

ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTENCIA DE ADERENCIA OBTIDO EM LABORATORIO E EM CAMPO PARA ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO

Eduardo Pereira (Universidade estadual de Ponta Grossa - UEPG) E-mail: eduardopereira@uepg.br
Isac José da Silva (Votorantim Cimentos) E-mail: Isac.silva@vcimentos.com.br
Marianne do R. M. M. da Costa (Universidade Federal do Paraná) E-mail: mariennecosta@uol.com.br

Resumo: A técnica de aplicação de piso sobre piso consiste no assentamento de uma nova camada cerâmica, utilizando-se argamassa colante especial para este tipo de aplicação, em sobreposição a um sistema de revestimento cerâmico já existente. O uso da técnica de assentamento de piso sobre piso depende da fixação das cerâmicas. A NBR 14084: 2005 não leva em consideração particularidades de diferentes técnicas, principalmente quanto as diferenças de porosidade do substrato. Este artigo discute o emprego desta norma para avaliar a aderência de pisos sobre pisos. Para o estudo procedeu-se ao ensaio de norma utilizando-se uma placa esmaltada em substituição ao substrato padrão. Foi assentado também um piso em uma área externa em Curitiba. A cura submersa apresentou as menores resistências e valores similares aos do assentamento externo. Verificou-se por fim a necessidade das normas existentes contemplarem as particularidades das diferentes técnicas de assentamento a fim de obter-se parâmetros mais confiáveis para análises em laboratório destes materiais.

Palavras-chave: Aderência. Argamassa colante. Piso sobre Piso.

EVALUATION OF ADHERENCE APPLIED OF CERAMIC COATINGS USING THE "TILE ON TILE" TECHNIQUE IN LABORATORY AND FIELD CONDITIONS

Abstract: The technique of tile on the tile application consists in tiling a new ceramic layer, using adhesive mortar special for this kind of application overlaying an already existing ceramic coating. The use of the tile on the tile technique depends on the fixation of the ceramic. NBR 14084: 2005 does not take into consideration particularities of different techniques, mainly about the differences of porosity of the substrate. This paper discusses using the standard to evaluate the adherence of tile on the tile. For the study a test of standard was performed using an enameled plate in substitution to the standard substrate. A floor was also laid in an external area in Curitiba. The submerged cure had the lower resistances and similar values to the ones of external tiling. Finally, it was also verified the need for the existing standards to contemplate the peculiarities of the different tiling techniques in order to get more trustable parameters for laboratory analysis of those materials.

Keywords: Adhesion. Adhesive mortar. Tile on the tile.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, acompanhando a evolução do mercado, a indústria de materiais cerâmicos, que durante muitos anos sobreviveu de forma artesanal, adotou a produção em massa de seus produtos, garantida pela indústria de equipamentos, e a introdução de técnicas de gestão, incluindo o controle de matérias-primas, dos processos e dos produtos fabricados (ANFACER, 2011).

Um sistema de revestimento cerâmico usual é o resultado do assentamento de uma placa cerâmica sobre uma base ou substrato, com a utilização de argamassa colante, formando um conjunto de camadas aderido e contínuo. A técnica de aplicação de piso sobre piso consiste no assentamento de uma nova camada cerâmica, utilizando-se argamassa colante especial para este tipo de aplicação, em sobreposição a um sistema de revestimento cerâmico já existente. A Figura 1 apresenta um esquema da disposição de um sistema de revestimento do tipo Piso sobre Piso.

