

Relação entre Porosidade Superficial do Vidrado e a Resistência à Abrasão Superficial de Cerâmicas Esmaltadas

Andréa Regina Duran*

Cerâmica Chiarelli S.A.

**e-mail: andrea@chiarelli.com.br*

Resumo: Atualmente, a resistência à abrasão superficial; o conhecido PEI; tem sido para muitos, sinônimo de durabilidade do produto e garantia de qualidade quanto ao desgaste superficial. Porém, muito tem se visto na prática que o PEI, por si só, não garante a resistência ao desgaste; aquele que provoca trilhas de circulação e proporciona o aspecto de encardimento do revestimento cerâmico. O objetivo deste artigo é relacionar diversas situações de uso do produto e o desempenho destes, inserindo na metodologia de resistência à abrasão superficial, uma verificação da porosidade superficial do vidrado.

Palavras-chave: *porosidade, PEI, desgaste*

1. Introdução

1.1. Revestimentos cerâmicos na visão do consumidor

Os revestimentos cerâmicos esmaltados são reconhecidos por sua polivalência, com características que proporcionam o desempenho desejado para a sua aplicação. São inúmeras as opções de ambientação e estilos que vão desde o tradicional ao arrojado. Com a evolução tecnológica, o revestimento cerâmico não está mais restrito às áreas molhadas, ocupando ambientes interiores e exteriores. Os principais atributos da cerâmica como material de acabamento são apresentados como:

- **Limpabilidade:** é fácil de limpar tanto no pós-obra quanto no dia a dia;
- **Incombustibilidade:** não pega fogo como outros materiais de acabamento como carpetes e madeira;
- **Impermeabilidade:** é estanque à água, não contribuindo para a insalubridade dos ambientes em que está aplicada;
- **Durabilidade:** sua composição química estável permite um longo tempo de uso, sem que suas características técnicas ou estéticas se alterem; e
- **Saúde:** a cerâmica é um material antialérgico, não acumula poeira e microorganismos².

Frente a todos essas características, o consumidor final vê na cerâmica a solução para todos os seus problemas, principalmente a DURABILIDADE, acreditando que o mesmo possa manter-se intacto por anos e anos a fio.

1.2. Revestimentos cerâmicos na visão do ceramista

A série de normas específicas para placas cerâmicas NBR 13818, definem metodologias para avaliação da superfície vidrada como:

- Determinação da Resistência à abrasão superficial – Método PEI (Anexo D);
- Determinação da Resistência ao ataque químico (Anexo H);
- Determinação da Resistência ao manchamento (Anexo G); e
- Determinação da Resistência ao risco (Anexo V).

Todos os ensaios acima têm como objetivo simular condições de uso do produto que possam assegurar a durabilidade do mesmo ao longo dos anos. Porém o único método conhecido popularmente é o PEI, no qual muitos consumidores e especificadores se apegam como indicadores de durabilidade do produto.

Na NBR 13818, somente o PEI 5 está relacionado ao teste de resistência a manchas, porém os agentes manchantes são pouco agressivos.

1.3. O fenômeno do desgaste

O desgaste é caracterizado pelo manchamento da superfície (encardimento) causado pela porosidade superficial do vidrado. Esse artigo mostra a metodologia utilizada pela Cerâmica Chiarelli para avaliação de reclamações de desgaste prematuro como também para o controle produtivo e avaliação laboratorial, conforme descrito na Figura 1.

Em muitos casos observam-se produtos caracterizados como PEI 4; os quais são indicados para áreas de alto tráfego como residências, garagens, lojas, áreas públicas etc; que resistem a 6.000 ciclos de abrasão, mas após poucos meses de uso apresentam-se completamente deteriorados, Figura 2.

Muito comum nesse relato acima é repetir ensaios de abrasão superficial e resistência ao manchamento e perceber que diante da metodologia constante na NBR o produto atende perfeitamente os requisitos.

