



Influência do Caulim nas Características Reológicas de Esmaltes Cerâmicos

Gonçalves, P.S.¹; Maraldi, P.P.¹; Oliveira, N.L.¹; Mello Castanho, S.R.H.^{2*}

¹Escola SENAI Mário Amato, S. Bernardo do Campo, SP.

²IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Av. Lineu Prestes, 224, Cep 054508-000, São Paulo, SP - *srmello@net.ipen.br

RESUMO

A utilização de caulins nos esmaltes cerâmicos tem como finalidade principal promover a estabilidade das suspensões de revestimento. Neste trabalho, estuda-se a influência de distintos caulins no comportamento reológico de um esmalte transparente utilizado em revestimento de monoporosa. Os caulins foram caracterizados determinando-se a curva de distribuição de tamanho de partículas, fases cristalinas presentes por DRX, grau de cristalinidade (IR), morfologia por MEV, pureza química. Os comportamentos reológicos dos distintos caulins foram analisados utilizando-se curvas de defloculação e de fluxo em função da velocidade de cisalhamento. Os resultados preliminares deste estudo mostram que diferentes tipos de caulins, mesmo em pequenas concentrações irão influenciar marcantemente o comportamento reológico do esmalte cerâmico estudado.

Palavras chave: caulins, esmaltes, reologia, revestimento cerâmico.

INTRODUÇÃO

Produtos de boa qualidade e acabamento têm sido o grande desafio por parte das indústrias do setor cerâmico, tanto nacional como internacional. Neste particular, observa-se o crescente esforço em pesquisar e desenvolver esmaltes que atendam as solicitações de mercado cada vez mais competitivas. Desta forma as atenções também se voltam para os fornecedores de matérias-primas e



para os coloríficos, os quais são solicitados no fornecimento insumos de boa qualidade e reprodutibilidade pelas indústrias de revestimentos.

Entre as matérias-primas utilizadas na produção de esmaltes, o caulim tem destacada importância por influir, tanto no comportamento do esmalte durante seu processamento e aplicação, como também no produto após a queima. São largamente utilizados em vários ramos da indústria, como na de refratários, de papel, farmacêutica, de louças de mesa, de sanitários e revestimentos.

A indústria de revestimentos cerâmicos é atualmente, um dos setores mais importantes e promissores da indústria cerâmica brasileira, representado por uma produção anual de cerca de 500 milhões de m² e um faturamento de R\$ 2 bilhões/ano.^[1]

Os revestimentos cerâmicos são em geral, constituídos por uma base, (massa) composta de diversas matérias-primas, como argilas, talco, carbonatos e etc.

O engobe que é aplicado sobre esta base, é também uma combinação de matérias-primas cruas e/ou sintéticas, previamente moídas e preparadas com água, cujas principais funções são o nivelamento da superfície para posterior decoração; tornar a superfície opaca para posterior decoração; auxiliar no acerto das diferenças dilatométricas entre massa e esmalte e, contribuir para evitar o aparecimento de mancha'água no revestimento. Sobre o engobe em geral, se aplica o esmalte que é composto em sua maior parte de matéria-prima cerâmica sintética (frita) e caulim. Assim, como o engobe, o esmalte é moído em meio aquoso para posterior aplicação sobre a base.

A aplicação do esmalte é realizada a partir de uma suspensão aquosa. A estabilidade e comportamento reológico desta suspensão assim como o processo pelo qual ela é aplicada sobre a base, irá influenciar a qualidade da superfície do produto final. Atualmente, os processos mais utilizados industrialmente são^[2, 3]:

Pulverização (aplicação a disco): este processo se baseia na formação de pequenas gotas, a partir de uma suspensão, que se depositam sobre a placa cerâmica, formando uma camada contínua de esmalte. O esmalte é bombeado até um sistema de disco que possui orifícios em sua extremidade, e por onde são formadas as gotas. O tamanho das gotas é função da velocidade de giro de disco e a distância entre as placas que formam o sistema. A gota de esmalte ao atingir a peça deve permanecer com a sua forma, formando uma ao lado da outra, a camada de esmalte, ou seja, a viscosidade deve ser baixa quando submetida a altas tensões de cisalhamento e deve ser maior em valores de tensões de



cisalhamento baixas. Este comportamento reológico é classificado como pseudoplástico.

Aplicação com véu (campana): neste tipo de aplicação o esmalte cai sobre uma base metálica, formando um fluxo homogêneo, como uma cortina pela qual atravessa a peça a ser esmaltada. Este tipo de aplicação gera uma textura mais lisa, compacta e com menor rugosidade. A suspensão (esmalte) é bombeada de um reservatório até um tubo vertical, localizado sobre a campana, onde permanece em repouso, fluindo por gravidade através de um registro que regula a camada a ser aplicada sobre a peça. Todo o processo é realizado somente pela aplicação da força da gravidade. É evidente que as características de aplicação são totalmente distintas do sistema a disco, o que conseqüentemente requer uma suspensão com características reológicas distintas. Em primeiro lugar não existem orifícios por onde deve passar o esmalte, este permanece somente sob a ação da força da gravidade, o que representa baixas tensões de cisalhamento. Ao mesmo tempo ele não poderá apresentar diferenças muito grandes de viscosidade, independente da taxa de cisalhamento, portanto, o esmalte deverá apresentar características mais próximas às de um fluxo de comportamento newtoniano.

