

Resistências ao Ataque Químico e ao Manchamento: Comparação dos Procedimentos e Resultados dos Ensaio das Normas ISO e ASTM

**Ana Paula Margarido Menegazzo*, Eduardo Quinteiro, Marcelo Dias Caridade,
José Octávio Armani Paschoal, Natália Gabriella Silva, Lilian Lima Dias,
Rita de Cássia Buissa Neto, Kênia Ribeiro**

*Centro de Inovação Tecnológica em Cerâmica – CITEC/CCB
Rua Nossa Senhora do Carmo, 96, CEP 13510-000, Santa Gertrudes - SP, Brasil
e-mail: anapaula.ccb@terra.com.br

Resumo: Com vista à ampliação do potencial mercado consumidor norte americano de revestimentos cerâmicos, tem aumentado o interesse nos estudos relativos aos procedimentos de ensaios de acordo com a Norma ASTM. Na maioria dos países, incluindo aqueles da Comunidade Européia e o Brasil, utiliza-se a norma ISO como referência. Considerando o crescimento das exportações de revestimento cerâmico brasileiro à América do Norte (cerca de 42% do volume exportado), é fundamental conhecer o comportamento das propriedades dos produtos quando se utiliza a norma ASTM. Com este objetivo, o trabalho apresenta uma comparação dos procedimentos e dos resultados dos ensaios de diferentes tipologias nacionais de revestimentos cerâmicos. Os ensaios foram realizados de acordo com as seguintes normas: ASTM C1378/04 - Determinação da resistência às manchas, ASTM C650/04- Resistência ao ataque químico, ISO 10545-Parte 13 - Determinação da resistência química e ISO 10545-Parte 14 - Determinação da resistência às manchas. Os resultados obtidos indicaram uma diferença significativa de classificação dos produtos analisados quando os mesmos são ensaiados de acordo com as duas normas.

Palavras-Chave: *revestimentos cerâmicos, Normas ISO 10545, Normas ASTM, resistência ao manchamento, resistência ao ataque químico*

1. Introdução

A indústria de revestimento cerâmico tem investido em avanços tecnológicos e em áreas de gestão industrial visando atender as demandas do mercado tendo como resultado a melhoria da produtividade dos seus recursos e a melhoria da qualidade técnica e da qualidade de design dos seus produtos. A crescente concorrência gerada entre os países é intensificada com o processo de globalização da economia, o surgimento de produtos substitutos e o desenvolvimento da construção civil em cada país são fatores que afetam a indústria de revestimentos cerâmicos tornando-se desafios a serem enfrentados. Embora com tantos desafios, a indústria de revestimento cerâmico cresceu nos últimos anos.

Dentro deste contexto, é importante a utilização de normas, nomenclaturas e especificações dos pisos e revestimentos cerâmicos, padronizadas e mundialmente aceitas, facilitando assim a negociação entre os países e garantindo a qualidade técnica das placas cerâmicas em patamares elevados em relação aos produtos concorrentes.

O objetivo deste trabalho foi identificar, comparar e analisar os procedimentos de ensaio, as classificações e os resultados das normas técnicas de placas cerâmicas ISO 10545 e ASTM. Os ensaios focados neste trabalho foram: Resistência ao Ataque Químico e Resistência ao Manchamento.

Os resultados mostram diferenças significativas nos procedimentos de ensaio e também na classificação dos produtos considerando-se um mesmo ensaio.

2. Comparação entre as Metodologias de Ensaio

A série de normas ISO para placas cerâmicas é composta pelas normas 13006 e 10545-1 a 17. A ISO 13006 aborda as definições,

classificações e características requeridas para a comercialização dos produtos. A ISO 10545 descreve os procedimentos de ensaio para determinar as características descritas pela ISO 13006.

A norma ANSI A137 define os tipos, tamanhos e propriedades físicas para as placas cerâmicas. Pode ser utilizada por fabricantes, consumidores, arquitetos, revendedores e outros profissionais ligados à área da construção civil.

Para cada ensaio estudado foi realizada uma avaliação dos procedimentos considerando: materiais, equipamentos, método de avaliação e classificação. As comparações são apresentadas nas Tabelas 1 e 2 para os ensaios de Resistência ao Manchamento e Resistência ao Ataque Químico.