1.4. O problema

A presença de bolhas e poros no interior dos esmaltes, utilizados em pisos cerâmicos esmaltados, influem consideravelmente sobre algumas propriedades técnicas e estéticas da superfície esmaltada. Assim, nos pavimentos esmaltados, com o passar do tempo o esmalte sofre um desgaste superficial contínuo devido à abrasão que se produz pelo contato de materiais de dureza igual ou superior à sua.

Uma abrasão de maior ou menor intensidade da superfície esmaltada faz com que os poros ou bolhas internas do esmalte se abram, favorecendo a introdução de diversos materiais; como poeira, agentes manchantes, líquidos, etc. Estes poros superficiais afetam de maneira prejudicial a característica estética do produto, conferindo um aspecto de encardido, contrariando a definição de produtos cerâmicos esmaltados serem de fácil limpeza e manutenção, Figura 3.

1.5. A origem do problema

A tensão superficial e a viscosidade do esmalte na temperatura de maturação são as propriedades que mais influenciam a ocorrência deste defeito.

Durante o processo de queima¹, a viscosidade do esmalte, geralmente elevada, pode dificultar a liberação de gases provenientes do suporte, aprisionando-os e gerando a presença de bolhas no vidrado, Figuras 4a e 4b A viscosidade ideal da fase vítrea deve ser suficiente para prover a liberação das bolhas ao longo do processo de queima.

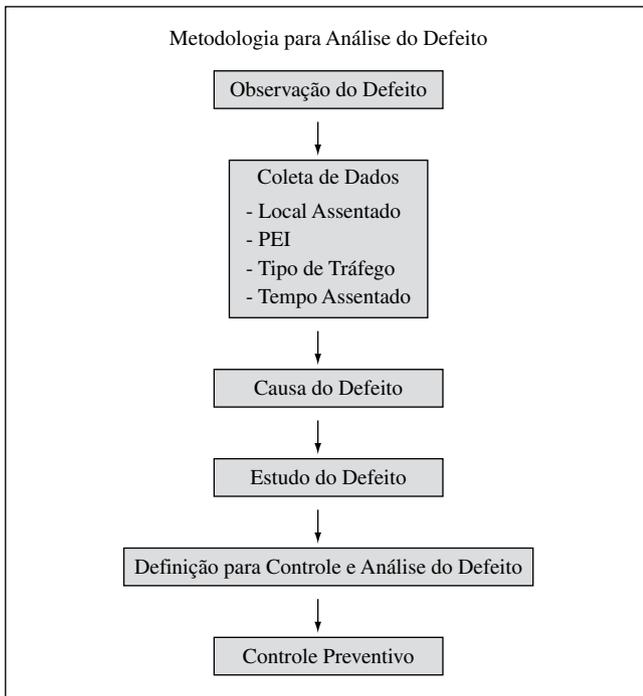


Figura 1. Metodologia aplicada para análise do defeito.



Figura 2. Produto PEI 4 assentado em área residencial.

