

## OPACIFICADORES DE ENGOBES CERÂMICOS

Beatriz Feltrin Canever,<sup>1</sup> Felipe Feltrin Zanellatto,<sup>2</sup> Jaqueline Pereira Sartor,<sup>3</sup>  
Priscila Caroline de Oliveira,<sup>4</sup> Jucilene Feltrin<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Instituto Maximiliano Gajdzinski – IMG

<sup>5</sup>jucilene.feltrin@engeplus.com.br

**Palavras-Chave:** *Silicato de Zircônio, Engobes Cerâmicos, Opacidade, Impermeabilidade.*

## INTRODUÇÃO

Todo produto comercializado tem seu custo de produção relacionado ao gasto necessário para a sua fabricação, como aqueles relacionados ao consumo de insumos, gastos energéticos, entre outros.

Nas indústrias de revestimentos cerâmicos, são utilizados diversos tipos de matérias-primas com custos específicos, sendo estas a base da produção cerâmica, pois constituem os suportes cerâmicos, os vidrados e também os engobes, o que pode tornar o custo de produção de determinados revestimentos muito elevado.

Por outro lado, nas indústrias cerâmicas, há constante preocupação com a qualidade do produto, uma vez que, para diminuir o custo de produção de um revestimento, deve-se ter um planejamento de modo a não prejudicar a qualidade e as características técnicas do produto acabado.

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo principal buscar alternativas para substituir o Silicato de Zircônio das formulações de engobes cerâmicos sem modificar suas propriedades técnicas, e, principalmente, manter suas opacidades com significativas reduções de custos.

## METODOLOGIA

O desenvolvimento de engobes opacos para monoporosa com a redução de silicato de zircônio deu-se pela seleção prévia das matérias-primas que poderiam auxiliar na opacificação e posterior elaboração das formulações, comparado-as a um engobe padrão industrial.

As formulações dos testes foram moídas a úmido em moinho gira-rápido, com 35% de umidade, sendo que o resíduo de moagem estabelecido foi de 0,5% a 1% em malha 325 mesh (43µm). Após a moagem, foi realizada a correção de densidade e tempo de escoamento, com valores padrões de 1,82 a 1,86 g/cm<sup>3</sup> e 48 a 52 s

respectivamente. Os testes foram aplicados juntamente com o engobe padrão em peças cerâmicas de monoporosa (33x25mm), utilizando binil com abertura de 0,4 mm. Após a aplicação, as peças foram secas em infravermelho (100°C ±10°C). O tratamento térmico foi realizado em forno industrial a rolo com temperatura de 1146°C e ciclo de 31 minutos, para a primeira etapa do trabalho, 1140°C e 28 minutos para a segunda etapa, e 1139°C e ciclo de 38 minutos para a terceira etapa. Após o tratamento térmico, foi realizado o ensaio de colorimetria, utilizando sistemas colorimétrico CieLab para a primeira etapa e HunterLab para as posteriores, onde foi avaliado o valor da coordenada Lh, pois esta indica a brancura dos materiais. Posteriormente, foi realizado o teste visual de impermeabilidade, utilizando uma solução de azul de metileno a fim de avaliar a refratariedade dos engobes.

O procedimento foi dividido em três etapas. Na primeira etapa, a meta era diminuir o percentual de Silicato de Zircônio das formulações, utilizando Alumina #325 e também Óxido de Zinco. Os parâmetros a serem avaliados foram a opacidade ( $\Delta e$ ), a impermeabilidade e principalmente o custo.

A segunda etapa foi direcionada de acordo com os resultados obtidos na etapa anterior, e o objetivo foi aumentar a fundência do engobe a fim de diminuir a refratariedade conferida pela utilização de Alumina #325 e/ou #200. A principal matéria-prima utilizada para aumentar a fundência do engobe foi a frita branca, porém foram utilizados outros materiais como talco e feldspato.

Devido aos resultados insatisfatórios obtidos, elaboraram-se novas formulações (terceira etapa) com a mesma finalidade, reduzir a refratariedade dos engobes, modificando a quantidade de elementos fundentes e o percentual de Alumina #325.

A Tabela 1 a seguir, demonstra os testes formulados relacionados a cada etapa do trabalho.

