



ANÁLISE DA NORMATIZAÇÃO DE ARGAMASSAS PARA REJUNTAMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Leila Verônica da Rocha-Gomes (1); Fernando Avancini Tristão (2)

(1) Coordenadoria do Curso de Construção Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo, Brasil. Mestranda do PPGECC-UFES – E-mail: leila@cefetes.br

(2) Departamento de Engenharia de Civil – Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil- E-mail: fernandoavancini@ct.ufes.br

RESUMO

O fato de só recentemente ter sido publicada uma norma da ABNT referente a métodos de ensaios e de especificação das argamassas para rejuntamento (AR) de placas cerâmicas, norma esta ainda não totalmente difundida e com algumas lacunas, tem dado margem a uma produção de AR que não atendem às expectativas dos usuários, tais como resiliência, aderência, ausência de trincas e durabilidade da cor, dentre outras. Os procedimentos necessários para avaliação da qualidade e do desempenho das AR comercializados atualmente, ainda não são aplicados de acordo com as recomendações da norma. Este trabalho pretende então realizar uma análise crítica da norma NBR 14992/2003, para colaborar com o aprimoramento da normatização referente à argamassa para rejuntamento. O procedimento adotado foi o estudo da norma NBR 14992-2003, revisão bibliográfica e a realização dos ensaios previstos na referida norma, primeiramente em um estudo piloto e, posteriormente em três marcas distintas. A principal conclusão se refere à pouca atenção dispensada ao estudo de rejuntas para revestimentos cerâmicos, que se traduz na ínfima quantidade de textos normativos e na necessidade de revisão da norma vigente. Apresenta-se como contribuição, sugestões para a modificação do texto normativo das argamassas para rejuntamento.

Palavras-chave: argamassa para rejuntamento; rejunte; revestimento cerâmico; normatização.

ABSTRACT

Only recently an ABNT standard regarding test methods and specification for ceramic tile grouts has been published, even though it has not been totally spread yet and still has gaps. This fact led to the production of grouts that tend not to meet user's expectations such as those concerning resilience, adherence, color durability and absence of cracks, among others. The necessary procedures for performance and quality assessment of grouts in the market nowadays still do not comply with the ABNT standards. This study aims at carrying out a critical analysis of the NBR 14992-2003 standard, in order to contribute to the improvement of grouts standardization. The procedures adopted were studies of the NBR 14992-03, bibliographical review, and laboratory tests recommended by this Standard, primarily in a pilot study and later analyzing three different brands. The major conclusion concerns the little attention given to the study of ceramic tile grouts, which translates into both the poor number of regulating documents and the need of revising the current standard. This study presents contributing suggesting for altering grout standardization documents.

Keywords: grout; ceramic covering system; standardization.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da Construção Civil tem se desenvolvido muito nos últimos anos com novas tecnologias e materiais inovadores, exigindo, cada vez mais, conhecimento técnico e mão-de-obra especializada. Segundo Ceotto¹ (2005), o setor responde por uma fatia expressiva do PIB brasileiro, em torno de 16%, mas é o único da economia nacional que ainda não se industrializou.

No Brasil, além das peculiaridades da indústria de construção civil, o problema se agrava ainda mais devido à falta de normatização específica para alguns materiais e procedimentos de ensaio, e em muitos casos, a normatização é superficial e omissa.

As argamassas de rejuntamento (A.R.) podem ser destacadas como exemplo de material pouco estudado e que requer mais atenção e desenvolvimento de pesquisas científicas, que possam minimizar as patologias dos revestimentos cerâmicas por elas originadas. Até o ano 2000 não se tinha nenhuma normatização referente a A.R. no Brasil. Os primeiros estudos a respeito tiveram início em 1995². Porém, somente “(...) em 1998 foi aberta uma Comissão de Estudos dentro da ABNT para a elaboração do Projeto de Norma 18:406.05-001:2002 – A.R Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas e pastilha de porcelanato – Requisitos e métodos de ensaio (ABNT, 2001)” (FALCÃO BAUER; RAGO, 2002, p.72), que serviu de base para a atual norma brasileira NBR 14992/2003-A.R- Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaios. Sem dúvida, a implantação da norma foi um avanço necessário e representa o preenchimento de uma lacuna na normatização técnica da construção civil (FERES, 2004). Porém, existem algumas limitações como a inclusão, apenas, de argamassas à base cimentícia e a omissão de ensaios para medir a sua capacidade de deformação o que permite a comercialização de produtos ditos “flexíveis”, “impermeáveis” e “resistentes” sem parâmetros de comparação e requisitos mínimos para medir as suas propriedades.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é fazer uma análise da normatização no âmbito da ABNT, sobre argamassa para rejuntamento de placas cerâmicas.

