



## **AValiação DA RESISTÊNCIA AO MANCHAMENTO DE GRÉS PORCELANATO FRENTE À AÇÃO DE DIVERSOS AGENTES MANCHANTES**

F. L. N. Lemos<sup>(1)</sup>; A. P. M. Menegazzo<sup>(1)</sup>; D. Gouvea<sup>(2)</sup>; J. O. A. Paschoal<sup>(3)</sup>

Travessa R, 400 – Cidade Universitária – CEP: 05508-900, São Paulo/SP

e-mail: flnl.ops@zaz.com.br

(1) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN;

(2) POLI-USP – Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais;

(3) IPEN / Centro Cerâmico do Brasil

### RESUMO

*Dentre os diversos tipos de revestimentos cerâmicos disponíveis no mercado o grés porcelanato tem se destacado devido a sua alta resistência mecânica, química e ao gelo, e o aspecto muito semelhante às pedras naturais. Este produto pode ser classificado em natural, polido e esmaltado. O porcelanato polido tem a característica de apresentar manchamento frente à ação de alguns agentes manchantes, pois durante o polimento alguns poros fechados que se encontram distribuídos no interior da peça cerâmica são abertos para a superfície, acarretando na diminuição da resistência às manchas. O objetivo deste trabalho é avaliar a resistência às manchas de vários porcelanatos nacionais em comparação aos produtos importados, frente à ação de agentes manchantes não contidos na norma NBR 13818, bem como verificar a possibilidade de limpeza destas manchas utilizando-se produtos domésticos de limpeza.*

Palavras-chaves: Porcelanato, Manchas, Revestimento, Cerâmica.



## INTRODUÇÃO

A produção nacional de placas cerâmicas para revestimento apresentou crescimento médio de produção de 8,5 % ao ano nos últimos três anos, atingindo o valor de 428 milhões de m<sup>2</sup> durante o ano de 1999.<sup>(1)</sup>

Após o desenvolvimento da queima rápida (monoqueima) que caracterizou o final dos anos 70 e boa parte dos anos 80, a segunda grande revolução no setor cerâmico deu-se com a concepção do grés porcelanato, produto este que se difere dos demais tipos de revestimentos cerâmicos devido ao seu processo de produção altamente tecnológico, o qual envolve uma queima em ciclos rápidos a temperaturas em torno de 1200 a 1250°C. Devido ao alto nível de qualidade de suas matérias-primas, elevado grau de moagem, alto teor de fundentes e alta força de compactação, o processo de fabricação resulta em produtos com baixa absorção de água (inferior a 0,5%) e elevada performance técnica (resistência mecânica, química e ao gelo).<sup>(2)</sup>

O grés porcelanato pode ser classificado em natural, polido e esmaltado. O produto grés porcelanato polido é submetido a uma etapa de polimento durante o processo de fabricação. É durante essa etapa que o material adquire o brilho que é uma característica estética almejada pelos consumidores. No polimento, alguns poros fechados que se encontram distribuídos no interior da peça são abertos para a superfície, ocasionando uma diminuição da resistência as manchas, e conseqüentemente, a deterioração da superfície durante o uso.

A suscetibilidade ao manchamento é, atualmente, uma das características técnicas mais críticas do grés porcelanato, e o objetivo deste trabalho é avaliar a resistência às manchas de vários produtos nacionais em comparação aos produtos importados, frente à ação de agentes manchantes não contidos na norma NBR 13818, bem como verificar a possibilidade de limpeza destas manchas utilizando-se produtos domésticos de limpeza.



## MATERIAIS E METODOS

### Produtos selecionados para o estudo

Os produtos selecionados para o estudo foram:

- grés porcelanato “tinta única” polido;
- grés porcelanato “sal e pimenta” polido;
- grés porcelanato “sal e pimenta” natural.

Para efeito de comparação foram utilizados produtos nacionais, espanhóis e italianos, conforme tabela 1.