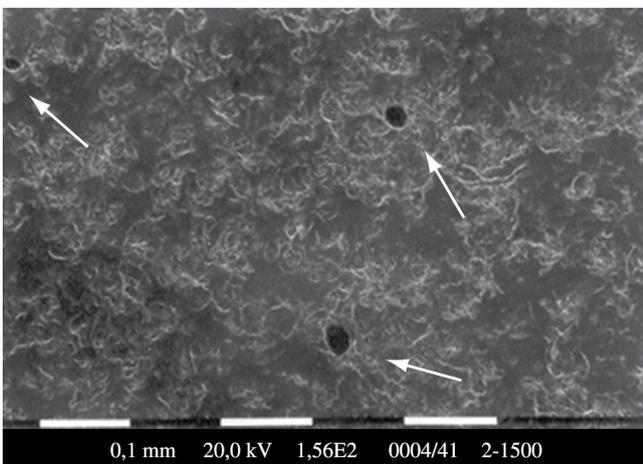
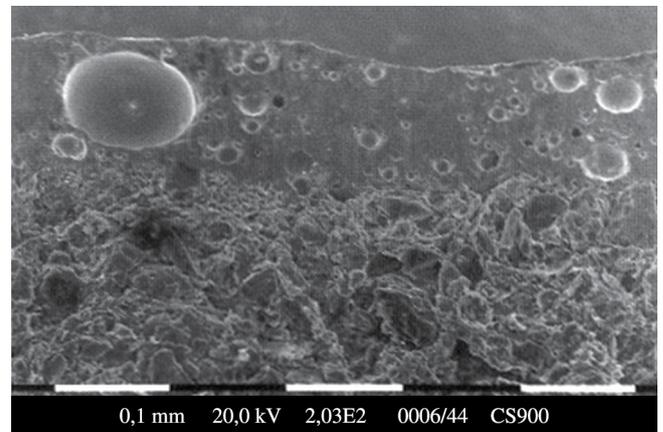
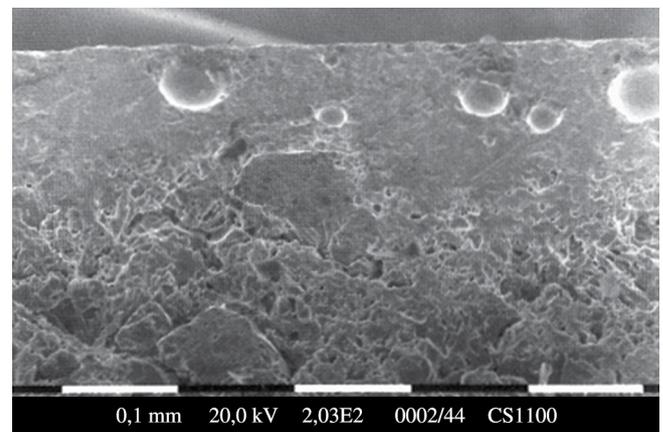


Figura 3. Superfície esmaltada com poros expostos à impregnação de resíduos.



(a)



(b)

Figura 4. Microscopia da superfície vidrada com retenção de bolhas.

Causas mais frequentes da origem das bolhas:

- A expulsão de vapor d'água e ar do suporte pode ser absorvida pela camada de esmalte durante o processo de esmaltação;
- A presença de certos gases produzidos na decomposição das matérias primas do suporte e do esmalte;
- Retenção de ar no processo de esmaltação;
- A presença de vapor d'água na atmosfera do forno pode ser absorvida ou adsorvida pelas partículas de esmalte;
- Contaminação do esmalte com impurezas voláteis;
- Temperatura de queima excessiva para o vidrado podendo potencializar a interação entre a massa e o vidrado assim como a volatilização de alguns componentes como chumbo, potássio, sódio e boro;
- Secagem do suporte incompleta, seguida da aplicação de uma camada de esmalte muito úmida que pode reter gotículas de água que posteriormente se transformarão em bolhas e furos;
- Ciclos de queima demasiadamente rápidos;
- Utilização de fritas com alto desprendimento de gases na queima;
- Decomposição de ligantes orgânicos presentes no esmalte e serigrafias; e
- A presença de aditivos e a sua granulometria, como quartzo, alumina e silicato de zircônio, que podem aumentar significati-

vamente a presença de bolhas nos esmaltes, pelo impedimento da ascensão das bolhas (Figura 5).

Qualquer que seja a origem das bolhas, sua liberação está diretamente relacionada às propriedades do esmalte, viscosidade e tensão superficial. Quando estas são muito elevadas, as bolhas encontram muita dificuldade para crescerem e movimentarem-se pelo esmalte, até atingir a superfície e romperem-se.

2. Materiais e Métodos

Relacionar casos reais de desgaste prematuro com a presença de bolhas no vidrado, as quais podem causar incrustação de resíduos levando ao encardimento.