3 METODOLOGIA

3.1 Revisão da literatura

Leitura de publicações referentes a estudos e pesquisas nacionais sobre as argamassas de rejuntamento realizadas nos últimos dez anos.

Leitura comparativa entre a norma brasileira NBR 14992-2003 e as normas internacionais para AR – DIN EN 12002-03 e DIN EN 12808-02.

3.2 Análise dos Métodos de ensaio da NBR 14992-2003

Foram executados os seis ensaios recomendados pela norma brasileira (retenção de água, variação dimensional, resistência à tração na flexão, resistência à compressão, permeabilidade e absorção por capilaridade) em estudo piloto e, posteriormente em três marcas de AR, e também, os ensaios previstos nas normas internacionais (deformação transversal, resistência à tração na flexão e resistência a compressão) para avaliar as facilidades e dificuldades dos procedimentos dos ensaios recomendados nos respectivos textos normativos.

4 REVISÃO DA LITERATURA

As primeiras A.R. eram constituídas somente de cimento branco e água. Como essa mistura gerava argamassa muito rígida, buscou-se a evolução e, ao longo do tempo, diversas preocupações tem sido alvo de estudos para a obtenção de produtos que atendam as solicitações requeridas para o bom

¹ Engenheiro Luiz Henrique Ceotto, diretor da Construtora InPar, alerta feita durante o seminário Inovação na Construção Civil Brasileira, realizado no dia 31 de março em São Paulo promovido pelo instituto UNIEMP (Fórum Permanente das Relações Universidade-Empresa).

² Data de formação de um grupo técnico para propor e discutir ensaios de caracterização do material, baseados na normalização americana (ANSI).

desempenho de revestimento cerâmico. Dentre as preocupações destacam-se: resiliência, manchamento, mofo, retração, fissuras entre outras.

A utilização de aditivos e adições para aumentar a capacidade de deformação das argamassas tem sido um procedimento padrão adotado pelos fabricantes. Junginger et al. (2002), comprovaram a influência positiva dos aditivos tipo SBR³ na melhora da flexibilidade das argamassas. Chegou-se a aumentos de até 400% na altura da flecha com poucas variações, entre fornecedores diferentes.

O ensaio foi realizado de acordo com a norma europeia EN 12002/2003- Adhesives for tiles- Determination of transverse deformation for cementitious adhesives and grouts. Apesar de não ter parâmetros comparativos na normatização brasileira, na análise dos resultados, além do aumento da capacidade de deformação transversal, foi observado melhora na trabalhabilidade, no estado fresco. Junginger et al (2002) comentam a necessidade de avaliar outras propriedades importantes na argamassa curada, com e sem aditivos, tais como: resistência de aderência, absorção de água por imersão, resistência ao manchamento, resistência mecânica e a abrasão. Destas propriedades, a atual norma brasileira NBR 14992/2003 só contempla os ensaios de resistência mecânica, o que indica a necessidade de revisão e ampliação da mesma.

De acordo com Barros et al. (1997), no Brasil, há mais de vinte anos essas questões têm sido discutidas pelos pesquisadores (CINCOTO, 1983; LICHTENSTEIN, 1985; ALLUCI, 1988; THOMAZ, 1989; FIORITO, 1994; SHIRAKAWA et al., 1995; SABBATINI E BARROS, 1990; SABBATINI, 1997; ALUCCI, 1988; BAUER, 1996,1997; SATO, 1997 entre outros) devido ao aparecimento de muitas patologias referentes a manchas, mofo e fissuras que comprometem o desempenho do sistema revestimento cerâmico. As fissuras que aparecem nas fachadas, na interface entre a placa cerâmica e a argamassa de rejunte, possibilitam a penetração de água de chuva para o interior da alvenaria, que pode causar o deslocamento da cerâmica da fachada ou mesmo o umedecimento do interior da edificação, tornando-a inabitável.

Junginger et al (2002) realizou também ensaio de manchamento em argamassa de rejuntamento (cimentício e epóxi) com diferentes tipos de agentes manchantes (Iodo, catchup, mostarda e violeta) e de limpeza (Quadro 1).

Agentes de limpeza	Resultados
Água quente e escova com cerdas de plástico	Ineficácia em todos os casos
Solução limpadora SL_F em diferentes concentrações 1:10, 1:5 e 1:1 (SL_F: água)	Removeu apenas algumas manchas e provocou grandes desgastes no material
Conclusão do ensaio: a limpeza das manchas deveu-se à remoção de uma camada superficial de rejuntamento e não pela eficácia do produto. Alguns produtos penetrantes como iodo e violeta, a limpeza foi impossível e a solução viável, neste caso, é a remoção e reaplicação completa do material atingido.	

