

Comparação da resistência ao ataque químico de placas cerâmicas para revestimento avaliadas por procedimentos de ensaios das normas NBR 13818 (Anexo H) e ASTM C-650-04

A.P. Menegazzo, L.L. Dias, E. Quinteiro, J.O.A. Paschoal, N.G. Silva, R.J. Gutierrez:
Centro de Inovação Tecnológica em Cerâmica do Centro Cerâmico do Brasil (CITEC/CCB)

Introdução

O CCB vem atuando há vários anos em atividades de assistência técnica pós-venda junto às empresas cerâmicas. Esta atividade, no CCB, se desdobra em 02 ações: na primeira, um grupo de engenheiros especializados do CCB atende às reclamações oriundas do consumidor (via INMETRO), das construtoras e das empresas cerâmicas. Geralmente trata-se de problemas e/ou patologias observados no mercado em fase de negociação ou em demanda judicial. Na segunda ação atendemos reclamações originadas no serviço SAC das indústrias cerâmicas, algumas das quais terceirizaram completamente ou parcialmente este serviço junto ao CCB.



Figura 01: Fotos de produtos atacados quimicamente durante o uso. O ataque químico geralmente ocorre em decorrência de manutenção inadequada do produto.

Como resultado destes três anos de trabalho em assistência técnica, que resultaram em cerca de 800 atendimentos, o CITEC/CCB catalogou os vários tipos de patologias encontradas nas diversas reclamações atendidas. Deste banco de dados, muitas patologias foram decorrentes de manutenção inadequada do produto, principalmente através da utilização de produtos de caráter básico ou ácido durante a limpeza, seja pós-obra ou durante o dia-a-dia de uso. A figura 01 apresenta diversas fotos de produtos atacados quimicamente durante seu uso. O ataque químico, além de alterar o aspecto original da superfície do produto, também proporciona maior encardimento do mesmo, pois aumenta a rugosidade superficial.

Os fabricantes de placas cerâmicas para revestimento devem informar em suas embalagens que produtos de caráter ácido ou básico não podem ser utilizados para a limpeza das mesmas.

O consumidor que precisa realizar uma limpeza mais pesada deve contatar o fabricante para que este indique o produto adequado para limpeza do revestimento de forma a não agredir a camada superficial, seja esmaltada ou não. (figura 01)

Conhecer a classe de resistência ao ataque químico das placas cerâmicas é fundamental para se prever o desempenho do produto durante o uso, bem como orientar o consumidor quanto à sua manutenção.

Dando continuidade aos trabalhos desenvolvidos pelo Comitê Técnico do CCB, cujo objetivo principal é revisar a Norma Nacional (NBR 13818/1997) tomando-se como referência as normas internacionais ASTM e SASO, este trabalho apresenta um comparativo das metodologias e resultados dos ensaios de resistência ao ataque químico de placas cerâmicas para revestimento nacionais conforme as normas NBR 13818/1997-Anexo H e ASTM C-650-04.

Além da comparação de metodologias, os resultados obtidos propiciaram verificar como estão os produtos brasileiros frente à metodologia de ensaio da ASTM.

Procedimento Experimental

A) Determinação da resistência ao ataque químico conforme NBR13818/Anexo H ⁽¹⁾

Tipo de reagente químico		Produtos Esmaltados	Produtos Não Esmaltados
Produtos químicos domésticos		Cloreto de amônia 100g/L	Cloreto de amônia 100g/L
Produtos para tratamento de água de piscina		Solução de hipoclorito de sódio 20 mg/L	Solução de hipoclorito de sódio 20 mg/L
Ácidos	Baixa concentração	- HCl 3% (V/V) - Ácido Clórico 100 g/L	- HCl 3% (V/V) - Ácido Clórico 100 g/L
	Alta concentração	- HCl 18% (V/V)	- HCl 18% (V/V)
Alcalis	Baixa concentração	- KOH - 30g/L	- KOH - 30g/L
	Alta concentração	- KOH - 100g/L	- KOH - 100g/L

Tabela 01: Agentes químicos conforme NBR 13818/1997 (Anexo H).

A resistência ao ataque químico é avaliada através da verificação da ocorrência de mudanças ocorridas nas superfícies das placas cerâmicas após o contato com agentes químicos durante um tempo pré-determinado, conforme ensaio descrito na Norma NBR 13818 - Anexo H.