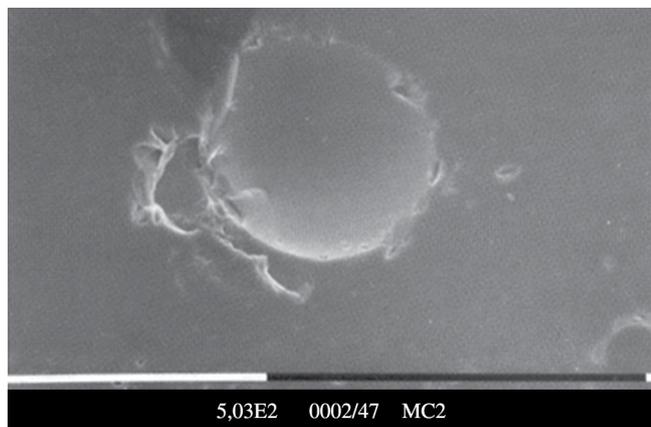
1. Amostras Utilizadas.

- A. Piso esmaltado PEI 4, assentado há 1 ano e 6 meses em um restaurante (ambiente comercial de tráfego médio, com portas para fora);
- B. Piso esmaltado PEI 4, assentado há 7 meses em uma loja (ambiente comercial de tráfego médio com portas para fora); e
- C. Piso esmaltado PEI 4, assentado há 1 ano e 8 meses em uma cozinha (ambiente residencial).

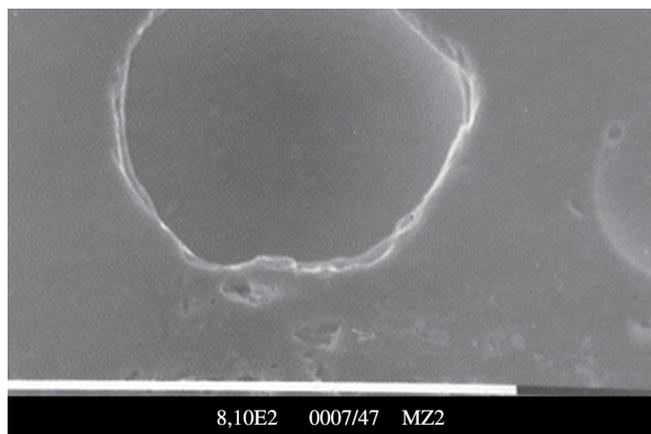
2. Efetuar a abrasão em diversos ciclos, com o objetivo de atingir espessuras diferenciadas do vidrado, buscando identificar a porosidade deste através do uso de um agente impregnante (pasta de pó xadrez preto com água em contato por 1 hora);
3. Comparar o resultado da impregnação de resíduos de pó xadrez com agentes manchantes mais agressivos como da norma ASTM:
 - Azul de Metileno (em contato por 24 horas); e
 - Permanganato de Potássio (em contato por 24 horas).
4. Variáveis que afetam a porosidade dos vidrados:
 - Grau de sinterização (efeito da temperatura de queima); e
 - Adição de fundentes no esmalte.

3. Resultados

1. Identificação das amostras no local de uso, Figuras 6, 7 e 8;
2. Análise visual dos ensaios realizados nas amostras não assentadas, Figuras 9, 10 e 11;
3. Análise visual da influência de determinadas variáveis na porosidade, Figuras 12 e 13; e
4. Resultados Comparativos, Tabelas 1 e 2;



(a)



(b)

Figura 5. a) Microfotografia de uma bolha retida por partícula de zircônio; e b) Microfotografia de uma bolha retida por partícula de quartzo.



Figura 6. Piso esmaltado PEI 4 assentado há 1 ano e 6 meses em um restaurante.