Quadro 1 – Resultados obtidos após a aplicação de agentes de limpeza em argamassas de rejuntamento

Nota: Dados adaptados pelos autores

Os resultados dos ensaios de manchamento refletem a urgente necessidade de estudos, que possam servir de referência para a revisão da NBR 14992/2003 e implantação de uma norma mais abrangente e rigorosa.

A NBR14992/2003 define A.R. como uma mistura industrializada de cimento Portland e outros componentes homogêneos e uniformes, sem especificar os tipos e as propriedades dos mesmos. Porém, define requisitos mínimos para classificação, ensaio, embalagem e marcação, armazenamento, prazo de validade, composição e água de amassamento, amostragem e inspeção, aceitação e rejeição do produto já industrializado.

A classificação das A.R. em Tipo I e Tipo II é feita em relação às condições de uso em ambientes internos e externos, intensidade de trânsito, nível de absorção das placas cerâmicas, dimensão do ambiente e presença de água estancada. Quanto ao uso da A.R. em ambientes agressivos quimicamente ou mecanicamente, assim como em ambientes com temperaturas acima de 70° ou abaixo de 0° e em outros tipos de revestimentos, a norma sugere consultar os fabricantes do produto.

³ Tipo de borracha – elastômero de butadieno- estireno

Nos dados técnicos dos catálogos dos fabricantes de A.R. a composição química é basicamente formada pelos seguintes materiais: cimento Portland, agregados minerais, pigmentos orgânicos e inorgânicos, germicidas, polímeros e aditivos, que são utilizados na mistura, de acordo com o tipo de material de revestimento (Cerâmica, porcelanato, mármore, granitos, etc.), local de aplicação (fachada, piscina, piso e paredes internas e externas, etc.) e tipo de uso (residencial, comercial, industrial, hospitalar, etc.). Isto reforça a necessidade de complementar a norma de especificação, quanto aos tipos de componentes para as argamassas de rejuntamento.

Os ensaios recomendados pela NBR 14992 são: retenção de água, variação dimensional, resistência à compressão, resistência à tração na flexão, absorção de água por capilaridade aos 300 minutos e permeabilidade aos 240 minutos.

Feres (2004) comparou os itens do projeto de norma com os da norma atual (Quadro 2) e constatou que várias propriedades foram eliminadas na norma atual. Fez uma análise crítica da atual norma NBR14992/2003 e detectou lacunas importantes como: a falta de aspectos referente às características físicas e químicas do material; a ausência de alguns ensaios fundamentais como: índice de consistência, resistência ao manchamento, limpabilidade, aderência à lateral da cerâmica, módulo de deformação, resistência à ação dos raios solares, melhores especificações para a utilização de revestimento cerâmico em grandes fachadas e em ambientes agressivos. Outra limitação da norma vigente é que ela se refere exclusivamente à argamassa à base de cimento Portland, apesar da diversidade de materiais existentes no mercado.

Pode-se acrescentar a essas lacunas, a necessidade de se definir índices numéricos que determinem valores de módulo de deformação adequado para as argamassas, e a criação de um método de ensaio para medir essa propriedade, considerando as condições de uso e intempéries a que o revestimento será submetido.

Projeto de norma	Norma atual
<ul style="list-style-type: none"> • Anexo A – Preparo da mistura – Procedimento • Anexo B – Determinação do índice de consistência • Anexo C – Determinação da retenção de água • Anexo D – Determinação da retração linear • Anexo E – Determinação da resistência à compressão • Anexo F – Determinação da resistência à tração na flexão • Anexo G – Determinação do módulo de deformação estático • Anexo H – Determinação da absorção de água por capilaridade • Anexo I – Determinação da Permeabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Anexo A – Preparo da mistura • Anexo B – Determinação da retenção de água • Anexo C – Determinação da variação dimensional • Anexo D – Determinação da resistência à compressão • Anexo E – Determinação da resistência à tração na flexão • Anexo F – Determinação da absorção de água por capilaridade • Anexo G – Determinação da permeabilidade

Quadro 2 – Comparação entre o Projeto de norma 18.406.05.001 e a Norma NBR 14992/2003

Além da norma americana, ANSI A-118.6 (ANSI,1992), que deu origem ao projeto de norma 18:406.05-001:2002, algumas normas internacionais têm sido usadas por pesquisadores brasileiros, desde 1995, como referência para o desenvolvimento de pesquisas e execução dos diversos métodos de ensaio para avaliar as diferentes características e propriedades das argamassas. A síntese de alguns desses estudos pode ser visualizada no Quadro 3.