3. Comparação entre os Resultados dos Ensaio

3.1. Determinação da resistência a manchas: ISO 10545-14 e ASTM 1378-97

Os ensaios foram realizados conforme o procedimento de ensaio descrito pelas normas. As tipologias e as quantidades de produtos testados são apresentadas na Tabela 3.

Para complementar este estudo de manchamento, foram testados agentes manchantes não contidos na norma ISO 10545-14, mas que representam as solicitações de uso cotidiano dos produtos. A resistência ao manchamento por outras substâncias foi avaliada de forma similar ao ensaio da norma ISO. Os agentes manchantes selecionados foram: café, mostarda, catchup, molho inglês, óleo de carro, graxa, tinta de caneta e vinagre.

Tabela 1. Resumo comparativo da metodologia das duas normas avaliadas: Resistência ao Manchamento.

	ISO 10545 - 14	ASTM - 1378-97
Agentes Manchantes	<ul style="list-style-type: none"> - Óxido de cromo verde em óleo leve. - Agentes com ação oxidante, ou seja, iodo em solução alcoólica (13 g/L). - Agentes com formação de película, ou seja, óleo de oliva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rejunte contraste – aplicado na forma de pasta. - Tinta de tonner. - Tinta preta não solúvel em água (Fabricada pela Parker ou equivalente). - Tinta lavável (Fabricada pela Parker ou equivalente). - Solução de Permanganato de potássio, 1%. - Solução de azul de metileno, 1%.
Agentes de limpeza	<ul style="list-style-type: none"> - Água quente. - Agente de limpeza fraco: agente comercial, não abrasivo, com pH de 6,5 a 7,5. - Agente de limpeza forte: agente de limpeza comercial contendo partículas abrasivas, com pH de 9 a 10. - Solução de HCl 3% (V/V), preparada a partir de Ácido Clorídrico 38% pela adição de 79 mL de HCl em 951 mL de água destilada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Água quente. - Agente de limpeza fraco: agente comercial, não abrasivo, com pH de 6,5 a 7,5. - Agente de limpeza forte: agente de limpeza comercial contendo partículas abrasivas, com pH de 9 a 10. - Solução de HCl 3% (V/V), preparada a partir de Ácido Clorídrico 38% pela adição de 79 mL de HCl em 951 mL de água destilada.
Metodologia	24 horas – com vidro de relógio sobre o agente manchante.	24 horas – com tubos de ensaio contendo agentes manchantes.
Classificação	1 a 5, sendo: 5: máxima facilidade de limpeza, 4: limpeza com detergente neutro, 3: limpeza com saponáceo em escova rotativa, 2: limpeza com solução de HCl 3%, 1: impossível remoção de manchas.	Mancha ou não mancha, conforme agente manchante

Tabela 2. Resumo comparativo da metodologia das duas normas avaliadas: Resistência ao Ataque Químico.

	ISO 10545 - 13	ASTM C - 650-04
Número de corpos-de-prova	5 amostras representativas para cada solução	1 amostra representativa para cada solução
Soluções de ensaio	<ul style="list-style-type: none"> - NH₄Cl-100 g/L - Hip. Sódio-20 mg/L - Ácido Cítrico-100 g/L - HCl- 3 e 18% (v/v) - KOH-30 e 100 g/L 	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido Acético – 3% e 10% (v/v) - Cloreto de Amônia – 100 g/L - Ácido Cítrico – 30 e 100 g/L - Ácido Lático – 5% (v/v) - Ácido Fosfórico – 3 e 10% (v/v) - Ácido Sulfâmico (H₂NSO₃H) – 30 e 100 g/L - Hipoclorito de Sódio – 20 mg/L - Ácido Clorídrico – 3 e 18% (v/v) - Hidróxido de Potássio – 30 e 100 g/L
Forma de contato superfície/reagente	Vidro de borossilicato*	Tubos de ensaio de 20 mm diâmetro e 150 mm comprimento
Tempo de contato com reagente	<ul style="list-style-type: none"> - Esmaltados: NH₄Cl, Hip. Sódio e Ácido Cítrico (24 h). - Ácidos e bases: 96 h - Não esmaltados (12 dias) 	24 horas para todos os reagentes
Classificação	<ul style="list-style-type: none"> - Cloreto de Amônia e hipoclorito de sódio: GA, GB, GC ou UA, UB, UC. - Ácidos e bases de baixa concentração: GLA, GLB, GLC ou ULA, ULB e ULC. - Ácidos e bases de alta concentração: GHA, GHB, GHC ou UHA, UHB e UHC 	Afetado ou Não Afetado

