

## A retração das argamassas colantes e o gretamento dos esmaltes de placas cerâmicas assentadas

Natã Ferraz dos Santos <sup>1</sup>, Fábio G. Melchtiades <sup>1</sup>, Anselmo O. Boschi <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Revestimentos Cerâmicos, CRC, Parque Eco Tecnológico Damha I, Via de Acesso 1, Unidade 34, 13565-254, São Carlos, SP

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luiz km 235, 13574-970, São Carlos, SP

\*e-mail: tecnico@crcceram.com.br; anselmo.ufscar@gmail.com

### Resumo

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar os efeitos da retração das argamassas colantes sobre a resistência ao gretamento de placas cerâmicas após a instalação. De acordo com a literatura científica, a retração das argamassas colantes gera forças compressivas no tardós das placas cerâmicas, as quais podem modificar o estado de tensões do sistema e originar esforços de tração nos esmaltes destes produtos. Como os materiais frágeis, via de regra, apresentam alta resistência à compressão, mas são pouco resistentes quando solicitados por esforços de tração, o gretamento dos esmaltes se manifesta quando as forças de tração geradas são superiores aos limites de ruptura destas camadas. Para contribuir com o entendimento deste fenômeno, este trabalho simulou condições reais de instalação de peças cerâmicas esmaltadas, utilizando uma argamassa comercial e outras formuladas para gerar diferentes perfis de retração durante a secagem. O trabalho foi conduzido com uma amostra de revestimentos cerâmicos esmaltados classificados como B11b, cuja resistência ao gretamento foi avaliada de acordo com o procedimento normativo indicado na norma NBR ISO 10.545 Parte 11 antes da instalação, e após a remoção das placas 2,5 meses após o assentamento. Os resultados obtidos apontam para a diminuição da resistência ao gretamento do produto cerâmico devido a influência da argamassa colante utilizada no assentamento. Claramente se verifica que quando são utilizadas argamassas de maiores retrações de secagem, a resistência ao gretamento das placas cerâmicas é afetada de forma mais expressiva.

**Palavras-chaves:** argamassas colantes, retração de secagem, resistência ao gretamento, assentamento, sistema construtivo.

### 1. INTRODUÇÃO

Muito embora o gretamento em materiais cerâmicos esmaltados tenha sido amplamente estudado e atualmente seja um fenômeno bastante conhecido, a constante mudança nos processos produtivos e nas características dos sistemas construtivos exigem que patologias como o gretamento permaneçam sendo objeto de estudo.

Trabalho anterior [1] publicado pelos mesmos autores deste artigo trouxe ampla revisão da literatura a respeito da resistência ao gretamento de produtos cerâmicos. De acordo com a norma ABNT NBR ISO 10.545 [2], o gretamento é definido como um conjunto de trincas, semelhantes a fios de cabelo, limitadas à superfície esmaltada das placas cerâmicas (Fig.1). Conforme já atestado por diversos

autores, o gretamento dos esmaltes ocorre quando estes são submetidos a esforços de tração, visto que os materiais frágeis, por uma série de particularidades [1], sempre apresentam resistência à tração muito inferior à resistência à compressão. Nesse sentido, todas as situações durante a fabricação e uso de produtos cerâmicos esmaltados que possam gerar esforços de tração nos esmaltes podem, potencialmente, favorecer o gretamento dos esmaltes.

Dessa forma, os produtos cerâmicos devem ser fabricados com massas e esmaltes que apresentem acordos dilatométricos compatíveis [3,4] para que, ao final da fabricação, os esmaltes estejam submetidos a esforços compressivos e nunca a esforços de tração. Quando as dilatações térmicas das massas e esmaltes não são bem projetadas, os produtos podem apresentar gretamentos imediatos ao final do processo de fabricação. Além disso, ao longo da vida útil dos produtos cerâmicos, este estado de tensão a que os esmaltes estão submetidos pode ser alterado pela expansão por umidade (EPU), visto que o aumento gradual das dimensões da massa do produto (suporte cerâmico) não é acompanhado pelos esmaltes e tende a reduzir o esforço compressivo sobre estes último. Em casos extremos, a EPU pode ser suficiente para converter esforços de compressão em tensões de tração, ocasionando o gretamento das cerâmicas esmaltadas.



