

Limpabilidade de Porcelanato Polido

Maria Soranzo^a, Elisa Rambaldi^{b*}, Francesca Prete^b, Giuliana Bonvicini^b, Maria Chiara Bignozzi^{b,c}

^a *Indústria Química Fila, S. Martino di Lupari, Pádua, Itália*

^b *Centro Cerâmico de Bolonha, Bolonha, Itália*

^c *Departamento de Engenharia Civil, Química, Ambiental e de Materiais, Universidade de Bolonha, Bolonha, Itália*

*e-mail: rambaldi@cencerbo.it

Resumo

Com a chegada ao mercado do porcelanato polido, vários estudos visaram o incremento das propriedades técnicas destas superfícies. De fato, o polimento da superfície das placas de porcelanato resulta em um incremento de sua estética, mas com deterioração de seu desempenho. Para superar este problema, é possível proteger a superfície polida com materiais comerciais à prova d'água. Neste trabalho foram avaliadas placas de porcelanato polido comerciais revestidas com agentes de proteção à prova de manchas denominados FILA PD15 e FILA 1239 Plus. Os resultados de resistência química e às manchas foram correlacionados às características morfológicas superficiais dos produtos com e sem a proteção. Em particular, foi realizado um estudo sistemático da porosidade superficial das placas. Os resultados mostraram que, com o tempo, um poro não protegido tenderá a ser preenchido com sujeira que dificilmente será removida com uma manutenção convencional. Entretanto, se os poros são protegidos, com o tempo a sujeira de tráfego pedestre tenderá a ser depositada, mas apenas superficialmente.

Palavras-chave: porcelanato polido, limpabilidade, porosidade.

1. Introdução

O porcelanato é um produto caracterizado por excelente desempenho técnico: alta densidade (absorção de água < 0,5%), resistência à abrasão e às manchas, e dureza superficial. Quando queimadas, as placas de porcelanato são expostas a temperaturas muito elevadas, que permitem a obtenção de uma superfície compacta e muito durável. Entretanto, para se obter características estéticas muito valorizadas pelo usuário final, as placas de porcelanato frequentemente são polidas para reduzir sua rugosidade e assim aumentar seu brilho.

Mesmo que o processo de polimento melhore a estética do produto e aumente sua competitividade com as pedras naturais, também induz várias alterações na microestrutura superficial como resultado do processo de polimento. Uma fina camada do produto é removida, causando a formação de trincas e falhas, revelando a porosidade fechada, inicialmente localizada dentro do material. Isto pode comprometer o desempenho técnico e estético das placas de porcelanato, particularmente em termos da limpabilidade e resistência às manchas¹⁻⁵. De fato, a sujeira pode penetrar nos poros, sulcos e riscos e sua remoção pode ser muito difícil.

Para se obter uma alta resistência às manchas e para preservar o desempenho estético do porcelanato, pode ser aplicado sobre a superfície das placas um agente de proteção contra as manchas. O papel do tratamento de proteção é preencher os poros e buracos, prevenindo assim a penetração de sujeira e de agentes que causam manchas. O efeito de alguns revestimentos protetores foi analisado em trabalhos anteriores e foi demonstrado que a eficácia

dos tratamentos depende das características destes e das superfícies nas quais são aplicados⁶⁻⁸. Neste trabalho foi estudado o efeito – resistência às manchas e resistência química – de dois tratamentos protetores sobre placas de porcelanato polido comerciais. O primeiro é um tratamento diretamente aplicado em uma linha comercial (FILA FT1239 Plus) e o segundo foi aplicado depois do assentamento (FILA PD 15).

2. Material e Métodos

Foi selecionado para o estudo um tipo de porcelanato polido comercial (60x30 cm; cor branca), denominado como referência A. Este tipo de placa polida foi submetido a quatro etapas distintas de tratamento, referidas como:

- A1, placa não tratada;
- A2, placa lavada com uma solução de ácido fosfórico (para remover os resíduos do processo de polimento);
- A3, placa lavada com a solução de ácido fosfórico e então tratada com o agente de proteção FT1239 Plus;
- A4, placa lavada com a solução de ácido fosfórico e então tratada com os dois agentes de proteção (FT1239 Plus e, em sequência, FILA PD 15).

