

Análise da Influência das Variáveis Cor e Brilho na Limpabilidade de Porcelanatos

Cristiane Borges Moura^a, Patrícia Silveira Lovato^{a*},

Márcia Elisa Jacondino Pretto^a, Sandra Paravis^ã, Valcir Costacurta^a,

Ana Luiza Raabe Abitante^{b*}

^aPrograma de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Núcleo Orientado Para Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

^bPrograma de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Núcleo Orientado Para Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

**e-mail: pattisl@gmail.com; abitante@cpgec.ufrgs.br*

Resumo: Atualmente, dentre os diversos produtos da indústria cerâmica, o porcelanato vem apresentando grande destaque. Suas características diferenciadas em relação às placas cerâmicas esmaltadas, como elevada resistência mecânica e química, reduzida absorção de água e, principalmente, efeito estético inovador, têm propiciado excepcional aceitação por parte do público consumidor. No entanto, as características da superfície, resultantes do processo produtivo ou de polimento, acarretam ao porcelanato sua principal desvantagem, a possibilidade de manchamento, sendo a propriedade de resistência à manchas avaliada no presente trabalho. O objetivo deste consiste na análise da influência das variáveis cor e brilho – este último como consequência do processo de polimento – na limpabilidade dos porcelanatos, ou seja, na percepção da resistência destes ao manchamento. Representando as variáveis, foram ensaiadas placas cerâmicas de cores claras e escuras, com e sem brilho. Para a análise, utilizou-se a metodologia de ensaio baseada na NBR 13818³. Complementando os agentes manchantes definidos pela referida norma, foram também utilizados os definidos pela norma européia (EN 122), além de outros agentes usualmente presentes em ambientes domésticos. Verificou-se que os porcelanatos avaliados não apresentaram uma limpabilidade eficaz e que, dentre as variáveis avaliadas, nenhuma se mostrou influente na percepção do manchamento. O resultado sugere que, pela variedade de classes conferidas a uma mesma placa cerâmica há a necessidade de inclusão de outros agentes manchantes na norma brasileira.

Palavras-chave: *porcelanato, limpabilidade, resistência ao manchamento, cor, brilho*

1. Introdução

Atualmente a indústria brasileira de materiais cerâmicos para revestimento vem apresentando um crescente desenvolvimento quanto às técnicas de produção e controle da qualidade da produção e do produto final. Buscando também a competitividade no mercado externo, hoje dominado por Itália e Espanha, que suprem 78% do mercado mundial, as indústrias brasileiras têm se “renovado e buscado novos acordos de cooperação tecnológica, com empresas japonesas, inglesas e outras”¹.

Um produto que vem se destacando dentro da indústria cerâmica é o porcelanato. Fabricado com tecnologia avançada, difere da cerâmica esmaltada devido ao seu processo de queima e às matérias-primas que compõem a sua massa. Isso resulta em elevadas resistências mecânica e química, reduzida absorção de água. Além disso, o porcelanato apresenta efeito estético inovador.

No entanto, as características da superfície, resultantes do processo produtivo ou de polimento, acarretam ao porcelanato sua principal desvantagem, a possibilidade de manchamento. De acordo com Campagnaro⁶, citado por Arantes et al.², dentre as características técnicas do porcelanato polido, a resistência ao risco e a resistência ao manchamento são as que mais apresentam problemas com relação ao uso destes produtos. Em relação ao manchamento, alguns dos fabricantes recomendam a realização da impermeabilização da superfície antes do uso e antes do assentamento do produto, através de resinas poliméricas, uma vez que, em alguns casos, o produto pode manchar de forma irreversível. No entanto, esta solução traz diversos incômodos aos consumidores, não sendo a melhor maneira de resolver o problema, uma vez que exige reaplicações periódicas,

o que reflete em elevado custo de manutenção. Logo, do ponto de vista da qualidade do produto, a resistência ao manchamento deve ser suficiente às exigências do ambiente de uso, sem a utilização de produtos impermeabilizantes.

Considerando que, conforme afirma Gonçalves et al.⁷, a qualidade dos revestimentos cerâmicos está diretamente relacionada à satisfação dos clientes, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar a percepção da resistência ao manchamento dos porcelanatos através da análise da influência das variáveis cor e brilho na limpabilidade dos mesmos.

