasil, 2011.

Também foi realizada a análise química da massa por espectrometria de fluorescência de raios-X como mostra a tabela 2.

Tabela 2. Análise química por fluorescência de raios-X

Componentes	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	PF
Massa TB2 (%)	64,35	13,54	0,57	1,11	0,82	5,72	0,13	2,47	11,29

Fonte: Manchester Química do Brasil, 2011

Na etapa de defloculação foram adicionados 120 g de água (industrial) e 1,6 g de defloculante em cada carga de 200 g de massa, ou seja, foram utilizados 0,8% de defloculante no início da moagem (percentual ótimo obtido através de uma curva de defloculação conforme Figura 2). Esta concentração se denomina concentração ideal de defloculante (CID), conforme Figura 1, representando o ponto de menor valor de tempo de escoamento.

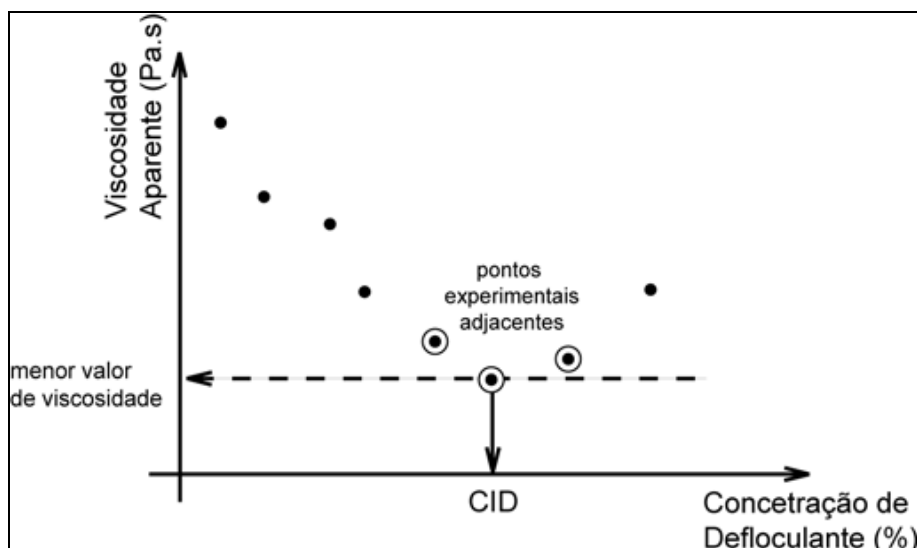


Figura 1. Representação da metodologia aplicada para determinação do ponto de concentração ideal de defloculante

Fonte: Gomes, Reis e Luiz, 2005.

Aplicando essa metodologia, é possível obter a concentração ideal para cada defloculante na massa TB2, evitando que se utilize uma concentração CID maior ou menor que o necessário para a defloculação. Em seguida, a massa foi moída em moinho de laboratório excêntrico com capacidade de 300 ml, com bolas de alumina como carga moedora. O tempo de moagem foi de 5 minutos, onde se obteve resíduo aproximado de 5% na malha 200 ABNT e temperatura da barbotina a 25°C. Para se obter o tempo de escoamento na curva de determinação da concentração ideal de defloculante foi utilizado Copo Ford com abertura de 4 mm para determinar o tempo de escoamento.

Após esse processo, foi medida a variação da viscosidade aparente (viscosímetro Brookfield, modelo RVT). A viscosidade da barbotina foi medida a cada 2 horas, sendo que as amostras permaneciam em repouso absoluto durante esse período. As amostras foram mantidas em uma sala com temperatura controlada a 25°C, e cada medição durava 15 segundos para que a agitação da haste do equipamento não influenciasse na tixotropia da barbotina (taxa de cisalhamento).