**Figura 1.** Imagem em detalhe de gretamentos observados em esmaltes cerâmicos

No caso específico das cerâmicas de revestimento, o cenário se torna ainda mais complexo, tendo em vista que após o assentamento as placas cerâmicas passam a integrar o sistema construtivo e, conseqüentemente, seu estado original de tensões pode ser alterado em função da presença de esforços que atuam nesse sistema. Diversos autores afirmam que a retração sofrida pelas argamassas durante a secagem obriga o tardós das placas cerâmicas a contrair, alterando dessa forma a curvatura das placas cerâmicas. O alongamento proporcional do esmalte em comparação com a face inferior da placa cerâmica reduz o esforço de compressão a que o esmalte se encontra submetido e uma consequência desta mudança, a depender da magnitude das tensões, pode ser o gretamento da camada de esmalte.

Alguns autores [5-7] relatam inclusive que as contrações das argamassas colantes que fixam as peças nos pisos e paredes constituem as causas mais importantes de patologias de gretamento em peças assentadas. Outros autores [8,9] indicam que o uso de argamassas ricas em cimento e/ou instaladas mediante uso de camadas muito espessas potencializam a possibilidade de gretamento dos esmaltes das placas cerâmicas após o assentamento.

Fiorito [10], em seu Manual de Argamassas e Revestimentos, apresenta um capítulo inteiro sobre a retração das argamassas e seus efeitos sobre o sistema construtivo, chegando inclusive a calcular as tensões promovidas nos revestimentos por estas retrações. Nas simulações apresentadas, o autor indica a influência da espessura do pano de argamassa e dos revestimentos cerâmicos; e dos módulos elásticos das cerâmicas e das argamassas sobre as tensões de compressão aplicadas no tardós dos revestimentos cerâmicos.

Para contribuir com o entendimento da influência das argamassas na resistência ao gretamento das placas cerâmicas produzidas atualmente, este trabalho simulou condições reais de instalação e remoção de peças cerâmicas utilizando uma argamassa comercial e outras formuladas para se obter diferentes perfis de retração, possibilitando avaliar a influência da retração da argamassa sobre a resistência ao gretamento de placas cerâmicas esmaltadas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foi selecionada uma amostra de revestimento cerâmico pertencente à classe B11b (absorção de água compreendida entre 6,0 e 10,0%), formato 62 × 62 cm<sup>2</sup>, que corresponde à uma das tipologias de placas cerâmicas de revestimento mais fabricadas atualmente no Brasil. A resistência ao gretamento do produto selecionado foi previamente verificada através dos procedimentos descritos pela norma NBR ISO 10.545 Parte 11.

Visando obter um entendimento mais amplo da influência das argamassas sobre as placas cerâmicas, foi selecionada uma argamassa colante ACI de mercado e foram formuladas outras quatro argamassas com diferentes perfis de retração, apresentando variações planejadas nas concentrações nos componentes. Após a dosagem das argamassas, foram conformados corpos de prova em molde metálico de dimensões de 26 mm × 26 mm × 150 mm, sendo o processo de cura realizado por 28 dias em temperatura ambiente e em estufa a 50 °C. Para ambos os casos, as medidas de retração linear de secagem foram realizadas após 7, 14, 21 e 28 dias de cura, utilizando paquímetro com precisão de 0,01 mm para as determinações das retrações de secagem. Os valores de retração obtidos correspondem às medias das medidas realizadas em 5 corpos de prova de cada argamassa.

Uma vez concluídas as etapas iniciais responsáveis pela obtenção/preparação dos produtos a serem utilizados, foi possível dar início a simulação de assentamento e remoção das peças utilizando as argamassas formuladas. As argamassas foram dosadas em quantidades suficientes para o assentamento de quatro placas cerâmicas da referência anteriormente citada. As peças foram assentadas utilizando os procedimentos de simples (SC) e dupla colagem (DC), sendo instaladas duas peças por cada procedimento de assentamento.