2. Resistência ao Manchamento

A resistência ao manchamento está diretamente relacionada à manutenção das qualidades estéticas do revestimento, influenciando, portanto, no tempo de vida útil previsto. Dessa forma, deve-se ter cuidado ao escolher os revestimentos que serão utilizados em áreas com presença freqüente de agentes corantes que podem ser derramados ou entrar em contato com a peça cerâmica. O ensaio para determinação da resistência a manchas visa conhecer o comportamento do material quando em contato com substâncias que possam alterar o seu aspecto.

As substâncias que podem alterar o aspecto das placas são denominadas agentes manchantes, que devem simular situações do cotidiano. Por isso, devem cobrir os principais mecanismos de manchamento: ação química, ação penetrante e com coloração, ação oxidante e formação de película.

- Agentes de ação química: são as substâncias que provocam um ataque químico sobre a superfície, geralmente mais signifi-

ficativo em amostras já desgastadas. Como exemplo, pode-se citar o vinagre, suco de limão e o azeite de oliva^{5,1};

- Agentes de ação penetrante e com coloração: de acordo com os mesmos autores, são as substâncias capazes de penetrar em um material através de sua porosidade superficial, como, por exemplo, tintas, cigarros acesos e azul de metileno. A NBR 13818³, anexo G, apresenta como agentes de ação penetrante o óxido de cromo em óleo leve e o óxido de ferro em óleo leve;
- Agentes de ação oxidante: são os agentes que, além de manchantes, também são oxidantes, como as bebidas à base de cola, cigarros acesos e o permanganato de potássio^{5,1}. Conforme a NBR 13818, o iodo também se constitui em um agente oxidante; e
- Agentes com formação de película: são aqueles capazes de formar uma película resistente e contínua sobre a superfície, como o azeite de oliva, o café e as bebidas à base de cola^{5,1}.

De acordo com Arantes et al.² “a tendência ao manchamento está intimamente ligada à presença de irregularidades na superfície das peças”. Estas irregularidades podem se apresentar na forma de poros superficiais, os quais permitiriam a penetração de agentes manchantes, dificultando ou mesmo impossibilitando sua remoção. A dificuldade de remoção de agentes manchantes depende, em parte, da morfologia dos poros, mas, principalmente, do seu tamanho. Quanto maior o diâmetro dos poros, mais profundos eles são, e, portanto, maior a retenção de agentes manchantes e maior a dificuldade de remoção. Dessa forma, o tamanho dos poros tem influência direta na limpabilidade. A limpabilidade, conforme Timellini e Carani⁵, é uma característica que define o comportamento de uma superfície frente à ação de agentes manchantes, ditando a eficiência com que estas substâncias são eliminadas e a facilidade em se realizar o processo de remoção das mesmas.

Arantes et al² relatam que, apesar de possuir baixa porosidade aparente, o porcelanato apresenta um certo volume, entre 5 e 12%, de poros isolados no interior do corpo, o que constitui a chamada porosidade fechada. Durante a etapa de polimento à que são submetidos os porcelanatos polidos, cerca de 0,5 a 1,0 mm da espessura das placas é removida, fazendo com que parte dos poros antes isolados no interior do corpo passem a constituir a superfície, aumentando a porosidade aberta.

Da mesma forma que o polimento, desgaste e riscos ocorridos ao longo do tempo de utilização do revestimento, também alteram as características da superfície original, modificando a resistência ao manchamento. Dessa forma, a partir de determinado tempo de uso, o revestimento pode passar a apresentar retenção irreversível.

Além da porosidade, outra característica das placas cerâmicas que interfere na capacidade de retenção de agentes manchantes é a rugosidade da superfície. Esta variável não possui, como na porosidade, um efeito definitivo na resistência ao manchamento, pois pode apenas ocasionar que o agente manchante fique mais ou menos impregnado à superfície, mas removível por algum processo de limpeza. Dessa forma, poderá existir um problema de limpabilidade, mas não de manchamento. A porosidade da superfície, diferentemente, tende a ocasionar retenção definitiva do agente manchante, conforme o tipo de porosidade superficial.

3. Programa Experimental

Para determinação da resistência ao manchamento das placas cerâmicas em estudo, foi realizado ensaio seguindo o método descrito no Anexo G da NBR 13818³. Tal ensaio é realizado expondo-se as amostras a agentes manchantes de diferentes formas de ação e posterior limpeza com agentes limpantes e/ou solventes, sendo as placas cerâmicas classificadas em função da maior facilidade ou dificuldade de remoção de manchas.