Foram utilizados cinco corpos-de-prova para cada agente químico, com superfície limpa e seca.

Os agentes químicos utilizados estão apresentados na Tabela 01.

- Revestimentos não esmaltados

Antes do ensaio, os corpos-de-prova foram secos em estufa, à temperatura de $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Cada corpo-de-prova (de aproximadamente $5 \times 5 \text{ cm}^2$) foi mergulhado verticalmente, a uma profundidade de $25 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, nas soluções indicadas na Tabela 01. O lado do corpo-de-prova sem corte foi totalmente imerso na solução.

Os corpos-de-prova foram mantidos mergulhados parcialmente nas soluções durante 12 dias. Após os 12



Figura 02: Ensaio de ataque químico de produtos esmaltados.

Classes de reagentes	Agentes agressivos	Tempo de ataque (h)
Produtos químicos domésticos	Cloreto de Amônia, produtos de limpeza	24
Produtos para tratamento de água de piscina	Hipoclorito de Sódio	24
Ácido e álcalis de baixa concentração e alta concentração	Ácido Clórico	24
	Ácido Clorídrico e Hidróxido de Potássio	96

Tabela 02: Tempo previsto de ataque.

dias os mesmos foram retirados do recipiente e deixados submersos em água corrente por 5 dias. A seguir, ferveu-se por 30 minutos, mantendo os corpos-de-prova totalmente submersos na água. Os corpos-de-prova foram retirados da água e secos em estufa.

- Revestimentos esmaltados

A superfície esmaltada do corpo-de-prova foi limpa com álcool etílico. Os agentes químicos da Tabela 01 foram colocados em copinhos plásticos pequenos e os mesmos fixados sobre a superfície dos produtos, conforme Figura 02. As soluções foram mantidas em contato com a superfície esmaltada durante os espaços de tempos previstos de acordo com a Tabela 02.

Após o tempo previsto na tabela 02, as soluções de ataque foram retiradas e a superfície das amostras foi limpa e seca.

Avaliação

- Revestimentos não esmaltados

Avaliação visual:

- os corpos-de-prova foram examinados a olho nu procurando identificar qualquer alteração na superfície do lado cortado;
- as arestas que estavam submersas também foram examinadas durante o ensaio;
- os revestimentos cerâmicos não esmaltados foram classificados em classes de resistência química A, B, e C, de acordo com a solução química utilizada no ensaio e a alteração verificada:

para os produtos químicos domésticos e para tratamento de água e piscina, adota-se a seguinte classificação:

- Classe UA - Efeitos não visíveis
- Classe UB - Efeitos visíveis no lado do corte
- Classe UC - Efeitos visíveis no lado do corte, no lado sem corte e na superfície.

para os ácidos e álcalis de baixa concentração adota-se a seguinte classificação:

- Classe ULA - Efeitos não visíveis
- Classe ULB - Efeitos visíveis no lado do corte
- Classe ULC - Efeitos visíveis no lado do corte, no lado sem corte e na superfície.

para os ácidos e álcalis de alta concentração adota-se a seguinte classificação:

- Classe UHA - Efeitos não visíveis
- Classe UHB - Efeitos visíveis no lado do corte
- Classe UHC - Efeitos visíveis no lado do corte, no lado sem corte e na superfície

- Revestimentos esmaltados

Inicialmente, verificou-se a aplicabilidade do pro-

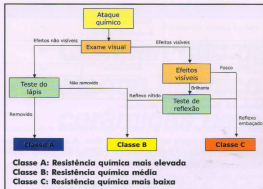


Figura 03: Procedimento sistemático de classificação.

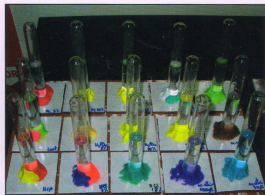


Figura 04: Ensaio de ataque químico conforme ASTM C-650-04.

revestimentos cerâmicos

cedimento da Figura 03, traçando várias linhas com lápis HB em partes não ensaiadas da superfície esmaltada e tentando remover os traços com um pano úmido. Em todos os produtos esmaltados os traços foram removidos, preenchendo-se assim o requisito para que o procedimento descrito na Figura 03 fosse aplicado.

B) Determinação da resistência ao ataque químico conforme Norma ASTM C-650-04 (2)

Conforme procedimento descrito na Norma ASTM C-650-04, foi utilizado um corpo-de-prova representativo da superfície da placa cerâmica para cada agente químico avaliado.