A superfície de trabalho das placas foi submetida ao ensaio de resistência às manchas (de acordo com a norma ISO 10545-14), à determinação da resistência química (de acordo com a norma ISO 10545-13, procedimento para

placa esmaltada) e à análise da microestrutura da superfície. Para a resistência às manchas, os agentes usados foram: verde em óleo leve, iodo (13 g/L em solução alcoólica) e azeite de oliva. Para a resistência química (resistência ao ataque químico), as soluções de teste foram: solução de cloreto de amônio (100 g/L), solução de hipoclorito de sódio (20 mg/L), solução de ácido hidrolórico (3% v/v) e solução de hidróxido de potássio (30 g/L). Ambos os testes foram feitos sobre 3 áreas distintas em cada placa.

Foi utilizado um microscópio óptico (Leica DMLM D) para analisar o efeito do tratamento protetor sobre a superfície de trabalho do porcelanato. As imagens digitais obtidas foram analisadas utilizando-se o aplicativo de análise de imagem Leica Application Suite (LAS) para calcular o percentual de porosidade total TP (média de 5 imagens de cada amostra) e para avaliar sua distribuição, tamanho e forma. Cada placa também foi examinada por microscopia eletrônica de varredura (MEV, Zeiss Evo 40 D) para investigar em detalhes o efeito do tratamento protetor sobre a microestrutura superficial do porcelanato. A correlação entre a microestrutura e a limpabilidade foi avaliada aspergindo-se uma solução com sujeira (à base de grafite) e, após secagem, removendo-a com um pano úmido.

3. Resultados e Discussão

Os resultados para a resistência às manchas (ISO 10545-14) são mostrados na Tabela 1. Todas as amostras pertencem à classe 5 (a mancha é removida com água quente) e não foram observadas diferenças entre elas após o uso dos agentes selecionados.

Os resultados para a determinação da resistência química (ISO 10545-13) são mostrados na Tabela 2. Foi observada a redução da resistência ao ataque químico pelo uso de produtos químicos domésticos para a amostra A2. As amostras com o tratamento protetor (A3 e A4) pertencem à classe LB, pois foi observada uma pequena redução da resistência química com o uso do ácido hidrolórico em baixa concentração. Para as placas sem tratamento (A1 e A2) a deterioração é mais acentuada, sendo que estas pertencem à classe LC. O uso do hidróxido de potássio (baixa concentração) resulta em uma acentuada redução da resistência ao ataque químico para todas as amostras.

Os resultados da análise por microscopia óptica (análise em campo claro) e da análise de imagem são mostrados na Figura 1. Para a amostra A1 o valor da porosidade total (TP) é bem elevado, 16,9%. A maioria dos poros pertence à classe 5-10 µm (Figura 1) e à classe 0-5 µm. Poros medindo > 10 µm somam no total 16% aproximadamente. Além dos poros, estão presentes sulcos e riscos, que contribuem para a porosidade total.

Para a amostra A2 (lavada com solução de ácido fosfórico) a porosidade total aumenta significativamente, alcançando um valor de 30,9% devido ao efeito do ácido que dissolve a fase vítrea e cria, além da porosidade intrínseca, uma grande quantidade de pequenas cavidades irregulares com tamanho < 5 µm.

Para a amostra A3 (tratada com o agente de proteção FT1239 Plus) a porosidade total diminui para 10,3% (Figura 1). Grande parte dos poros e cavidades com < 5 µm, observadas na amostra A2, são preenchidas e cobertas pelo tratamento. Ao contrário, poros medindo > 10 e 20 µm são parcialmente preenchidos. Este efeito é mais visível nas imagens de MEV (Figura 2).

Para a amostra A4 o efeito do tratamento é mais evidente em comparação com a amostra A3. A porosidade total diminui para 6,3%. A maior parte dos poros é preenchida e coberta pelos tratamentos, somente os poros medindo > 10 e 20 µm não são completamente preenchidos. Como para a amostra A3, este efeito é melhor avaliado pelas imagens do MEV.

A análise por MEV da amostra A1 (Figuras 2a, b) mostra mais claramente a forma dos poros: poros > 10 µm apresentam majoritariamente uma forma circular, enquanto poros < 10 µm têm forma mais irregular e frequentemente são o resultado da coalescência de poros menores ou coalescência de cavidades irregulares menores, formadas como resultado da remoção de material pelas máquinas de polimento. Várias marcas e arranhões feitos pelo processo de polimento são evidentes na superfície da amostra.

