

Manchamento do Engobe em Placas Cerâmicas Esmaltadas para Revestimentos – Parte 1: A Mancha D'Água

**Eduardo Quinteiro^{a*}, Ana Paula Margarido Menegazzo^a,
José Octavio Armani Paschoal^a, Claudia Gibertoni^a, Osmar Teixeira Neto^a**

^aCentro Cerâmico do Brasil – CCB, Rua Nossa Senhora do Carmo, 96, CEP 13.510-000, Santa Gertrudes - SP, Brasil

*e-mail: quinteiro@ccb.org.br

Resumo: Este estudo pretende classificar, identificar e estabelecer procedimentos para detecção dos diferentes tipos de alterações de tonalidade que ocorrem abaixo do esmalte de placas cerâmicas para revestimento. Inicialmente, a mancha d'água é abordada, estabelecendo-se padrões de ocorrência, comparação entre a detecção do manchamento por meio da análise visual e a quantificação da diferença de tonalidade, além da simulação de situações de não conformidade na aplicação das placas cerâmicas que possam contribuir para o aparecimento deste manchamento no engobe. Os resultados apontam para um ΔE máximo tolerável, no sistema CIELab, em torno de 0,75 para que o manchamento não seja percebido. O excesso de água na preparação da argamassa de rejuntamento e o rejuntamento imediato após assentamento das placas, constituem-se em situações críticas que contribuem para a dificuldade de desaparecimento da mancha d'água.

Palavras-chave: revestimentos cerâmicos, engobe, manchamento, mancha d'água.

1. Introdução

Nos últimos anos, aumentou a frequência de ocorrência da alteração de tonalidade em revestimentos cerâmicos devido ao manchamento abaixo do esmalte e, mais especificamente, na camada de engobe. Este é um fator que tem afetado o desempenho estético das placas cerâmicas da maioria das empresas brasileiras. Algumas peculiaridades já constatadas sobre este tema são:

- As manchas só são visíveis no caso do uso de esmaltes transparentes e engobes brancos, ocorrendo com maior frequência a partir das bordas (especialmente se estas forem recortadas), mas também aparecendo ocasionalmente nas regiões centrais das placas;
- As manchas podem corresponder simplesmente a alterações de cinza em relação a tonalidade original ou apresentar padrões diferentes de coloração (azulados, avermelhados, esverdeados, etc);
- A ocorrência está sempre associada à presença excessiva de umidade no ambiente e ao acesso da água e seu alojamento na camada de engobe, sendo, portanto, mais frequente o seu aparecimento em ambientes úmidos (áreas externas, banheiros, cozinhas, etc);
- As manchas de placas arrancadas e trazidas ao laboratório, so-mem quando as peças são simplesmente secas em estufa ou requeimadas a 550 °C.

Segundo os padrões e hipóteses estabelecidos, as manchas nos engobes podem ser causadas por:

- a) Devido à presença de *umidade* no engobe. Esta alteração de tonalidade, chamada normalmente pelo nome de Mancha d'Água ou Marca d'Água, consiste no escurecimento da superfície de uso das placas cerâmicas (acinzentamento), perceptível pelo olho humano. Esta alteração de aspecto superficial pode ser permanente ou temporária (quando ocorrem secagem e recuperação da tonalidade original). Corresponde ao caso mais comum de manchamento do engobe. Todas as outras causas são derivadas deste tipo, ou seja, partem do princípio de que água possa migrar e se alojar na camada de engobe. Não existe uma norma, nacional ou internacional, para revestimentos

cerâmicos que apresente um procedimento de ensaio que avalie os produtos acabados quanto a esta característica. Portanto, cada laboratório ou empresa cerâmica adota o seu próprio procedimento interno de avaliação para garantir o desempenho das placas cerâmicas.

- b) Devido a migração de *corantes orgânicos* juntamente com a água (presentes em produtos de limpeza, tinturas de cabelo, etc), sendo este caso especialmente favorecido por rejuntamentos mal executados e na presença de recortes nas placas cerâmicas.
- c) Devido a cristalização de *sais solúveis* na camada de engobe, sendo estes transportados na forma de solução aquosa até o engobe. As diferenças de colorações verificadas seriam consequência das diferentes composições químicas destes sais provenientes, sobretudo, do sistema revestimento cerâmico.
- d) As manchas estão associadas à proliferação de *fungos* dentro da camada de engobe, favorecida pela umidade presente e sendo as diferenças de tons explicadas pelas diferentes variedades de fungos.

