

A Mancha d'água em Revestimentos Cerâmicos: Contribuição para o desenvolvimento de um método de medida

**Fábio G. Melchades¹, João Celso Romachelli²
e Anselmo O. Boschi¹**

¹*Laboratório de Revestimentos Cerâmicos – LaRC - Departamento de Engenharia de
Materiais - DEMa - Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.
Rodovia Washington Luiz, Km 235, CEP 13560-905, São Carlos, SP;
e-mail: daob@power.ufscar.br*

²*Cerâmica Porto Ferreira Ltda.
Av. 24 de Outubro, nº 1, CEP 13660-970, Porto Ferreira, SP
e-mail: sac-info@ceramicaportoferreira.com.br*

Resumo: A mancha d'água é um defeito comum na fabricação de revestimentos cerâmicos, caracterizado pela alteração das características estéticas da superfície esmaltada da peça quando ocorre a absorção de umidade por parte do suporte. Nesta etapa do trabalho objetivou-se contribuir para o desenvolvimento de um método de medida, capaz de detectar e quantificar a formação e o desaparecimento da mancha d'água, visto que os métodos utilizados atualmente resumem-se a avaliações visuais subjetivas da variação de cor observada nas peças após a absorção de água. A metodologia desenvolvida faz uso de um colorímetro, buscando quantificar a alteração da cor observada na superfície da peça após um período padronizado de absorção de água do suporte. Os resultados obtidos indicam que a metodologia proposta é suficientemente sensível para detectar a velocidade de formação da mancha, sua máxima intensidade e a velocidade de desaparecimento.

Palavras-chaves: *defeitos, mancha d'água, colorimetria*

O Fenômeno Mancha d'água

Mancha d'água é a expressão usada para descrever o “escurecimento” da superfície esmaltada dos revestimentos cerâmicos ocorrida quando os suportes porosos dos mesmos absorvem água. A água responsável pelo surgimento da mancha d'água pode ter várias procedências: a) da argamassa; b) do umedecimento das peças antes do assentamento; c) exposição dos revestimentos ao ambiente; d) água proveniente de fontes externas após o assentamento; etc.. Como pode-se perceber o contato do revestimento com a água quer durante o assentamento quer durante o uso são praticamente impossíveis de serem evitados. Assim sendo a eliminação do defeito só pode ser buscada através da produção de revestimentos que não mudem de cor quando seus suportes entram em contato

com a água. Para que se possa identificar as maneiras através das quais a mancha d'água pode ser evitada é preciso identificar as causas do seu aparecimento. Algumas das principais causas são: a) o esmalte é muito transparente e/ou a camada é muito fina (esmaltes opacos e camadas espessas minimizam o defeito); b) a camada de engobe é pouco opaca, muito fina e/ou porosa e c) o suporte é muito poroso e absorve muita água.

Pelo acima exposto pode-se perceber que as causas da mancha d'água estão ligadas às características do esmalte, engobe, suporte e processamento. Infelizmente, entretanto, na maioria das vezes, as restrições a cada uma dessas variáveis para que o problema da mancha d'água seja eliminado são impossíveis de serem praticadas industrialmente. Mesmo assim é interessante perceber que uma empresa que trabalhasse com camadas espessas de esmal-

tes opacos, camadas espessas de engobes impermeáveis e perfeitamente opacos e suportes sem porosidade não precisaria se preocupar com a mancha d'água, pois à partir dessas informações pode-se identificar os produtos que tem maior probabilidade de apresentar o problema assim como identificar as alterações que poderiam levar à sua eliminação.

Industrialmente, a principal maneira de controlar a mancha d'água é através do controle das características do engobe². Os engobes impermeáveis não apresentam alteração de sua cor mesmo quando ocorre a absorção de água por parte do suporte e, por serem opacos, impedem que a alteração de cor sofrida pelo suporte seja vista a partir da face esmaltada do revestimento. A obtenção de engobes impermeáveis, entretanto, depende fundamentalmente: a) da composição e das características físicas e químicas de cada componente; b) das condições de fabricação do engobe; c) das condições de aplicação e d) das condições de queima. Além disso, é importante ressaltar a importância da compatibilidade das propriedades do engobe com as do suporte, esmalte e as condições de fabricação, ou seja, é preciso desenvolver engobes que sejam impermeáveis sem se esquecer dos demais requisitos para um bom engobe.