A análise por MEV da amostra A2 (Figuras 2c, d) mostra o efeito da solução de ácido fosfórico sobre a superfície de trabalho da placa. A solução ácida dissolve a fase vítrea do porcelanato criando uma superfície rugosa. Podem ser observados vários espaços vazios irregulares,

Tabela 1. Classes de 1 a 5 (ISO 10545-14).

Amostra	A1	A2	A3	A4
Agente verde em óleo leve	5	5	5	5
Iodo	5	5	5	5
Azeite de oliva	5	5	5	5

Classe 1: Mancha não removida; Classe 2: Mancha removida mergulhando-se a amostra em solvente adequado por 24 h; Classe 3: Mancha removida por limpeza mecânica e agente de limpeza forte; Classe 4: Mancha removida por limpeza manual com agente de limpeza forte; Classe 5: Mancha removida em corrente de água quente por 5 min.

Tabela 2. Classes de A a C (ISO 10545-14). Para soluções de cloreto de amônio e hipoclorito de sódio (produtos químicos domésticos).

Amostra	A1	A2	A3	A4
Cloreto de amônio	A	B	A	A
Hipoclorito de sódio	A	B	A	A
Ácido hidrolórico	LC	LC	LB	LB
Hidróxido de potássio	LC	LC	LC	LC
Teste do lápis	Não	Não	Sim	Sim
Teste de reflexo	Sim	Sim	Sim	Sim

Classe A: Sem efeito visível; Classe B: Alteração visível na aparência; Classe C: Perda parcial ou completa da superfície original. Para soluções de ácido hidrolórico e hidróxido de potássio (ácido e base de baixa concentração). Classe LA: Sem efeito visível; Classe LB: Alteração visível na aparência; Classe LC: Perda parcial ou completa da superfície original.