**Tabela I:** Porcelanatos selecionados para a realização deste estudo, conjuntamente com suas codificações.

Origem	Tipo	Codificação
Nacional	Porcelanato Polido Bianco - “tinta única”	NPBRAN
	Porcelanato Polido Grafite - “sal e pimenta”	NPGRAF
	Porcelanato Natural Grafite - “sal e pimenta”	NNGRAF
Italiano	Porcelanato Polido Pario - “tinta única”	IPPAR
	Porcelanato Polido Bardiglio - “sal e pimenta”	IPBAR
	Porcelanato Natural Bardiglio - “sal e pimenta”	INBAR
Espanhol	Porcelanato Polido Branco - “tinta única”	EPBRAN
	Porcelanato Polido Tenerife - “sal e pimenta”	EPTEN
	Porcelanato Natural Tenerife Trat - “sal e pimenta”	ENTRAT

### Determinação da resistência ao manchamento

Os ensaios de manchabilidade foram executados tendo como base o procedimento descrito na norma NBR 13818-anexo G, foram também incluídos novos agentes manchantes e de limpeza.

Os agentes manchantes não contidos na norma NBR 13818 utilizados neste estudo foram: café, mostarda, catchup, molho inglês, vinagre, tinta de caneta, graxa e óleo de carro.

Os agentes de limpeza industrializados não contidos na Norma NBR 13818 utilizados no estudo foram: detergente da marca “Limpol”, “Veja Multiuso”, “Ajax”, “Veja Limpeza pesada”, “Brilhante”, “Água Sanitária”, “CIF”, sabão em pó “OMO dupla ação”.



### Medida da densidade real (picnometria de Hélio)

Para calcular a porosidade total e fechada dos produtos, foi necessário obter a densidade real das amostras em estudo, as quais foram medidas por Picnometria de Hélio utilizando-se o equipamento Ultracycrometer 1000-Quantachrome.

### Avaliação da porosidade total e aberta

Para a avaliação da porosidade aberta das placas de porcelanato foi utilizado o método de Arquimedes, através das medidas do peso da peça seca, peso da peça úmida e peso da peça imersa em água após fervura durante 2 horas.

Com os valores dos respectivos pesos, pode-se obter a fração da porosidade aberta ( $f_{PA}$ ), total ( $f_{PT}$ ) e fechada ( $f_{PF}$ ); a partir das fórmulas:

$$\frac{P_U - P_S}{P_U - P_I} = f_{PA} \quad (A)$$

$$f_{PT} = \frac{\rho_t - \rho_{ap}}{\rho_t}; \quad \rho_{ap} = \frac{P_S}{P_U - P_I} \quad (B)$$

$$f_{PT} = f_{PA} + f_{PF} \quad (C)$$

onde :

$P_U$ =peso úmido,  $P_S$ =peso seco,  $P_I$ =peso imerso,  $\rho_t$ =densidade real medida por picnometria e  $\rho_{ap}$  = densidade aparente

### Análise da superfície das peças manchadas

A avaliação da superfície das peças manchadas foi feita em um Estereomicroscópio MZ12 da marca Leica acoplado a um software analisador de imagens (Leica Qwin). Na análise foi utilizada a iluminação lateral.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela II apresenta os resultados do ensaio de resistência ao manchamento dos porcelanatos utilizando-se aos agentes manchantes e de limpeza contidos na Norma NBR 13 818. Junto com a descrição da classe de limpabilidade está indicado o agente de limpeza que removeu o respectivo manchamento.

Através da tabela II, verifica-se que, excetuando-se as amostras NPGRAF e NPSAB, praticamente todos os porcelanatos polidos, tanto os nacionais como os importados, apresentaram uma tendência ao manchamento quando em contato com os agentes penetrantes óxido de ferro em óleo leve e óxido de cromo em óleo leve, apresentando classe de limpabilidade 1 (impossibilidade de remoção de manchas). Este comportamento está relacionado ao processo de polimento, durante o qual a porosidade fechada aflora para a superfície. Outra característica observada foi que produtos com coloração mais clara apresentaram aspecto manchante mais acentuado. O produto NPGRAF apresentou classe de limpabilidade 3 frente aos agentes manchantes, mas isto pode estar relacionado com a dificuldade de visualização das manchas devido a coloração escura das peças. O aspecto do manchamento da amostra NPBRAN é homogêneo, diferentemente das amostras IPPAR e EPNEV, que apresentaram manchamento concentrado.