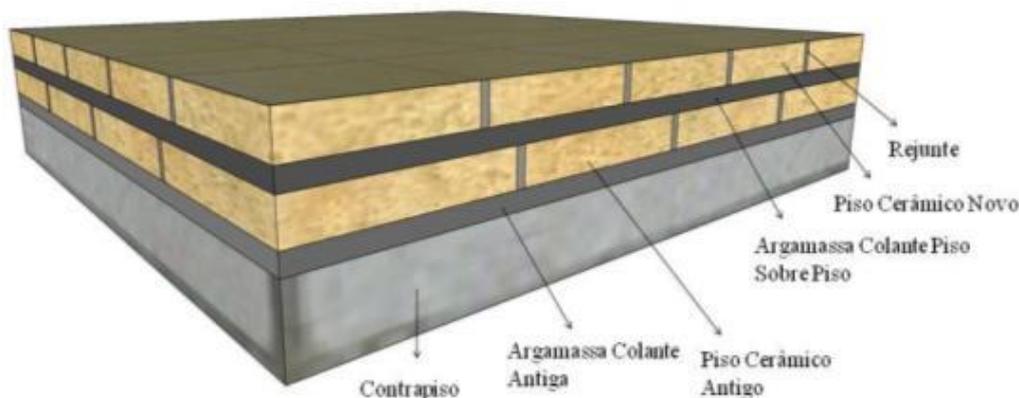


Figura 1 - Sistema de revestimento cerâmico assentado de piso sobre piso.

A aplicação de uma nova camada de revestimento em sobreposição a um piso já existente apresenta a vantagem de não ser necessária a retirada do piso antigo para assentamento de um novo revestimento, evitando-se assim sujeira, barulho, resíduos e outros incômodos inerentes de uma reforma em que são utilizados os processos convencionais. Além da redução de entulhos, existe ainda a vantagem do menor tempo necessário para a liberação da área interdita, o que racionaliza o tempo necessário para execução dos serviços (EQUIPE DE OBRA, 2010).

Ao optar-se pelo assentamento de piso sobre piso, alguns cuidados devem ser tomados. O assentamento das novas placas deverá ser executado utilizando a técnica de dupla colagem, uma vez que a resistência de aderência neste tipo de aplicação pode ser prejudicada caso não se obtenha uma extensão de aderência satisfatória na interface formada pela argamassa colante e as peças cerâmicas. A superfície que receberá a placa deve ser regularizada e limpa, além de proceder-se a retirada de placas do piso antigo que estiverem soltas (EQUIPE DE OBRA, 2010).

O assentamento de piso sobre piso especificamente não é contemplado por nenhuma norma brasileira. Para avaliação das argamassas colantes usadas no assentamento de piso sobre piso utiliza-se a NBR 14084 (ABNT, 2004) que define procedimentos para o ensaio de resistência de aderência em laboratório utilizando-se um substrato padrão poroso, o que não demonstra a real condição de utilização desta argamassa quando aplicada esta técnica, uma vez que esta norma refere-se à especificação de material e não a aplicação.

A NBR 14081 (ABNT, 2004) apresenta limites de resistência de aderência para argamassas colantes assentadas sobre substrato padrão de concreto e curadas sob as condições previstas nesta norma. Não existem normas no Brasil que especifiquem limites para argamassas colantes utilizadas para o assentamento de piso sobre piso. Devido a isto, neste item os valores obtidos nos ensaios em laboratório e executados sobre um piso de referência esmaltado serão discutidos utilizando-se os limites definido pela NBR 14081 a fim de ter-se um parâmetro de comparação.

Para o assentamento em campo tem-se a NBR 13749 (ABNT, 1996) que apresenta limites mínimos de resistência de aderência para o uso de revestimentos cerâmicos em ambiente externos, porém esta também não trata especificamente da aplicação de piso sobre piso. Apesar do exposto estas normas serão utilizadas como um ponto de partida para as análises posteriores a respeito do desempenho dos revestimentos do tipo piso sobre piso.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo foram selecionadas quatro argamassas colantes industrializadas, todas do tipo ACIII, sendo cada uma de um diferente fabricante e provenientes da região de Curitiba. A Tabela 1 apresenta os dados utilizados para a mistura das argamassas colantes, tanto em laboratório quanto em campo.

Tabela 1 - Especificação conforme dados das embalagens das argamassas colantes.