Os casos (a) e (b) já são bem conhecidos e estudados. Já os casos (c) e (d) correspondem a hipóteses a serem averiguadas para um número crescente de reclamações de padrões diferenciados de manchamentos do engobe.

O conteúdo deste artigo concentra-se no caso (a). O escopo da análise vai além da placa cerâmica como um elemento isolado, atentando-se também aos elementos do sistema revestimento cerâmico (argamassa colante e rejuntamento) e aos procedimentos de aplicação das placas cerâmicas.

Várias questões ainda geram dúvidas na compreensão deste fenômeno, sendo os dois questionamentos mais frequentes relacionados a:

- determinação da ocorrência do fenômeno de forma qualitativa e quantitativa;
- identificação dos casos onde é uma patologia desencadeada pelo produto placa cerâmica ou pelos procedimentos de assentamento deste.

O objetivo deste estudo foi buscar a elucidação para estes dois pontos, testando uma metodologia quantitativa para identificação da mancha d'água e, por meio de testes com um produto suscetível à mancha d'água em diferentes condições de assentamento, buscar parâmetros que indiquem uma patologia de produto ou uma patologia associada ao procedimento de aplicação.

2. Manifestação da Patologia

A reunião dos casos de atendimentos técnicos destas reclamações denominadas mancha d'água, permitiu ao CCB o estabelecimento de alguns padrões relacionados às diferentes formas de sua manifestação.

Caso 1: Manchas causadas pela água que se aloja no engobe da peça, provenientes da própria superfície esmaltada de uso. Nestes casos, a detecção de furos no esmalte cerâmico não é difícil por meio de agentes corantes. A Figura 1(a) ilustra a ocorrência e detecção deste padrão de ocorrência de mancha d'água. O esmalte contendo furos não cumpre sua função básica de impermeabilização caracterizando como um defeito da placa cerâmica.

Caso 2: Manchas associadas a um problema construtivo. A Figura 1(b) mostra um caso associado a um vazamento na tubulação hidráulica, manifestando-se a alteração de tonalidade. Na área de assentamento, a manifestação da patologia está diretamente associada com a região onde ocorre a falha construtiva.

Caso 3: Manchas associadas a todas as peças na área de assentamento. O manchamento é observado após o assentamento e pode ocorrer secagem e recuperação da tonalidade original da peça a partir das bordas. O desaparecimento completo desta mancha pode levar alguns anos ou, em alguns casos, nunca desaparecer completamente. Esta é uma manifestação típica de ocorrência que tem correlação com os materiais e/ou procedimentos de assentamento (Figura 1c). É muito grande a frequência de reclamações que se enquadram neste padrão de ocorrência.

Caso 4: Manchas ocorrem a partir das bordas das peças. Ocorre quando a água permeia o rejunte, ocasionando o manchamento próximo às bordas, que pode evoluir para a secagem na ausência de água na superfície ou para o manchamento completo da peça, principalmente nas áreas de assentamento onde é muito frequente o contato com água (banheiros, cozinhas, etc). Uma segunda situação inclui regiões próximas a recortes nas peças, repetindo-se o mesmo padrão de ocorrência. Nesta segunda situação, muitas vezes, observa-se o manchamento irreversível pela penetração de agentes corantes (tinturas de cabelo, corantes orgânicos utilizados para colorir o rejunte, produtos de limpeza coloridos, etc). As ocorrências associadas a estas manifestações também estão diretamente relacionadas aos procedimentos de assentamento, principalmente com a qualidade e incorreta preparação e aplicação da argamassa de rejuntamento.