**Tabela II:** Classe de limpabilidade dos porcelanatos em função dos agentes manchantes.

Amostra	Classe de Limpabilidade			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
NPGRAF	3 (Saponáceo)	3 (Saponáceo)	3 (saponáceo)	4 (detergente)
NPSAB	5 (água quente)	5 (água quente)	3 (saponáceo)	4 (detergente)
NNGRAF	5 (água quente)	5 (água quente)	5 (água quente)	5 (água quente)
NPBRAN	1	2 (HCl – 3% em volume)	3 (saponáceo)	4 (detergente)
IPPAR	1	1	3 (saponáceo)	4 (detergente)
IPBAR	1	1	4 (detergente)	4 (detergente)
INBAR	5 (água quente)	5 (água quente)	5 (água quente)	5 (água quente)
EPTEN	1	1	4	1



Amostra	Classe de Limpabilidade			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
			(detergente)	
EPNEV	1	1	5 (água quente)	1
ENTRAT	5 (água quente)	5 (água quente)	5 (água quente)	5 (água quente)

Quanto à suscetibilidade dos produtos frente ao agente de ação oxidante (iodo em solução alcoólica), os porcelanatos polidos nacionais apresentaram classe de limpabilidade 3, os produtos polidos italianos apresentaram classe 3 a 4 e os produtos polidos espanhóis apresentaram classe 4 a 5.

Com relação aos agentes de formação de película (óleo de oliva), os produtos polidos nacionais e italianos apresentaram classe de limpabilidade de 4 a 5, porém os produtos polidos espanhóis apresentaram classe muito baixa de limpabilidade (classe 1), o que pode comprometer o uso destes produtos em ambientes industriais e domésticos. Esta grande suscetibilidade dos porcelanatos polidos espanhóis ao manchamento por agentes de formação de película pode ser atribuída a presença de poros de grande tamanho (visíveis a olho nu) aflorados na superfície dos produtos após polimento.

Os porcelanatos naturais, tanto nacionais como os italianos e espanhóis, apresentaram classe de limpabilidade 5 (máxima facilidade de limpeza) para todos os tipos de agentes manchantes.

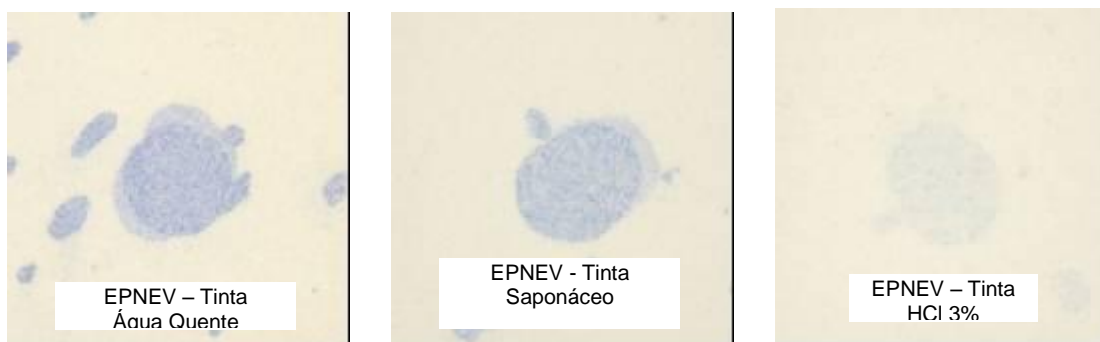
A tabela III apresenta os resultados dos ensaios de manchamento dos porcelanatos utilizando-se os agentes manchantes e de limpeza não contidos na Norma NBR 13 818. A classificação adotada neste caso foi: mancha removível, caso em alguma das etapas de limpeza a mancha tenha sido completamente removida, ou em não removível, caso a mancha tenha persistido após todas as tentativas de limpeza.





As manchas de óleo de carro e de graxa, agentes formadores de película, foram todas, exceto a amostra EPNEV, removidas na etapa de limpeza com água quente ou detergente (classes de limpabilidade 5 e 4). Os produtos naturais novamente apresentaram classe de limpabilidade 5 (máxima facilidade de remoção de manchas) frente a todos os agentes manchantes da tabela IV. Verifica-se também a alta suscetibilidade ao manchamento das amostras IPPAR e EPNEV.

As figuras 1 a 3 apresentam o aspecto de manchamento com tinta de caneta dos porcelanatos espanhóis, italianos e nacionais, respectivamente. Observa-se que a solução de ácido clorídrico eliminou as manchas de tinta de todas as amostras excetuando-se a EPNEV.



