

CNME2010 – 8º Congresso Nacional de Mecânica Experimental
Guimarães, 21-23 de Abril, 2010

**Desenvolvimento e eficiência de equipamentos para o assentamento de pisos
cerâmicos e a resistência de aderência a tração**

M. T. Baú⁽¹⁾; G. A. Pelegrini^{1 (2)};



¹ Prof. IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Chapecó, Departamento de Mecânica, Mestre em Eng. Civil; Eng Mecânica, marlibau@desbrava.com.br, Tel 55 (49) 3329-5841, Fax 55 (49) 3322-9346

² Prof. IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Chapecó, Departamento de Mecânica, Mestre em Eng. Agrícola; Tecnol. Eletromecânica, graciela@ifsc.edu.br, Tel 55 (49) 3312-0950, Fax 55 (49) 3322-9346

RESUMO

Com as constantes transformações do processo produtivo, o setor da construção civil brasileiro tem feito esforços objetivando melhor desempenho, qualidade, certificação e competitividade. Atualmente o setor de construção civil utiliza equipamentos de improviso, também para o assentamento de pisos cerâmicos. A utilização de equipamentos adequados que melhoram as condições ergonômicas e contribuem para a ruptura da idéia de improviso e desperdícios podem influenciar na produtividade e qualidade das obras. O desenvolvimento de ferramentas para o assentamento de pisos cerâmicos, como Ventosa, Batedor de argamassa, Distribuidor e aplicador de argamassa colante e Vibrador e nivelador de cerâmicas, bem como uma análise comparativa entre a resistência a aderência dos pisos cerâmicos onde foram utilizadas as ferramentas propostas, e onde os pisos cerâmicos foram aplicados pelo método convencional, com o uso de ferramentas convencionais. Pode-se concluir que os resultados obtidos de resistência de aderência a tração com o uso das ferramentas propostas é 44,3% superior a aderência a tração sem o uso das ferramentas.

1 - INTRODUÇÃO

A exigência da indústria da construção civil busca constantemente por novas alternativas, modelagens, materiais com o objetivo de melhorar o desempenho na produtividade e competitividade. A todo momento surgem novas tecnologias relacionadas a equipamentos, no entanto nem sempre são sinônimo de melhoria na produtividade. É necessário buscar novas tecnologias que influenciem na produtividade para uma gestão eficiente do processo de produção e dos recursos da construção, inclusive mão-de-obra.

Segundo POZZOBON (2004), na construção civil as iniciativas de melhorias na movimentação de materiais, condições de trabalho e segurança em canteiros de obra, através da adoção de máquinas e equipamentos ou ferramentas simples, moldes e gabaritos, procedimentos para disseminação de informações, entre outros.

Este mesmo autor afirma que a falta de qualidade dos serviços é atribuída à mão-de-obra apenas nas empresas construtoras que não oferecem condições de trabalho, instruções e equipamentos necessários à execução, pois a utilização de equipamentos adequados melhora as condições ergonômicas e contribui para a ruptura da idéia de improviso e desperdício. Sendo assim, pode-se afirmar que as ferramentas influenciam no processo de assentamento de cerâmicas.

Segundo Baú (2006), a desempenadeira utilizada para aplicar a argamassa colante deve ser observado o desgaste dos dentes da desempenadeira. “Quando os dentes da desempenadeira desgastarem e sua altura diminuir em 1mm, a desempenadeira deve ser substituída por uma nova ou a altura dos dentes deve ser recomposta.”

“A área de revestimentos cerâmicos tem carências de normas, tanto na avaliação das propriedades mecânicas deles quanto nas especificações para os processos de assentamento, responsáveis pelo desempenho e durabilidade de

paredes e pisos revestidos com cerâmicas. (ROMAN et al., 2001, p. 111).”

“A norma brasileira prevê a realização de ensaios de arrancamento à tração para avaliação da resistência de sistemas de revestimento. No entanto, sabe-se que as principais tensões atuantes nas interfaces dos sistemas são tensões de cisalhamento. Além disso, a variabilidade dos ensaios de tração é bastante alta e o número de ensaios necessários para a obtenção de resultados significativos torna-se elevado. (ROMAN et al., 2001, p. 118).”