Argamassa	Relação água/argamassa (%)	Tempo de maturação (min.)
A	21	0
B	29	15
C	23	15
D	21,5	10

As argamassas foram assentadas em duas condições de exposição diferentes. A primeira situação foi executar o assentamento em escala real, onde placas cerâmicas foram assentadas sobre um piso cerâmico pré-assentado em uma área externa na cidade de Curitiba. A segunda condição de assentamento foi executada em laboratório utilizando-se como base placas cerâmicas com superfícies esmaltadas. Os conjuntos assentados com argamassa colante e utilizados para os ensaios em laboratório foram submetidos ainda a três diferentes condições de cura sugeridas pela NBR 14084 (2004) além de uma cura alternativa, no qual as placas são assentadas no mesmo local do assentamento em campo.

A NBR 14084 (2004) fixa uma metodologia para determinação da resistência de aderência, medida através de arrancamento por tração simples, de placas cerâmicas assentadas com argamassa colante sobre substratos padronizados. Neste trabalho (uma vez que se buscou verificar a resistência de aderência entre pisos sobre piso, e as superfícies onde, em obra, a argamassa colante é assentada, geralmente são esmaltadas) buscou-se simular esta condição assentando-se uma cerâmica sobre os substratos padrão, para somente então realizar a moldagem das placas cerâmicas.

Após o assentamento dos pisos de referência realizou-se, seguindo os procedimentos recomendados pela NBR 14084 (2004), o assentamento de placas cerâmicas sobre os pisos de referência, utilizando-se as argamassas colantes selecionadas para esta pesquisa (Figura 2). Os ensaios de resistência de aderência executados em laboratório consistem na moldagem de dez placas cerâmicas sobre cada piso de referência, utilizando-se para isto as argamassas colantes que se deseja avaliar.



Figura 2 – Moldagem das placas cerâmicas para ensaio de resistência de aderência.

Após a moldagem das placas com argamassa colante, os conjuntos foram submetidos às condições de cura recomendadas pela NBR 14084 (2004). Na cura em ambiente laboratorial o conjunto ficou durante 28 dias em condições ambientais do laboratório (temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $60 \pm 4\%$, sem presença de vento). Na cura com imersão em água, o substrato foi submetido durante sete dias às condições de laboratório e em seguida foi imerso em água a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, onde permaneceu durante o restante do período de cura. Por fim na cura em estufa o conjunto foi submetido, durante 14 dias, às condições ambientais de laboratório e em seguida levado a uma estufa e mantido em uma temperatura de $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ até ao término da cura.

Após 28 dias de cura, pastilhas de metal foram coladas com resina epóxi no topo de cada placa cerâmica e procedeu-se a determinação da resistência de aderência à tração. As pastilhas metálicas têm a mesma dimensão das placas cerâmicas (50 x 50 mm). Iniciaram-se os ensaios 1 hora após a colagem das pastilhas metálicas, devido ao tempo necessário para a cura da resina (cola). O equipamento utilizado para a execução dos ensaios de arrancamento é um modelo Dyna Z6, da marca Proceq, com manômetro digital integrado. A Figura 3 demonstra os pisos de referência preparado para o ensaio de resistência de aderência.



Figura 3 – Ensaios de resistência de aderência em laboratório: Equipamento e detalhes das dez pastilhas de metal já coladas sobre as placas cerâmicas para o ensaio.

Para verificar o comportamento do sistema de revestimento em uma condição real, selecionou-se uma área de testes para assentamento de placas cerâmicas (Figura 4). A área situada na cidade de Curitiba – PR tem aproximadamente 20 m². O local possui muretas em todas as suas extremidades, o que representa uma restrição a movimentação livre dos revestimentos, simulando-se assim a condição comum de obras.



Figura 4 – Área de testes antes do assentamento dos pisos.

Após 28 dias do assentamento do piso sobre piso executaram-se os primeiros ensaios de arrancamento, de maneira similar aos ensaios realizados em laboratório. Utilizou-se um maquina para cortar as placas nas dimensões iguais as das peças metálicas de arrancamento (50 x 50 mm) e procedeu-se a colagem destas com um adesivo bicomponente à base de resina epóxi da marca Araldite. Após a cura da resina realizou-se os ensaios de resistência de aderência. Foram ensaiados dez pontos para cada argamassa colante estudada, adotando-se os mesmos critérios de análise usados nos ensaios com os pisos de referência. A Figura 5 demonstra a sequência de procedimento adotado na execução dos ensaios.