As amostras de porcelanato ensaiadas foram escolhidas por diferenciarem-se pela cor (escura e clara) e pelo brilho (polida e fosca) de sua superfície. Com isso, foi analisada a influência dessas variáveis na limpabilidade das peças. As amostras receberam a seguinte nomenclatura:

- **PPP** - Porcelanato Preto Polido;
- **PMP** - Porcelanato Marrom Polido;
- **PB₁P** - Porcelanato Branco 1 Polido;
- **PB₂P** - Porcelanato Branco 2 Polido;
- **PB₃P** - Porcelanato Branco 3 Polido;
- **PB₁F** - Porcelanato Branco 1 Fosco; e
- **PB₂F** - Porcelanato Branco 2 Fosco.

Para o procedimento de manchamento das placas, foram considerados não somente os agentes manchantes presentes na NBR 13818³, mas também os da norma européia, EN 122, bem como outros usualmente encontrados em ambientes domésticos. Pretendeu-se, com isso, verificar a variedade de classes de resistência ao manchamento como resultado da utilização de diferentes normas, possibilitando analisá-las e contribuindo para sua evolução.

Assim, foram utilizados nesse trabalho os seguintes agentes manchantes:

- óxido de cromo verde em óleo leve – ação penetrante – segundo NBR 13818;
- óxido vermelho de ferro em óleo leve – ação penetrante – segundo NBR 13818;
- óleo de oliva – formação de película – segundo NBR 13818;
- azul de metileno – ação penetrante – segundo EN 122;
- mostarda – comum em ambiente doméstico;
- catchup – comum em ambiente doméstico;
- café – comum em ambiente doméstico;
- bebida à base de cola – comum em ambiente doméstico – utilizado como agente oxidante, em substituição ao iodo, recomendado pela norma NBR 13818; e
- molho de soja – comum em ambiente doméstico.

A Figura 1 mostra a placa PB₁F após aplicação dos agentes manchantes.

As amostras foram expostas aos agentes manchantes por um período de 24 horas, sendo posteriormente lavadas com os agentes de limpeza recomendados pela norma NBR 13818:

- água corrente quente (método A);
- produto de limpeza fraco: industrializado, não abrasivo, com pH entre 6,5 e 7,5 (método B); e
- produto de limpeza forte: industrializado, abrasivo, com pH entre 9 e 10 (método C).

É recomendada também a utilização de reagentes de ataque e solventes na tentativa de limpeza (método D), tais como:

- solução de ácido clorídrico (método D1);
- hidróxido de potássio (método D2); e
- tricloroetileno (método D3).

Os métodos de limpeza utilizam-se dos agentes já descritos e são realizados na seqüência abaixo conforme NBR 13818:

- **Método A:** Limpeza com água quente corrente por 5 minutos;
- **Método B:** Limpeza manual com agente de limpeza fraco e auxílio de uma esponja macia;
- **Método C:** Limpeza manual com agente de limpeza forte e auxílio de uma escova de cerdas duras durante 2 minutos;
- **Método D1:** Imersão em solução de ácido clorídrico de densidade (1,19 ± 0,01) g/cm³ 3% (v/v) partes em volume, durante 24 horas e posterior lavagem com água corrente;
- **Método D2:** Imersão em solução de hidróxido de potássio a 200 g/L, durante 24 horas e posterior lavagem com água corrente;

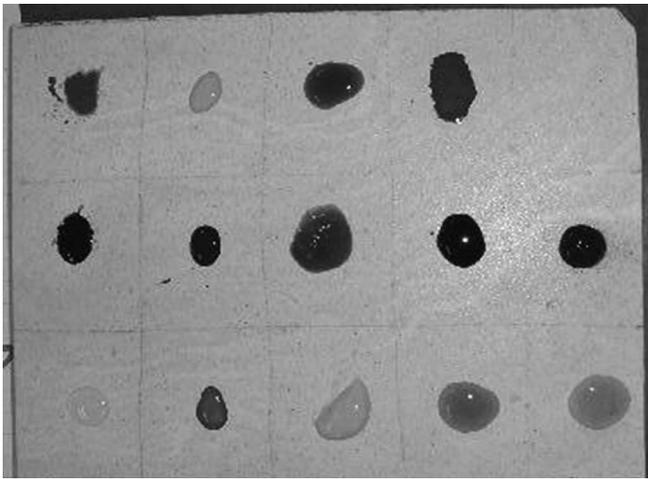


Figura 1. Placa PB₂F sob exposição de agentes manchantes.