As peças assentadas foram avaliadas quanto à ao gretamento in loco (ainda aderidas nas argamassas), com os ensaios acontecendo aos 28 e 77 dias após o assentamento, mediante aplicação de solução de azul de metileno nos esmaltes. Após 77 dias da instalação, as placas cerâmicas assentadas foram removidas para análise de resistência ao gretamento, utilizando novamente o procedimento descrito pela norma NBR ISO 10.545 Parte 11. Cabe ressaltar que o procedimento não foi realizado com requeima das placas para evitar interferências nos resultados. As peças foram submetidas a um ciclo de hidratação em autoclave a 5 atm por 2 horas, conforme prescrito na referida norma.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tab.1 encontram-se os resultados de resistência ao gretamento das placas cerâmicas utilizadas como referência para o trabalho. Os resultados apresentados na Tab.1 referem-se à resistência ao gretamento determinada com as peças recém-fabricadas, sem que tenham sido assentadas. Como nenhum dos cinco corpos de prova apresentou gretamento no ensaio normativo, novos ciclos de hidratação em autoclave com exposição de 1 hora a 5 atm foram realizados com os mesmos corpos de prova, visando identificar após quantos ciclos de autoclave o gretamento das placas ocorre. Como se nota, o produto selecionado para o trabalho é resistente ao gretamento de acordo com a norma NBR ISO 10.545, entretanto com a realização de hidratações mais severas (além do ciclo normativo) ocorre o gretamento. Em um dos corpos de prova o gretamento ocorreu após uma hora de exposição à atmosfera sob pressão em autoclave além do tempo prescrito no ensaio normativo. Nos outros quatro corpos de prova, o gretamento só ocorreu após um segundo ciclo completo de 2 horas de hidratação em autoclave.

Após a caracterização da resistência ao gretamento das placas cerâmicas de revestimento, foram formuladas quatro argamassas colantes, as quais foram caracterizadas quanto à retração de secagem juntamente com uma argamassa comercial ACI (identificada como STD). As formulações foram projetadas para a geração de diferentes perfis de retração de secagem, com variações controladas nas concentrações de cimento, éter de celulose e água, sendo estes três os principais responsáveis por variações nas retrações de argamassas

**Tabela 1.** Resultados de resistência ao gretamento do produto cerâmico sem assentar

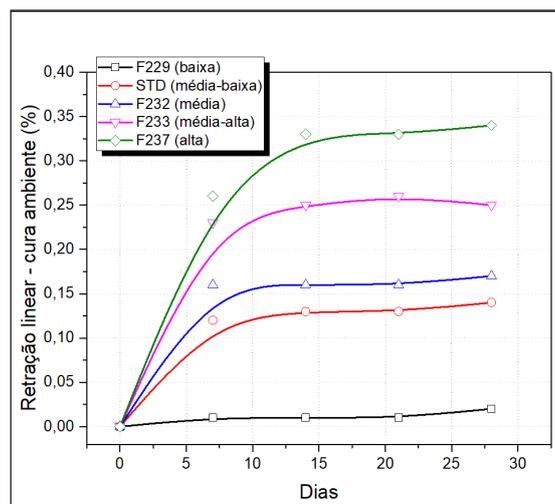
Corpo de prova	Resistência ao gretamento NBR ISO 10.545	Ciclo em que ocorre gretamento
1	Não gretou	1,5 ciclo*
2	Não gretou	2º ciclo**
3	Não gretou	2º ciclo**
4	Não gretou	2º ciclo**
5	Não gretou	2º ciclo**

\* placa resistiu ao 1º ciclo de 2 h a 5 atm em autoclave, mas gretou em um 2º ciclo de 1 h a 5 atm. \*\* placa resistiu ao 1º ciclo de 2 h a 5 atm e a um 2º ciclo de 1h a 5 atm, mas gretou após novo ciclo de 1 h a 5 atm.