Figura 5 – Ensaios de resistência de aderência: (a) corte; (b) colagem das pastilhas; (b) Posicionamento do equipamento de arrancamento e; (d) detalhe do piso após o ensaio.

3. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta a média dos resultados obtidos pelos ensaios em laboratório e de campo aos 28 dias. Os dados obtidos nos ensaios foram tratados estatisticamente para eliminação de espúrios e a resistência de aderência da argamassa foi considerada como sendo a média dos valores válidos após o tratamento inicial.

Tabela 2 - Ensaio de resistência de aderência para diferentes curas.

Argamassa	Resistência de Aderência (MPa)				
	Cura em Ambiente Laboratorial	Cura em Estufa	Cura Submersa	Cura em Ambiente Externo	Em campo 1 mês
A	1,8	1,2	0,5	1,1	0,6
B	1,5	1,2	0,5	1,1	0,6
C	1,3	1,1	0,8	1,2	0,9
D	1,5	1,2	0,9	1,4	1,0

Uma vez que os valores que constam na

Tabela 2 parecem ser muito próximos, aplicou-se sobre estes dados, obtidos com a ruptura nos pisos de referência, uma análise de variância (ANOVA) para verificar se estas diferenças encontradas são significativas tanto entre as argamassas quanto entre as diferentes curas. Os cálculos realizados permitem afirmar, com 95 % de confiabilidade, que os valores de

resistência de aderência para as diferentes curas são diferentes entre si, bem como existem diferenças entre as argamassas, o que valida as análises sobre estas diferenças que serão realizadas posteriormente.

Para o caso de assentamento de piso sobre piso em áreas externas, a observação do comportamento dos conjuntos (piso de referência/argamassa/placa cerâmica) submetidos às diferentes curas é de particular interesse, uma vez que em condições ambientais os revestimentos estarão submetidos as mais diferentes solicitações.

Pode-se verificar que para os revestimentos assentados sobre o piso de referência em laboratório os revestimentos submetidos à cura normal sempre apresentam os maiores valores de resistência de aderência e os valores obtidos com a cura submersa, ao contrário, apresenta os menores valores.

A cura em ambiente laboratorial representa as condições ideais de exposição, temperatura e umidade controladas, o que justifica os valores superiores obtidos para este tipo de cura. Todas as argamassas apresentaram valores de resistência de aderência altos para este tipo de cura, comparativamente aos valores propostos pela NBR 14081. Comparativamente as demais argamassas, a argamassa C obteve os menores valores de resistência de aderência para este tipo de cura.

Por outro lado, em revestimentos externos, os pisos estarão constantemente submetidos à ação da chuva e de possíveis empoçamentos pontuais, assim a cura submersa tende a representar bem este tipo de condição. Sabe-se que os materiais cimentícios tendem a apresentar resistências menores quando em presença de umidade. Pode-se verificar que as argamassas C e D têm os melhores desempenhos neste tipo de cura, demonstrando que estas argamassas são menos suscetíveis a presença de água. Uma hipótese para este comportamento é a utilização por estas argamassas de uma porcentagem maior de aditivos como o PVA que são suscetíveis a água, porém isto não pode ser confirmado pelos resultados obtidos, uma vez que nenhum dos ensaios utilizados neste programa experimental tem sensibilidade para distinguir o tipo de aditivo usado na formulação das argamassas colantes.

Devido às possíveis variações climáticas ocorridas durante um mesmo dia, a cura em estufa procura avaliar o efeito da temperatura sobre o conjunto piso de referência/argamassa/placa cerâmica e permite inferir sobre a suscetibilidade das argamassas colantes a esta condição. De um modo geral, pode-se dizer que todas as argamassas obtiveram desempenhos similares quando expostas as temperaturas do ensaio (70 °C durante 14 dias).