Foram realizados os mesmos procedimentos para as argilas individualmente, e verificou-se o tempo de escoamento com Copo Ford abertura de 4 mm, para se obter a curva de concentração ideal de defloculante. A viscosidade em relação ao tempo de repouso foi medida em um viscosímetro Brookfield (modelo RVT), ou seja, utilizando os mesmos equipamentos nos ensaios para obter a viscosidade da massa. Com esses procedimentos foi possível verificar quais das argilas interferiram

na viscosidade, deixando a barbotina da massa instável em relação à barbotina que utiliza poliacrilato de sódio como defloculante. Todas as argilas foram preparadas com densidade de $1,68 \text{ g/cm}^3$ e com resíduo de 5% na malha 200 ABNT.

Os defloculantes utilizados foram fornecidos gentilmente pela empresa Manchester Química do Brasil (Criciúma, SC), identificados como Reoman 599 (poliacrilato de sódio) e silicato de sódio C-224 (silicato de sódio). Especificações do Reoman 599 (poliacrilato de sódio): peso molecular de 3.000 g/mol , pH 7, teor de sólidos de 44% e densidade de $1,30 \text{ g/cm}^3$. Especificações do silicato de sódio C-224 (silicato de sódio): relação $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ de 2.14, densidade de $1,58 \text{ g/cm}^3$ e teor de sólidos de 47%.

4. Resultados e Discussões

4.1 Curvas de deflocação

Foi obtida a curva de deflocação para se determinar a concentração ideal de defloculante, obtendo-se assim um valor mínimo para a viscosidade aparente. Assim, a Figura 2 mostra a determinação dos valores de CID para a massa TB2, onde se verificou que o melhor percentual de defloculante foi obtido a 0,8%, seja para o silicato de sódio como para o poliacrilato de sódio. Com a curva de deflocação verifica-se que o silicato de sódio apresenta características de inverter a curva rapidamente quando adicionada uma pequena concentração a mais em relação ao CID, ou seja, a Figura 2 mostra que a concentração ideal para a massa TB2 é de 0,8%.

Deste modo pode-se observar que após a adição de 0,9% de silicato de sódio a barbotina rapidamente aumenta a viscosidade segundo sua curva de deflocação, mostrando que o silicato de sódio satura rapidamente a barbotina. Este fenômeno não ocorre quando se utiliza o defloculante poliacrilato de sódio, sendo possível utilizar concentrações maiores sem que a viscosidade aumente, pois a mesma mantém-se constante após serem adicionados 0,9% e 1% de defloculante.

Depois de obtido o percentual ideal de defloculante, foi realizada a deflocação da massa, conforme a Tabela 3, que mostra as viscosidades obtidas logo após a descarga do moinho na temperatura de 25°C . Nota-se que quando utilizado o poliacrilato de sódio, a barbotina apresentou melhores resultados de viscosidade,

com redução de 11% em relação à barbotina que utilizou como defloculante o silicato de sódio.