Antes de se estudar os efeitos das variáveis mencionadas acima sobre o fenômeno da mancha d'água é fundamental que se disponha de um método para avaliar quantitativamente o mesmo.

Métodos de Medida

Muito embora o fenômeno da mancha d'água seja conhecido há bastante tempo, nenhuma norma, até o momento, apresenta um método para a sua avaliação quantitativa. Industrialmente três métodos são utilizados para uma avaliação qualitativa da mancha d'água:

1. **Método do reservatório:** Nesse método água (ou uma solução diluída de azul de metileno) é colocada em um recipiente afixado à superfície não esmaltada da peça, previamente seca em estufa, e ali permanece por um período de tempo pré-determinado. A seguir a face esmaltada da peça é examinada à procura de regiões mais escuras que coincidam com a localização do reservatório.
2. **Imersão parcial das peças:** Este método é uma versão simplificada do método do reservatório. As peças, previamente secas em estufa, são parcialmente imersas em água (ou uma solução diluída de azul de metileno) e, após decorrido um período de tempo pré-estabelecido, são retiradas, secas e observadas à procura de uma mudança de cor da parte imersa em relação à parte não imersa.
3. **Teste de absorção capilar:** Neste teste a superfície não esmaltada da peça, previamente seca em estufa, é colocada sobre um material absorvente (uma esponja ou toalha de cozinha) que, por sua vez, está dentro de uma

bandeja com água (ou uma solução diluída de azul de metileno). A espessura do material absorvente e o posicionamento da peça devem ser ajustados de modo que a mesma não entre em contato direto com o líquido da bandeja.

Esses métodos, entretanto, apresentam várias deficiências: a) só permitem uma avaliação qualitativa do fenômeno; b) é difícil saber com precisão se as peças que apresentaram mancha d'água nesses testes apresentarão problemas semelhantes em condições de uso; c) nenhum desses métodos avalia o desaparecimento da mancha d'água; d) em todos os métodos a avaliação é subjetiva e esbarra na pergunta fundamental "Qual a intensidade de variação de tonalidade admissível?". Por isso, um método que permita avaliar quantitativamente esse fenômeno se faz necessário. Além disso ao se tentar trazer o manuscrito para limites admissíveis, é fundamental que se possa quantificar o efeito de cada variável sobre o mesmo.

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi contribuir para o desenvolvimento de um método simples, rápido, reprodutível e relativamente barato que permita a avaliação quantitativa do fenômeno mancha d'água em peças de revestimentos cerâmicos.

Procedimento Experimental

Muito embora os poucos trabalhos publicados sobre o fenômeno mancha d'água sugiram a utilização de colorimetria para mensurar a intensidade da variação de cor provocada pela água absorvida pelo suporte, nenhum deles apresenta maiores detalhes sobre essa possibilidade. No presente trabalho optou-se então pelo desenvolvimento de uma metodologia baseada nessa sugestão. Em vista dos comentários apresentados acima optou-se por avaliar: a) a velocidade de formação da mancha d'água; b) a máxima intensidade e c) a velocidade de desaparecimento da mancha.

O procedimento experimental adotado é apresentado esquematicamente na Figura 1. Inicialmente fez-se a leitura das coordenadas tricromáticas⁵ de três regiões das peças secas, com o auxílio de um colorímetro portátil (Minolta modelo CM-508-d). À partir das três leituras calculou-se os valores médios das coordenadas, L^* , a^* e b^* , fornecidas pelo colorímetro para cada peça. Após a imersão da parte da peça que continha as regiões em que se fez as leituras colorimétricas, em água, por intervalos de tempo pré-estabelecidos, a superfície esmaltada das peças eram secas com um pano seco e fazia-se novamente leituras colorimétricas nas mesmas regiões e as novas médias das coordenadas, L^* , a^* e b^* eram calculadas. Para assegurar que as leituras fossem feitas nas mesmas regiões utilizou-se um gabarito. A variação de tonalidade entre uma medida e a outra, na mesma peça, foi calculada por meio do parâmetro ΔE^* ⁶.