Por fim, optou-se por uma cura não prevista na normalização, onde o conjunto piso de referência/argamassa/placa cerâmica foi exposto na área de testes, onde paralelamente estavam sendo monitoradas as resistências de aderência dos pisos assentados externamente. Em uma situação real, o piso estará em contato direto com a água e submetido a ciclos de molhagem e secagem. Nestas condições, a argamassa D atingiu o maior valor de aderência (1,4 MPa), sendo que todas as argamassas obtiveram valores superiores a 1,0 MPa.

Quanto às diferenças entre as argamassas, pode-se verificar que as argamassas C e D apresentam um desempenho superior na cura submersa (0,8 e 0,9 MPa, respectivamente) quando comparada as argamassas A e B (0,5 MPa em ambas). Parece que estas argamassas apresentam uma suscetibilidade maior à água o que tende a torná-las, comparativamente, as mais inadequadas para assentamentos em condições onde estas estarão sujeitas a ação de água.

Para verificar o comportamento das argamassas colantes assentadas em laboratório em comparação com os valores obtidos em campo plotou-se o gráfico da Figura 6 onde se pode comparar o comportamento dos revestimentos submetidos à exposição externa e os

revestimentos assentados sobre o piso de referência, em laboratório, curados nas diferentes condições de cura, ambos durante 28 dias.

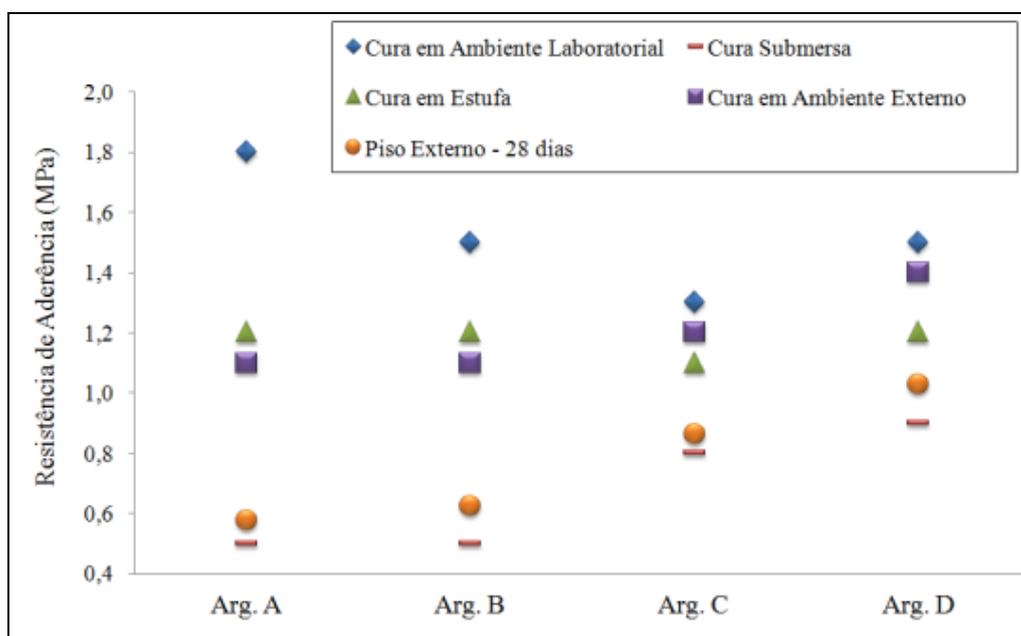


Figura 6 - Curvas de comparação dos valores de resistência de aderência obtidos em campo aos 28 dias versus resistência de aderência obtida nos pisos de referência para as diferentes curas.

Optou-se pela comparação aos 28 dias por ser esta data de ensaio das argamassas em laboratório. Os resultados referentes às curas permitem observar comportamento parecido entre os diferentes tipos de cura, sendo que a cura submersa foi a que mostrou maior similaridade com os valores encontrados em campo para os 28 dias. A Figura 7 demonstra as correlações encontradas entre os resultados de resistência de aderência obtidos em campo e o desempenho de resistência de aderência dos revestimentos cerâmicos assentados em um ambiente externo.