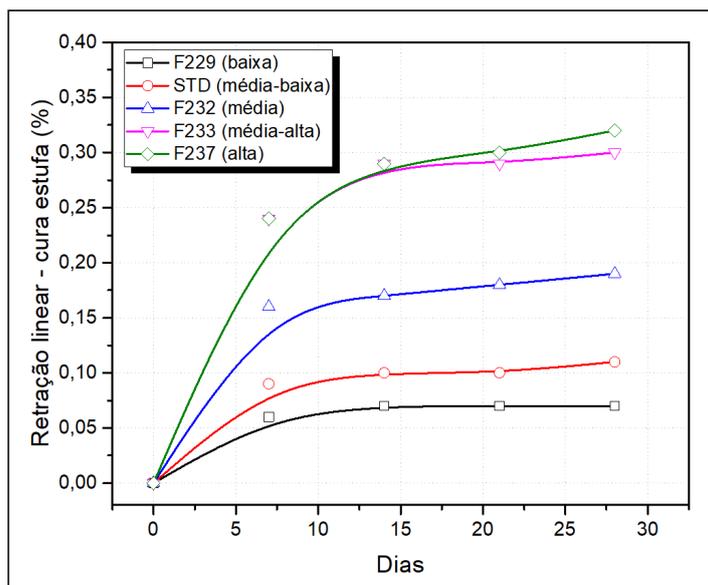
**Tabela 2.** Formulações das argamassas e as respectivas quantidades de água empregadas na conformação das diferentes fórmulas

Matérias-primas (%)	STD	F229	F232	F233	F237
Argamassa comercial ACI	100,00	-	-	-	-
Areia	-	82,83	78,79	78,39	70,71
Cimento CPM I 32	-	17,00	21,00	-	-
Cimento CPPIII 40 RS	-	-	-	21,00	29,00
Aditivo Topcell 7950	-	0,17	0,21	0,21	0,29
Aditivo Peramin SRA 10	-	-	-	0,40	-
Água	20,0	17,0	21,0	21,0	19,1

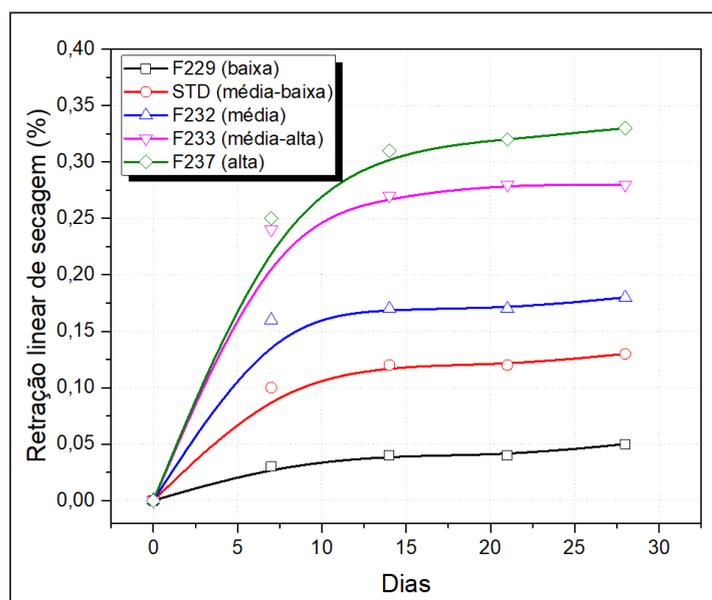
Os resultados de retração linear de secagem em temperatura ambiente e em estufa a 50 °C das argamassas, monitorados ao longo de 28 dias são apresentados nas Figs.2 e 3, respectivamente. Embora os resultados de retração durante a cura em temperatura ambiente e em estufa apresentem algumas diferenças de magnitude, a mesma tendência é observada nos dois casos levando ao entendimento de que independente das condições em que ocorreu a cura, as argamassas seguem o mesmo padrão de retração. Dessa forma, na Fig.4 são apresentados os resultados médios de retração, independente da atmosfera de secagem dos corpos de prova.