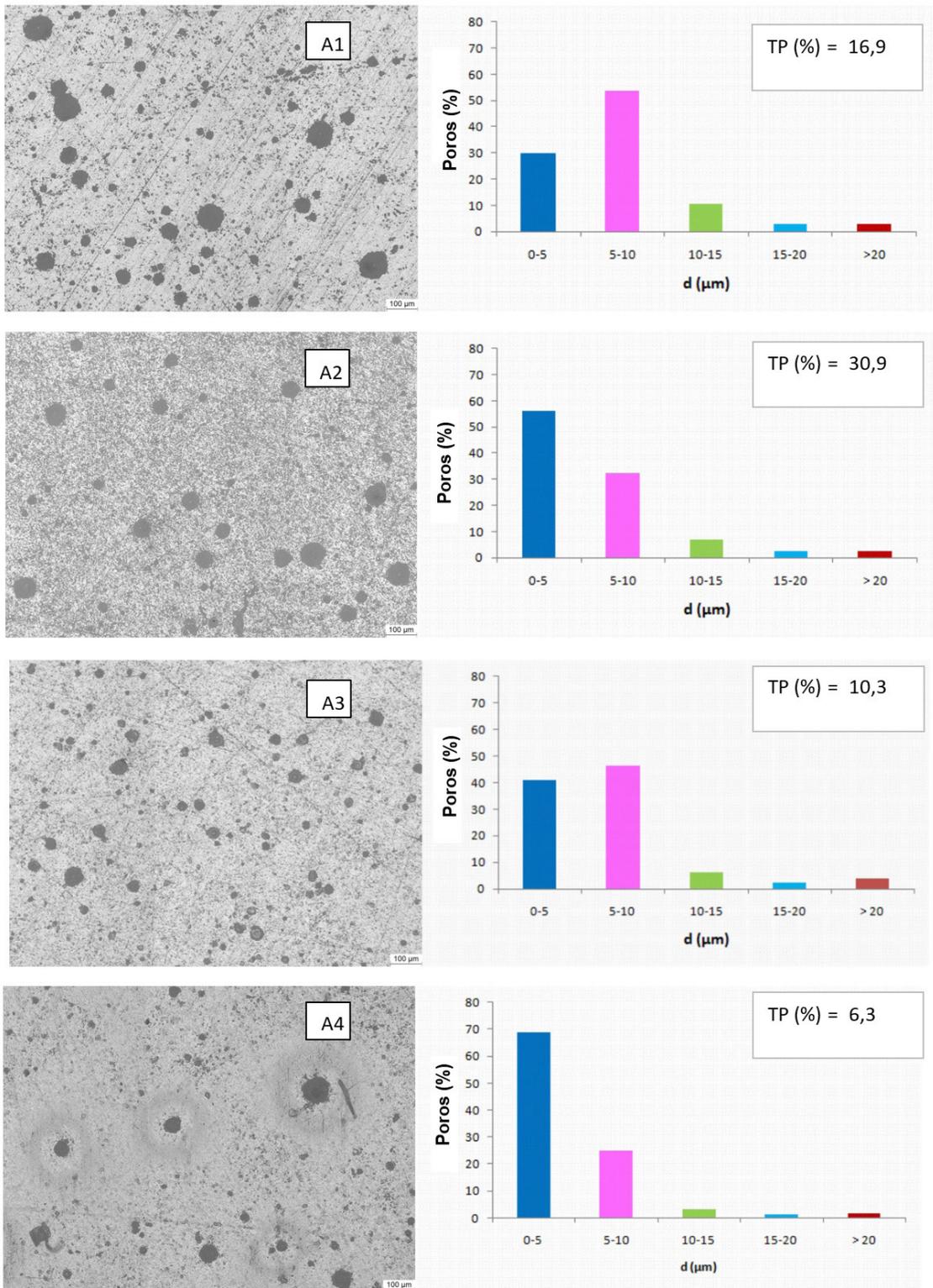


Figura 1. Imagens de microscopia óptica (campo claro) e distribuição de tamanho de poros para as amostras A1 a A4. TP= Porosidade total.