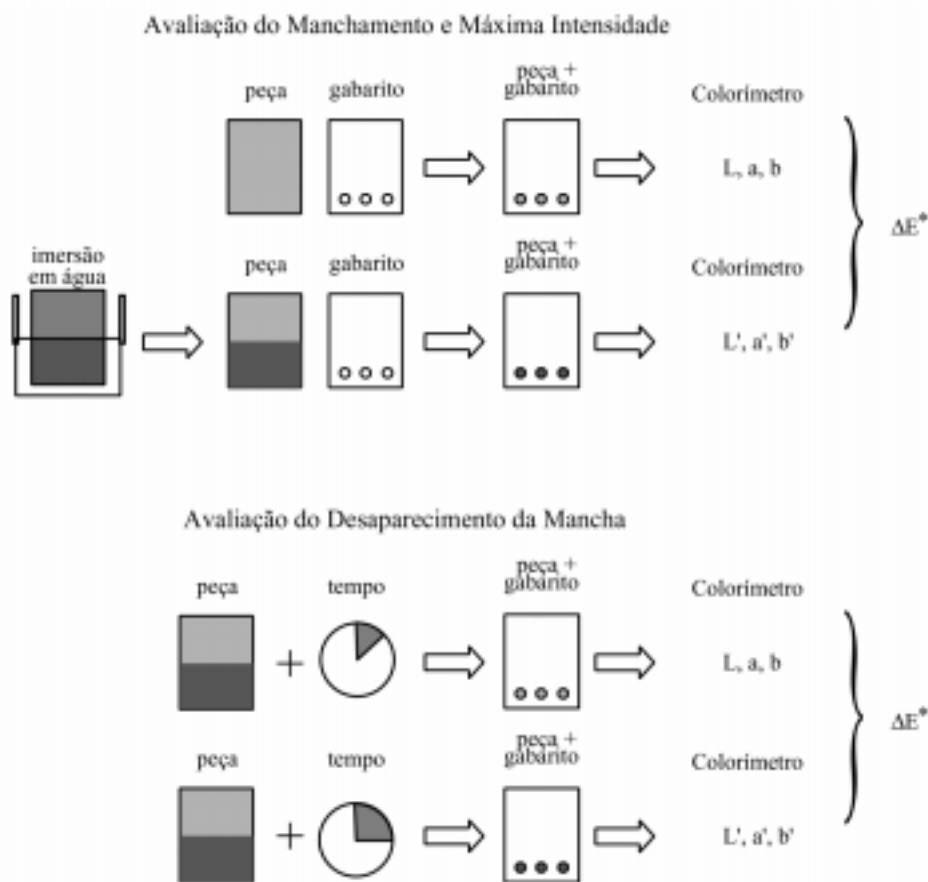


Figura 1. Diagrama representativo do sistema empregado para avaliar a mancha d'água.

Quanto maior o valor do ΔE encontrado, maior é a variação de tonalidade observada na peça e, portanto, mais intensa a mancha d'água formada. Cabe mencionar que, de uma forma genérica, o olho humano é capaz de detectar variações de cores que correspondam a $\Delta E > 0,5$.

Para avaliar o desaparecimento da mancha d'água adotou-se procedimento semelhante com a diferença que os intervalos de tempo entre uma medida colorimétrica e a próxima correspondiam agora ao tempo de secagem ao ar.

No estudo realizado, efetuaram-se medidas na peça a cada 5 minutos de imersão, procurando-se determinar a cinética de evolução da mancha formada. Após uma hora de imersão em água, a peça foi posta para secar em ambiente ventilado, mantendo-se as faces expostas ao ar. Periodicamente foram realizadas medidas colorimétricas na peça, sempre nos três pontos inicialmente determinados pelo gabarito, com o intuito de se avaliar o desaparecimento da mancha.

Avaliação Da Metodologia Proposta

Inicialmente avaliou-se a potencialidade da metodologia proposta através do levantamento da curva de manchamento de uma peça industrial de monoporosa de tamanho nominal de (30 x 40) cm.

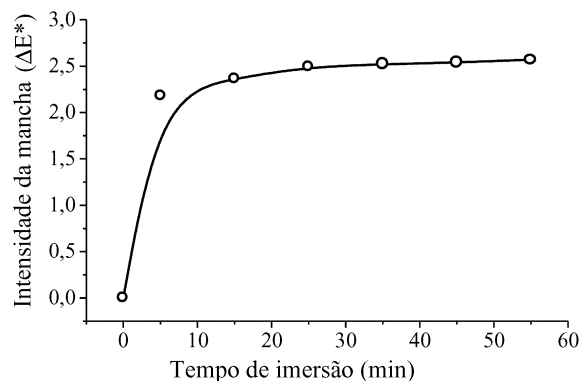


Figura 2. Evolução do manchamento das peças.