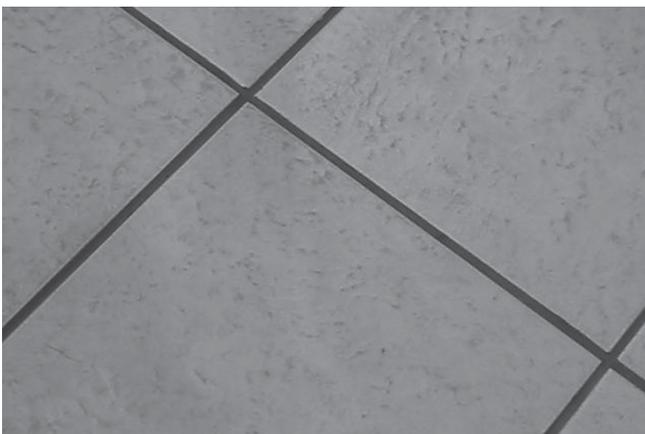


Figura 7. Piso esmaltado PEI 4 assentado há 7 meses em uma loja.

Tabela 1. Comparação dos efeitos do pó xadrez e demais agentes manchantes.

Amostra	Ciclos de Abrasão				Azul de metileno	Permanganato de potássio
	1.000	6.000	10.000	20.000		
Intensidade da Porosidade Superficial						
A	baixa	média	intensa	não foi ensaiado	s/ alteração da superf.	s/ alteração da superf.
B	não foi ensaiado	intensa	não foi ensaiado	não foi ensaiado	s/ alteração da superf.	s/ alteração da superf.
C	s/ alteração da superf.	média	intensa	super intensa	leve alteração da superf.	leve alteração da superf.

Tabela 2. Variação da porosidade superficial em função do grau de sinterização.

Amostra	Ciclos de Abrasão		
	1.000	6.000	10.000
N1	s/ alteração da superf.	s/ alteração da superf.	baixa
N2	s/ alteração da superf.	baixa	baixa
N3	s/ alteração da superf.	média	baixa



Figura 8. Piso esmaltado PEI 4 assentado há 1 ano e 8 meses em uma cozinha (ambiente residencial).

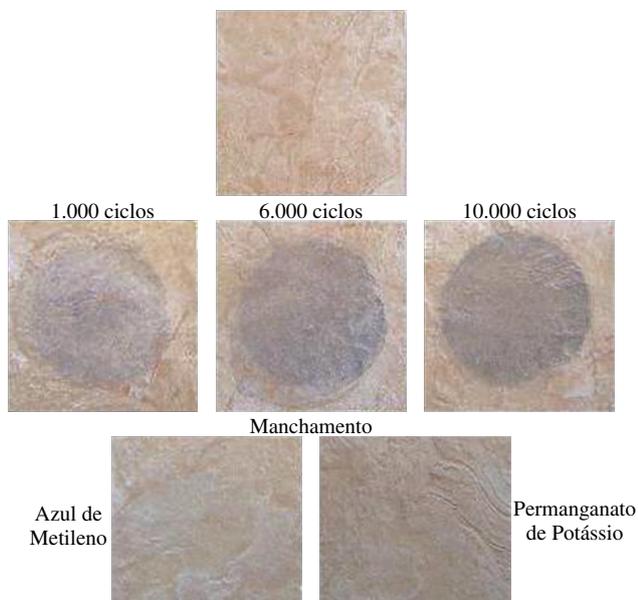


Figura 9. Amostra A.

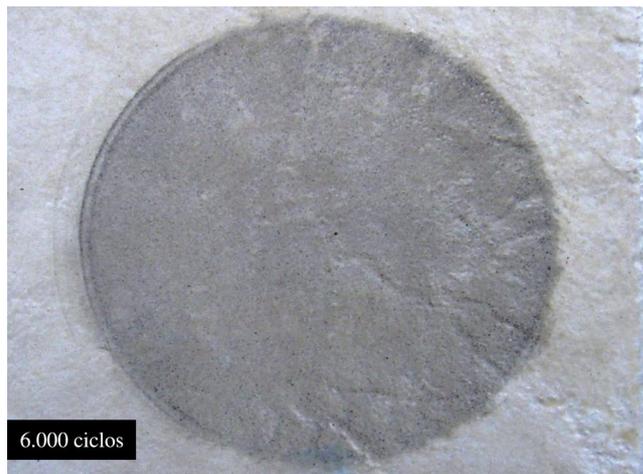


Figura 10. Amostra B.