Entretanto, o comportamento reológico inadequado gera defeitos na peça independente do equipamento de aplicação utilizado^[4]. Por isso é importante conhecer e estudar as variáveis que possam afetar este comportamento.

Neste particular, o caulim, representa uma das variáveis importantes que irá afetar o comportamento reológico da suspensão, influenciando diretamente no processo de deflocação, no tempo de secagem e na velocidade de deposição.

Tendo como meta a adequação de caulins nacionais para aplicação em esmaltes cerâmicos, neste trabalho se estuda o comportamento reológico de suspensões de fritas utilizando-se de caulins nacionais e comparando-os com o caulim importado, normalmente utilizado para esta aplicação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se neste estudo, um caulim importado, aqui denominado de Caulim A, muito utilizado pela indústria brasileira e mundial. Também foram estudados dois caulins brasileiros de distintas lavras que serão chamados de Caulim B e Caulim C, também muito utilizados pela indústria de revestimentos.



A amostragem para este estudo foi realizada tomando-se o cuidado de retirar amostras representativas e com uma quantidade suficiente para a realização do trabalho, assegurando-se desta forma, a confiabilidade dos resultados.

Utilizando-se da mesma metodologia, foi utilizada uma frita de monoporosa transparente normalmente utilizada em esmaltes cerâmicos. Utilizou-se como o carboximetilcelulose (CMC), de alto peso molecular, normalmente empregado na composição de esmaltes para campana. Este tipo de composto é utilizado com a função de promover a aderência do esmalte na peça, aumentar a viscosidade da suspensão e controlar o tempo de secagem do esmalte na linha. O defloculante escolhido foi o tripolifosfato de sódio (TPF), por ser um dos mais conhecido e utilizado em diversas empresas da área de revestimentos.

A caracterização do caulim e do esmalte foi realizada, com o objetivo de se comparar as similaridades, as diferenças e, a influência destes aspectos no comportamento reológico do esmalte cerâmico utilizado neste estudo. O caulim foi caracterizado determinado-se: distribuição de tamanho de partículas (análise por laser/CILAS); Análise química (processo via úmida); Morfologia (microscopia eletrônica de varredura, MEV); Área de superfície específica (B.E.T); Análise Estrutural (Difração de raios-X e espectroscopia de infravermelho - FT-IR Nicolet – IR 550); Capacidade de troca de cátions (método CTC).

A caracterização reológica foi realizada a partir de suspensões de esmalte, preparadas da seguinte forma: A frita foi submetida à moagem, em meio aquoso (~ 50% em volume), até que de uma massa de 1 Kg, fosse retido apenas 3%, em massa, de resíduo em peneira 325 mesh ($> 45 \mu\text{m}$). Após a moagem, a frita foi seca em estufa, à 80 °C até peso constante e, esfriada em dessecador. As proporções em sólidos utilizadas na preparação dos esmaltes são apresentadas na tabela 1. Para a formulação dos esmaltes, acrescentou-se 39 % em massa de água. Dissolveu-se o CMC em água, sob agitação constante (agitador mecânico), até completa homogeneização. A esta solução adicionou-se o caulim e em seguida a frita.

Tabela 1 Composição dos esmaltes utilizados no estudo do comportamento de defloculação (concentração em porcentagem em massa).

CAULIM	ESMALTE 1	ESMALTE 2	ESMALTE 3
FRITA	91,8 %	91,8 %	91,8 %
CMC	0,2 %	0,2 %	0,2 %
A	8,0 %	--	--



B	--	8,0 %	--
C	--	--	8,0 %

A cada adição de TPF realizou-se a homogeneização das suspensões por 5 minutos medindo-se em seguida a viscosidade, em um aparelho Gallemkamp.

O método do ensaio é por fio de torção, onde a energia potencial gerada pela torção do fio é utilizada para avaliar a resistência que o líquido oferece à rotação do cilindro.

O comportamento reológico foi estudado analisando a variação da viscosidade e as características de fluxo em função da taxa de cisalhamento da suspensão quando submetida aos ensaios de solicitação de tensão de cisalhamento σ (Pa) versus a taxa de cisalhamento γ (1/s).

Estudou-se os seguintes parâmetros: velocidade de cisalhamento; concentração de dispersante utilizado; comportamento reológico; tensão de início de escoamento. A partir da curva de defloculação determinou-se a mínima concentração de TPF necessária para se obter a menor viscosidade para todas as composições. Fixou-se esta concentração para os estudos reológicos posteriores. Também se utilizou para efeitos de comparação a concentração de TPF em 0,05% mássica, que é uma concentração usual em indústrias de revestimentos, e as caracterizamos reologicamente. Nesta etapa, os esmaltes foram preparados da seguinte forma: - O estudo da curva de moagem relacionando as condições estabelecidas na primeira parte do procedimento (3% em massa > 45 μm), em função do tempo de moagem, foi realizado em um moinho tipo "periquito", em meio aquoso por um período de 1:30 h.. Nestas condições foram preparados esmaltes cujas composições, denominadas de C1 a C6, apresentadas na tabela 2, onde as concentrações de TPF e CMC são calculadas sobre a massa seca total, conforme procedimento industrial usual. A continuação dos estudos reológicos dos esmaltes foi realizada utilizando-se um reomêtro do tipo rotacional, de cilindros concêntricos (S1), sistema Searle (DIN 53019), marca Rheotest, modelo RN 3.1.