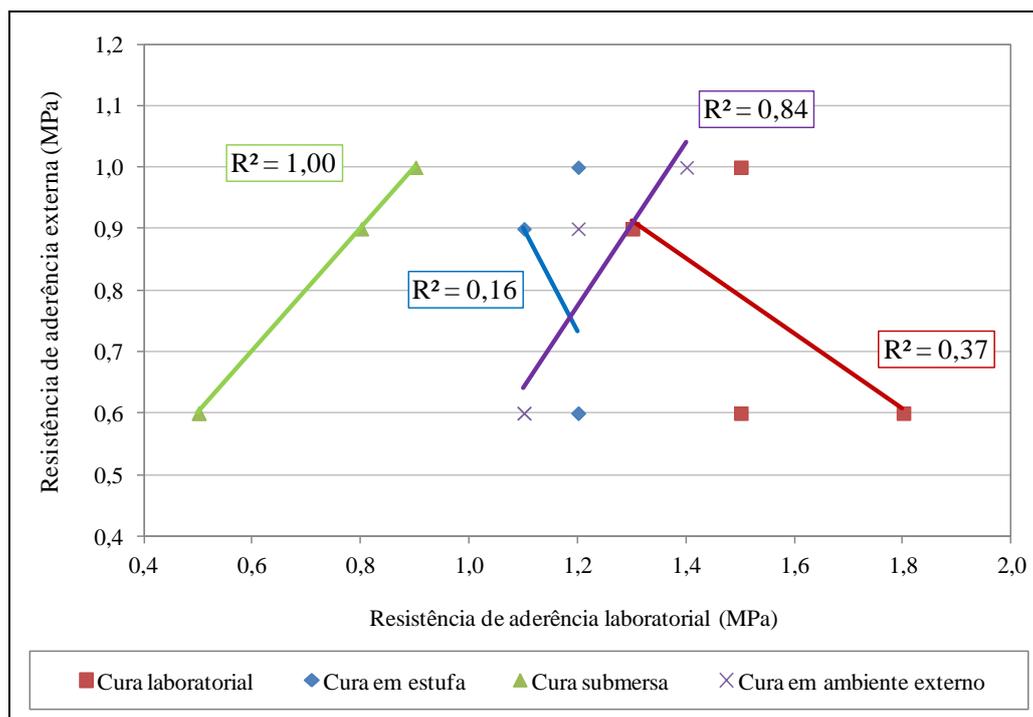


Figura 7 - Correlação entre os valores de resistência de aderência obtidos em laboratório sobre o piso de referência e em ambiente externo aos 28 dias.

A diferença de resistência de aderência nos pisos externos foi de apenas 0,1 MPa entre o campo e cura submersa, provavelmente estando dentro de um erro padrão, demonstrando que este tipo de cura é a mais apropriada para demonstrar o comportamento de pisos externos aos 28 dias, conforme pode ser constatado pela correlação obtida para estes ensaios ($R^2 = 1$).

Os resultados para cura em ambiente mostrou comportamento intermediário entre os outros casos estudados. Pode-se verificar que os pontos referentes à cura em ambiente se intercalam com os valores da cura em estufa. Apesar de a cura ter ocorrido no mesmo local do assentamento externo, a argamassa colante não esteve em contato direto com a água, o que pode explicar esta diferença. Apesar disso a correlação entre este tipo de cura e o assentamento externo mostra-se forte ($R^2 = 0,84$).

Todas as argamassas apresentaram altos valores de aderência na cura em estufa o que indica que estas resistem bem à temperatura. Isto pode ter contribuído para o bom desempenho destas argamassas quando assentadas em ambiente externo.

Os valores limites de resistência de aderência em argamassa colantes são definidos pela NBR 14081 (ANBT, 2004). Segundo esta norma, argamassas colantes tipo ACIII deverão apresentar para as condições de cura (submersa, em estufa e normal) pelo menos 1,0 MPa de resistência de aderência à tração aos 28 dias. Quanto aos valores encontrados nos pisos de referência, todos se encontram dentro dos limites de norma, com exceção dos valores obtidos para a cura submersa, onde nenhuma das argamassas colantes atingiu os valores mínimos.