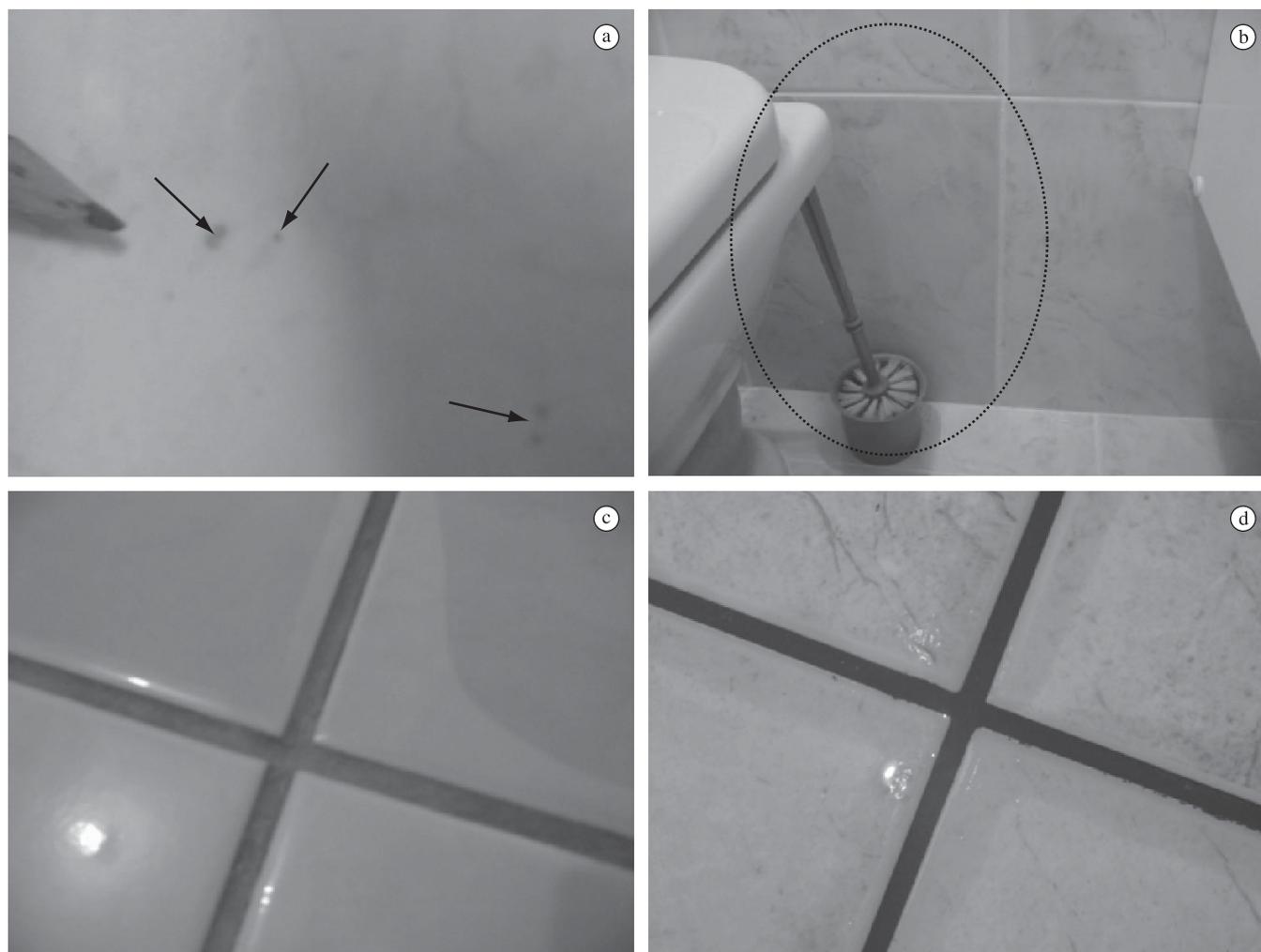


Figura 1. Manifestação da mancha d'água devido a) a furos no esmalte, b) a vazamento de rede hidráulica, c) a retenção da água de preparação da argamassa colante e d) a permeação da água pelo rejuntamento.

Os casos de ocorrências de manchas d'água avaliados pela equipe de assistência técnica do CCB, durante os últimos anos, enquadraram-se em um destes quatro casos, isoladamente ou podendo ocorrer simultaneamente. A grande dificuldade nos casos 3 e 4, majoritariamente verificados, é individualizar a contribuição das características do produto cerâmico daquelas dos procedimentos de assentamento como determinantes da patologia.

3. Procedimento Experimental

Nesta etapa foram utilizadas placas cerâmicas para revestimento comerciais. A qualificação por observação a olho nu foi realizada, após imersão por 5 minutos em água e para diferentes tempos de secagem, por um mesmo observador a uma distância de 1 m sob luz de intensidade de 300 lux, gerando a classificação quanto a diferença de tonalidade: *Não Visível*, *Pouco Visível* e *Muito Visível*. Paralelamente à avaliação visual, buscou-se uma correlação com medidas quantitativas de coordenadas cromáticas (L^* , a^* , b^*) e variação de tonalidade (ΔE) antes e após imersão em água. Para as medidas das coordenadas cromáticas (L^* , a^* , b^*), utilizou-se um espectrofotômetro de refletância *Konica Minolta*, modelo *CM-2600d*, configurado com iluminante D65, observação a 10° e brilho excluído. A Figura 2 apresenta um esquema do procedimento experimental adotado.