Antes do ensaio, os corpos-de-prova (5 x 5 cm²) foram limpos e secos em estufa.

Os agentes químicos utilizados estão apresentados na Tabela 03.

A Norma ASTM C-650-04 não faz nenhuma separação de procedimento experimental para produtos esmaltados e não esmaltados, ou seja, o procedimento e agentes químicos são os mesmos para ambas tipologias de produtos.

Transferiu-se 20 mL de cada agente químico apresentado na Tabela 03 para um tubo de ensaio com extremidade plana de diâmetro de 20 mm e comprimento de 150 mm.

A superfície da placa cerâmica a ser ensaiada foi colocada em contato com a extremidade aberta do tubo de ensaio. Pressionou-se firmemente o corpo-de-prova e o tubo, e inverteu-se a posição de ambos de forma que a placa cerâmica ficasse em contato com a mesa (conforme Figura 04). O conjunto foi mantido em repouso durante 24 horas.

Após 24 horas de contato entre o corpo-de-prova e os agentes químicos, inverteu-se o conjunto peça x tubo de

Tabela 03: Agentes químicos conforme Norma ASTM C-650-04.

Tipo de reagente químico	Produtos Esmaltados	Produtos Não Esmaltados
Produtos químicos domésticos	- Ácido Acético, 3% (v/v) - Ácido Acético, 10% (v/v) - Clorato de amônio, 100g/L - Solução de ácido cítrico, 30 g/L - Solução de ácido cítrico, 100 g/L - Ácido Lático, 5% (v/v) - Ácido Lático, 2% (v/v) - Ácido fosfórico, 10% (v/v) - Ácido sulfúrico, 30g/L - Ácido sulfúrico, 100 g/L	- Ácido Acético, 3% (v/v) - Ácido Acético, 10% (v/v) - Clorato de amônio, 100g/L - Solução de ácido cítrico, 30 g/L - Solução de ácido cítrico, 100 g/L - Ácido Lático, 5% (v/v) - Ácido fosfórico, 2% (v/v) - Ácido fosfórico, 10% (v/v) - Ácido sulfúrico, 30g/L - Ácido sulfúrico, 100 g/L
	Produtos para tratamento de água de piscina	Solução de hipoclorito de sódio 20 mg/L
Ácidos	Baixas concentração - HCl 3% (V/V)	- HCl 3% (V/V)
	Alta concentração - HCl 18% (V/V)	- HCl 18% (V/V)
Alcalis	Baixas concentração - KOH - 30g/L	- KOH - 30g/L
	Alta concentração - KOH - 100g/L	- KOH - 100g/L

ensaio, de forma a cessar o contato entre a solução teste e a superfície do corpo-de-prova.

Os corpos-de-prova foram lavados em água corrente por um período de 10 minutos para remoção de resíduos dos agentes químicos, secos em estufa a 110±5 °C e resfriados até a temperatura ambiente antes da avaliação.

Tabela 03a: Principais diferenças de metodologia de ensaio de resistência ao ataque químico das Normas NBR 13818/97 (Anexo H) e ASTM C-650-04.

	NBR 13818 (Anexo H)	ASTM C-650-04
Numero de corpos-de-prova	5 amostras representativas por cada solução	1 amostra representativa por cada solução
Soluções de ensaio	NH4Cl: 100g/L H ₂ O: 500-200g/L Ac. Cítrico: 100g/L HCl 3 e 18% (v/v) KOH 30 e 100 g/L	Ac. Acético - 3% e 18% (v/v) Clorato de amônio - 100g/L Ácido Cítrico - 30 e 100 g/L Ácido Lático - 5% (v/v) Ácido fosfórico - 3 e 10% (v/v) Ácido sulfúrico 30/100 g/L - 30 e 100 g/L Hipoclorito de sódio - 20mg/L Ácido Clorídrico - 3 e 18% (v/v) Hidróxido de potássio - 30 e 100 g/L
Forma de contato superfície/reagente	Capilares de platina ^a	Tubo de ensaio de 20 mm diâmetro e 150 mm comprimento
Tempo de contato com reagente	Reagentes: NH4Cl, H ₂ O, Sódio e Ácido Cítrico: 24 h Ácidos e bases: 96 h Não ensaiados: 12 dias	24 horas para todos os reagentes
Classificação	Classificação de Andrieu e Injeção de corante: 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: DMA, DMB, DMC ou UDMA, UDMB e ULDMC	Atestado ou Não Atestado

^a Segundo a NBR 13818/1997 (Anexo H), deveria se utilizar um recipiente com tampa

A avaliação visual consistiu no exame da superfície dos corpos-de-prova a uma distância padrão de 25 cm e iluminação de aproximadamente 300 lux. Rotacionou-se a amostra e examinou-se a textura e aparência da cor em vários ângulos. Foram examinadas as diferenças na aparência entre as áreas original e submetida ao ataque químico.