**Figura 1:** Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos espanhóis.



**Figura 2:** Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos italianos.





**Figura 3:** Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos nacionais.

Para avaliar a influência da porosidade na resistência ao manchamento dos produtos, foram medidos os valores de porosidade aberta, fechada e total das amostras (tabela V).

Analisando-se a tabela V, observa-se que o valor de porosidade aberta das placas é pequeno (inferior a 0,4%), porém todas as amostras apresentaram de 6 a 9% de porosidade fechada. O fato dos porcelanatos apresentarem valores de porosidade aberta semelhantes, indica que não só a quantidade de poros está influenciando o manchamento, mas também o seu formato, tamanho e distribuição dos tamanhos dos poros.

**Tabela V:** Porosidade total, aberta e fechada dos porcelanatos em estudo.

Amostra	Porosidade Total (%)	Porosidade Aberta (%)	Porosidade Fechada (%)
NPBRAN	6,23±0,14	0,39±0,11	5,84±0,06
NPGRAF	9,46±0,17	0,30±0,03	9,15±0,18
NNGRAF	8,32±0,09	0,37±0,09	7,96±0,05
ENTRAT	6,57±0,08	0,27±0,08	6,30±0,08
EPTEN	6,95±0,06	0,34±0,07	6,61±0,02
EPNEV	8,37±0,11	0,37±0,12	8,01±0,05
IPPAR	9,11±0,10	0,21±0,05	8,89±0,12
INBAR	n.d.	0,36±0,09	n.d.
IPBAR	8,61±0,06	0,30±0,07	8,34±0,05

A figura 4 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra EPNEV manchada com óxido de ferro e lavada com água quente em dois aumentos



## **Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica**

*30 de maio a 2 de junho de 2001 - Florianópolis – SC*

diferentes. Na figura 4(a), observa-se a presença de poros de diferentes tamanhos e formatos distribuídos na superfície da amostra, bem como a presença de alguns



“buracos”, as quais retêm quantidade razoável de agente manchante. A figura 4(b) apresenta uma ampliação da imagem de um dos “buracos” e a presença de algumas trincas de pequena dimensão. Estes “buracos” provavelmente são provenientes de bolhas de ar que surgem durante a sinterização do produto em presença de grande quantidade de fase líquida e migram para a superfície.

Dependendo da viscosidade da fase vítrea, das condições de empacotamento da massa, da temperatura e do tempo de queima, bolhas de ar podem se formar e, talvez até se agrupar, e subir para a superfície durante a queima. Algumas bolhas conseguem atingir a superfície, outras ficam retidas no corpo cerâmico e podem ser abertas durante o polimento. Além disso, durante a etapa de polimento, também poderão surgir tensões internas acarretando o aparecimento de trincas, principalmente na fase vítrea, (conforme mostra figura 4(b)), as quais contribuem ainda mais para o manchamento das amostras.

A figura 5 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra INBAR padrão (sem manchamento). Verifica-se, nesta figura, um aspecto de rugosidade da superfície da amostra, o que já era esperado, visto que a superfície não é polida. Neste caso também observa-se a presença de alguns poros grandes, decorrentes provavelmente de bolhas de ar que migraram à superfície durante a queima.

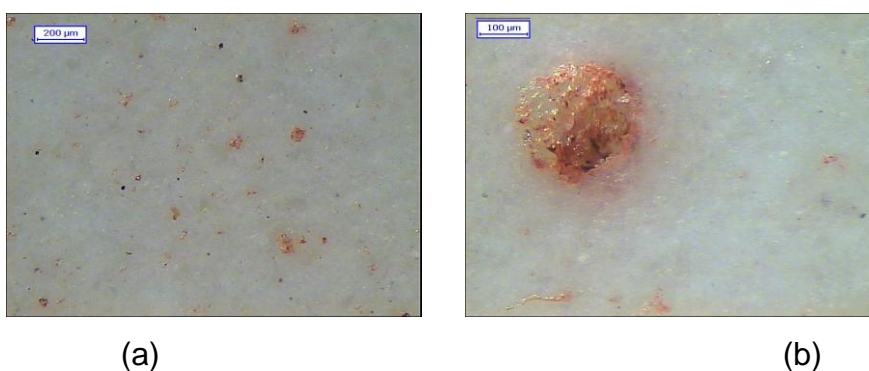
O resultado da análise de imagem da amostra IPBAR manchada com óxido de ferro e lavada com água quente está apresentado na figura 6. Nesta figura novamente se verifica a presença de poros de diferentes tamanhos e de “buracos”. É importante ressaltar que a amostra IPBAR é a INBAR polida, e comparando-se a figura 6(a) com a 5(a), fica evidente que o polimento abre a porosidade fechada e as bolhas de ar internas de grande dimensão, além de proporcionar o arrancamento de grãos da superfície (rugosidade), comprometendo a resistência ao manchamento dos produtos.