*A validação da utilização de copinhos plásticos foi realizada a partir de uma série de testes laboratoriais realizados no CITEC/CCB, comprovando que realmente não há influência nos resultados quando comparados àqueles procedimentos que utilizam recipientes de vidro borossilicato (conforme exige a ISO).

Tabela 3. Produtos avaliados pela a metodologia de ensaio de resistência ao manchamento das Normas ISO e ASTM.

Tipologia	Número de amostras
Esmaltado (Mate, rústico e brilhante)	9
Porcelanato Técnico	6
Porcelanato Esmaltado	2

Conforme procedimento de ensaio da ISO, todos os produtos testados apresentaram classe de limpabilidade 5, ou seja, máxima facilidade de limpeza frente aos agentes de ação penetrante, aos de ação oxidante e àqueles de formação de película.

Utilizando-se o procedimento de ensaio da ASTM, o agente de manchamento mais crítico foi o permanganato de potássio 1%, não tendo sido detectada visualmente, para nenhuma das tipologias, sua

completa remoção após os procedimentos de limpeza. O azul de metileno 1% não foi removido das superfícies dos produtos com tipologia mate acetinada, mate branco com lustre e brilhante branco com lustre. A tinta lavável e a tinta não lavável não foram removidas apenas dos produtos com tipologias mate acetinada e mate branca com lustre.

Para os porcelanatos avaliados, segundo a ISO 10545-14 nota-se que a maior suscetibilidade ao manchamento detectada é frente à solução alcoólica de iodo 13 g/L, que é de difícil remoção na maioria dos produtos não esmaltados e polidos (Tabela 4). O procedimento de avaliação do teste de manchamento para este agente tem gerado bastante dúvida, visto que a mancha tende a se atenuar, e até mesmo sumir, com o passar do tempo. Para quatro porcelanatos polidos testados, pode-se constatar experimentalmente a variação de tonalidade (ΔE) após a limpeza com água quente e iniciando-se as medidas imediatamente após secagem. O processo de atenuação do manchamento ocorre de maneira mais acelerada nas primeiras cinco horas (após a secagem), quando o procedimento da ISO é realizado (utilização do vidro de relógio sobre a solução alcoólica de iodo). Se o mesmo agente manchante é utilizado seguindo-se o procedimento da ASTM (Tabela 5), verifica-se que a utilização do tubo de ensaio para a aplicação da solução de iodo resulta em uma situação menos severa de manchamento comparativamente a quando se utiliza o vidro de relógio, para todos os porcelanatos polidos testados. Além disso, no procedimento da ASTM, a atenuação do manchamento resultante não

parece representar um problema tão grande como no procedimento da ISO. Diante destas constatações, alerta-se que a avaliação visual no procedimento da ISO deve ser impreterivelmente feita logo após o resfriamento das amostras.

3.2. Determinação da resistência química: ISO 10545-13 e ASTM C-650-04

Os ensaios foram realizados conforme o procedimento de ensaio descrito pelas normas. Foram testados 9 produtos semi-grês esmaltados (brilhantes, mates e granilhados) e 4 porcelanatos técnicos.

Antes da apresentação dos resultados é importante salientar que a Norma ISO 10545-13 exige que todos os produtos esmaltados e não esmaltados apresentem no máximo Classe GB ou UB frente aos produtos químicos domésticos e de tratamento de água e piscina. Quanto à resistência aos ácidos e álcalis de baixa e alta concentração, a Norma exige apenas que o fabricante declare a classe de resistência. Portanto, o produto pode ter uma baixa classe de resistência ao ataque químico por ácidos e álcalis, desde que seja declarado (na embalagem ou catálogo do produto) pelo seu fabricante.