A diferença de tonalidade, ΔE na Equação 1, na avaliação da mancha d'água em placas cerâmicas para revestimento foi proposta por Melchiades, Romachelli e Boschi¹⁻³, sendo utilizado principalmente em estudos relacionados ao controle da formulação e características de engobes.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

A parte dois do estudo baseou-se na medida quantitativa da mancha d'água após simulação de situações possíveis de assentamento que representem não conformidades com a ABNT NBR 13754:1996⁴, porém de prática comum:

Condição 1: conformidade com a NBR 13754 e instruções dos fabricantes das placas cerâmicas, argamassa colante e de rejuntamento.

Condição 2: argamassa colante com excesso de água (~30%).

Condição 3: argamassa de rejuntamento com excesso de água (~30%).

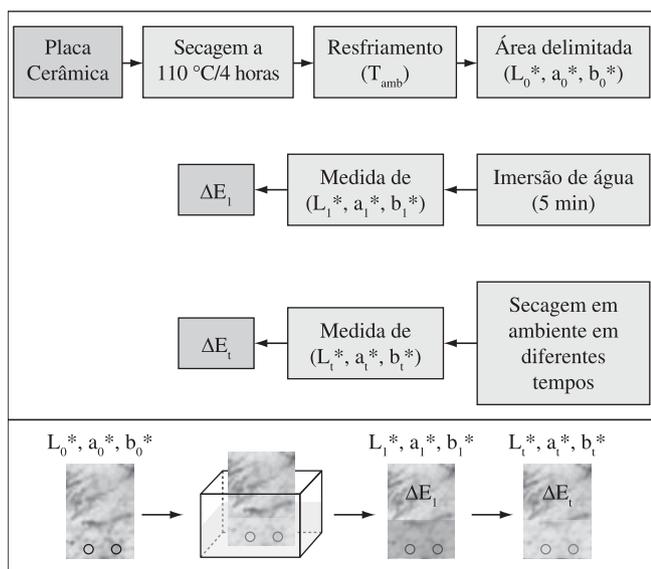


Figura 2. Procedimento para avaliação quantitativa da mancha d'água.

Condição 4: rejuntamento executado logo após assentamento (NBR 13753 determina um tempo mínimo de 72 horas).

Condição 5: placas cerâmicas molhadas antes do assentamento (imersão completa em água por 30 minutos).

4. Resultados

Dentro do conjunto de amostras analisado, constata-se também que não há uma correlação direta entre a absorção de água e a diferença de tonalidade decorrente da percolação da água no engobe. Apenas foi possível notar uma maior tendência ao aparecimento da mancha d'água em produtos dos grupos BIIa e BIIb. Já os produtos da tipologia BIII, com maiores absorções de água (iguais ou superiores a 10%), apresentaram níveis de diferença de tonalidade comparativamente menores que a maior parte dos produtos de tipologia BIIb. Casos reais de atendimentos técnicos mostram que mancha d'água a partir das bordas pode afetar até mesmo porcelanatos esmaltados.

Dentro da literatura cerâmica⁵, é estabelecido que uma diferença de tonalidade (ΔE) igual ou superior a 1 é perceptível pelo olho humano, tendo sido este o limite utilizado como referência na Figura 3. Por conseqüência, valores de ΔE inferiores a 1 não deveriam representar diferenças de tonalidade perceptíveis ao olho humano.