Deve-se ressaltar que os valores de norma são para assentamentos de placas cerâmicas com argamassa colante sobre um substrato poroso e não sobre um piso de referência como foi adotado nesta pesquisa.

Uma vez que estas argamassas serão utilizadas para diversas aplicações como o de assentamento de piso sobre piso e também assentamentos de placas pouco porosas como os porcelanatos, se faz necessário um avanço nos métodos de ensaio para contemplar as especificidades de cada aplicação.

Atualmente encontram-se em discussões no CB 18 da ABNT as revisões das normas referentes a argamassas colantes. Como contribuição ao meio técnico, este trabalho apresenta dados obtidos em laboratório que podem servir de base para especificações de limites para a avaliação de argamassas colantes próprias para o assentamento de piso sobre piso. A Tabela 3 apresenta uma proposta de limites de resistência de aderência para argamassas aplicadas no assentamento de piso sobre piso assentadas sobre um piso cerâmico de referência.

Tabela 3 - Proposta de requisitos mínimos de resistência de aderência para as argamassas colantes aplicadas no assentamento de piso sobre piso.

Propriedade	Método de ensaio	Argamassas colantes industrializadas
		Tipo Piso sobre Piso
Sob cura normal	Adaptação da NBR 14084 – Argamassa aplicada sobre um piso cerâmico de referência	$\geq 1,0$
Sob cura submersa		$\geq 0,6$
Sob cura em estufa		$\geq 1,0$

Os valores propostos são baseados no desempenho obtido pelos ensaios em laboratório. Uma vez que a cura submersa mostrou-se o requisito crítico, inclusive com resultados muito próximos do obtido em campo aos 28 dias, este valor deve ser mais criterioso do que para os demais tipos de cura. Ainda tratando de normatizações, deve-se iniciar uma discussão, e este trabalho apresenta esta contribuição, sobre a normatização dos procedimentos de assentamento de piso sobre piso, visto as especificidades inerentes a esta técnica conforme já foi discutido.

Cabe salientar também o impacto da mão de obra sobre o desempenho dos revestimentos ensaiados. A aplicação externa foi realizada por um profissional treinado e experiente enquanto os ensaios em laboratório foram feitos por um profissional recém-treinado o que certamente teve influência significativa sobre a eficiência do assentamento.

4. CONCLUSÕES

Baseado no exposto pode-se concluir que a técnica de assentamento de piso sobre piso mostra-se viável. As argamassas colantes utilizadas nessa pesquisa, todas disponíveis no mercado, mostraram-se adequadas para a aplicação desta técnica. Os resultados permitem concluir ainda que além da necessidade de argamassas de boa qualidade para que a técnica seja eficiente, deve-se adotar uma mão de obra qualificada para execução dos revestimentos, o que certamente terá influência significativa sobre o desempenho final dos revestimentos.

Todas as argamassas assentadas externamente encontram-se com valores adequados de resistência de aderência, segundo a NBR 13749 (ABNT, 1996), porém há que se discutir sobre estes valores propostos pela norma. Este documento não leva em consideração as especificidades da aplicação de piso sobre piso.

Propõe-se para o CB 2 da ABNT a discussão da normatização da aplicação de piso sobre piso, a qual deve abordar os procedimentos para aplicação da técnica, principalmente quanto a aplicação da dupla camada, procedimento este que tende a garantir uma melhor aderência entre as camadas assentadas.

REFERÊNCIAS

ANFACER. Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmicas. <<http://www.anfacer.org.br> > acessado em 01/12/2011.

EQUIPE DE OBRA. Assentamento de piso sobre piso. Revista Equipe de Obra. PINI. Ed. 28. pp 20 - 23. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação – **NBR 13749** – Rio de Janeiro, 1996.

_____ *Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Especificações -* **NBR 14081.** Rio de Janeiro, 2004

_____ *Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação da resistência de aderência à tração -* **NBR 14084.** Rio de Janeiro, 2004.