Os esmaltes foram caracterizados determinando-se suas respectivas curvas de fluxo de tensão de cisalhamento σ (Pa) em função da taxa de cisalhamento γ (1/s), e, a variação da viscosidade η (mPa.s) em função da taxa de cisalhamento γ (1/s).



Tabela 2 Composição dos esmaltes para a caracterização reológica onde as concentrações são apresentadas em porcentagem mássica (%), calculadas a partir da massa seca total.

COMPONENTE	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRITA	92	92	92	92	92	92
TPF	0.08	0.12	0.10	0.05	0.05	0.05
CMC	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
CAULIM A	8	--	--	8	--	--
CAULIM B	--	8	--	--	8	--
CAULIM C	--	--	8	--	--	8

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de caulins utilizadas foram apenas moídas e lavadas. Entretanto observa-se em todas elas um bom nível de pureza. Entretanto comparando-se os caulins nacionais (B e C) com o importado (A). Embora as variações de concentrações sejam pequenas, os resultados apresentados pelo caulim A expressam uma maior concentração de íons de impurezas.

O caulim é constituído principalmente por caulinita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e, em alguns casos, também por haloisita. Considerando-se, neste estudo, apenas a presença da caulinita (como veremos mais à frente), e, os percentuais em peso teóricos determinados para o caulim com esta característica ($\text{Al}_2\text{O}_3=39,53\%$; $\text{SiO}_2= 46,52\%$ e $\text{PF}= 13,95\%$), e, comparando-se estes dados com os resultados das análises químicas realizadas nas amostras estudadas (Tabela 3), observa-se algumas características interessantes nos resultados encontrados.

O Caulim A possui maior perda ao fogo e menores os valores de sílica e de alumina, quando comparado com os caulins nacionais (B e C). Entretanto apresenta uma concentração de ferro um pouco superior aos demais caulins, indicando, a possibilidade da presença de outros minerais além da caulinita como, por exemplo, traços de goetita que é um mineral rico em ferro. O Caulim B possui menor concentração de alumina, e maior concentração de sílica quando comparada com a composição teórica calculada. Possivelmente, o Caulim B, apresenta uma menor quantidade de caulinita e a presença de sílica livre. O Caulim C mostrou os dados praticamente dentro dos resultados teóricos, com a exceção da sílica, mas em percentual de desvio muito pequeno. Um aspecto



interessante é o alto percentual de potássio presente nas três amostras, o que torna os caulins mais fundentes e indica a possibilidade de minerais secundários como, por exemplo, a ilita.

Tabela 3 Análise Química dos caulins utilizando-se o método de via úmida (concentração expressa em porcentagem em massa).

ELEMENTOS	CAULIM A	CAULIM B	CAULIM C
Perda ao fogo	14,93	12,28	13,11
SiO ₂	44,12	48,30	45,33
Al ₂ O ₃	37,95	37,32	39,38
Fe ₂ O ₃	0,90	0,34	0,37
CaO	0,15	0,32	0,12
MgO	0,19	0,09	0,08
Na ₂ O	0,18	0,26	0,52
K ₂ O	1,33	1,09	0,95

Os espectros obtidos por espectroscopia de Infravermelho revelam, em todas as amostras, a presença apenas da caulinita e exclui a possibilidade da presença de haloisita ou outros argilominerais como montmorilonita e ilita considerando-se os limites de detecção da técnica (acima de 5% em peso, dependendo do elemento).

Os espectros obtidos por DRX realizados para os caulins também confirmam apenas a presença de caulinita e não detectou outros minerais como o quartzo, por exemplo.

As micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura, realizada a partir dos caulins A, B, e C, são apresentadas nas Figuras 2(a), 2(b) e, 2(c), respectivamente.

As fotos revelam a morfologia típica das “placas” de caulinita em todas as amostras. Observou-se também, analisando-se vários campos, e várias amostras, a presença de “booklets” (agregados revelando o empilhamento destas placas). As análises realizadas por MEV não revelaram diferenças acentuadas entre as amostras, dentro dos limites de resolução utilizados.

A tabela 4 apresenta os dados obtidos na determinação das curvas de distribuição granulométrica realizadas para os três caulins em estudo.

A distribuição granulométrica do Caulim A está entre 19.58 e 1.4 µm e, é mais estreita, quando comparada com os caulins B e C que apresentam um intervalo de tamanho de distribuição granulométrica mais amplo (0.86 e 28.50).