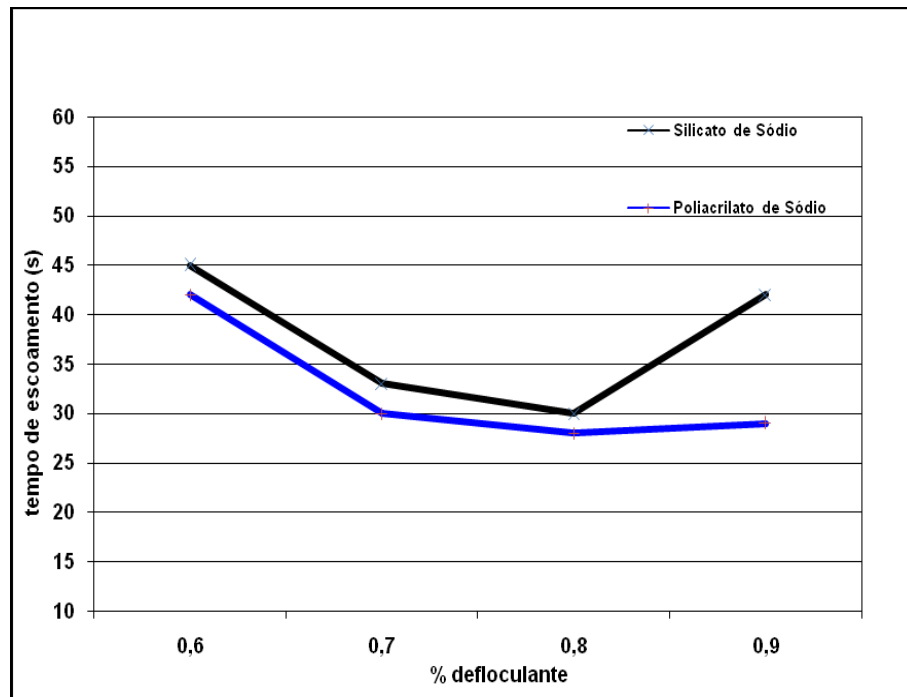


Figura 2. Curva de deflocação com diferentes concentrações de defloculante
 Fonte: Autor, 2011.

Observa-se que a densidade e o resíduo, fatores que podem influenciar na viscosidade, apresentaram praticamente os mesmos valores, ou seja, a diferença de viscosidade nessa primeira etapa não foi afetada pelo resíduo ou pela densidade da barbotina.

Tabela 3. Viscosidade da barbotina retirada do moinho a 25°C

Defloculante	Viscosidade (cP)	Densidade (g/cm ³)	Resíduo (%)
Silicato de sódio	352	1,685	5,2
Poliacrilato de sódio	312	1,683	5,3

Fonte: Autor, 2011.

4.2 Tixotropia

A Figura 3 mostra o aumento de viscosidade para ambos os defloculantes com o decorrer do tempo; porém, a amostra que utilizou o defloculante poliacrilato de sódio

presentou melhor estabilidade, aumentando pouco a viscosidade em relação ao tempo.

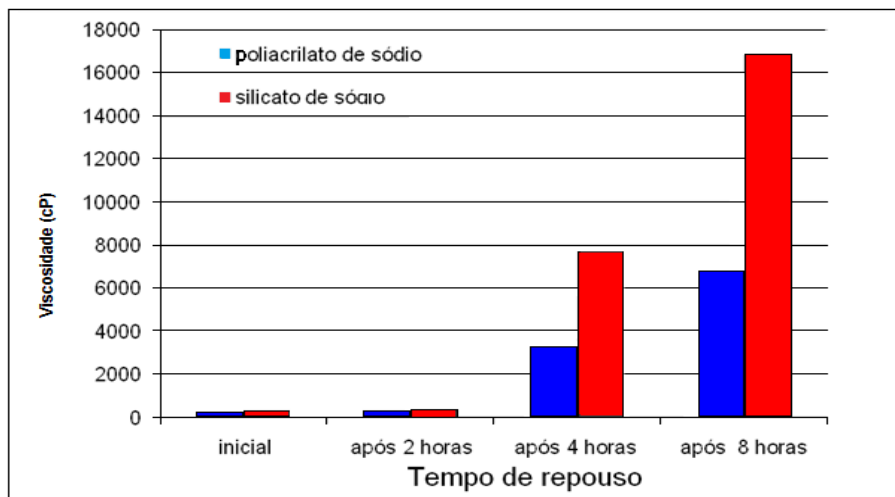


Figura 03. Viscosidade em função do tempo de repouso a temperatura constante
Fonte: Autor, 2011.

Nota-se que o silicato de sódio não é capaz de manter a viscosidade ao mesmo nível do poliacrilato de sódio. Isso ocorre porque o silicato não tem a mesma característica do poliacrilato de sódio, que atua como um poderoso protetor coloidal nos sistemas em que se requer maior estabilidade na viscosidade, impedindo a re-aglomeração das partículas e inibindo a ação flocculante.