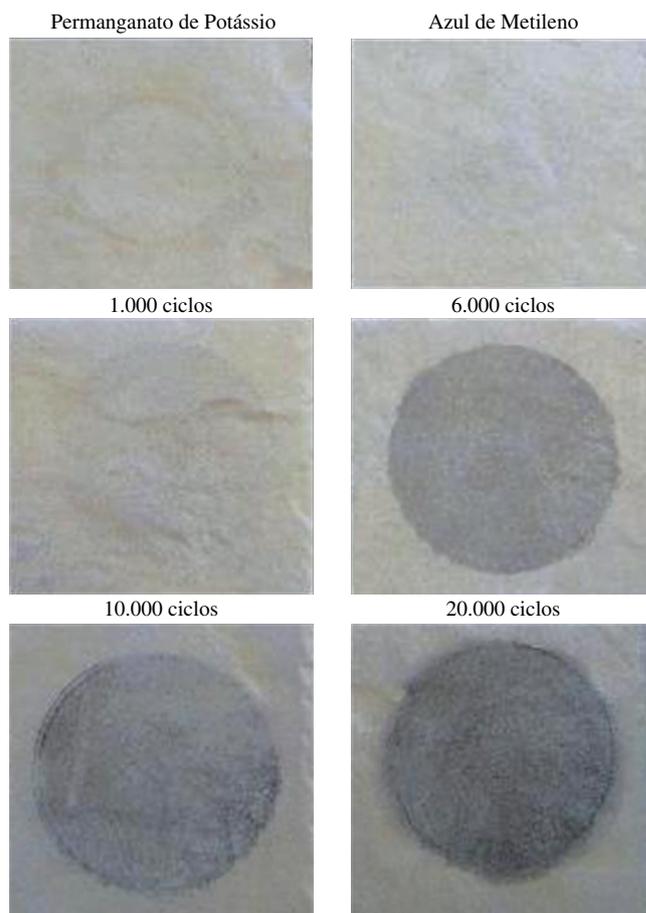


Figura 11. Amostra C.