A perda de aderência pode ser originada por um processo de fadiga lenta e gradual que se processa nas diversas camadas devido a esforços de natureza cíclica ou por uma sobrecarga. Os ciclos de temperatura e umidade a que estão submetidas, especialmente as paredes de fachada, são responsáveis pela diminuição ou perda de aderência. (ROMAN et al., 2001).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento de novos equipamentos exige tecnologias simples, podendo ser realizada em pequena escala, tornando-se eficaz no uso.

Tecnicamente existem parâmetros para o desenvolvimento de equipamentos que tenham aplicabilidade na construção civil, especificamente na aplicação de pisos cerâmicos obedecendo as normas ABNT, NBR 13753:1996, e demais exigidas.

Recomenda-se a utilização de rejunte epóxi nos ambientes onde a higiene deve ser impecável como hospital, cozinha e banheiro. Em outras áreas, usar rejunte industrializado de boa qualidade, à base de cimento aditivado e/ou impermeabilizado.

Aconselha-se a utilização de cerâmica PEI 4 em locais onde ocorra atividade abrasiva: entrada, cozinha comercial, hotel, show-room, loja, lanchonete, banco, hospital, quintal, garagem, corredores, etc. Aconselha-se a utilização de cerâmica PEI 5 em locais com tráfego super intenso, como shopping, aeroporto, rodoviária e indústrias. (REIS; NASCIMENTO, 2004).

Para a realização deste trabalho foi feito uma pesquisa bibliográfica nas áreas de aplicação de pisos cerâmicos, segurança e higiene do trabalho, tempos e movimentos e processo produtivo. Posteriormente, foi realizada uma pesquisa de campo, para avaliar o uso dos equipamentos convencionais que estavam sendo utilizados na aplicação de pisos cerâmicos. Os equipamentos utilizados são colher de pedreiro, desempenadeira dentada, trena, caixa de argamassa, linha de nylon, máquina para recorte de cerâmica, alicate.

Também foi observado o uso da enxada para fazer a mistura da argamassa colante e a mistura foi feita no carrinho-de-mão (metálico) resultando numa massa não homogênea, além disso, esses equipamentos são utilizados para diversas atividades e pela falta de cuidados com a limpeza pode haver resíduos de outros materiais. A qualidade e manutenção das ferramentas não recebem a devida atenção, foram utilizadas uma vassoura desgastada e uma desempenadeira com desgaste dos dentes. Utiliza-se uma trena para transferir as medidas para a cerâmica, gerando erros na transferência dos ângulos para a cerâmica, conseqüentemente o corte das peças é impreciso e a qualidade no acabamento da cerâmica aplicada sobre a argamassa fica comprometida.

A realização da segunda etapa iniciou com a utilização das máquinas e ferramentas propostas usadas para o assentamento de revestimentos cerâmicos são: ventosa, marcador de cerâmicas (copiador de ângulos), batedor de argamassa colante, cola, rejunte (misturador multiuso), martelo de borracha (processo manual para aplicar cerâmica), cortador de cerâmicas, batedor de argamassa (misturador industrial), suporte para embalagens (balde), aplicador contínuo de argamassa sobre piso, carrinho de transporte de cerâmicas, vibrador e nivelador de cerâmicas (vibrador e nivelador aplicado sobre o piso), aplicador de rejunte epóxi e espátula de limpeza.

O primeiro passo desta técnica é assegurar-se das condições ideais do contrapiso e adequação dos caimentos (1% a 3%) e rebaixos, de acordo com a NBR 13280. A superfície para o assentamento do piso cerâmico deverá estar bem limpa, sem poeira e/ou outras partículas soltas, ou qualquer outro fator que possa prejudicar a aderência da argamassa colante.