A ação do silicato de sódio resulta satisfatória apenas na descarga do moinho (viscosidade inicial), onde pode-se observar um valor de viscosidade um pouco inferior ao poliacrilato de sódio. Porém, se não houver agitação com o passar do tempo, as partículas da massa começam a se aglomerar, aumentando conseqüentemente a viscosidade, como mostra a Figura 3. Assim, verifica-se que o grande aumento de viscosidade ocorreu quando a barbotina estava com 4 horas de repouso, aumentando em mais de 53%, e após 8 horas tendo um aumento de 62%.

4.3. Defloculação das argilas

A partir dos resultados obtidos com o aumento da viscosidade da massa em repouso (tixotropia), foram realizadas as defloculações individuais das argilas que compõem a massa TB2, a fim de verificar quais das argilas interferem mais na viscosidade da massa. A Figura 4 mostra que todas as argilas deflocularam utilizando silicato de

sódio como defloculante, porém algumas apresentaram maior dificuldade em reduzir o tempo de escoamento.

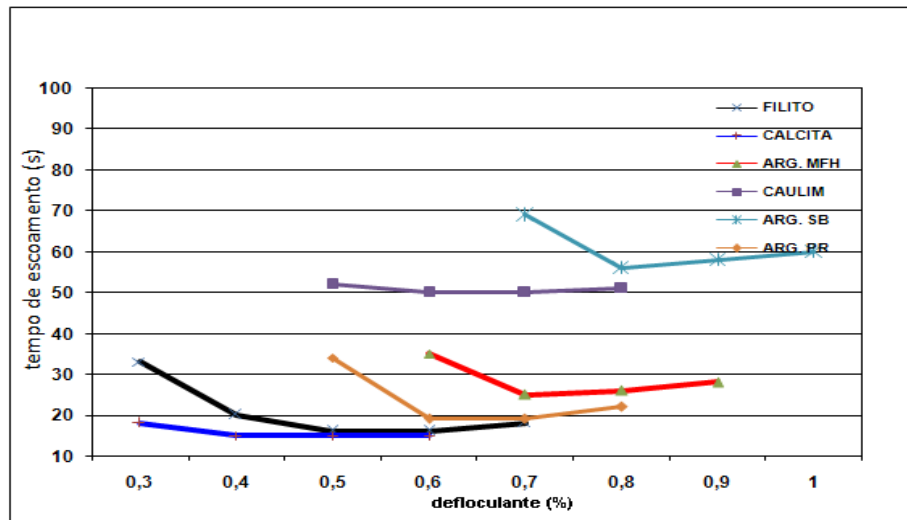


Figura 4. Curva de defloculação com variação de porcentual de silicato de sódio para se obter a concentração ideal de defloculante (CID)

Fonte: Autor, 2011.

A Figura 5 mostra a defloculação das argilas quando utilizado poliacrilato de sódio como defloculante; nota-se que os tempos de escoamento obtidos, em segundos, apresentaram resultados melhores que na Figura 4, referentes ao defloculante silicato de sódio.