Observou-se que os estudos e ensaios publicados sobre AR foram mais intensos na ocasião das discussões e elaboração do projeto de norma 18:406.05-001:2002. Após a publicação da Norma, em 2003, poucos foram os trabalhos divulgados sobre o assunto.

Alguns métodos da ABNT não são adequados para argamassas de rejuntamento, por medir parâmetros em concreto, que apresenta composição, propriedades, função e comportamento diferente das argamassas. O tamanho do corpo de prova e as condições de ensaio também são variáveis importantes, que podem inviabilizar os resultados obtidos. A metodologia de determinação de qualquer propriedade deve identificar quais são os fenômenos físico-químicos presentes e que são os responsáveis pela variação da propriedade analisada (TRISTÃO e ROMAN, 1999).

AUTOR (ES)	TIPO DE ESTUDO	MÉTODO	PRINCIPAIS CONCLUSÕES
Bucher e Nakakura I SBTA (1995)	Comparação entre métodos	DIN 18 156, ANSI A 118.1 e Projeto de Norma CEN/TC67/pr EM/WG3	O Projeto de Norma CEN/TC67/pr EM/WG3 é mais preciso.
Akiama, Medeiros e Sabbatini II SBTA (1997)	Avaliação do método que consiste em determinar a resistência à flexão de uma camada de 3mm	UEAtc- Technician Guide for the Assessment of Ceramic Tiles Adhesives	Quanto maior o fator F maior a capacidade de deformação, sendo F o fator que mede os resultados de força multiplicados pelos resultados da deformação e divididos por mil.
Bucher e Nakakura III SBTA(1999)	Resultados de Ensaio	Tração na flexão e deformação conforme EN12002(CEN,199a)	Deformações geralmente crescentes em formulações com crescentes quantidades de aditivos.
Junginger, Rezende, Sabbaini e Medeiros V CEC (2002)	Influência dos aditivos SBR (borracha de estireno - butadieno), na flexibilidade e no manchamento de rejuntamento cimentício	EN 12002 - Adhesives for tiles- Determination of transverse deformation for cementitious adhesives and grouts	Para alguns teores de aditivos chegou-se a aumentos de 400% na “flexibilidade”, com pouca variação para diferentes fornecedores.
Lobato e Carasek ENTAC (2002)	Desempenho das AR e da junta de assentamento no comportamento térmico do sistema de revestimento cerâmico (RC)	ASTM C 469 (1994)	Houve maior desempenho do RC executados com rejunte de menor módulo (comercializado como flexível) e com maiores espessuras de juntas

Quadro 3 – Síntese de alguns estudos sobre propriedades das argamassas

Nota: Dados adaptados pelos autores

O índice de consistência das argamassas também é uma propriedade que necessita de mais estudos. Falcão Bauer e Rago (1999) avaliaram dez argamassas industrializadas com teor de água para o índice de consistência padrão e o teor de água recomendado pelos fabricantes e concluíram que o índice de consistência não é um parâmetro confiável para classificação das argamassas por apresentar diferenças nos resultados e sugerem que a quantidade de água para a determinação do índice de consistência seja a recomendada pelo fabricante.

Outra propriedade importante, e praticamente desconsiderada, é a capacidade de descoloração dos pigmentos utilizados para conferir cor às argamassas de rejuntamento que, segundo Bondioli; Manfredini e Novaes de Oliveira (1998) podem ser classificados com base na origem, cor, constituição química, método de preparação e o uso. Os pigmentos, de acordo com sua propriedade, podem ser responsáveis pelo desbotamento ou perda da cor do rejunte, prejudicando a estética do revestimento.

5 ANÁLISE DOS MÉTODOS DE ENSAIO DA NORMA NBR 14992/2003

Para elaboração do projeto de norma brasileira foram realizados estudos experimentais das propriedades das argamassas, conforme métodos descritos na ANSI A -118.6 -1992, que foram comparados com alguns padrões estabelecidos pelo projeto de norma europeu EN TC67/WG3, atual EN 12808. Os métodos descritos pela ANSI foram adaptados e outros métodos foram acrescentados para que pudessem resultar em dados coerentes (FALCÃO BAUER; RAGO, 2002).

5.1 Preparo da mistura

O procedimento de preparo da mistura descrito na NBR 14992/2003 (mecânica com adição de todo o pó na água) segue as mesmas recomendações das normas internacionais para argamassa de rejuntamento DIN EN 12002/2003 e DIN EN 12808-3/2002 diferindo apenas com relação aos 30s de repouso recomendados pela norma brasileira após a mistura do pó na água. É sabido que, na prática, o

procedimento de mistura das argamassas de rejuntamento não ocorre de forma padronizada o que gera materiais com comportamento reológico e propriedades mecânicas no estado endurecido distintos. Mesmo em laboratório, fatores como: condições ambientais, mudanças de procedimento, e até mesmo do responsável pela mistura, podem modificar a argamassa.