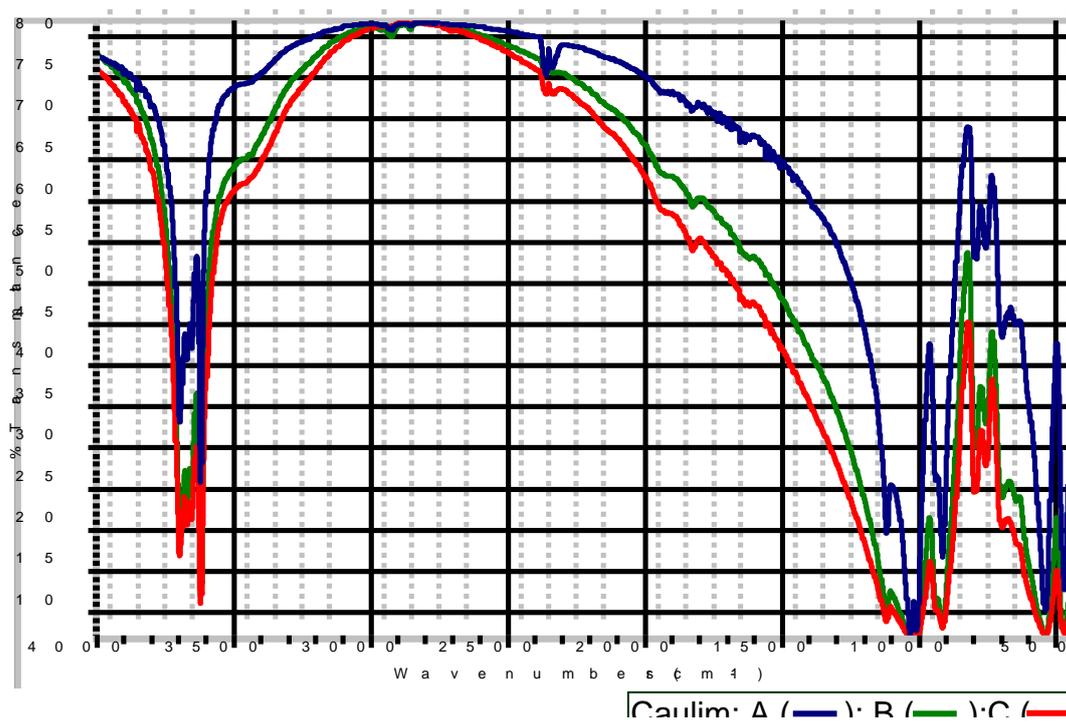
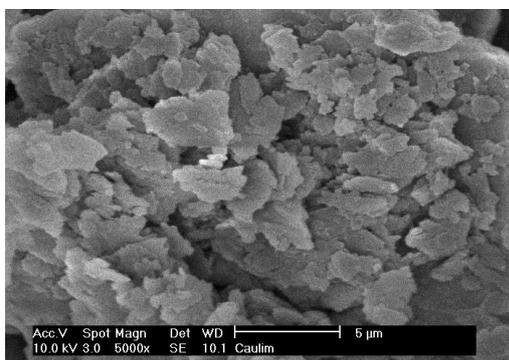
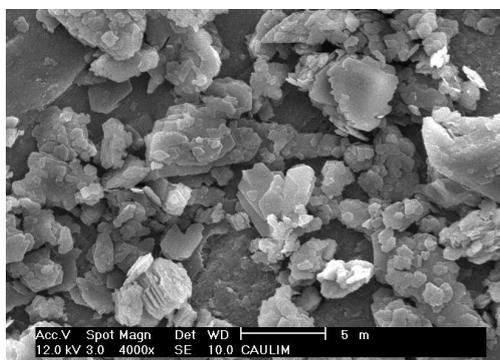


Figura 1 Espectros obtidos por espectrometria do infravermelho a partir das amostras dos caulins A, B, C (como recebidas).



(a)



(b)



(c)

Figura 2 Micrografias obtidas por MEV, a partir de amostras dos caulins A (a); B (b) e C (c).



Tabela 4 Valores de distribuição de tamanho de partículas medidos a partir de amostras dos caulins A, B e C.

CAULIM	D ₁₀ %	D ₅₀ %	D ₉₀ %
A	1.4 μm	7.71 μm	19.58 μm
B	0.88 μm	5.94 μm	24.20 μm
C	0.86 μm	4.85 μm	28.50 μm

Este resultado é importante, pois, uma curva granulométrica mais ampla, significa a possibilidade de um maior empacotamento destas partículas, que dependendo da intensidade pode conduzir à redução da quantidade de moléculas de água “presas” à partícula quando em suspensão aquosa e, como consequência, reduzir a estabilidade desta em suspensão.

Os resultados das medidas das áreas de superfície específica (BET) e dos ensaios de avaliação da capacidade de troca catiônica (CTC), são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Valores de área de superfície específica (BET) e da capacidade de troca de cátions (CTC) obtidos a partir dos caulins A, B e C.

CAULIM	BET (m ² /g)	CTC (meq/100g de material)
A	60.41	3.08
B	33.05	2.20
C	23.08	2.20

As fotos revelam a morfologia típica das “placas” de caulinita em todas as amostras. Observou-se também, analisando-se vários campos, e várias amostras, a presença de “booklets” (agregados revelando o empilhamento destas placas). As análises realizadas por MEV não revelaram diferenças acentuadas entre as amostras, dentro dos limites de resolução utilizados.

A tabela 4 apresenta os dados obtidos na determinação das curvas de distribuição granulométrica realizadas para os três caulins em estudo.



Tabela 4 Valores de distribuição de tamanho de partículas medidos a partir de amostras dos caulins A, B e C.