Tabela 1 – Formulações

Matéria-prima	Formulações (%)														
	1	2	3	4	2R	5	6	7	8	8R	9	10	11	12	13
Outras	80	80	80	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zircônio	20	-4	-4	-4	-6	-	-	-	-2	-8	-	-	-	-2	-2
Alumina #325	-	+4	+4	+2	+6	-	-	+1	-	+6	-2	-1	-	-	-1
Óxido de Zinco	-	-	-	+2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Argila B	-	-	-	-	-	-	-1	-	-	-	-	-1	-1	-1	-
Caulim	-	-	-	-	-	-	-	-	+1	+1	-	-	+1	+2	-
Argila M	-	-	-	-	-	-	-1	-	-	-	-	-1	-1	-1	-1
Frita Branca	-	-	-	-	-	+2	+2	+1	+2	+2	+2	+3	+2	+3	+4
Talco	-	-	-	-	-	-	-	+1	+1	+1	-	-	-	-1	-1
Feldspato	-	-	-	-	-	-	-	-	+1	+1	-	-	-	-	-

Alumina #200	-	-	-	-	-	-2	-	-3	-3	-	-	-	-	-	+1
--------------	---	---	---	---	---	----	---	----	----	---	---	---	---	---	----

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise dos resultados da primeira etapa apresentados na Tabela 2, pode-se perceber que a utilização de óxido de zinco nas formulações dos testes prejudicou a opacidade destes. Para os testes 1 e 2, onde utilizou-se somente alumina #325 como opacificante, obtiveram-se valores de  $\Delta e$  que não indicam variação com valores de 0,93 e 0,99, respectivamente. De modo geral, todos os testes da primeira etapa não se apresentaram impermeáveis, pois a alumina, além de trazer opacidade, trouxe refratariedade ao material, fazendo com que fossem descartados, pois os engobes, além de opacos, devem ser impermeáveis. Contudo, o teste 2 pôde ser utilizado como base para o direcionamento das novas formulações, já que este se apresentou bastante opaco e com uma considerável economia no custo de produção, 11,2%.

De acordo com os resultados da segunda etapa, pode-se perceber que o percentual de economia obtido foi superior em relação aos testes da etapa anterior, porém o objetivo de proporcionar maior impermeabilidade aos engobes não foi alcançado, sendo que todos se apresentaram permeáveis. Com relação à variação de tonalidade, todos os testes apresentaram valores de  $\Delta e$  abaixo de 0,5, exceto o teste 6, que apresentou maior brancura, pois esse continha um maior percentual de Alumina (#325 e #200). O teste 7, mesmo com menor valor de  $\Delta e$ , se apresentou bastante permeável, pois o conteúdo adicionado em frita branca foi insuficiente para garantir maior fundência. O teste 8 foi o que apresentou os melhores resultados da segunda etapa, onde se obteve

maior economia (17,7%) e maior impermeabilidade em relação aos testes anteriores, porém esse parâmetro ainda apresentou-se inferior ao padrão, sendo então utilizado para o direcionamento das formulações dos testes da terceira etapa do trabalho.

O teste 9 apresentou valor de  $\Delta e$  bastante alto de 3,61. Esse fenômeno pode ser explicado pelo fato de que o teste 9 teve seu percentual de alumina #325 reduzido em 2%, resultando em um engobe deficiente de agente opacificante. Por outro lado, a adição de mais 4% em frita branca proporcionou ao engobe maior impermeabilidade, uma vez que esta é extremamente fundente. Os testes 10 e 11, que tiveram seus percentuais de alumina #325 reduzidos em 1%, apresentaram boa impermeabilidade, porém, apresentaram maiores valores de  $\Delta e$ , acima de 0,5, o que indica uma variação perceptível a olho nu. Os testes 12 e 13, que mantiveram o percentual de alumina em 6% ou acima desse valor, apresentaram bons resultados de  $\Delta e$  como também de impermeabilidade, mostrando um comportamento de absorção bastante próximo ao engobe padrão.

Os resultados demonstraram que alumina #325, quando adicionada em percentuais iguais ou acima de 6%, com uma redução de 10% no silicato de zircônio, juntamente com uma maior quantidade de elementos fundentes, pode manter o engobe opaco e, ao mesmo tempo, impermeável. Relacionando os custos de produção dos testes com relação ao engobe padrão, pode-se perceber que os testes que apresentaram maior economia foram o teste 12, com 21,7%, e o teste 13, com 20,4%, e estes foram juntamente os testes que apresentaram melhores resultados técnicos.

Tabela 2 – Resultados da primeira etapa.