A figura 7 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra IPPAR manchada com óxido de ferro e lavada com água quente. Na figura 7(a) observa-se a presença de maior quantidade de poros de maior tamanho distribuídos uniformemente, o que pode ter contribuído para a maior suscetibilidade ao manchamento desta amostra.

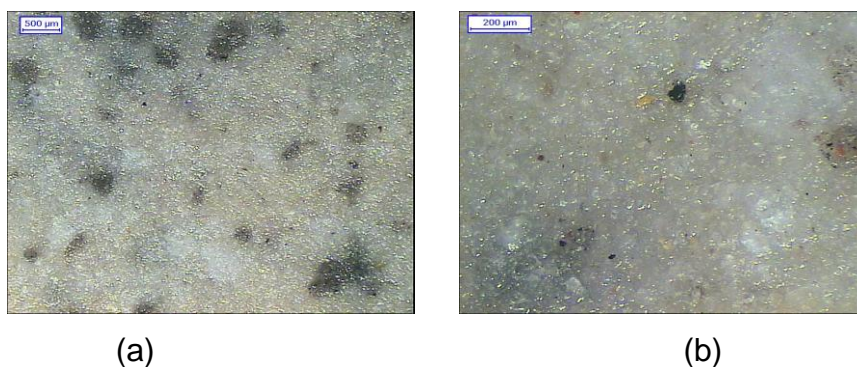
O resultado da análise de imagem da amostra NPBRAN manchada com óxido de ferro e lavada com água quente está apresentado na figura 8. A quantidade de



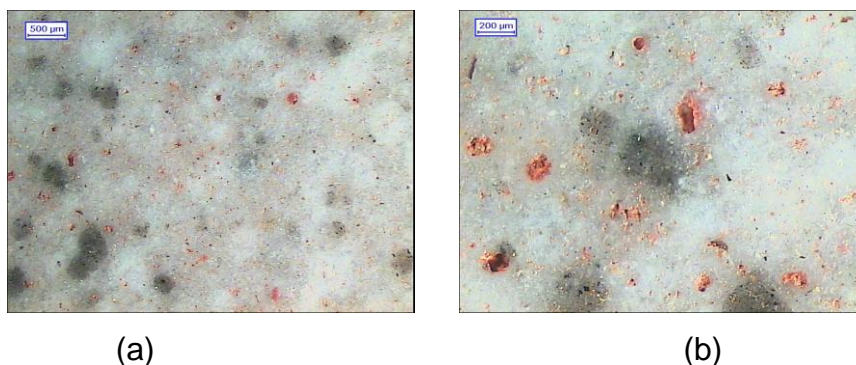
poros presentes na superfície também é alta, porém os poros são de menor tamanho e a quantidade de “buracos” é bem menor em comparação aos produtos espanhóis e italianos. Provavelmente esta quantidade menor de bolhas de ar de grande tamanho (“buracos”) pode estar associada, entre outros fatores, ao tipo de fundente utilizado pelas indústrias nacionais, os quais são feldspatos sódico-potássicos, diferentemente dos utilizados na Espanha e Itália (feldspatos sódicos). Esta distribuição mais homogênea de poros de pequeno tamanho pode ter contribuído para o manchamento por igual na superfície do produto (manchamento não concentrado).