**Figura 2.** Avaliação de retração de secagem das argamassas colantes durante a cura em temperatura ambiente durante 28 dias



**Figura 3.** Avaliação de retração de secagem das argamassas colantes durante a cura em estufa a 50 °C durante 28 dias



**Figura 4.** Avaliação de retração de secagem média das argamassas colantes

Ao fim dos 28 dias de avaliação da retração de secagem das argamassas foi possível qualificar as retrações sofridas pelas argamassas, estabelecendo cinco níveis, sendo a argamassa comercial qualificada como argamassa de retração média-baixa. A argamassa F229, com menor concentração de cimento e água do conjunto, foi qualificada como argamassa de baixa retração e as outras três, que utilizam maiores concentrações de água e cimento, qualificadas como retração média (F232), média-alta (F233) e alta (F237). Os valores numéricos das retrações de secagem são apresentados nas Tabs.3 e 4, juntamente com as qualificações de retração atribuídas para cada argamassa colante.

Uma vez que as placas cerâmicas de referência foram selecionadas e as argamassas colantes caracterizadas, foram instaladas quatro placas para cada argamassa. Na Fig.5 é possível ver detalhes da instalação das peças fazendo usos das técnicas de simples e dupla colagem, além de uma visão geral das peças assentadas.

Nas Tabs.5 e 6 são apresentados os resultados de avaliação de gretamentos realizados in loco, com as peças ainda aderidas, 28 e 77 dias após o assentamento. Os resultados indicam, que não foram

reveladas gretas visíveis mediante aplicação de solução de azul de metileno nas placas cerâmicas instaladas, ou seja, se estes produtos forem apresentar gretamento in loco, a patologia precisaria de mais tempo para se manifestar.

**Tabela 3.** Resultados da retração linear de secagem dos corpos de prova mantidos em condições atmosféricas ambientes

Dias	STD	F229	F232	F233	F237
7	0,15	0,05	0,16	0,23	0,26
14	0,13	0,01	0,16	0,25	0,33
21	0,13	0,01	0,16	0,26	0,33
28	0,14	0,02	0,17	0,25	0,34
Retração	Média-baixa	Baixa	Média	Média-alta	Alta

**Tabela 4.** Resultados da retração linear de secagem dos corpos de prova mantidos em estufa a 50 °C

Dias	STD	F229	F232	F233	F237
7	0,13	0,13	0,16	0,24	0,24
14	0,10	0,07	0,17	0,29	0,29
21	0,10	0,07	0,18	0,29	0,30
28	0,11	0,07	0,19	0,30	0,32
Retração	Média-baixa	Baixa	Média	Média-alta	Alta



**Figura 5.** Assentamento das placas cerâmicas com simples e dupla colagem

**Tabela 5.** Avaliação da presença de gretas in loco (placas aderidas) após 28 dias

Identificação da amostra	Retração da argamassa	Tipo de colagem	Gretas visíveis reveladas por azul de metileno?	
			Peça 1	Peça 2
F229 SC	Baixa	Simples	Não	Não
F229 DC		Dupla	Não	Não
STD SC	Média-baixa	Simples	Não	Não
STD DC		Dupla	Não	Não
F232 SC	Média	Simples	Não	Não
F232 DC		Dupla	Não	Não
F233 SC	Média-alta	Simples	Não	Não
F233 DC		Dupla	Não	Não
F237 SC	Alta	Simples	Não	Não
F237 DC		Dupla	Não	Não

**Tabela 6.** Avaliação da presença de gretas in loco (placas aderidas) após 77 dias

Identificação da amostra	Retração da argamassa	Tipo de colagem	Gretas visíveis reveladas por azul de metileno?	
			Peça 1	Peça 2
F229 SC	Baixa	Simples	Não	Não
F229 DC		Dupla	Não	Não
STD SC	Média-baixa	Simples	Não	Não
STD DC		Dupla	Não	Não
F232 SC	Média	Simples	Não	Não
F232 DC		Dupla	Não	Não
F233 SC	Média-alta	Simples	Não	Não
F233 DC		Dupla	Não	Não
F237 SC	Alta	Simples	Não	Não
F237 DC		Dupla	Não	Não

Na Fig.6 são apresentadas imagens da remoção das peças após o período de 77 dias, todas as peças foram retiradas e conduzidas para teste de resistência ao gretamento em laboratório. Todas as peças foram extraídas inteiras e submetidas ao ensaio de resistência ao gretamento, com hidratação acelerada em autoclave a 5 atm durante 2 horas.