Avalia-se o lote de peças cerâmicas verificando se é uniforme, observa-se principalmente a tonalidade, esquadro e cantos quebrados, além da quantidade, se é suficiente para a execução do serviço. Utiliza-se o “Marcador de Cerâmicas” para copiar e transferir ângulos (parede/piso) de 0° a 90°.

No momento do corte utiliza-se o “Cortador de Cerâmicas” para efetuar cortes em ângulos de 45° e 90°.

No preparo da argamassa utiliza-se o batedor de argamassa (misturador Industrial), e o seu transporte e feito com suporte.



Figura 01: batedor de argamassa

O aplicador contínuo de argamassa, utilizado para aplicar a argamassa sobre o piso.

As cerâmicas são transportadas com o carrinho de transporte de cerâmicas até o local e acompanha ao longo da aplicação. Após o assentamento do revestimento cerâmico será utilizado o nivelador/vibrador e ou nivelador de cerâmicas, o qual é

posicionado sobre as cerâmicas que já estão distribuídas sobre a argamassa colante, então é iniciada a técnica de vibrar e nivelar as placas cerâmicas; um aplicador direciona o nivelador/vibrador, puxando-o sobre as cerâmicas.



Figura 02:aplicador de argamassa



Figura 03:aplicador de argamassa

Rejuntamento epóxi

Para avaliar-se a influência da qualidade das ferramentas utilizadas na aplicação do rejunte comum flexível, será coletado dados em nove ambientes, onde este rejunte foi aplicado com ferramentas desgastadas. Assim como, em outros nove ambientes, serão coletados dados onde o rejunte foi aplicado com ferramentas novas.

Para a aplicação do rejunte epóxi pelo sistema convencional utilizou-se retângulo de borracha aplicado sobre o epóxi nos espaços entre as cerâmicas, não tendo

certeza do preenchimento completo do epóxi e também do tempo pelo qual o epóxi pode ficar em aberto.

Na aplicação do epóxi com as ferramentas propostas, as mesmas garantem preenchimento total dos espaços tendo aproveitamento total do material, sendo o acabamento final excelente.



Figura 04:aplicador de epóxi

A aplicação do rejunte epóxi exige maior tempo, apresentando melhor qualidade.

Teste de resistência de aderência

Visando encontrar resultados confiáveis foram realizados testes de resistência de aderência de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante, de acordo com a NBR 13753:1996.



Figura 05:teste de aderência

Foram realizadas análises estatísticas pelo teste ANOVA, o que permite a

avaliação da influência das variáveis (com as máquinas e equipamentos propostos e os convencionais) nos resultados obtidos. Busca-se através deste teste identificar qual a técnica e respectiva máquina e ou ferramenta que é mais viável em cada uma das etapas de assentamento de revestimento cerâmico.

A análise estatística gera dois valores, determinados "Ft" (fator crítico, sendo, portanto um escore), e "Fc" (fator calculado através de fórmula de teste de hipótese de distribuição F). Quando o fator calculado (Fc), for maior que o fator crítico (Ft), significa dizer que existe diferença significativa entre as médias da técnica proposta e da técnica convencional. No trabalho foi utilizado o nível de significância de 5%. Quanto maior a diferença entre Fc e Ft, mais significativa é a diferença entre as médias das técnicas.

Quando o fator calculado (Fc), for maior que o fator crítico (Ft), significa dizer que existe diferença significativa entre as médias da técnica proposta e da técnica convencional. No trabalho foi utilizado o nível de significância de 5%. Quanto maior a diferença entre Fc e Ft, mais significativa é a diferença entre as médias das técnicas.

O valor da resistência de aderência foi expresso com duas casas decimais. Segundo a norma NBR 13753 (1996, p. 19) a forma de ruptura do corpo de prova pode ocorrer aleatoriamente entre as interfaces, ou no interior de cada uma das camadas que constituem o revestimento. Em função disto a forma de ruptura relacionada a seguir deve ser declarada junto com o valor da resistência de aderência do sistema.