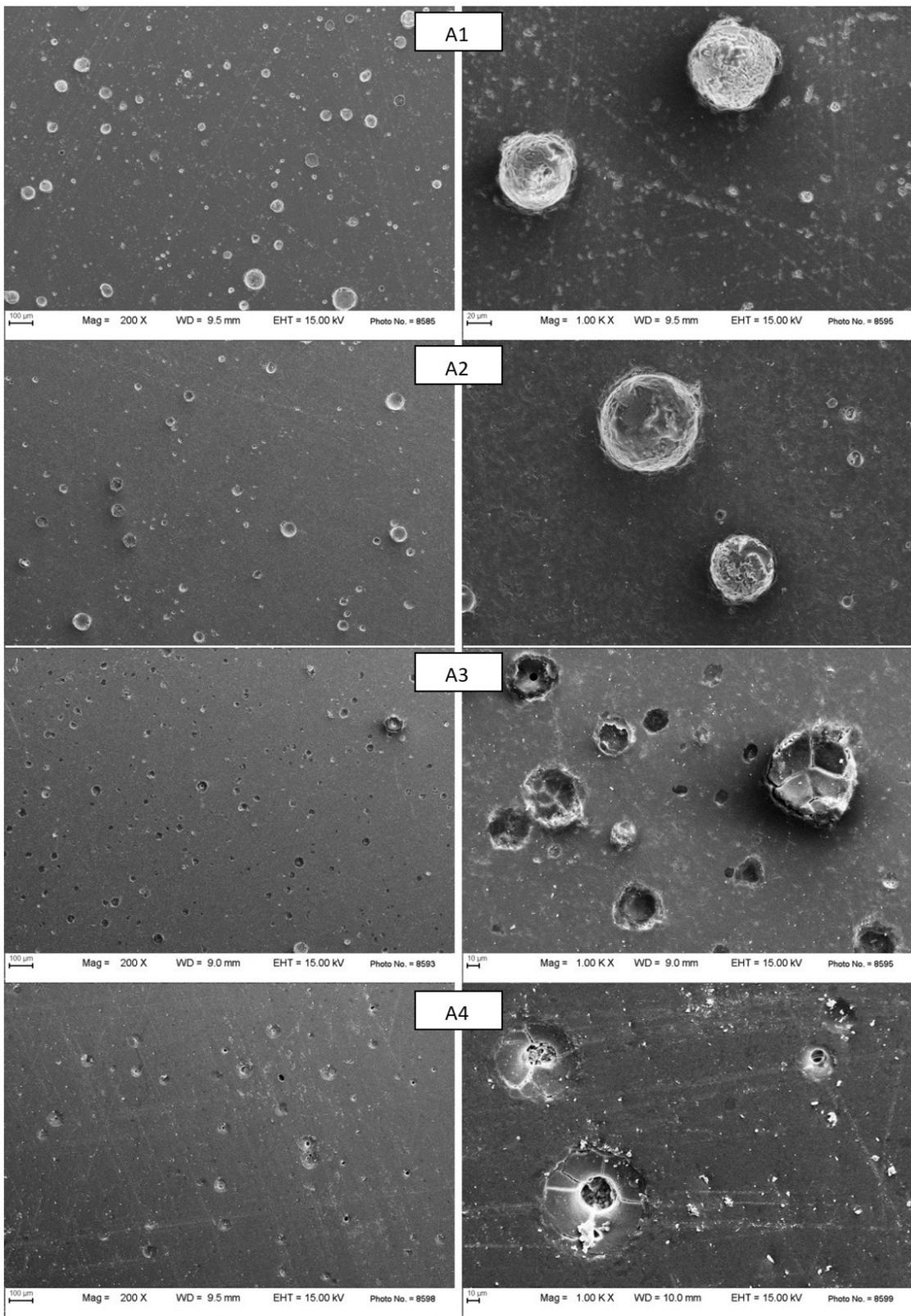


Figura 2. Imagens de MEV das amostras A1 a A4.



Figura 3. Imagem (fotos) de uma porção das placas A1 e A3 (15x5 cm) após a aplicação de uma solução contendo sujeira e sua remoção com um pano úmido.

junto com a porosidade intrínseca do produto, na superfície desta amostra.

A análise por MEV da amostra A3 (Figuras 2e, f) mostra como o agente de proteção cobre os poros pequenos, os espaços vazios criados pela solução ácida, e preenche quase completamente os poros $> 10 \mu\text{m}$. Para a amostra A4 (Figuras 2g, h), o efeito do tratamento é ainda mais evidente. Somente os poros $> 10 \mu\text{m}$ são claramente visíveis. Estes poros são quase totalmente preenchidos pelo agente de proteção, que aparenta estar trincado e, frequentemente, deixa um pequeno furo circular dentro do poro.

Na Figura 3, as imagens A1 e A3 são mostradas após a aplicação da solução contendo sujeira. O efeito é claramente distinto. A superfície da amostra A1, não protegida e mais porosa, retém a sujeira, enquanto a superfície da amostra A3, protegida, está limpa.

4. Conclusões

A limpabilidade superficial é um assunto essencial para placas de porcelanato. Os resultados de resistência às manchas e ataque químico – segundo testes internacionais padronizados – não mostram quaisquer diferenças significativas entre as superfícies cerâmicas, protegidas ou não. Por outro lado, um simples teste de laboratório mostra grandes consequências com relação à sujeira se as placas polidas não são protegidas eficientemente. Este estudo mostra claramente que os testes padronizados não são suficientes para realçar as diferenças entre placas comerciais. Desta forma, devem ser consideradas pesquisas mais detalhadas (observação microestrutural e distribuição de tamanho de poros) para prevenir problemas de limpabilidade após o assentamento.

Com relação à vida média de um piso, uma alteração das superfícies polidas é mais previsível após um longo uso. Para evitar isto, ou ao menos para minimizar este efeito, a proteção da superfície é fundamental para preservar a aparência estética do material.

Referências

1. ESPOSITO, L. et al. Stain resistance of porcelain stoneware tiles. *American Ceramic Society Bulletin*, v. 81, n. 10, 38-42, 2002.
2. ESPOSITO, L., TUCCI, A. Porcelain stoneware tile surfaces. *American Ceramic Society Bulletin*, v. 79, n. 5, 59-63, 2000.
3. TUCCIA, ESPOSITO L., MALMUSIL. and PICCININIA., Wear resistance and stain resistance of porcelain stoneware tiles. *Key Eng. Mater.*, 206-213, 1759-1762, 2002.
4. ESPOSITO, L., TUCCI, A., NALDI, D. The reliability of polished porcelain stoneware tiles. *Journal of the European Ceramic Society*, v. 25, 1487-1498, 2005.
5. DONDI, M. et al. The role of surface microstructure on the resistance to stain of porcelain stoneware tiles. *Journal of the European Ceramic Society*, v. 25, n. 4, 357-365, 2005.
6. RAIMONDO, M. et al. Surface properties of porcelain stoneware tiles: the influence of different protective coatings, Proceedings of IX Qualicer, Castellon (Spain) February 12-15, P.BC 325-333, 2006.
7. AKARSU, M. et al. Enhancement of hybrid sol-gel coating and industrial application on polished porcelain stoneware tiles and investigation of the performance. *Ceramics International*, v. 40, 6533-6540, 2014.
8. MIORIN, E. et al. Stain-resistant sol-gel silica coatings on stoneware tile. *American Ceramic Society Bulletin*, v. 82, n. 3, 52, 2003.