Os resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos produtos esmaltados brilhantes de cor clara e escura foram realizados segundo os procedimentos das Normas NBR 13818 e ASTM C-650-04. O produto brilhante de cor escura apresentou alta resistência ao ataque químico (Classe A) frente aos agentes químicos de ambas as normas. Já o produto brilhante de cor clara apresentou classe média

Tabela 4. Porcelanatos submetidos a ensaio de resistência ao manchamento utilizando os agentes manchantes citados na ISO 10545-14 e outros de uso cotidiano.

Descrição da tipologia	Outros agentes manchantes						Agentes manchantes da ISO			
	Mostarda	Catchup	Molho inglês	Vinagre	Tinta caneta	Óleo de carro	Graxa	Óxido de cromo em óleo leve	Solução alcoólica de iodo 13 g/L	Óleo de oliva
1. Polido – bege claro	4	4	3	5	2	4	4	2	3	4
2. Polido – bege claro	5	5	1	2	2	4	4	1	3	4
3. Polido – bege claro	1	5	1	1	1	4	1	1	5	1

Tabela 5. Classificação da resistência ao manchamento de diferentes tipologias de porcelanatos.

Amostra porcelanato	Tipologia	ISO			ASTM						
		Óxido de cromo em óleo leve	Solução alcoólica de iodo 13 g/L	Óleo de oliva	Azul de metileno 1%	Rejunte	Tonner	Permanganato de potássio 1%	Tinta lavável	Tinta não lavável	
10	Polido (branco)	5	1	3	Não saiu	Não saiu	Água quente	Não saiu	Não saiu	Não saiu	
11	Polido (bege-marmorizado)	5	2	5	Não saiu	Água quente	Água quente	Não saiu	Não saiu	Água quente	
12	Polido (bege)	5	5	5	Não saiu	Não saiu	Água quente	Não saiu	Não saiu	Água quente	
13	Esmaltado (bege-relevo suave)	5	5	5	Não saiu	Água quente	Água quente	Não saiu	Não saiu	Água quente	
14	Polido (branco)	5	1	5	Não saiu	Não saiu	Água quente	Não saiu	Não saiu	Não saiu	
15	Polido (bege-marmorizado)	5	1	3	Não saiu	Não saiu	Água quente	Não saiu	Não saiu	Água quente	
16	Esmaltado rústico (Bege- relevo)	5	5	5	Não saiu	Não saiu	Água quente	Não saiu	Água quente	Água quente	
17	Polido (branco)	5	3	5	Não saiu	Não saiu	Água quente	Não saiu	Não saiu	Água quente	

de resistência ao ataque químico (GHB) frente ao ácido clorídrico 18% (v/v). Esta visualização do ataque químico neste produto foi possível devido ao maior tempo de exposição (96 h) aos ácidos e bases de baixa e alta concentração previsto no procedimento da Norma NBR 13818. O tempo de exposição da ASTM é de 24 horas. Os testes com produtos esmaltados brilhantes contendo esmalte de protetiva, esmaltados rústicos, granilhados ou não, claros e escuros, apresentaram alta resistência (Classe A e NA) para todos os agentes químicos testados.

A Tabela 6 apresenta os resultados de resistência ao ataque químico dos produtos acetinados de tonalidade escura e clara. Para o produto escuro, embora este tenha apresentado resultado como Não Afetado (NA) frente à Norma ASTM, foi verificado que frente aos agentes de pH ácido (Ácidos Cítrico, Lático e Clorídrico) utilizados na Norma NBR 13818 (Anexo H), o mesmo apresentou Classe média de resistência ao ataque químico (Classe B). Provavelmente o menor tempo de exposição ao agente químico (24 horas) exigido pela ASTM C650-04 não foi suficiente para causar um ataque na mesma extensão da superfície do referido produto pelos agentes de pH ácido. O tempo de contato para os ácidos lático e clorídrico exigido pela NBR é de 96 horas, o que resultou em um ataque superficial mais intenso. O produto acetinado de cor clara apresentou resultado Afetado pelos seguintes agentes químicos: Ácido Acético 10% (v/v), Ácido Cítrico 30 g/L e 100 g/L, Ácido Lático 5% (v/v), Ácido Fosfórico 3 e 10% (v/v), Ácido Amido Sulfúrico 30 e 100 g/L, HCl₃ e 18%. Este produto claro, ensaiado conforme Norma NBR 13818 (Anexo H) apresentou classe baixa de resistência ao ataque químico (Classe C) frente aos seguintes agentes: Ácido Cítrico 100 g/L, Ácido Lático 5% (v/v), HCl 3% e 18% (v/v). Ambas as normas apresentaram resultados compatíveis. É importante salientar que este produto foi atacado pelos agentes químicos da ASTM não contidos na NBR, como Ácido Fosfórico e Amido Sulfúrico.