CAULIM	D ₁₀ %	D ₅₀ %	D ₉₀ %
A	1.4 μm	7.71 μm	19.58 μm
B	0.88 μm	5.94 μm	24.20 μm
C	0.86 μm	4.85 μm	28.50 μm

A distribuição granulométrica do Caulim A está entre 19.58 e 1.4 μm e, é mais estreita, quando comparada com os caulins B e C que apresentam um intervalo de tamanho de distribuição granulométrica mais amplo (0.86 e 28.50 μm).

Este resultado é importância, pois, uma curva granulométrica mais ampla, significa a possibilidade de um maior empacotamento destas partículas, que dependendo da intensidade pode conduzir à redução da quantidade de moléculas de água que “presas” à partícula quando em suspensão aquosa e, como consequência reduzir a estabilidade deste em suspensão⁽⁵⁾.

Os resultados das medidas das áreas de superfície específica (BET), e dos ensaios de avaliação da capacidade de troca catiônica (CTC), são apresentados na Tabela 5. Os valores revelam que o caulim A possui uma área específica muito maior, o que possivelmente indica maior área de interação entre caulim e defloculante e também ao mesmo tempo maior interação da mesma para retenção de moléculas de água entre suas partículas, afetando o comportamento reológico do meio.

Da mesma forma, se verifica que o valor de CTC para o caulim A está acima dos demais. Valores de maior troca iônica com a suspensão de esmalte, poderá influenciar na estabilidade da suspensão.

Tabela 5 Valores de área de superfície específica (BET) e da capacidade de troca iônica (CTC) obtidos a partir dos caulins A, B e C.

CAULIM	BET (m ² /g)	CTC (meq/100g de material)
A	60.41	3.08
B	33.05	2.20
C	23.08	2.20

Dando continuidade ao estudo da influência dos caulins de diferentes origens no comportamento reológico do esmalte cerâmico, a Figura 3 ilustra as curvas de defloculação, apresentadas pelos esmaltes preparados utilizando-se os caulins A, B e C.

O ensaio de determinação de viscosidade em função das concentrações de defloculante foi realizado mantendo-se a velocidade de giro do equipamento constante até se observar um aumento na viscosidade do esmalte, que corresponde à floculação da suspensão. No caso do esmalte com o Caulim A, a ação do TPF foi mais enérgica, resultando em um valor de mínima viscosidade menor (0,08%).

Estes dados, ou seja, os dados de mínima viscosidade são importantes para aplicação de esmalte em campana, pois esta condição está relacionada com a máxima defloculação, aproximando o seu comportamento reológico ao do fluido newtoniano, o que beneficia a aplicação do esmalte.

A partir da equação gerada a partir do modelamento matemático da linha de tendência das curvas, calculou-se os pontos de mínima viscosidade para cada esmalte. Estes dados mostrados na tabela 2, sendo que os mínimos determinados foram C1 (0,08%), C2 (0,12%) e C3 (0,10%), para os esmaltes 1, 2 e 3 respectivamente.

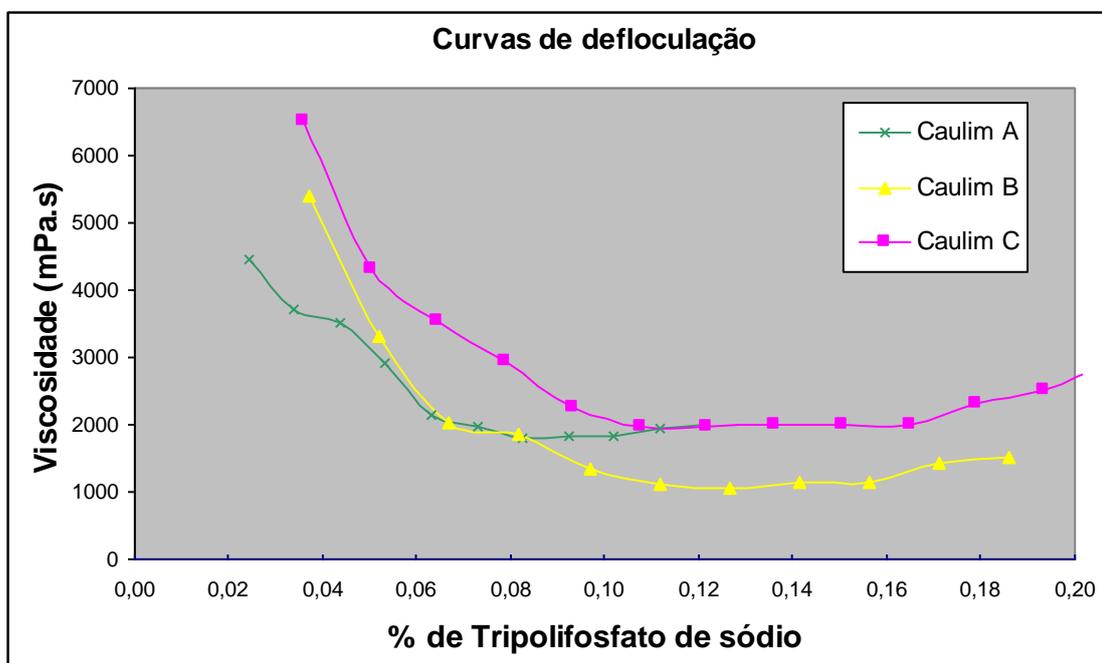


Figura 3 Variação da viscosidade em função da concentração de tripolifosfato de sódio a partir de esmaltes preparados utilizando-se caulins A, B e C. (viscosímetro Galembeck, velocidade constante).