Antunes, John e Pileggi (2005) concluíram que a sequência de mistura altera significativamente as propriedades reológicas das argamassas de revestimento e que o método squeeze-flow se mostrou sensível para detectar variações na reologia das argamassas. Baseado nesse estudo Cardoso e outros (2006) avaliaram, por squeeze-flow, a influência do tipo de mistura (manual, mecânica com adição de todo o pó na água conforme NBR 13276 e mecânica com adição de água de forma fracionada) no comportamento reológico de cinco marcas de argamassas de revestimento industrializadas e constataram maior eficiência nas argamassas misturadas com o procedimento de mistura com água fracionada, sugerindo, inclusive, a revisão da norma vigente para mistura de argamassa em laboratório.

Ao se tentar reproduzir o procedimento de mistura com água fracionada, em argamassa para rejuntamento, utilizando uma marca de A.R., com três repetições, diversos dificuldades operacionais ocorreram. A adição fracionada da água sobre o pó, no mesmo espaço de tempo adotado por Cardoso et al. 2006 e sem raspar o material do fundo do recipiente, não promoveu a mistura de forma homogênea, sendo que parte do pó ficou completamente agarrada no fundo do recipiente do misturador e o material da superfície com consistência de pasta mole.

Acredita-se que por ser a argamassa para rejuntamento constituída apenas de materiais finos, sem a existência de partículas maiores para ajudar a romper os aglomerados, esse fator pode ter influenciado no insucesso do resultado. Embora Yang et al.(1995) e Willians et al.(1999) tenham observado em pastas de cimento que as partículas menores movimentam-se mais facilmente, resultando em suspensões com baixa viscosidade, eles adotaram procedimentos em seus experimentos tais como adição do pó na água, tempo de raspagem do recipiente e maior tempo de mistura, que contribuíram para a homogeneidade da pasta.

É importante executar novos testes em argamassa para rejuntamento, utilizando o procedimento mecânico de adição fracionada, entretanto, com maiores tempos de mistura e a inclusão do tempo de descanso e raspagem do recipiente para verificar a possibilidade de adotá-lo como procedimento padrão, visto as melhoras nas propriedades reológicas já comprovadas em argamassa de revestimento.

5.2 Retenção de água

Retenção de água é a propriedade que determina a capacidade da argamassa em reter a água necessária para a sua hidratação durante o seu período de cura. Quanto menor a capacidade de retenção de água, maior o potencial de retração e menor a resistência da argamassa. (PROGRAMA QUALIMAT – Qualidade dos Materiais – SINDUSCON-MG).

O valor numérico adotado como requisito mínimo para a atual norma foi reduzido de ≤ 85 mm para ≤ 75 mm para A.R.Tipo I e de ≤ 70 mm para ≤ 60 mm para A.R. Tipo II, em relação ao valor proposto pelo projeto de norma, aumentando assim, a exigência de retenção de água para as argamassas para rejuntamento. Esse ensaio foi testado em três marcas distintas e verificou-se a eficiência do procedimento adotado.

5.3 Variação dimensional

Esta propriedade está relacionada com a capacidade de retração ou expansão linear da argamassa. Quanto maior a possibilidade de retração de uma argamassa, maior a possibilidade de fissuras durante o endurecimento, no caso de argamassa mista (WIKIPÉDIA).

O Projeto de norma usou o termo retração linear para determinação dos índices e a atual norma adotou o nome variação dimensional, permanecendo o valor limite $\leq |2,00|$ mm/m, aos 7 dias de idade, para as A.R. Tipos I e II.

A adoção de leituras até às 168 horas na atual norma, sem leituras nas primeiras 24 horas, ainda merece maiores estudos pois, Bastos; Nakakura e Cincotto (2005) mostraram que a retração de argamassas de assentamento e revestimento medidas no estado fresco (primeiras 24 horas) representa uma parcela significativa da retração normalmente medida em corpos-de-prova no estado endurecido, aos 28 dias de idade. No gráfico apresentado por eles, relacionando a retração no estado fresco e

endurecido com as horas de leituras efetuadas até aos 28 dias, verificou-se que a partir de 168 horas a retração aumenta lentamente e com valores pequenos em relação aos valores iniciais.

Testado em três marcas distintas, os resultados mostraram-se coerentes com os requisitos da norma, entretanto, por ser um procedimento manual existe a possibilidade de ocorrer leituras errôneas.