Comparando-se os tempos de secagem estabelecidos no estudo, as maiores diferenças de tonalidade são obtidas após 5 minutos das

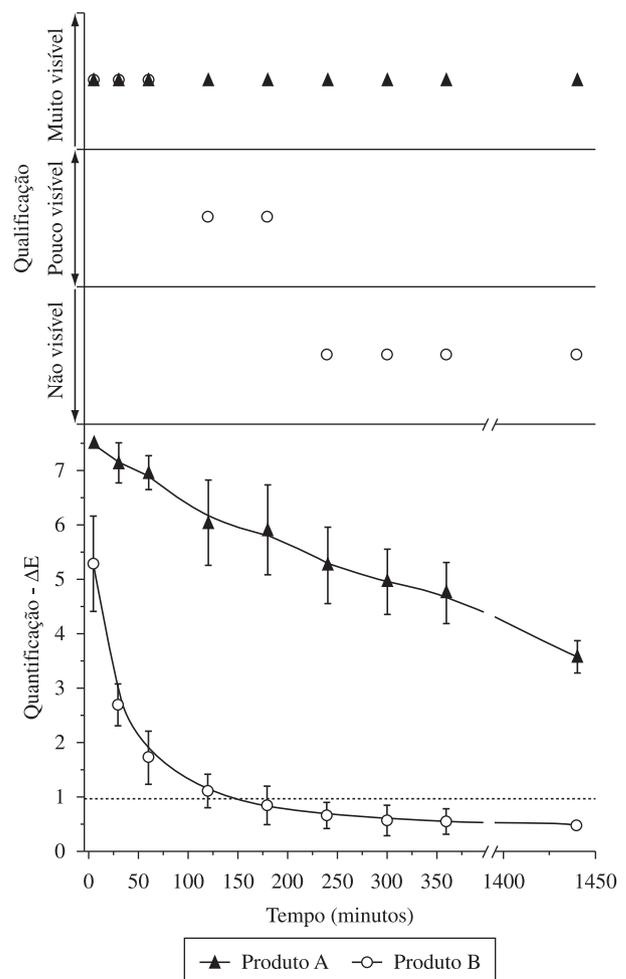


Figura 3. Comparação entre avaliação visual e quantitativa para duas amostras de placas cerâmicas esmaltadas do grupo BIIb de absorção de água.

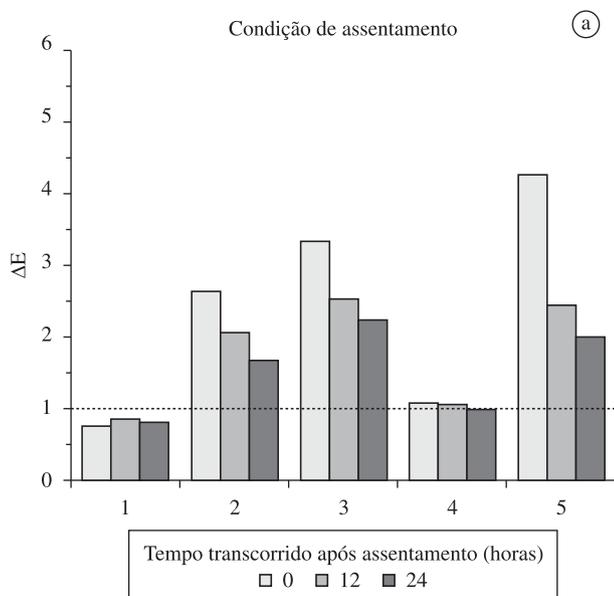


Figura 4. ΔE em regiões próximas aos lados cortados do Produto C aplicado sobre contrapiso: tempo de secagem após assentamento, rejuntamento e molhamento da superfície.

peças em ambiente depois de terem sido retiradas da imersão em água. Com o passar do tempo de secagem, há tendência de atenuação da diferença de tonalidade em relação àquela tonalidade original (antes da imersão) para praticamente todos os produtos testados. Entretanto, mesmo após 24 horas de secagem, muitos produtos mantêm um ΔE muito superior a 1, representando uma não recuperação da tonalidade original no ponto de medida.

Para alguns produtos analisados, observou-se que um ΔE de 1,00 representa uma recuperação total da tonalidade original do produto. A Figura 3 apresenta uma comparação entre dois produtos com comportamentos bem diferenciados. Neste caso, o Produto A, mesmo após 24 horas de secagem após imersão, apresenta alteração de tonalidade visível e um ΔE próximo a 4. Já o Produto B, não apresentou alteração visível de tonalidade após 4 horas (240 minutos) de secagem, para um ΔE medido de 0,67. Porém, para este mesmo produto após 3 horas de secagem (180 minutos), um ΔE medido de 0,84 possibilitou a visualização da diferença de tonalidade. Isto indica que o valor estipulado de tolerância para o ΔE , no caso deste produto, deve ser inferior a 0,84 e superior ou igual a 0,67. De fato, a última revisão da norma ISO 10545-Parte 16⁶, publicada em 2010, informa que a revisão da ISO 13006 incluirá fatores comerciais de 0,75 para placas cerâmicas esmaltadas e 1,0 para placas cerâmicas não esmaltadas. Medidas qualitativas e quantitativas realizadas em 21 produtos diferentes, que apresentam no mercado reclamações de mancha d'água, confirmam estes resultados.