Efeito de Temperatura

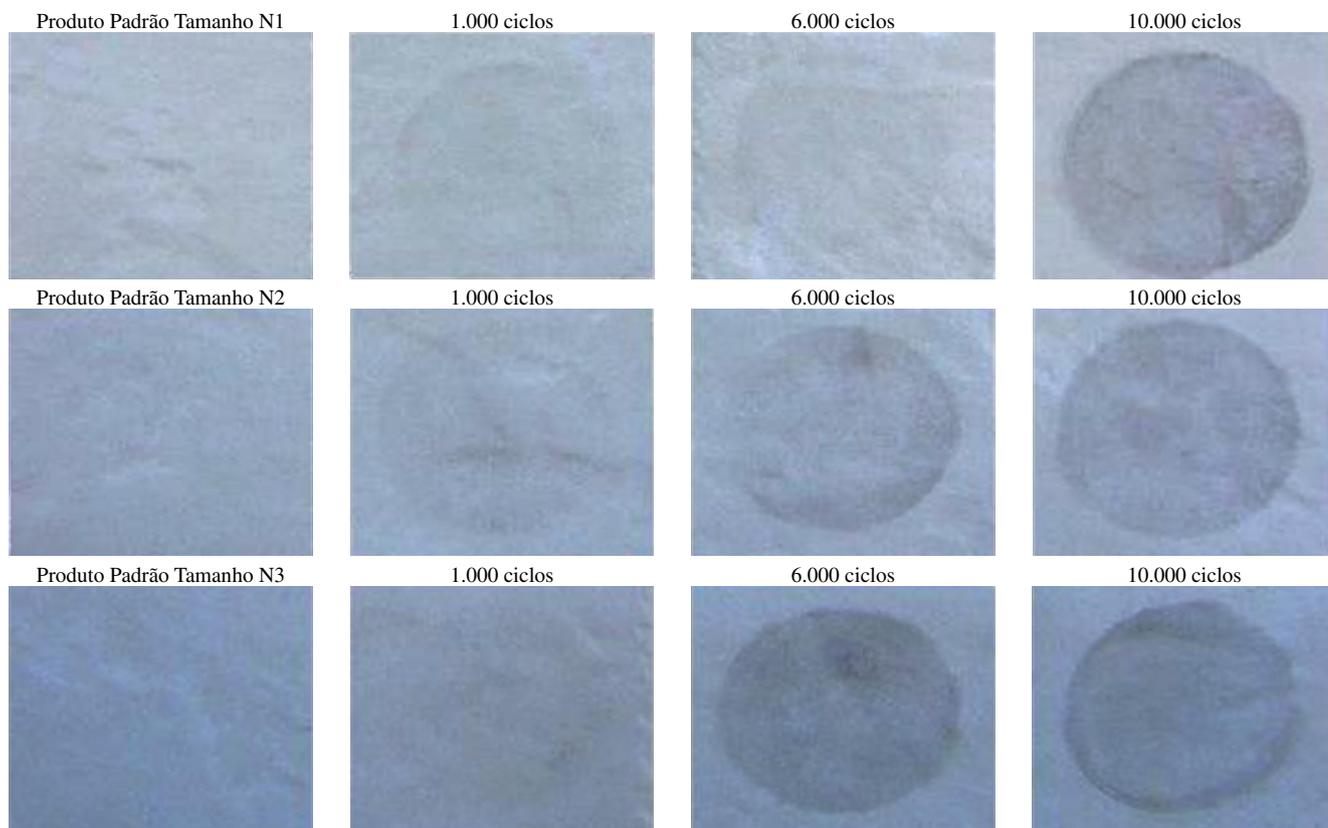


Figura 12. Influência do grau de sinterização das amostras (temperatura de queima).



Figura 13. Influência de aditivos no esmalte (fundente)*.

4. Discussão e Conclusões

- O método de abrasão convencional, descrito na NBR 13818 não evidencia a porosidade superficial, a qual é responsável pelo encardimento (desgaste) do piso cerâmico esmaltado.
- O uso de um agente manchante, como o pó xadrez, evidencia a porosidade aberta da superfície. Devido a granulometria muito fina, este agente manchante é extremamente eficaz.
- Comparativamente, o uso dos agentes manchantes azul de metileno e permanganato de potássio, antes do abrasionamento da superfície, não proporcionam o mesmo efeito que o pó xadrez utilizado após abrasão, conforme resultados da Tabela 1.
- Pode-se observar que a porosidade varia com o grau de abrasionamento, isto é, a porosidade pode estar em diferentes níveis da camada de esmalte, Figuras 9 e 11.
- Como alternativas para correção da porosidade superficial, a elevação da temperatura de queima/ ciclo e a adição de fundentes ao esmalte e engobe têm mostrado bons resultados, Figuras 12 e 13.

Agradecimentos

À Equipe Chiarelli, especialmente à Michele M.M. Perim da Silva, Responsável Técnica do Laboratório Central.

Referências

1. Amorós, J. L. et al. **Defectos de Fabricación de Pavimentos y Revestimientos Cerámicos**. Valencia: Instituto de Tecnología Cerámica. 169 p, 1991.
2. GUIA GERAL DE CERÂMICA & ASSENTAMENTO 2003. São Paulo: Menasce Comunicações Ltda. Anual, 2003.