5.4 Resistência à compressão

O valor mínimo para a resistência à compressão da A.R. foi adotado seguindo sugestão do projeto de norma brasileiro ($\geq 8,0$ MPa para o Tipo I e $\geq 10,0$ MPa para o Tipo II aos 14 dias). Nos ensaios comparativos, realizados pela comissão, os valores de tensão obtidos com os corpos de prova do projeto de norma europeu ficaram abaixo dos valores obtidos com os corpos de prova do projeto de norma brasileiro. Porém, segundo Falcão Bauer e Rago (2002), o perfil de comportamento de resistência das amostras mostrou-se coerente para ambos os métodos.

Como esta propriedade é proporcional à propriedade módulo de deformação, quanto maior a resistência à compressão, maior será o módulo de deformação e consequentemente menor a capacidade da argamassa absorver deformações intrínsecas, tais como a retração na secagem e de origem térmica, e as decorrentes de movimentos estruturais (PROGRAMA QUALIMAT – Qualidade dos Materiais – SINDUSCON-MG). Deve-se, portanto, conciliar a resistência à compressão com valores de módulo compatíveis com o uso da argamassa, que necessita ser deformável e resiliente (ROCHA-GOMES; TRISTÃO, 2008).

5.5 Resistência à tração na flexão

Também os valores adotados para a resistência à tração na flexão seguiram as recomendações do projeto de norma brasileiro ($\geq 2,0$ MPa para o Tipo I e $\geq 3,0$ MPa para o Tipo II) e, segundo Falcão Bauer e Rago (2002), se mostraram coerentes em comparação ao projeto de norma europeu.

A atual norma precisa ser corrigida em relação aos erros de digitação no item E.4.3.1, que sugere a realização do ensaio conforme descrito nos itens F.4.3.2 e F.4.3.3, que não existem.

5.6 Absorção de água por capilaridade aos 300 min

Este método foi acrescentado ao projeto de norma brasileiro, com base nos resultados comparativos entre dois métodos de ensaio, para a determinação da absorção de água em argamassas para rejuntamento: ensaio de absorção de água por imersão-ANSI A 118.6 (ANSI, 1992) e o método adaptado da NBR 9779 (ABNT, 1995) proposto por Tristão e Roman (1997) em que sugerem adaptações ao método de absorção de água por capilaridade, usado em concreto, para ser utilizado em argamassas de revestimento (FALCÃO BAUER e RAGO, 1999).

Embora os resultados mostrarem que os dois métodos não podem ser comparados, a norma atual adotou o método brasileiro por apresentar maior possibilidade para diferenciar os tipos de argamassas de rejuntamento, observando-se faixas nítidas de capilaridade (FALCÃO BAUER e RAGO, 1999). Houve alteração apenas com relação ao tempo do ensaio que passou de 360 min para 300 min.

A atual norma precisa ser corrigida em relação aos erros de digitação no item F.4.3.1, que sugere procedimento conforme descrito nos itens H.4.4.3.1 e H.4.4.3.4, que não existem.

5.7 Permeabilidade aos 240 min

A permeabilidade da A.R., que é um material poroso e permite a passagem de água, está relacionada com a rede de poros existente e com a existência de fissuras. Essa propriedade depende da natureza da base, da composição e dosagem da argamassa, da técnica de execução, da espessura da camada de revestimento e do acabamento final.

O método de ensaio proposto para a norma brasileira baseou-se na norma americana e, segundo Falcão Bauer e Rago (2002), mostrou que A.R. que apresentam maiores valores de permeabilidade à água, também apresentaram maiores absorção de água por capilaridade.

Os valores dos requisitos mínimos adotados pela atual norma foram os mesmos sugeridos pelo projeto de norma ($\leq 2,0$ cm³ para o Tipo I e $\leq 1,0$ cm³ para o Tipo II), com leituras de 60 em 60 minutos até o tempo máximo de 240 minutos, sendo o resultado expresso pela média da leitura em três corpos-de-prova.

Ensaio piloto realizado em 8 corpos-de-prova de uma única marca de argamassa para rejuntamento, mostraram que, em cinco deles, a marca limite de 3,5 cm³ da coluna de vidro foi atingida, pelo nível da água, já na primeira hora de ensaio, e nos demais CPs em, no máximo, 120 minutos. Portanto, o tempo previsto na norma de 240 minutos para a realização deste ensaio, com leituras de hora em hora, não foi adequado para a argamassa analisada. Adotou-se então, leituras de 10 em 10 minutos para conseguir realizar o ensaio. Os resultados do experimento são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do ensaio de permeabilidade em 8 corpos-de-prova de 50x50x50 – NBR 14992-2003, com leituras a cada 10 minutos.