- **Método D3:** Imersão em solução de tricloroetileno durante 24 horas, com posterior lavagem em água corrente.

As Figuras 2, 3 e 4 ilustram, respectivamente, os métodos de limpeza **B**, **C** e **D1**.

Após cada método de limpeza, as amostras foram secas e submetidas a exame visual, a olho nu, à distância de 30 ± 5 cm. As placas em que nenhum método de limpeza foi eficiente na remoção da mancha foram indicadas pela situação **E**, isto é, mancha não removida. Os resultados foram expressos em classes de limpabilidade, conforme a Tabela 1.

4. Apresentação e Análise dos Resultados

Após todas as placas terem sido submetidas aos métodos de limpeza anteriormente descritos, a cada uma delas foram atribuídas três classes de limpabilidade que correspondem a uma classificação geral para cada grupo definido de agentes (NBR 13818³, EN 122 e todos os agentes utilizados). Esta classificação geral foi definida a partir da classe individual mais baixa, resultante do método de limpeza eficaz para cada agente, em cada grupo ou para todas as amostras.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos no programa experimental.

Nota: **A** – Limpeza com água quente; **B** – Limpeza com agente de limpeza fraco; **C** – Limpeza com agente de limpeza forte; **D1** – Remoção com solução de ácido clorídrico 3% (v/v), durante 24 horas; **D2** – Remoção com solução de hidróxido de potássio a 200 g/L, durante 24 horas; **D3** – Remoção com solução de tricloroetileno durante 24 horas; e **E** – Mancha não removida.

A Figura 5 mostra a placa **PB₂F** após ser submetida ao método de limpeza de imersão em solução de hidróxido de potássio (**D2**). No destaque, os agentes azul de metileno (a esquerda) e óxido de ferro (a direita) ainda visíveis.

A Figura 6 mostra a placa **PMP** depois de realizados todos os procedimentos de limpeza, onde, no destaque, ainda é visível o agente azul de metileno, ocasionando a atribuição da classe 1 de limpabilidade.

A Figura 7 mostra o aspecto da placa **PB₂F** depois do primeiro método de limpeza, onde ainda são visíveis a maioria dos agentes manchantes.

Analisando conjuntamente todas as classes atribuídas a todas as placas, observa-se a predominância da classe 2, tendo as placas recebido esta classificação também pela remoção de agentes utilizados em ambientes domésticos. Esta classe corresponde à remoção dos agentes manchantes com produtos reagentes de ataque ou solventes que, por não serem produtos comumente utilizados e requererem

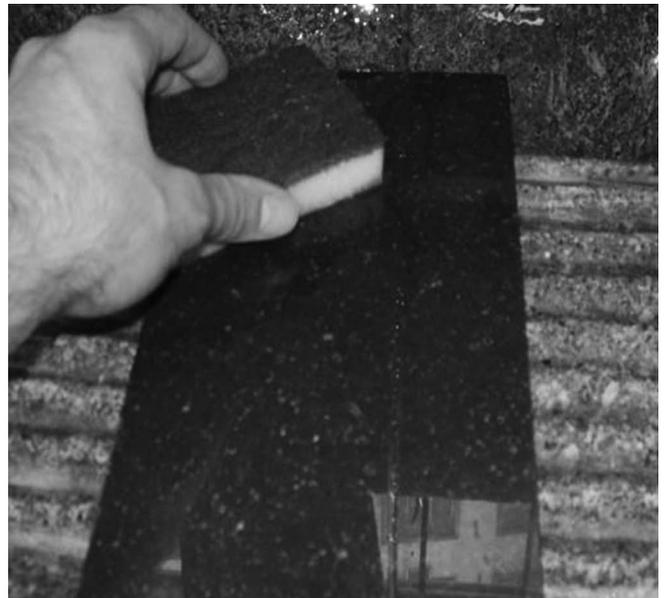


Figura 2. Método de limpeza B sobre a placa PPP.



Figura 3. Método de limpeza C sobre a placa PMP.