A figura 4 mostra as três curvas de fluxo com área de tixotropia pequena, o que resulta em boa aplicação em campana, mas também mostrou comportamento que obedece a equação de Bingham, $\sigma = \sigma_0 + \eta^D$, com $R^2=0.9920$. Isto significou a presença de σ_0 , o qual afeta diretamente todo o processo de preparação do esmalte e sua aplicação, apresentados na tabela 6.

Os valores demonstram que o Caulim A teve um σ_0 alto, o que ocasiona dificuldade de bombeamento deste esmalte, deposição e acúmulo de esmalte sobre a campana, e pode gerar defeitos visuais na peça. Neste caso os esmaltes C2 e C3 estariam mais adequados à aplicação em campana.

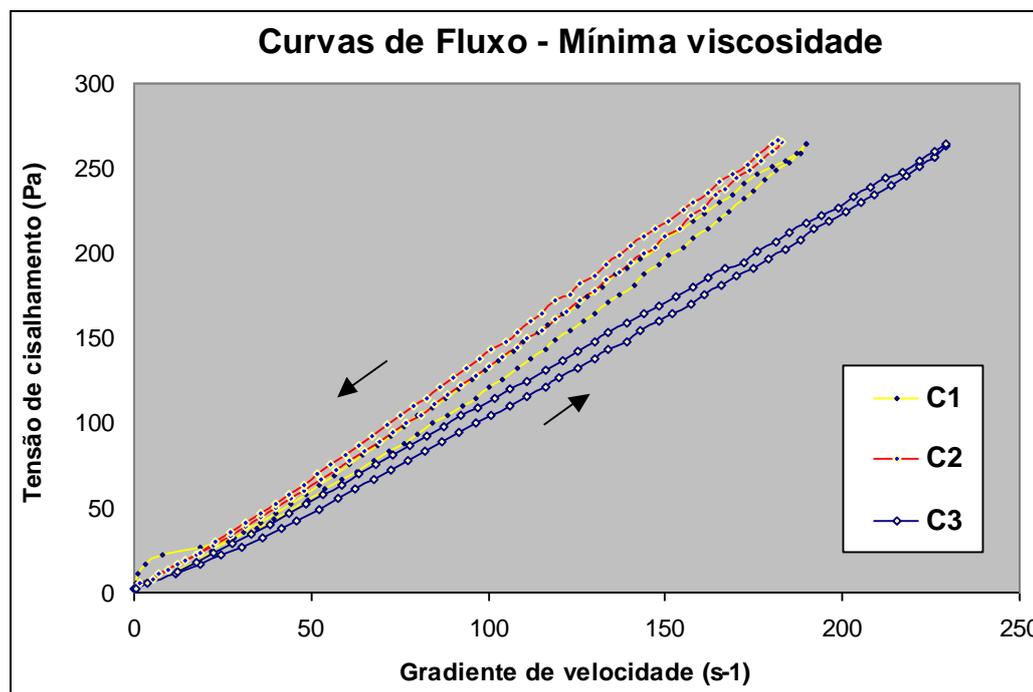


Figura 4 Curva de fluxo de mínima viscosidade de acordo com os cálculos realizados determinada para as amostras de esmaltes C1, C2 e C3.

Tabela 6 Valores de σ_0 para os esmaltes determinados a partir das curvas de valores mínimos de viscosidade.

ESMALTES	C1	C2	C3	C4	C5	C6
σ_0 (Pa)	7.7	6.09	5.84	1.72	15.7	20.3

A figura 5 mostra as curvas de fluxo para os esmaltes C4, C5 e C6 nos quais a concentração de TPF foi mantida constante, 0,05% em massa, valor este