CP	LEITURAS A CADA 10 MINUTOS (cm ³)													
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	180	240
1	1,75	3,10	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5
2	0,85	1,30	1,75	2,10	2,45	2,80	3,10	3,40	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5
3	1,10	1,80	2,40	3,00	3,50	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5
4	0,80	1,20	1,60	1,90	2,30	2,60	2,95	3,30	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5
5	0,65	1,05	1,40	2,00	2,05	2,35	2,65	2,95	3,25	3,50	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5
6	0,65	1,00	1,35	1,65	1,95	2,20	2,45	2,70	2,95	3,25	3,50	>3,5	>3,5	>3,5
7	1,15	2,00	2,75	3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5	>3,5
8	0,40	0,65	0,90	1,20	1,50	1,75	2,00	2,30	2,60	2,85	3,00	3,40	>3,5	>3,5

Observou-se grande variação nos resultados obtidos em 8 corpos-de-prova, impossibilitando o cálculo da média conforme recomendação da norma. Em função dos resultados, optou-se por fazer a aferição das colunas de vidro e verificaram-se volumes diferenciados.

O desenho da coluna de vidro, na atual norma, precisa ser complementado. A falta da medida da altura da base permite a fabricação de colunas de diferentes volumes para a realização do mesmo ensaio. Além disso, é necessário fazer a aferição das colunas, antes da realização do ensaio, para evitar a utilização de colunas com dimensões diferentes das especificadas pela norma.

5.8 Resumo dos métodos com os requisitos mínimos e dos resultados dos ensaios

Para facilitar a análise dos resultados apresenta-se, na tabela 1, o resumo dos limites mínimos, recomendados pela NBR14992/2003, das diversas propriedades das AR e os respectivos resultados dos ensaios realizados em três marcas distintas.

Tabela 2 – Requisitos mínimos da norma brasileira NBR 14992/2003 e resultados dos ensaios realizados nas marca 1, 2 e 3

Propriedade	Método	Idade de ensaio	Tipo I	Tipo II	AR analisada		
					AR1	AR2	AR3
Retenção de água (mm)	NBR 14992/2003 anexo B	10 minutos	≤ 75	≤ 65	50,0	55,2	43,1
Variação dimensional (mm)	NBR 14992/2003 anexo C	7 dias	≤ 2,00	≤ 2,00	-1,18	-1,32	-0,92
Resistência à compressão (MPa)	NBR 14992/2003 anexo D	14 dias	≥ 8,0	≥ 10,0	9,4	17,3	13,1
Resistência à tração na flexão (MPa)	NBR 14992/2003 anexo E	7 dias	≥ 2,0	≥ 3,0	3,0	5,2	4,2
Absorção de água por capilaridade aos 300 min (g/cm ²)	NBR 14992/2003 anexo F	28 dias	≤ 0,60	≤ 0,30	1,20	0,48	0,12
Permeabilidade aos 240 min (cm ³)	NBR 14992/2003 anexo G	28 dias	≤ 2,0	≤ 1,0	3,0	1,7	0,7

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se que a NBR 14992/2003 seja revista atentando para as considerações descritas ao longo do trabalho e apresentadas, de forma resumida, a seguir:

- Variação dimensional – incluir leituras nas primeiras 24 horas;
- Resistência à tração na flexão – corrigir erros de digitação;
- Absorção de água por capilaridade aos 300 min – corrigir erro de digitação
- Permeabilidade – Embora no teste piloto tenha sido impossível realizar medidas somente nos tempos determinados pelo método, observou-se que o problema ocorreu devido à qualidade da argamassa testada, e não, ao procedimento do ensaio, que se mostrou eficiente, quando realizados em outras argamassas.

Corrigir o desenho da coluna de vidro, especificando a altura da base.

Corroborando Falcão Bauer e Rago (2002), sugere-se que sejam feitos mais ensaios com argamassas para rejuntamento, utilizando as recomendações da norma NBR14992 (ABNT, 2003), além das sugestões já apresentadas na análise dos métodos de ensaio deste trabalho, com vistas à proposição de melhorias nos procedimentos dos ensaios da atual norma e de novos ensaios.

É importante também a elaboração de pesquisas para verificar a qualidade e o desempenho de argamassas de rejuntamento composta por outros materiais, não cimentícios, para servir de subsídio à criação de uma norma mais abrangente.

A norma deve contemplar, também, critérios de avaliação para a aplicação do rejunte e definir procedimentos de inspeção para garantir a qualidade, o desempenho e a durabilidade do revestimento cerâmico.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14992**: A.R.- Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003.