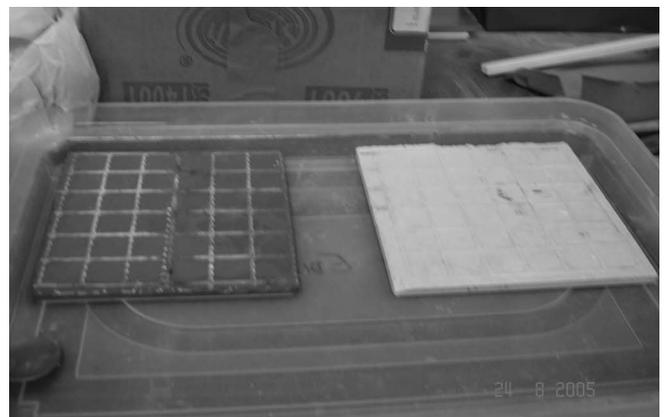


Figura 4. Método de limpeza D1.

um maior cuidado na sua utilização, acabam por limitar o uso das placas avaliadas.

Além disso, não é perceptível um comportamento comum entre as placas de características semelhantes. Por exemplo, as duas placas que obtiveram a menor classificação apresentam cor e brilho opostos (PMP e PB₂F), não permitindo creditar à cor escura e a menor rugosidade da placa a menor percepção do manchamento. Esta percepção

também não pôde ser creditada à possível diferença de porosidade das superfícies polidas em relação às demais, já que todas apresentaram classificação ruim. Neste caso, seria imprescindível uma análise da porosidade superficial da peça para verificar a influência desta, verificando também se o processo de polimento aumentou a porosidade aberta, já que a influência das demais características não foi passível de ser verificada.

Comparando-se, em cada placa, as classes atribuídas, verifica-se que 50% das placas obtiveram diferentes classes para cada grupo de agentes definido. Em três dos quatro casos que apresentaram esta divergência, a classe resultante dos agentes definidos pela NBR 13818³ foi maior que a classificação geral, o que significa que a norma brasileira pode não contemplar alguns agentes, usuais em ambientes domésticos ou não, que tem comprovadamente maior dificuldade de remoção em determinadas placas. Por exemplo, para a placa PPP, foi atribuída a classe 4 pela NBR 13818³, enquanto que, considerando todos os agentes, a classe atribuída foi 2.

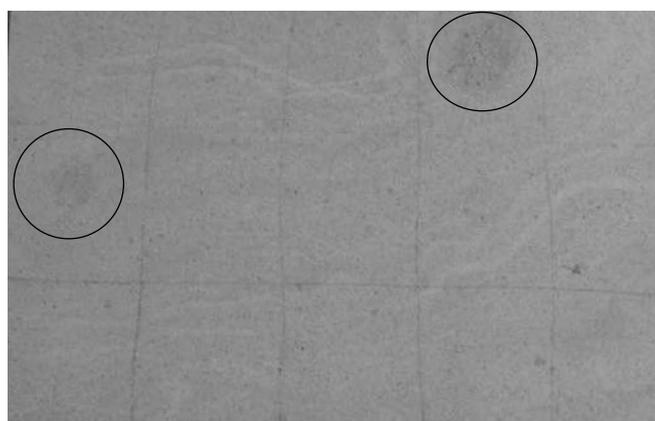


Figura 5. Amostra PBI1F após método de limpeza D2.

Tabela 1. Classificação quanto à resistência ao manchamento segundo NBR 13818.

Avaliação	Classificação
Mancha eliminada com o método A	5
Mancha eliminada com o método B	4
Mancha eliminada com o método C	3
Mancha eliminada com o método D	2
Mancha não removida: situação E	1

Tabela 2. Resultados do ensaio de resistência ao manchamento.

Agente manchante	Método de limpeza no qual a mancha foi eliminada						
	PPP	PMP	PB ₁ P	PB ₂ P	PB ₃ P	PB ₁ F	PB ₂ F
Azeite de oliva	B	B	A	A	A	A	A
Azul de metileno	D1	E	D2	D3	D3	D2	E
Óxido de cromo	B	A	D1	C	A	B	B
Mostarda	A	D1	D2	B	A	B	A
Catchup	A	D1	A	A	A	A	A
Café	A	D2	B	D2	D1	A	A
Bebida à base de cola	A	D2	B	C	A	A	A
Molho de soja	A	A	D1	D2	A	C	A
Óxido de ferro	B	D2	C	D3	D3	D2	C
Classificação da amostra de acordo com a NBR 13818/97	4	2	2	2	2	2	3
Classificação da amostra de acordo com a EN 122	2	1	2	2	2	2	1
Classificação geral da amostra para os agentes utilizados	2	1	2	2	2	2	1



Figura 6. Aspecto final da amostra PMP.