**Figura 6.** Remoção das peças assentadas

Os resultados das análises de resistência ao gretamento são apresentados na Tab.7. Como se nota, o produto cerâmico analisado que apresentava resistência ao gretamento antes do assentamento gerou resultados diferentes quando placas do mesmo lote foram assentadas e removidas 2,5 meses após o assentamento com argamassas distintas.

A única condição de assentamento onde o produto suportou o ciclo de hidratação em autoclave sem gretar foi com a aplicação da argamassa de baixa retração, denominada F229. Com esta argamassa colante, as quatro placas cerâmicas assentadas mostraram-se resistentes ao gretamento no ensaio de laboratório. Nas peças assentadas com a argamassa comercial STD, de retração classificada como média-baixa, duas das quatro peças assentadas apresentaram gretamentos após o ensaio com as peças removidas. As placas assentadas com as argamassas de maiores retrações (média, média-alta e alta) apresentaram gretamentos em ao menos duas das quatro placas instaladas e removidas, cabendo destacar o caso das placas assentadas com a argamassa F237 (alta retração), onde as quatro peças assentadas gretaram após a hidratação acelerada em autoclave. A Fig.7 apresenta a imagem de uma das peças que fora assentada com a argamassa F237, onde se nota a presença de gretamento bastante evidente após o ensaio.

Do acima exposto, parece claro que os resultados experimentais confirmam a influência da retração das argamassas sobre o gretamento de placas assentadas, conforme indica na literatura científica [5-10], visto que os gretamentos são mais evidentes e se manifestam em um número maior de placas quando estas são assentadas com argamassas colantes de retrações mais elevadas. Com relação às técnicas de assentamento, pelos testes realizados não foi possível concluir se há interferência da utilização da simples ou dupla colagem, visto que os gretamentos em laboratório se manifestaram nas placas anteriormente assentadas pelos dois métodos.

**Tabela 7.** Resistência ao gretamento das placas retiradas após 77 dias de assentamento com diferentes argamassas e condições de instalação

Identificação da amostra	Retração da argamassa	Tipo de colagem	Resistência ao gretamento NBR ISO 10.545	
			Peça 1	Peça 2
F229 SC	Baixa	Simples	Não gretou	Não gretou
F229 DC		Dupla	Não gretou	Não gretou
STD SC	Média-baixa	Simples	Gretou	Gretou
STD DC		Dupla	Não gretou	Não gretou
F232 SC	Média	Simples	Não gretou	Gretou
F232 DC		Dupla	Gretou	Gretou
F233 SC	Média-alta	Simples	Gretou	Gretou
F233 DC		Dupla	Não gretou	Não gretou
F237 SC	Alta	Simples	Gretou	Gretou
F237 DC		Dupla	Gretou	Gretou



**Figura 7.** Imagem do gretamento observado em placa cerâmica previamente assentada com a argamassa F237

#### 4. CONCLUSÕES

As argamassas colantes alteram a resistência ao gretamento das placas cerâmicas instaladas, visto que resultados diferentes foram obtidos por placas de uma mesma referência/lote de fabricação assentadas com argamassas de diferentes magnitudes de retrações.

Os resultados tornam-se evidentes quando se verifica que as quatro placas cerâmicas assentadas com argamassa de baixa retração (composição F229, que apresenta retração média de 0,05% após 28 dias de cura) são resistentes ao gretamento após a remoção do ambiente pouco mais de dois meses após a instalação no ensaio de gretamento realizado conforme a norma NBR ISO 10.545. Por sua

vez, as quatro placas do mesmo produto assentadas com argamassa de alta retração (composição F237, que apresenta retração média de 0,33% após 28 dias de cura) apresentam gretamento após os mesmos procedimentos.