Quando a amostra foi visivelmente atacada por algum agente químico, identificou-se como "afetado". Se a amostra passou pela avaliação visual, o teste do lápis foi empregado para verificar o resultado.

O teste do lápis consistiu em desenhar várias linhas na superfície do corpo-de-prova utilizando um lápis HB, de modo a incluir as áreas original e submetida ao ataque químico. Em seguida tentou-se remover as linhas traçadas com o lápis utilizando um pano úmido. Se as linhas traçadas com lápis foram removidas da superfície submetida ao ataque, os resultados para cada reagente

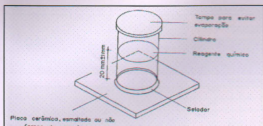


Figura 05: Recipiente com tampa feito de vidro de borossilicato 3.3.

foram registrados como "não afetado". Se as linhas traçadas com lápis não foram removidas da superfície submetida ao ataque, os resultados para cada reagente foram registrados como "afetado".

A tabela 03a apresenta um resumo das principais diferenças de metodologia de ensaio entre as duas normas NBR 13818/1997 (Anexo H) e ASTM C-650-04.

* Segundo a NBR 13818/1997 (Anexo H), deveria se utilizar um recipiente com tampa (Figura 05) feito de vidro de borossilicato 3.3 conforme ISO 3585 ou similar. Porém os laboratórios utilizam copinhos plásticos de pequena dimensão ("copos de café").

C) Corpos-de-prova utilizados

As tipologias de produtos estudadas (Figura 6) foram:

- Ø Brilhante claro (referência: 3569)
- Ø Brilhante escuro (referência: 2845)
- Ø Brilhante claro com protetiva (referência: 13200)



Figura 06: Tipologias de produtos estudados.

- Ø Brilhante escuro com protetiva (referência: 44000)
- Ø Acetinado claro (referência: Sabia)
- Ø Acetinado escuro (referência: Trevi e Cote)
- Ø Granilhado claro (referência: 12800)
- Ø Granilhado escuro (referência: 15300)
- Ø Rústico (referência: Noce)
- Ø Porcelanatos polidos (Crema, G Beige, P Beige e S Beige)

Resultados

Antes da apresentação dos resultados é importante salientar que a Norma NBR 13818/1997 (Anexo H) 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.

A Tabela 04 apresenta os resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos produtos esmaltados brilhantes de cor clara e escura, conforme Norma NBR 13818 e ASTM C-650-04. O produto brilhante de cor escura 2845 apresentou alta resistência ao ataque químico (Classe A) frente aos agentes químicos de ambas as normas. Já o produto brilhante de cor clara 3569 apresentou classe média de resistência ao ataque químico (GHB) frente ao ácido clorídrico 18% (v/v). A 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.

A Tabela 05 apresenta os resultados de resistência ao ataque químico dos produtos esmaltados brilhantes com protetiva. Ambos produtos apresentaram alta resistência (Classe A) frente a todos os agentes químicos testados.

A Tabela 06 apresenta os resultados de resistência ao ataque químico dos produtos acetinados de coloração escura. O produto referência Trevi apresentou alta resistência ao ataque químico (Classe A) frente a todos os agentes químicos testados. Já para o produto referência Cote, 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 químico 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.

A Tabela 07 apresenta os resultados de resistência ao ataque químico do produto acetinado de cor clara Sabia. Este produto 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, HCl 3 e 18%. O produto Sabia 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%

Tabela 04: Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos produtos brilhantes.

Nome da amostra:	3549			2845		
Tipologia da superfície da amostra:	Brilhante de cor clara			Brilhante de cor escura		
Resultados	ASTM		NBR 13818	ASTM		NBR 13818
	Avaliação visual	Teste do Lápis		Avaliação visual	Teste do Lápis	
Solução de ensaio	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	GMA	NA	NA	GMA
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	GHB	NA	NA	GHA
KOH 30g/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.