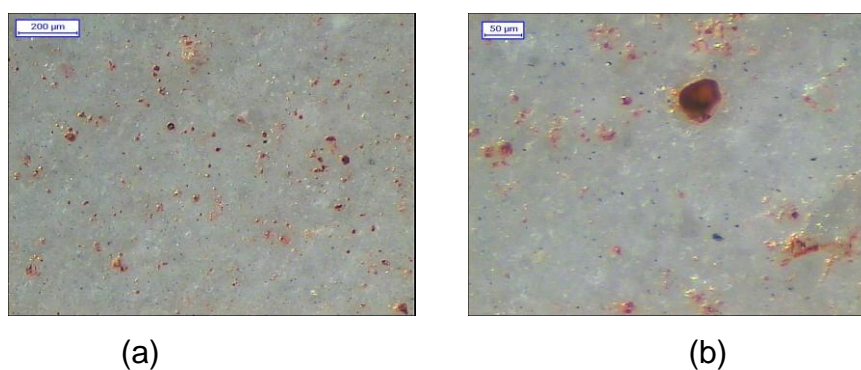
**Figura 4:** Análise de imagens da amostra EPNEV manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.



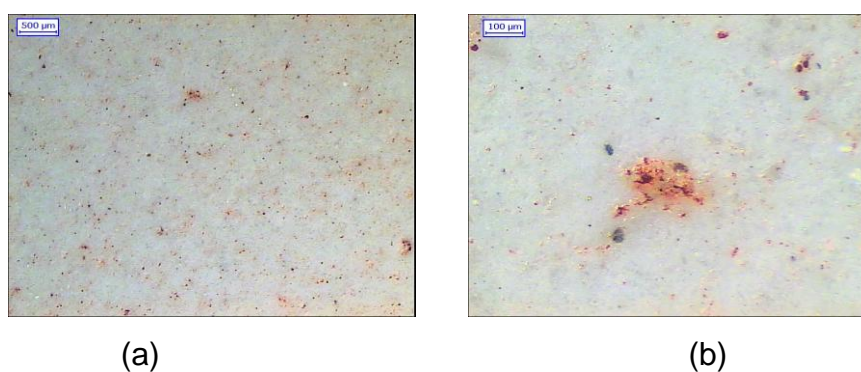
**Figura 5:** Análise de imagens da amostra INBAR padrão (sem manchamento).



**Figura 6:** Análise de imagens da amostra IPBAR manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.



**Figura 7:** Análise de imagens da amostra IPPAR manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.



**Figura 8:** Análise de imagens da amostra NPBRAN manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.

## CONCLUSÕES

A suscetibilidade ao manchamento do grés porcelanato polido, independentemente da procedência ser italiana, espanhola ou nacional, pode ser



comprovada nos resultados parciais apresentados. Neste trabalho ficou evidenciado que o polimento reduz a resistência ao manchamento não apenas por abrir a porosidade fechada, mas também por gerar trincas e arrancamento de grãos da superfície dos produtos. Além disso, os “buracos” de grande dimensão, presentes em maior intensidade nos produtos espanhóis e italianos, contribuem para a impossibilidade de remoção das manchas da superfície do produto.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP e ao CNPq pelo auxílio financeiro ao desenvolvimento do projeto de pesquisa voltado ao grés porcelanato, à ALCOA ALUMÍNIO S.A. pela realização da análise de imagem dos porcelanatos e a Srta Ariane Mainetti de Andrade pelo apoio no projeto de pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- MENEGAZZO, A.P.M.; LEMOS, F.N.; PASCHOAL, J.O.; GOUVÊA, D.; CARVALHO, J.C.; NÓBREGA, R.S.N., **Grés Porcelanato - Parte I: Uma abordagem mercadológica**, Revista Cerâmica Industrial, setembro/outubro, 2000.
- 2- BIFFI, G., **IL Gres Porcellanato – Manuale di Fabbricazione e Tecniche di Impiego**, Gruppo Editoriale Faenza Editrice S.p.A., Faenza/Itália, 1997.

Evaluation of stoneware tile staining resistance: comparison of the several staining agents.

#### ABSTRACT

*Among several types of ceramic tiles available in the market, stoneware tile has presented the best mechanical strength, chemical and ice resistance and a very good external aspect that this material looks too much as a natural stone. This product can be classified as natural, polished and glazed. The polished stoneware tile presents inking when submitted to some staining agents due to the open pores generated during its polishing finishing. The objective of this paper is the evaluation of Brazilian, Italian and Spanish porcelanato staining resistance when submitted to staining agents, according to Brazilian standards NBR 13818, and evaluate the affectivity of some cleaning housekeeping products.*

KEY WORDS: stoneware tile, stain, ceramic