As placas cerâmicas do mesmo produto assentadas com argamassas de retrações intermediárias entre as duas argamassas citadas acima (dentre as quais uma argamassa comercial AC I) apresentaram resultados de resistência ao gretamento também intermediários, evidenciando algumas placas resistentes ao gretamento e outras não resistentes nos ensaios laboratoriais após a remoção das placas previamente assentadas.

Convém destacar que todos os testes foram realizados com um produto cerâmico que apresenta resistência ao gretamento quando ensaiado pelos procedimentos normativos em corpos de prova que não foram previamente assentados. Dessa forma, é inequívoco afirmar que os resultados dos ensaios laboratoriais de resistência ao gretamento são afetados pelas tensões desenvolvidas após o assentamento das placas cerâmicas. Os gretamentos observados nas placas após o assentamento também foram mais evidentes (menos sutis) nas placas assentadas com argamassas de retrações mais elevadas. Em contrapartida, não foi possível estabelecer correlação direta entre o uso do procedimento de simples ou dupla colagem para os assentamentos, tendo em vista que foram observados gretamentos em placas instaladas pelos dois procedimentos.

O conjunto de resultados apenas confirma as informações já apresentadas na literatura, de que as retrações das argamassas colantes podem afetar de forma mais pronunciada a resistência ao gretamento dos produtos cerâmicos do que a própria expansão por umidade sofrida pelas cerâmicas durante sua vida útil.

Em vista destas constatações, ainda que a norma NBR ISO 10.545 não estabeleça que o ensaio de resistência ao gretamento deva ser realizado com placas cerâmicas que não tenham sido submetidas às tensões associadas ao assentamento / desinstalação, considera-se recomendável que os ensaios de resistência ao gretamento em placas cerâmicas sejam sempre realizados com peças novas (não assentadas).

Os ensaios realizados em placas cerâmicas previamente assentadas cujos resultados indiquem gretamento devem ser interpretados com cautela, visto que o gretamento observado pode apresentar contribuições das placas cerâmicas e do sistema construtivo (retrações sofridas pelas argamassas, por exemplo). Dessa forma, considera-se impreciso classificar como não-conformes as placas cerâmicas que apresentam gretamento em ensaios de resistência ao gretamento realizados com corpos de prova que tenham sido previamente assentados com argamassas colantes.

## REFERÊNCIAS

- [1] Melchiades, F. G.; Boschi, A. O. O gretamento de placas cerâmicas esmaltadas revisitado. *Cerâmica industrial*, v.26, n.1, 2021.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 10545-11 Placas cerâmica. Parte 11: Determinação da resistência ao gretamento de placas esmaltadas. Rio de Janeiro, p.3, 2017.
- [3] Amorós, J.L. et al. Acordo esmalte-suporte (I): A falta de acordo como causa do empenamento. *Cerâmica Industrial*, v.1, n.4/5, p.6-13, 1996.
- [4] Amorós, J.L. et al. Acordo esmalte-suporte (II): Expansão térmica de suportes e esmaltes cerâmicos. *Cerâmica Industrial*, v.2, n.1/2, p.8-16, 1997.
- [5] Enrique, J.; Beltrán, V.; Negre, P.; Feliú, C. Acuerdo esmalte-suporte (VI). Determinación de la resistencia al cuarteo de piezas cerámicas. *Técnica Cerámica*, n.183, 1990.
- [6] Amorós, J.L. et al. Defectos de fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos. Instituto de Tecnología Cerámica AICE, 1a Edición, Castellón, España, 1991, 169 p.
- [7] Bowman, R. A work concept approach to determining crazing resistance. *Materials Science Forum*. v.34-36, p.1009-1017, 1988.
- [8] Palmonari, C.; Timellini, G. Claims and controversies in ceramic tile fixing. Ed. Centro Ceramico, Bologna, 1987, 101 p.
- [9] Palmonari, C.; Timellini, G. Ceramic floor and wall tile: performance and controversies. Edicer SpA., Bologna, 1989, 157 p.
- [10] Fiorito, A. J. S. I. Manual de Argamassa e Revestimento, PINI Editora, São Paulo, 1994, 221 p.