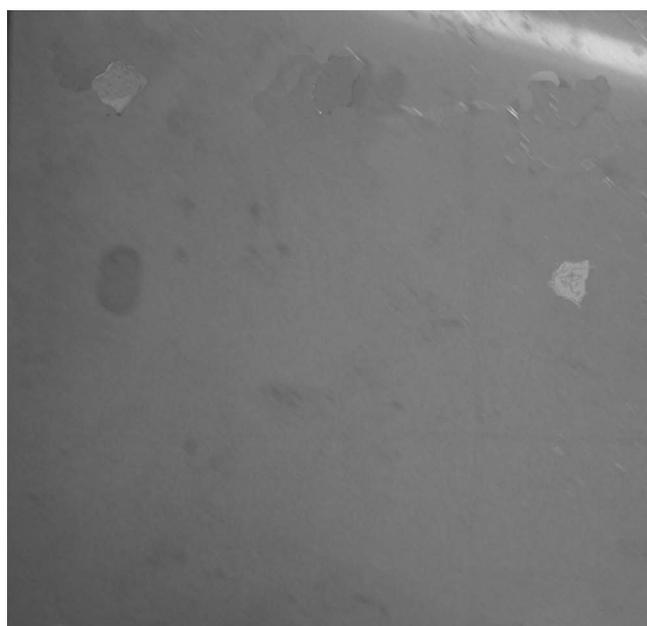


Figura 7. Amostra PB2F após o primeiro método de limpeza.

Analisando cada agente manchante e seu respectivo método de remoção em cada placa, percebe-se que nenhum dos agentes apresentou comportamento semelhante em todas as placas. Pode-se citar, como exemplo, o óxido de cromo, que foi responsável por atribuir à placa PMP a classe 5 (método A), enquanto que para a placa PB₁P a classe atribuída foi 2 (método D1). Diante disso, pode-se concluir que, para as placas avaliadas, as características das mesmas foram mais influentes na percepção do manchamento que as características dos agentes, o que vem a reafirmar a necessidade da norma brasileira contemplar um número maior de agentes.

5. Considerações Finais

A partir dos resultados apresentados, pode-se concluir que as características das placas foram mais influentes na percepção do manchamento do que as características dos agentes manchantes, o que vem a reafirmar a necessidade de que a norma relativa à resistência a manchas contemple um número maior de agentes na tentativa de envolver de forma mais realística o comportamento do material em uso.

Constatou-se nesse trabalho a urgência de estudos que permitam o desenvolvimento tecnológico do porcelanato quanto à sua propriedade de resistência a manchas. O comportamento verificado tende a comprometer a qualidade esperada, até porque o porcelanato

foi introduzido no mercado para ser um produto inovador, de alta qualidade técnica e estética.

Referências

1. Abitante, A. L. R. **Material didático da disciplina Materiais Cerâmicos para Revestimento**. Porto Alegre, 2005.
2. Arantes, F. J. S.; Galesi, D. F.; Quintero, E.; Boschi, A. O. O manchamento e a porosidade fechada de grês porcelanato. **Cerâmica Industrial**, v. 6, n. 3, maio/jun., 2001.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.
4. Bustamante, G. M.; Bressiani, J. C. A indústria cerâmica brasileira. **Cerâmica Industrial**, v. 5, n. 3, p. 31-36, maio/jun., 2000.
5. Timellini, G.; Carani, G. Limpabilidade e higiene das superfícies de pavimentos e revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 2, n. 5/6, set., 1997.
6. Campagnaro, A. El Tratamiento del Gres Porcelánico y algunos ejemplos de manchas de pavimentos cerámicos. **Cerámica Información**, n. 217, p. 63-67. 1996.
7. Gonçalves, R. A.; Dal-Pont, G.; Wernke, A. S.; Riella, H. G.; Mamede, W. F. Determinação da dureza através da técnica esclerométrica - um método comparativo ao ensaio de dureza Mohs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA. 43., 1999. Florianópolis.