DIN STANDARD. **DIN EN 12002**: Adhesive for tiles – Determination of transverse deformation for cementitious adhesives and grouts. Berlin, 2003.

DIN STANDARD. **DIN EN 12808**: Adhesives and grouts for tile – Part 3 – Determination of flexural and compressive strength. Berlin, 2002.

AKIAMA, S.; MEDEIROS, J.S.; SABBATINI, F.H. Flexibilidade das argamassas adesivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, II., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador, CETA; ANTAC, 1997. p 233-245.

ANTUNES, R.P.N.; JOHN, V.M.; PILEGGI, R.G. Influência da sequência da mistura nas propriedades reológicas de argamassas avaliada por squeeze-flow. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, VI., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005. p 158-179.

BARROS, Mércia Maria Bottura et al. **Tecnologia Construtiva racionalizada para produção de revestimentos verticais**. 1997. 29p. Grupo de Ensino Pesquisa e Extensão em Tecnologia e Gestão da Produção na Construção Civil-GEPE-TGP. EPUSP/PCC/CPqDCC, São Paulo, 1997. Disponível em: <<http://pcc2436.pcc.usp.br/Textost%C3%A9cnicos/patologia/ApostilaPatologiaPCC436ano2000.pdf>>. Acesso em: 4 jan.2007.

BASTOS, Pedro K. X.; NAKAKURA, Elza H.; CINCOTTO, Maria A. Comparação das argamassas industrializadas e mistas de revestimentos nos estados fresco e endurecido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, VI., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005. p 252-261.

BUCHER, H.R.E; NAKAKURA, E.H.A. A capacidade de deformação de argamassas colantes a base de cimento Portland. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, I., 1995, Goiânia. **Anais...**, Goiânia, 1998.

CARDOSO, F.A. et al. Influência do tipo de mistura no comportamento reológico de argamassas avaliadas por squeeze-flow. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, VII., 2007, Recife. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2007. p. 32.

FALCÃO BAUER, Roberto José; RAGO, Fabíola. Determinação da absorção de água em argamassas de rejuntamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, III., 1999, Vitória. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1999. v. 1, p.137-145.

_____. Normatização de argamassas colantes para assentamento e argamassas para rejuntamento de placas cerâmicas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre. v. 2, n.2, p. 71-84, abr./jun.2002.

BONDIOLI, F.; RAGO, T.; NOVAES DE OLIVEIRA, A.P. Pigmentos inorgânicos: Projeto, Produção e Aplicação Industrial. **Cerâmica industrial**, p.13-17, 3 (4-6) abr.1999.

FERES, João Paulo Iughetti. **Estudo das argamassas de rejuntamento**: análise crítica da norma NBR14992/2003 – A.R. – Argamassas à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio. 2004.114 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia do Ambiente Construído) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

JUNGINGER, Max; REZENDE Maurício M.; SABBATINI, Fernando H.; MEDEIROS, Jonas Silvestre. Influência de aditivos SBR na flexibilidade e no manchamento de rejuntamentos cimentícios. **V congresso de Engenharia Civil**, Juiz de Fora, p.1-10, 2002.

LOBATO PAES, Isaura; CARASEK, Helena. Desempenho das argamassas de rejuntamento e da junta de assentamento no comportamento térmico do sistema de revestimento cerâmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2002. p.1795-1803.

PROGRAMA QUALIMAT – Qualidade dos Materiais: **SINDUSCON-MG**. Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/ass_tec/proc-05u.html>. Acesso em: 02 jan.2007.

ROCHA-GOMES, Leila Verônica da; TRISTÃO, Fernando Avanci. Grout Deformation Modulus: How can it be Measured?. In: WORD CONGRESSO ON CERAMIC QUALITY, X., 2008, Castellón (Spain). Castellón: CÁMARA, 2008.

TRISTÃO, Fernando Avancini; ROMAN, Humberto R. Análise do método de Ensaio para determinação da exsudação de água em argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, III., 1999, Vitória. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1999, v. 1, p.107-112.

WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Cal&oldid=3571903>>. Acesso em: 2 Jan 2007.

WILLIAN, D.A.; SAAK, A.W.; JENNINGS, H.M. The influence of Mixing on the Rheology of Fresh Cement Paste. **Cement and Concrete Research**. v.29, p.1491-96, 1999.

YANG, M.; JENNINGS, H.M. Influence of Mixing Methods on the Microstructure and Rheological Behavior of cement paste. **Advanced Cement Based Materials**. v.2,p.70-78,1995.

8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Argalit, indústria fabricante de tintas e argamassas, pelo apoio financeiro a esta pesquisa.