A Figura 2 apresenta a evolução da mancha com o tempo de imersão. Analisando-se a curva obtida verifica-se que a tonalidade da peça varia abruptamente logo após a imersão. O manchamento da peça se desenvolve rapidamente durante os primeiros cinco minutos e a partir de então aumenta lentamente. Cabe lembrar que, no geral, diferenças de tonalidade medidas pelo colorímetro superiores a $\Delta E = 0,5$ já podem ser detectadas pelo olho humano.

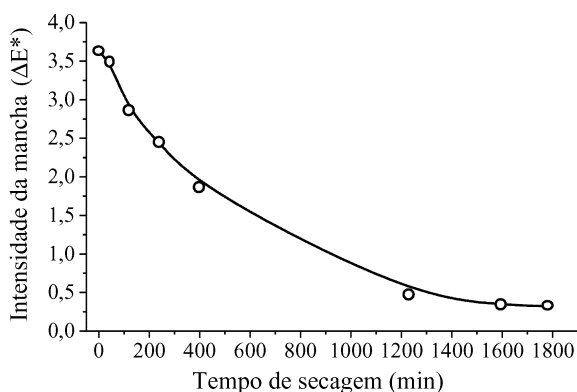


Figura 3. Evolução do desaparecimento da mancha durante a secagem da peça.

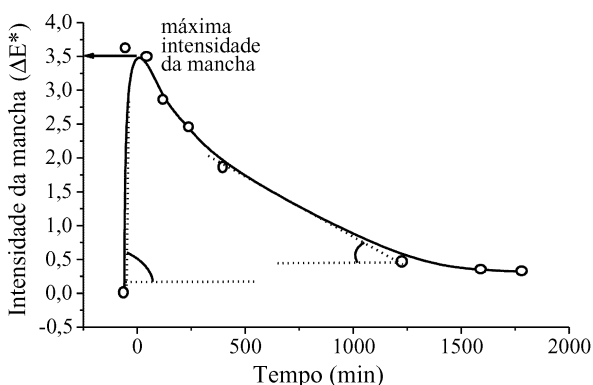


Figura 4. Curva de manchamento da peça industrial analisada

Na Figura 3 a mesma análise é realizada para o desaparecimento da mancha durante a secagem da peça. Observa-se que a mancha desaparece gradativamente, apresentando uma velocidade ligeiramente superior no início da secagem. O tempo necessário para a eliminação da mancha foi consideravelmente superior ao tempo necessário para a sua formação.

A combinação das Figuras 2 e 3 gera a curva de manchamento (Figura 4). Na Figura 4, destacam-se as informações que podem ser obtidas a partir desta curva. O ponto máximo da curva representa a máxima intensidade da mancha. As inclinações da curva nas etapas de manchamento e secagem indicam as velocidades de manchamento e desaparecimento da mancha, respectivamente.

A seguir, aplicou-se a metodologia desenvolvida para caracterizar o manchamento de peças produzidas nas mesmas condições, onde a única variável era a espessura da camada de engobe utilizada, com o objetivo de avaliar a sensibilidade do método. O teste foi realizado em peças de monoporosa, empregando-se um engobe típico para este tipo de produto (Tabela I). Para a variação da espessura da camada de engobe, foram empregadas camadas de 40, 50,

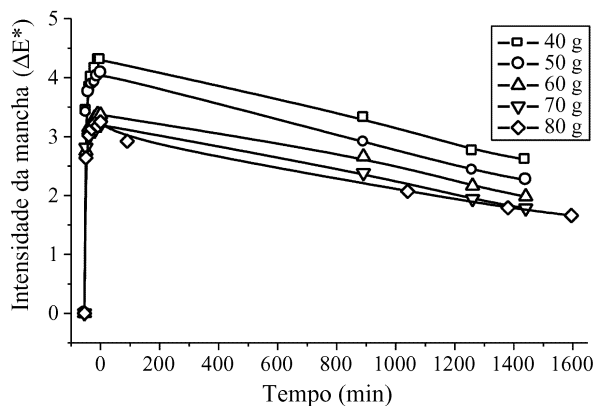


Figura 5. Curva de manchamento de peças de monoporosa com camadas de engobe de diferente espessura.