A Tabela 7 apresenta os resultados de resistência ao ataque químico dos porcelanatos polidos avaliados. Observa-se que os produtos

apresentaram alta resistência ao ataque químico (Classe A) frente aos agentes químicos testados de ambas as Normas. A maioria dos porcelanatos polidos quando em contato com agentes álcalis perdem o brilho superficial, porém esta perda de brilho não é considerada como um ataque químico, devendo apenas constar como uma observação de sua ocorrência no resultado do ensaio.

4. Considerações Finais

Os agentes manchantes da ISO nem sempre conseguem simular o desempenho durante o uso dos produtos esmaltados quanto à resistência ao manchamento (limpabilidade). Já para produtos não esmaltados (como os porcelanatos polidos), os quais são mais suscetíveis ao manchamento, a ISO consegue fazer esta simulação com maior precisão.

Já a Norma ASTM 1378-97 apresenta uma gama maior e mais representativa de agentes manchantes (inclusive agentes secos, que não são contemplados na ISO), o que propicia previsão mais realista do desempenho de limpabilidade durante o uso das placas cerâmicas. Isto pode ser comprovado pelos resultados apresentados pelos produtos de tipologia mate, que geralmente apresentam maior dificuldade de limpeza durante o uso e, segundo a ISO, são classificados como classe 5 (máxima facilidade de remoção de manchas), enquanto que na ASTM são manchados pela tinta lavável, tinta não lavável, azul de metileno e o permanganato de potássio.

Também se deve ressaltar que o agente manchante permanganato de potássio é muito rigoroso, visto que proporcionou o manchamento sem remoção de todos os produtos avaliados, o que não condiz com a realidade durante o uso das placas cerâmicas.

A Norma ASTM 1378-97 não apresenta uma classificação numérica como a ISO. Simplesmente deve-se informar se o produto é manchado ou não pelo respectivo agente manchante. Esta forma de classificação é bem interessante, visto que apenas comunica quais agentes manchantes são mais críticos para os produtos, sem gerar uma classificação complexa.

Tabela 6. Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos produtos Acetinados.

Solução de ensaio	Superfície da amostra					
	Acetinado de cor escura			Acetinado de cor clara		
	ASTM		NBR 13818	ASTM		NBR 13818
	Avaliação visual	Teste do Lápis		Avaliação visual	Teste do Lápis	
Produtos químicos domésticos						
Ácido Acético 3% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
Ácido Acético 10% (v/v)	NA	NA		A		
Cloreto de amônia 100 g/L	NA	NA	GA	NA	NA	GA
Solução de ácido cítrico 30 g/L	NA	NA		A		
Solução de ácido cítrico 100 g/L	NA	NA	GLB	A		GLC
Ácido Lático 5% (v/v)	NA	NA	GHB	A		GHC
Ácido Fosfórico 3% (v/v)	NA	NA		A		
Ácido Fosfórico 10% (v/v)	NA	NA		A		
Ácido Amido Sulfúrico 30 g/L	NA	NA		A		
Ácido Amido Sulfúrico 100 g/L	NA	NA		A		
Produtos para tratamento de água de piscina						
Solução de hipoclorito de sódio 20 mg/L	NA	NA	GA	NA	NA	GA
Ácidos e Álcalis						
Solução de HCl 3% (v/v)	NA	NA	GLB	A		GLC
Solução de HCl 18% (v/v)	NA	NA	GHB	A		GHC
KOH 30 g/L	NA	NA	GLA	NA	NA	GLA
KOH 100 g/L	NA	NA	GHA	NA	NA	GHA

Onde NA é não afetado e A é afetado. * Perda de brilho superficial

Tabela 7. Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos porcelanatos polidos.