Tabela 05: Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos produtos brilhantes com protetiva.

Nome da amostra:	13200			44000		
Tipologia da superfície da amostra:	Brilhante de cor clara com protetiva			Brilhante de cor escura com protetiva		
Resultados	ASTM		NBR 13818	ASTM		NBR 13818
	Avaliação visual	Teste do Lápis		Avaliação visual	Teste do Lápis	
Solução de ensaio	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	GHA	NA	NA	GHA
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	GHA	NA	NA	GHA
KOH 30g/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.

(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 Figura 07 apresenta a superfície das amostras atacadas por ambas metodologias de ensaio. Verifica-se que a área de ataque segundo procedimento da Norma NBR 13818 (Anexo H) é maior, o que facilita a visualização dos resultados.

A Tabela 08 apresenta os resultados de resistência ao ataque químico dos produtos granilhados de cor clara e escura. Ambos os produtos apresentaram alta resistência ao ataque químico (Classe A) frente a todos agentes químicos testados de ambas as Normas.

Os resultados de resistência ao ataque químico do

produto rústico Noce estão apresentados na Tabela 09. Esta referência também apresentou alta resistência ao ataque químico (Classe A) frente a todos agentes químicos testados de ambas as Normas.

As Tabelas 10 e 11 apresentam os resultados de resistência ao ataque químico de todos os porcelanatos polidos avaliados. Observa-se que todos os produtos apresentaram alta resistência ao ataque químico (Classe A) frente a todos os agentes químicos testados de ambas as Normas. É importante ressaltar que os procedimentos de ensaio das normas estudadas para produtos não esmaltados são totalmente diferentes. A ASTM prevê um tempo de ataque superficial de 24 horas. A NBR 13818 (Anexo H) prevê que a peça fique parcialmente mergulhada nas soluções de ataque por período de 12 dias. O

Tabela 06: Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos produtos acetinados.

Nome da amostra:	Corte			Trevi		
	Acetinado de cor escura			Acetinado de cor escura		
Tipologia da superfície da amostra:	ASTM			ASTM		
Resultados			NBR 13818			NBR 13818
Solução de ensaio	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	GLB	NA	NA	GLA
Ácido Lático 5% (v/v)	NA	NA	GHB	NA	NA	GHA
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 Alcalis						
Solução de HCl 3% (v/v)	NA	NA	GLB	NA	NA	GLA
Solução de HCl 18% (v/v)	NA	NA	GHB	NA	NA	GHA
KOH 30g/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.

grau de agressão de ataque da NBR 13818 é muito maior que a Norma Americana ASTM.

Os porcelanatos polidos geralmente apresentam boa resistência química.

O problema maior é quando esta tipologia de produto entra em contato com agentes químicos altamente básicos, como é o caso do KOH. A classificação de resistência ao ataque químico da Norma NBR 13818 para produtos não esmaltados leva em consideração as mudanças superficiais da seguinte forma:

Classe A - Efeitos não visíveis

Classe B - Efeitos visíveis no lado do corte

Classe C - Efeitos visíveis no lado do corte, no lado sem corte e na superfície.

A maioria dos porcelanatos polidos quando em contato com agentes alcalis perdem o brilho superficial, porém esta perda de brilho não é considerada ataque químico conforme NBR 13818 (Anexo H).

Tabela 07: Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico produto acetinado de cor clara.

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

Análise crítica das Normas NBR 13818 (Anexo H) e ASTM C-650-04

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 NBR 13818/1997 (Anexo H) apresenta uma condição de

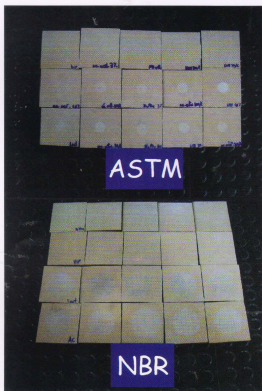


Figura 07: Amostras atacadas conforme metodologias de ensaio da ASTM e NBR.

Tabela 08: Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos produtos granilhados.