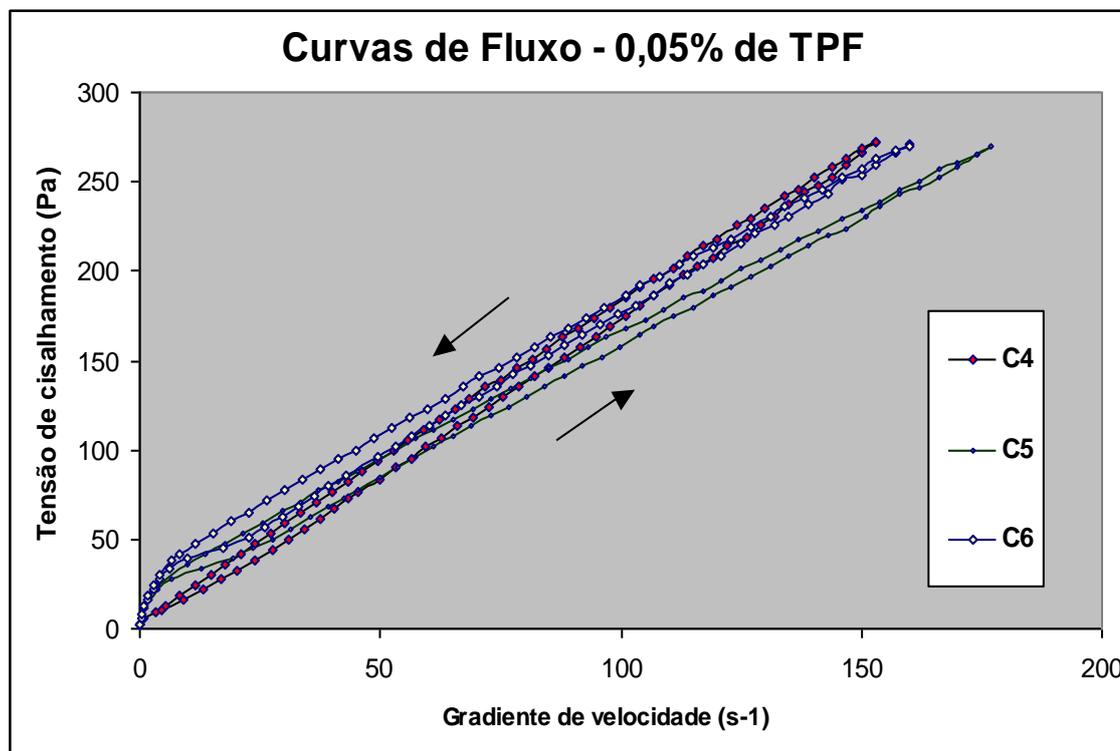


Figura 5 Curvas de fluxo para os esmaltes C4, C5 e C6.

normalmente utilizado na indústria.

Estas curvas mostram como o uso inadequado do teor de defloculante, pode gerar problemas de aplicação de esmalte. Como se verifica, para uma mesma composição inicial, nos esmaltes C2 e C3 (com caulins B e C, respectivamente) mudando-se apenas a concentração de defloculante para 0,05% de TPF (esmaltes C5 e C6 respectivamente) o resultado foi um aumento no valor de σ_0 , inviabilizando o seu uso em campana. Pela Tabela 6 se verifica que o valor de σ_0 para C5 aumentou 157% em relação a C2. e que o valor para C6 aumentou 247% em relação a C3.

Estes dados podem ser explicados, pelo fato de que quando existe falta de defloculante na suspensão, as partículas tendem a se aglomerar em baixos níveis de velocidade de cisalhamento, ordenando-se, intensificando as forças de

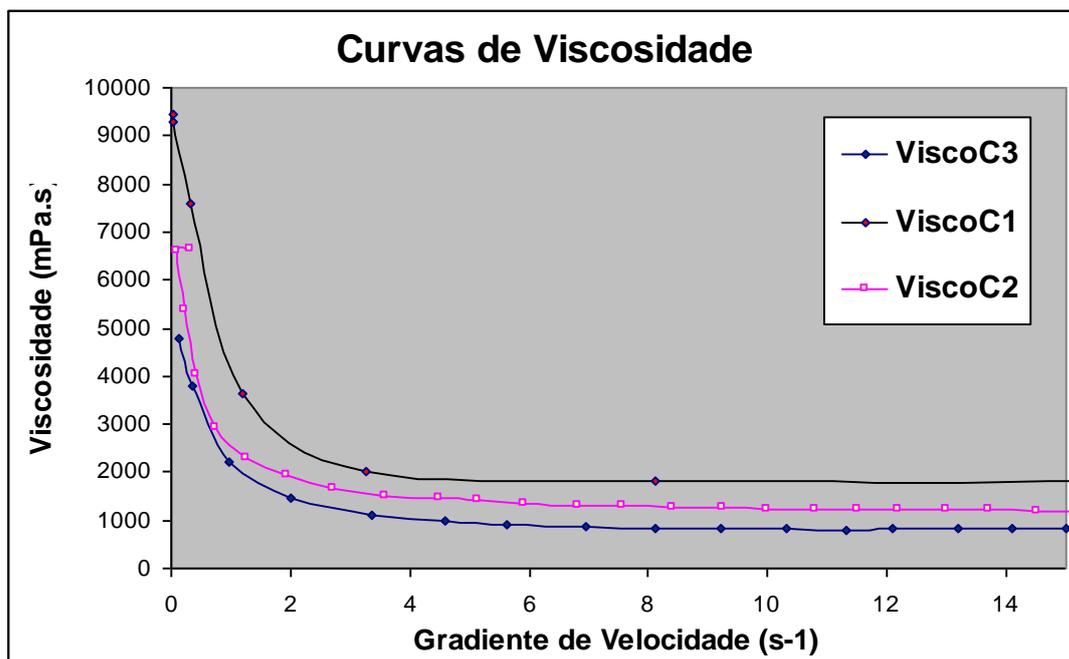


Figura 6 Variação da viscosidade em função da variação da velocidade de cisalhamento, determinadas para os esmaltes C1, C2 e C3.