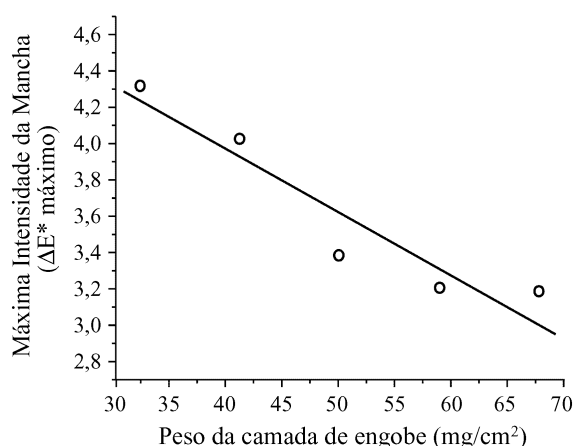


Figura 6. Correlação entre a intensidade da mancha e a espessura da camada de engobe utilizada.

Tabela I. Composição do engobe utilizado.

Matérias primas	Proporção (%)
Argila	25
Feldspato	15
Quartzo	20
Frita	20
Zirconita	20

60, 70 e 80 g em peças de dimensões de (30 x 40) cm, que correspondem a camadas de 33, 42, 50, 58, 67 mg de engobe/cm². As peças foram queimadas uma após a outra na fileira central de um forno industrial a rolos cuja máxima temperatura era de 1150 °C e analisadas quanto à formação da mancha d'água de acordo com a metodologia acima descrita.

Na Figura 5 representa-se a curva de manchamento das peças produzidas com diferentes espessuras de camada de engobe. Verifica-se que o sistema de medida adotado é

suficientemente sensível para detectar diferenças no manchamento de peças produzidas nessas condições. A velocidade de manchamento e de desaparecimento da mancha não parecem sofrer alterações significativas. No entanto, a máxima intensidade da mancha é profundamente alterada pela variação da espessura da camada de engobe. Na Figura 6 representa-se a variação da máxima intensidade da mancha formada (máximo ΔE observado na curva de manchamento) com o peso da camada de engobe aplicada por unidade de área. Nota-se a existência de correlação direta entre estas variáveis, indicando que a espessura da camada de engobe pode ser utilizada para controlar o manchamento das peças.

Conclusões

Os resultados obtidos indicaram que a utilização do colorímetro atrelada a uma metodologia sistemática de avaliação da mancha d'água, permite a identificação da velocidade de formação e eliminação da mancha, bem como a quantificação de sua máxima intensidade. Além disso, foi possível observar que a metodologia apresenta sensibilidade suficiente para detectar variações no manchamento provocadas por alterações dos parâmetros de processamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Minolta Corporation, particularmente a Herta Luisa Lenhardt, consultora de aplicações, pelas medidas de colorimetria e à Cerâmica Porto Ferreira Ltda., que cedeu suas instalações e pessoal técnico. Agradecimentos especiais pelas proveitosas sugestões e discussões a Douglas Triana do Centro Cerâmico do Brasil (CCB) e José Emílio Enrique Navarro da Universidade Jaume I, Castellon, Espanha.

Referências Bibliográficas

1. Amorós, J.L.; Beltrán, V; et al. – *Defectos de Fabricación de Pavimentos y Revestimientos Cerámicos* – AICE, ITC, Castellón,.
2. Perez, E.A. – *Apuntes de esmaltes y colores cerámicos* – Instituto de Formación Profesional nº2 de Castellón, Generalitat Valenciana, 1991.
3. CINGAPURA
4. CCB
5. Melchiades, F.G.; Boschi A.O. – *Cores e tonalidades em revestimentos cerâmicos* – Cerâmica Industrial, 4, (1-6), 11-18, 1999.
6. Bernardin, A.M.; Riella, H.G. – *Variación de tonalidades em placas cerâmicas e escalas colorimétricas: CMC x CIELAB X CIELCH* – Cerâmica Industrial, 4, (1-6), 43-46, 1999.