Solução de ensaio	Superfície da amostra					
	Porcelanato Polido			Porcelanato Polido		
	ASTM		NBR 13818	ASTM		NBR 13818
	Avaliação visual	Teste do Lápis		Avaliação visual	Teste do Lápis	
Produtos químicos domésticos						
Ácido Acético 3% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
Ácido Acético 10% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
Cloreto de amônia 100 g/L	NA	NA	GA	NA	NA	GA
Solução de ácido cítrico 30 g/L	NA	NA		NA	NA	
Solução de ácido cítrico 100 g/L	NA	NA	GLA	NA	NA	GLA
Ácido Lático 5% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
Ácido Fosfórico 3% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
Ácido Fosfórico 10% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
Ácido Amido Sulfúrico 30 g/L	NA	NA		NA	NA	
Ácido Amido Sulfúrico 100 g/L	NA	NA		NA	NA	
Produtos para tratamento de água de piscina						
Solução de hipoclorito de sódio 20 mg/L	NA	NA	GA	NA	NA	GA
Ácidos e Álcalis						
Solução de HCl 3% (v/v)	NA	NA	GLA	NA	NA	GLA
Solução de HCl 18% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
KOH 30 g/L	NA	NA	GLA*	NA	NA	GLA*
KOH 100 g/L	NA	NA		NA	NA	

O uso de vidro de relógio, procedimento seguido pela NBR 13818 e SASO, além de ter a função de espalhamento do agente manchante, também tem a função de pressioná-lo contra a superfície da placa cerâmica. Conforme resultados obtidos neste trabalho, esta pressão exercida pelo vidro de relógio é mais rigorosa do que aquela exercida pelo tubo de ensaio conforme procedimento da Norma ASTM1378-97.

A Norma ASTM C-650-04 apresenta uma gama maior de reagentes químicos a serem avaliados, porém o tempo de exposição a estes agentes é pequeno (24 horas). A ISO 10545-13 apresenta uma condição de ataque mais agressivo para os ácidos e bases de alta e baixa concentração (96 horas). No caso de produtos não esmaltados a ISO 10545-13 é ainda mais exigente, pois o produto deve ficar parcialmente imerso durante 12 dias nos agentes químicos avaliados.

A maior área de contato entre o agente químico e a superfície da placa cerâmica prevista na ISO 10545-13 propicia uma melhor análise visual da região de ataque.

Os laboratórios de ensaios utilizam copinhos plásticos de pequena dimensão (“copos de café”) para acomodar os reagentes em contato com a superfície das peças esmaltadas. O CITEC/CCB validou esta adaptação do ensaio, comprovando que não há influência nos resultados quando comparados àqueles que utilizam recipientes de vidro borossilicato (conforme exige a ISO).

De forma geral, os produtos nacionais apresentaram ótimos resultados de resistência ao ataque químico utilizando-se ambas metodologias de ensaios. O produto que apresentou baixa resistência

ao ataque químico segundo a ISO 10545-13, também apresentou resultado “Afetado” na ASTM C650-04.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio:** Determinação da resistência ao manchamento, NBR 13818. Rio de Janeiro, 1997. Anexo G.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio:** Determinação da resistência ao ataque químico, NBR 13818. Rio de Janeiro, 1997. Anexo H.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS STANDARDS. **Standard Test Method for Determination of Resistance to Staining:** ASTM 1378. *United States*, 2004.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS STANDARDS. **Standard Test Method for Determination of Resistance of Ceramic Tile to Chemical Substances:** ASTM C 650. *United States*, 2004.
- INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. **Ceramic Tiles:** Definitions, classification, characteristics and marking, ISO 13006. Genebra, Suíça, 1998.
- INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. **Ceramic Tiles:** Determination of chemical resistance, ISO 10545-1. Genebra, Suíça, 1995. Part 13.
- INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. **Ceramic tiles:** Determination of resistance to stains, ISO 10545-1. Genebra, Suíça, 1995. Part 14.