A Figura 4 mostra comparativamente os resultados do teste de assentamento para o Produto C, que apresenta elevada suscetibilidade ao manchamento. As condições 2, 3 e, principalmente, a 5, representaram os casos mais críticos para o desaparecimento da mancha d'água.

5. Considerações Finais

O produto placa cerâmica é o responsável pelo aparecimento da mancha d'água nas situações em que este não cumpre sua função de impermeabilização (furos no esmalte).

Podemos categorizar 3 tipos de placa cerâmicas frente a mancha d'água: aquelas que não mancham, as que mancham e recuperam sua

tonalidade original e aquelas que mancham e não recuperam a sua tonalidade original. O último caso é o mais crítico.

Há uma dúvida recorrente: quem é o responsável pela mancha d'água: a placa cerâmica, a argamassa de rejuntamento, a argamassa colante ou a execução inadequada do assentamento? Não é possível responder a esta questão de maneira tão óbvia sem analisar a participação de todos estes componentes atuando conjuntamente.

A análise quantitativa determinada pela variação de tonalidade, ΔE , mostrou-se um método eficiente. O valor de referência de 0,75 deve ser melhor estudado, entretanto, constitui-se em uma referência para avaliações das placas cerâmicas.

Deve-se aprofundar o estudo para o estabelecimento de valores toleráveis de ΔE em função de intervalos para as coordenadas cromáticas L^* , a^* , b^* . Outros sistemas e equações para avaliação da variação de tonalidade devido a mancha d'água devem ser testados.

Em função do padrão decorativo de um revestimento cerâmico, pode-se aumentar a dispersão dos valores medidos de ΔE .

Seguindo as boas práticas de execução do assentamento (condição 1 do estudo), a mancha d'água não se manifestou para o produto avaliado. Para todas as outras condições, que representam um desvio da boa prática de assentamento, a mancha d'água foi observada.

Peças molhadas antes do assentamento (condição 5) resultaram, como esperado, em grandes valores de ΔE em relação a tonalidade original logo após a aplicação das peças. Entretanto, com o passar do tempo, há a tendência de recuperação da tonalidade original nestas peças.

Mesmo depois do desaparecimento das manchas d'água, uma vez molhada a superfície assentada, em todas as peças foram observados manchamentos. Apesar de secarem com o transcorrer do tempo, as superfícies próximas ao rejunte mudam de tonalidade momentaneamente. Nos testes de assentamento houve, durante o molhamento da superfície, uma grande tendência de reaparecimento da mancha d'água em produtos cujo rejunte foi preparado com excesso de água (condição 3). Isto se explica, provavelmente, devido a maior permeabilidade do rejuntamento nesta condição.

Referências

1. MELCHIADES, F. G.; ROMACHELLI, J. C.; BOSCHI, A. O. A mancha d'água em revestimentos cerâmicos: contribuição para o desenvolvimento de um método de medida. *Cerâmica Industrial*, v. 5, n. 4, p. 21-25, 2000.
2. MELCHIADES, F. G., et al. Sobre Engobes e mancha d'água. *Cerâmica Industrial*, v. 7, n. 4, p. 31-39, 2002.
3. MELCHIADES, F. G.; ROMACHELLI, J. C.; BOSCHI, A. O. A mancha d'água de revestimentos cerâmicos: defeito ou característica? *Cerâmica Industrial*, v. 8, n. 4, p. 7-10, 2003.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13754**: revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.
5. TOZZI, N. **Smalti ceramici**. Faenza: Faenza Editrice, 1992. 350 p.
6. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO Determination of small colour differences. In: _____ ISO 10545: Ceramic tiles. Geneva, 2010.



Neste livro são apresentados e discutidos conceitos fundamentais de dispersão e empacotamento de partículas, os quais são ferramentas básicas para a previsão, controle e otimização do processamento e propriedades do produto cerâmico.

Para adquirir este livro, favor entrar em contato com a nossa assessora editorial Patrícia:

E-mail: patricia@ceramicaindustrial.org.br

Telefone: (16) 3351.8249