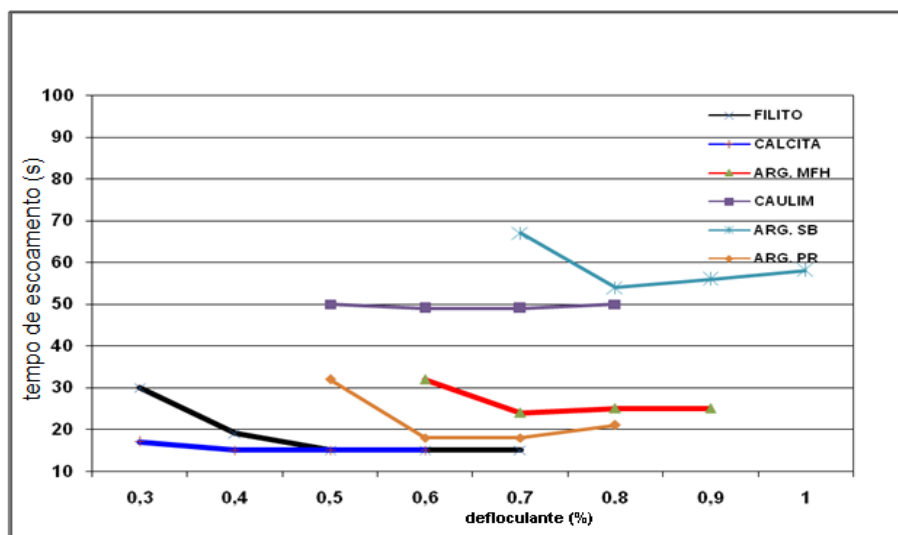


Figura 5. Curva de defloculação com variação de porcentual de poliacrilato de sódio para obter a concentração de defloculante (CID)

Fonte: Autor, 2011.

Deve ser observado nas Figuras 4 e 5 que todas as argilas utilizaram a mesma concentração de defloculante. Porém, em algumas argilas foi obtido tempo de escoamento menor quando utilizado poliacrilato de sódio.

Na seqüência foram moídas novamente as argilas utilizando-se a concentração ideal de defloculante necessária para cada argila, conforme os resultados obtidos nas curvas das Figuras 4 e 5. Pode-se observar na Tabela 4, onde foi utilizado o defloculante silicato de sódio, que duas argilas apresentaram instabilidade elevada em relação às outras argilas, assim mostrando que ambas têm tixotropia elevada: a argila MFH e a argila SB apresentam aumento na viscosidade em relação ao tempo de repouso. As demais matérias-primas aumentaram a viscosidade com o decorrer do tempo, porém um aumento insignificante em relação à argila MFH e à argila SB.

Tabela 4. Viscosidade em relação ao tempo de repouso (silicato de sódio)

Argilas	% defloc. (CID)	Visc.inicial (cP)	Visc.2h repouso (cP)	Visc.4h repouso (cP)	Visc.6h repouso (cP)
Filito	0,5	240	680	890	1.340
Calcita	0,4	228	520	850	990
Arg. MFH	0,7	652	9.900	12.400	17.700
Caulim	0,6	1.200	3.360	4.400	4.480
Arg. SB	0,8	1.240	10.800	13.600	17.000
Arg. PR	0,6	256	264	268	272

Fonte: Autor, 2011.

A Tabela 5, onde foi utilizado poliacrilato de sódio, mostra que as argilas MFH e SB apresentaram estabilidade na viscosidade após o repouso da barbotina, aumentando pouco a viscosidade.

Tabela 5. Viscosidade em relação ao tempo de repouso (poliacrilato de sódio)

Argilas	% defloc. (CID)	Visc.inicial (cP)	Visc.2h repouso (cP)	Visc.4h repouso (cP)	Visc.6h repouso (cP)
Filito	0,5	236	672	860	1.280
Calcita	0,4	228	520	810	910
Arg. MFH	0,7	644	4.320	5.000	5.300
Caulim	0,6	990	3.200	3.960	4.440
Arg. SB	0,8	1.200	3.520	5.440	8.560
Arg. PR	0,6	252	256	264	268

Fonte: Autor, 2011.

A ação do poliacrilato de sódio nas argilas MFH e SB é mais eficiente em relação ao silicato de sódio, assim mostrando que o aumento de viscosidade em função do tempo na massa TB2 é devido à tixotropia que essas argilas apresentam. Quando adicionado poliacrilato de sódio, a tixotropia é minimizada, resultando em estabilidade na viscosidade. A eficiência do poliacrilato de sódio é diminuída quando de sua adição no início da moagem. O ideal seria sua adição nos minutos finais, evitando o rompimento acentuado das cadeias poliméricas.