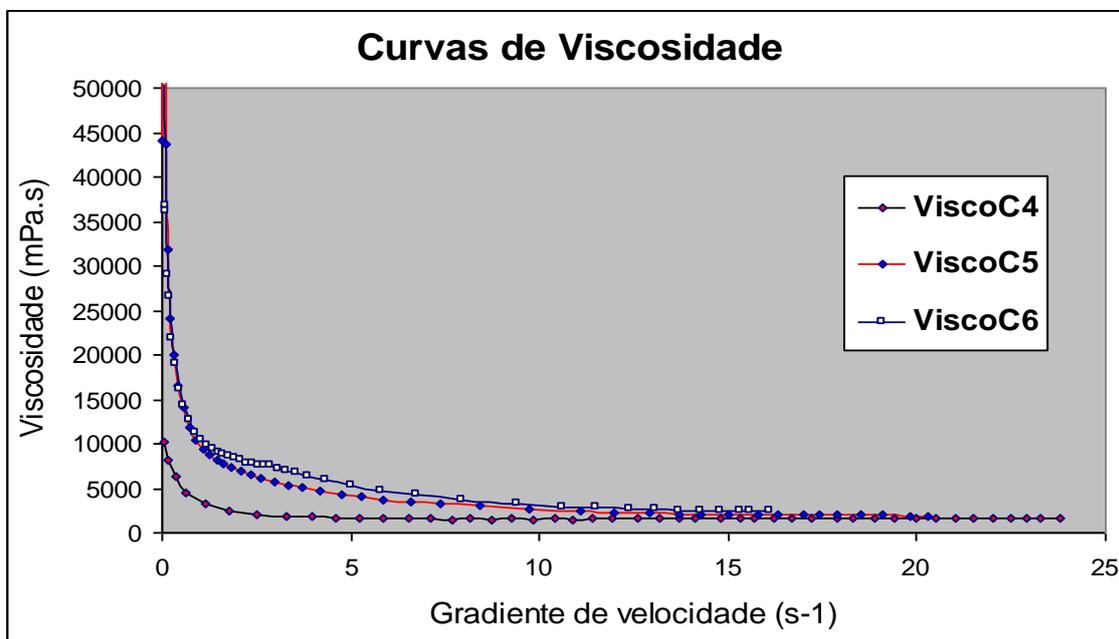


Figura 7 Curvas de Viscosidade para os esmaltes C4, C5 e C6.



atração, formando aglomerados que para serem rompidos necessitam forte esforço de cisalhamento, ou seja, de agitação intensa, para que a suspensão possa fluir. Estes aglomerados evidentemente desestabilizam a suspensão favorecendo a decantação do esmalte e aumentando também em alguns casos, o seu índice de tixotropia.

O esmalte C1 que teve um alto valor de σ_0 apresentou um valor muito menor quando preparado com 0,08% em massa de TPF (esmalte C4), ou seja, este comportamento indica que o seu estado de máxima defloculação, possivelmente, não estava em 0,08% de TPF e sim com 0,05%. Portanto, a seu melhor comportamento de fluxo para aplicação em campânula ocorre quando se utiliza a concentração de 0,05% em massa de TPF.

O caulim A, apresentou menor variação em seu comportamento reológico em função das variações de concentração de TPF. Neste caso, o valor de σ_0 encontrado foi muito inferior quando comparado com os Caulins B e C. Este Caulim importado mostrou grande capacidade de trabalho, mesmo em condições diferentes, o que pode ser explicado pelo maior valor de CTC, curva granulométrica mais fechada e com área específica muito maior que os demais caulins.

As curvas de viscosidade determinadas para os esmaltes preparados a partir das composições C1, C2, e C3, são apresentados na figura 6 que mostram que a distribuição granulométrica não teve influência tão marcante quanto o CTC e BET, já que o esmalte C1 apresentou viscosidade maior em toda faixa de gradiente de velocidade, quando pela distribuição granulométrica mais fechada deveria apresentar menor viscosidade.

As curvas de viscosidade para os esmaltes C4, C5 e C6 são mostrados na Figura 7.

Os esmaltes C5 e C6 mostram uma viscosidade maior que o esmalte C4, colocando uma situação inversa a da situação anterior, confirmando as Curvas de Fluxo. Este comportamento indica que o σ_0 tem relação com a viscosidade e que o esmalte produzido com o Caulim importado A tem seu melhor estado de defloculação com 0,05% de TPF.



CONCLUSÃO

A concentração e o tipo de defloculante irão influenciar marcadamente o comportamento reológico das suspensões. Comportamentos com altos índices de tixotropia e de tensão inicial de escoamento (σ_0) poderão gerar defeitos de aplicação, com altos valores de e e maior índice de tixotropia.

As condições de preparação do caulim importado diferem das condições de preparo dos caulins nacionais. Entretanto é possível melhorar o desempenho reológico dos caulins nacionais estudados otimizando-se as condições de defloculação e de preparação das suspensões. Com concentrações de 0,10% e 0,12% respectivamente, os esmaltes C2 e C3 produzidos com os caulins nacionais B e C mostrou menor valor de σ_0 que o esmalte C1 produzido com o caulim importado A.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Menegasso, A.P. M. e outros – Grês porcelanato. Parte I: Uma abordagem mercadológica – Cerâmica Industrial, 5 (5) Setembro/Outubro, 2000.
2. Berto, A.M. – Adecuación de las propiedades de tintas y esmaltes a los sistemas de aplicación y técnicas decorativas – Castellón/ QUALICER 2000.
3. Rincón, J.Ma.; e outros – Nuevos productos y tecnologías de esmaltes y pigmentos cerámicos - Grupo Editoriale Faenza Editrice s.p.a.- Castellón/Espanha – 1992.
4. Pozzi, P.; Galassi, C.; - La reologia dei materiali ceramici tradizionali – Grupo Editoriale Faenza Editrice s.p.a. – Faenza 1994.