Análises	Formulações												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lh	92,35	92,69	84,68	89,95	92,20	92,67	90,7	90,86	88,95	91,33	91,40	91,47	91,68
Lh (Padrão)	91,44	91,70	89,97	91,45	92,01	92,05	90,76	91,29	92,50	91,89	91,85	91,47	91,66
$\Delta e$	0,93	0,99	5,30	1,57	0,34	0,63	0,18	0,49	3,61	0,59	0,84	0,23	0,06
Impermeabilidade	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Apr.	Apr.	Apr.	Apr.	Apr.
Economia (%)	7,9	11,2	-	3,9	11,8	9,8	11,8	17,7	18,4	15,8	17,1	21,7	20,4

## CONCLUSÃO

Com o procedimento realizado, pôde-se concluir que a utilização de uma alumina de granulometria menor (#325) auxiliou na opacificação dos engobes, bem como sua utilização com o óxido de zinco, porém, trouxe alta refratariedade aos engobes, o que foi comprovado com o teste de impermeabilidade utilizando uma solução de azul de metileno. Como o objetivo é diminuir custos sem alterar qualidade, pode-se dizer que os resultados dos testes 1, 2, 3 e 4 não foram satisfatórios.

Com os testes 5, 6, 7 e 8, onde se buscou garantir maior fundência aos engobes, pode-se concluir que estes apresentaram bons resultados quanto à opacificação, com valores de  $\Delta e$  dentro do esperado. Contudo, estes ainda não apresentaram boa impermeabilidade, fazendo com

que fossem excluídos, pois os engobes, além de opacos, devem ser impermeáveis.

Com esses resultados, foi possível direcionar novas formulações, também utilizando alumina #325, diminuindo ainda mais o percentual de zircônio e aumentando a quantidade de elementos fundentes, para melhorar a fundência e diminuir a refratariedade do engobe. Os testes 9 a 13 apresentaram bons resultados de opacificação, com exceção do teste 9, que se mostrou menos opaco com um  $\Delta e$  de 3,61. Os testes 10 e 11 apresentaram  $\Delta e$  acima de 0,5, porém a coordenada Lh de ambos se apresentou bastante próxima do valor padrão.

Por fim, os testes 12 e 13 apresentaram os melhores resultados tanto com relação à opacidade quanto à impermeabilidade do engobe, resultando em uma economia de até 20%, o que pode ser uma excelente

alternativa para as indústrias cerâmicas, pois se manteve qualidade com redução considerável de custos.

Como parte do objetivo principal do trabalho, que é diminuir o percentual de zircônio das formulações de engobes cerâmicos ou até eliminá-lo, já foi previamente alcançado, com uma redução considerável de 10%, as próximas etapas serão direcionadas para tentativas de maior redução, pois os resultados mostram que a alumina #325 pode garantir a opacidade e que, utilizando a quantidade ideal de elementos fundentes, o engobe pode continuar impermeável.

Outro ponto importante a se considerar nos engobes que apresentaram bons resultados é a dilatação térmica, que influenciará diretamente no acordo massa-suporte, se esse parâmetro não for ideal possibilitará defeitos de empenamento no material após a aplicação industrial. A dilatação dos engobes aprovados foi aceitável, o padrão apresentou uma dilatação de  $62,23 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , e os testes 12 e 13 apresentaram valores de  $60 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  e  $61,17 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

### AGRADECIMENTOS

A equipe abre espaço para agradecer aos professores e amigos do Colégio Maximiliano Gaidzinski, em especial à orientadora Jucilene Feltrin pelo auxílio prestado na realização deste trabalho.

### REFERÊNCIAS

BORASCHI, Eliseu; CUNHA, Leonardo J. V.. VIVONA, Daniel. **Engobes: Características e Aplicações**. Cerâmica Industrial, Março/Abril, 1996.

PRACIDELLI, Sebastião. **Estudo dos Esmaltes Cerâmicos e Engobes**. Cerâmica Industrial, Janeiro/Abril, 2008.

OLIVEIRA, Helder; LABRINCHA, João. **Esmaltes e Engobes para Monoporosa**. Cerâmica Industrial, Março/Abril, 2002.

SÁNCHEZ. E. **Matérias-primas para a Fabricação de Fritas e Esmaltes Cerâmicos**. Cerâmica Industrial, Maio/Agosto, 1997.

SOPRAN, José Roberto; MELCHIADES, Fábio Gomes; BOSCHI, Anselmo Ortega. **Otimização das Características do Silicato de Zircônio para Utilização como Opacificante em Esmaltes Cerâmicos**. Cerâmica Industrial, Julho/Agosto, 2007