5. Considerações Finais

Os resultados obtidos entre a utilização do silicato de sódio e o poliacrilato de sódio como defloculantes para a massa TB2, que apresenta característica tixotrópica, mostraram que o poliacrilato de sódio apresentou melhores resultados em relação à redução da viscosidade com a barbotina em repouso. Mesmo o poliacrilato de sódio tendo sido adicionado no início da moagem, resultando no rompimento das cadeias poliméricas, os resultados foram superiores ao silicato de sódio.

Outro aspecto observado foi a saturação da barbotina quando adicionadas pequenas quantidades de silicato de sódio em relação ao CID, apresentando aumento de viscosidade. Para o poliacrilato de sódio esta saturação ocorre em um intervalo muito maior após a adição de percentuais maiores que os encontrados pelo CID, o que oferece maior estabilidade às barbotinas no uso dessa classe de defloculantes. Assim, conclui-se que a aplicação do poliacrilato de sódio nesta massa irá melhorar muito a tixotropia, melhorando todos os processos seguintes da preparação de massa. Será necessário avaliar outros tipos de massa, como por exemplo, massa de porcelanato e monoqueima, pois essas massas apresentam em sua barbotina partículas menores que em barbotinas de monoporosa (resíduo abaxo de 4%), avaliando-se assim se os resultados positivos encontrados na massa de monoporosa irão se repetir.

Referências Bibliográficas

BARAJAS, J.H. Síntese à nível de laboratório de poliacrilato de sódio de baixo peso molecular para a indústria cerâmica: comparação de diferentes alternativas de sínteses. **Iberoamericana de Polímeros**, v.11, n.6, p.392-406, 2010.

DENGER, D.R. **Rheology for ceramists**. Clemsom: Dinger Ceranic Consulting Services, 2002. 213p.

DIATOM. **Cerâmica: produto silicato de sódio**. Disponível em: <<http://www.diatom.com.br/pt-BR/aplicacoes/ceramica>>. Acesso em: 28 junho 2011.

GOMES, C.M., AMORIM, L.V., FERREIRA, H.C., Influência da velocidade de agitação na reologia de dispersões de argilas bentoníticas. **Jornadas SAM**, p.827-834, 2001.

GOMES, C.M., REIS, J.P., LUIZ, J.P. Defloculação de massas cerâmicas triaxiais obtidas a partir do delineamento de misturas. São Paulo: **Cerâmica**, n.51, p.336-342, 2005.

LIMA, M.M. **Viscosidade de líquidos**. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, 2009. 10p.

MODESTO, C., FELISBINO, B.V., **Estudo comparativo de diferentes defloculantes**. Instituto Maximiliano Gaidzinski, 2009.

NETO, J.M. **Reologia**. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí. 2006. Disponível em: <<http://www.fapepi.pi.gov.br/ciencia/>>. Acesso em 14 de abril de 2011.

ORTEGA, F.S., PANDOLFELLI, J.A. Defloculação e propriedades reológicas de suspensões de alumina estabilizadas com dispersante poliacrílicos. **Cerâmica Industrial**, v.2, n.5, p.34-37, 1997.

RODOLFO, A.J., NUNES, L.R., ORMANJI, W. **Tecnologia do PVC**. 2ª edição, Braskem. 447p, 2006.

ROCHA, R.R., ZANARDO, A., MORENO, M.M.T. Estudo do comportamento reológico de barbotinas preparadas com argilas da formação Corumbataí utilizadas no pólo cerâmico de Santa Gertrudes (SP). São Paulo: **Cerâmica**, n.54, p.332-337. 2008.

ROSSI, M.A.P. **As argilas**. Cerâmica Alice. Disponível em: http://portorossi.arts.br/as_argilas.htm>. Acesso em 10 de junho de 2011.

SANTOS, A.S. **As argilas como matérias-primas cerâmicas**. Salvador: (DCTM) 2009. Universidade Federal da Bahia, 2009. 10p.

SOLVAY. **Silicato de sodio.** Produtos sódicos. Disponível em:
<<http://www.solvay.com/>>. Acesso em 28 junho 2011.