Nome do amostra:	12800		15300			
Tipologia da superfície do amostra:	Granilhado de cor clara			Granilhado de cor escura		
Resultados	ASTM					
Solução de ensaio	Avaliação visual	Teste do Lápis	NBR 13818	Avaliação visual	Teste do Lápis	NBR 13818
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	GHA	NA	NA	GHA
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 Alcalis						
Solução de HCl 3% (v/v)	NA	NA	GLA	NA	NA	GLA
Solução de HCl 18% (v/v)	NA	NA	GHA	NA	NA	GHA
KOH 30g/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.

Tabela 09: Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico do produto rústico.

Nome do amostra:	Nona Rústico			
Tipologia da superfície do amostra:	ASTM			
Resultados	ASTM		NBR 13818	
Solução de ensaio	Avaliação visual	Teste do Lápis		
Produtos químicos domésticos				
Ácido Acético 3% (v/v)	NA	NA		
Ácido Acético 10% (v/v)	NA	NA		
Cloreto de amônia 100 g/L	NA	NA	GA	
Solução de ácido cítrico 30 g/L	NA	NA		
Solução de ácido cítrico 100 g/L	NA	NA	GLA	
Ácido Lático 5% (v/v)	NA	NA	GHA	
Ácido Fosfórico 3% (v/v)	NA	NA		
Ácido Fosfórico 10% (v/v)	NA	NA		
Ácido Amido Sulfúrico 30 g/L	NA	NA		
Ácido Amido Sulfúrico 100 g/L	NA	NA		
Produtos para tratamento de água de piscina				
Solução de hipoclorito de sódio 20 mg/L	NA	NA	GA	
Ácidos e Alcalis				
Solução de HCl 3% (v/v)	NA	NA	GLA	
Solução de HCl 18% (v/v)	NA	NA	GHA	
KOH 30g/L	NA	NA	GLA	
KOH 100 g/L	NA	NA	GHA	

Onde NA é não afetado e A é afetado.

Tabela 10: Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos porcelanatos polidos.

Nome do amostra:	Creme		G Beige			
Tipologia da superfície do amostra:	Porcelanato Polido			Porcelanato Polido		
Resultados	ASTM					
Solução de ensaio	Avaliação visual	Teste do Lápis	NBR 13818	Avaliação visual	Teste do Lápis	NBR 13818
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 Alcalis						
Solução de HCl 3% (v/v)	NA	NA	GLA	NA	NA	GLA
Solução de HCl 18% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
KOH 30g/L	NA	NA	GLA*	NA	NA	GLA*
KOH 100 g/L	NA	NA		NA	NA	

Onde NA é não afetado e A é afetado.

ataque mais agressiva para os ácidos e bases de alta e baixa concentração (96 horas). No caso de produtos não esmaltados a NBR 13818 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 NBR 13818 (Anexo H) 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 está providenciando a validação desta adaptação do ensaio para comprovar se realmente não há influência nos resultados quando comparados aqueles que utilizam recipientes de vidro borossilicato (conforme exige a NBR 13818).

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

Tabela 11: Resultados do ensaio de resistência ao ataque químico dos porcelanatos polidos.

Nome da amostra:	P Beige			S Beige		
Tipologia da superfície da amostra:	Porcelanato Polido			Porcelanato Polido		
Resultados	ASTM		NBR 13818	ASTM		NBR 13818
Solução de ensaio	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	
Clareto 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 Alcalis						
Solução de HCl 3% (v/v)	NA	NA	GLA	NA	NA	GLA
Solução de HCl 18% (v/v)	NA	NA		NA	NA	
KOH 30g/L	NA	NA	GLA*	NA	NA	GLA*
KOH 100 g/L	NA	NA		NA	NA	

Onde NA é não afetado e A é afetado/ (*) Perda de brilho superficial

apresentou baixa resistência ao ataque químico segundo a NBR 13818, também apresentou resultado "Afetado" na ASTM C650-04.

Cabe ressaltar novamente que o produto pode apresentar classe C de resistência ao ataque químico frente a ácidos e álcalis desde que o fabricante declare na embalagem ou catálogo.

Referências Bibliográficas

1. NBR 13818 / 1997 – Placas cerâmicas para revesti-

mento – Especificação e métodos de ensaios - Anexo H: Determinação da resistência ao ataque químico.

2. ASTM C 650-04 – Standard Test Method for Determination of Resistance of Ceramic Tile to Chemical Substances.

Agradecimentos

As empresas participantes do Comitê Técnico do CCB. Ao CNPq, à FAPESP e à FINEP pelo apoio e recursos financeiros.