3. RESULTADOS

Após a análise geral e individual entre as diversas variáveis, pode-se observar que a técnica proposta com a utilização das novas máquinas e ferramentas apresenta vantagens em praticamente todos os itens analisados.

Comparativo entre as técnicas para análise da média de rendimento do rejuntamento com epóxi nas cerâmicas.

Descrição	Média das etapas
Tempo de limpeza (min/m ²)	74,84%
Tempo do preparo do rejunte (min/kg)	38,39%
Tempo de aplicação do rejunte (min/m ²)	68,36%
Quantidade de rejunte (kg/m ²)	13,89%
Tempo para limpeza do rejuntamento (min/m²)	66,30%

Tabela 01: média de rendimento

O tempo de limpeza do ambiente para aplicação do rejunte epóxi é em média 2,65min/m². O rejunte epóxi exige que a limpeza seja mais eficiente, não podendo ficar nenhum resíduo de pó, gordura ou qualquer outra substância. Portanto, a forma de limpeza para o rejunte epóxi é de 74% maior.

O tempo de preparo do rejunte epóxi é de 38,5% maior. O tempo de aplicação do rejunte epóxi é em média 68% maior. Pois para a aplicação do rejunte epóxi utilizou-se a pistola pneumática que confere uma aplicação perfeita, sem necessidade de retoques e sem desperdício de material.

Em relação à quantidade de rejunte consumido, consumiu-se mais epóxi em média de 14,5%. Esse consumo deve-se ao uso da pistola pneumática que resulta em um preenchimento uniforme e contínuo do espaçamento a ser rejuntado.

O tempo para limpeza final para o rejunte epóxi é em média 66% superior ao processo convencional, pois deve ser completamente limpo para evitar manchas.

4. CONCLUSÃO

Concluímos que a técnica de aplicação do rejunte epóxi seja mais demorada, este tipo de rejunte é de qualidade superior em relação ao sistema de aplicação do rejunte

epóxi através do sistema convencional, apresentando vantagens como facilidade na limpeza, maior durabilidade e melhor acabamento, sendo recomendado para ambientes onde se necessita mais higiene.

Obteve-se através dos testes de resistência de aderência realizados com as cerâmicas, a análise estatística através do Teste F Anova Fator Único, para a técnica convencional e para a técnica proposta diferenças significativas. Obteve-se no teste de resistência de aderência para a cerâmica através da técnica proposta uma média de 0,24 MPa, enquanto para a técnica convencional a média foi de 0,15 Mpa, portanto resistência de aderência a tração obtida através da técnica proposta é 37,4% superior.

Os resultados obtidos nos testes, não deixam dúvidas que as máquinas e ferramentas propostas, influenciam na resistência de aderência, independentemente de qualquer outra variável. Os valores médios da resistência de aderência obtidos sobre o assentamento de pisos cerâmicos pela técnica proposta são superiores aos obtidos pela técnica convencional, comprovando que as máquinas e ferramentas propostas aumentam a eficiência da técnica de assentamento de revestimentos cerâmicos.

Durante a pesquisa confirmou-se que a hipótese apresentada no projeto de pesquisa é verdadeira, portanto as máquinas e ferramentas propostas facilitam a aplicação de cerâmicas, melhoram a qualidade final do assentamento de pisos cerâmicos da obra e maximizam a produtividade, minimizando o desperdício. Mais ainda, percebeu-se que as máquinas e ferramentas propostas são mais eficientes e fáceis de serem operadas que aquelas utilizadas pela técnica tradicional.

As máquinas e ferramentas que mais influenciaram no aumento da resistência de aderência da cerâmica são o misturador industrial de argamassa, o vibrador e o nivelador de cerâmicas, que proporciona uma

mistura mais homogênea e o aplicador de argamassa colante, pois aplica a argamassa de forma uniforme e nivelada proporcionando maior contato entre a argamassa e a cerâmica.

Os resultados obtidos nos testes, não deixam dúvidas que as máquinas e ferramentas propostas, influenciam na resistência de aderência, independentemente de qualquer outra variável. Os valores médios da resistência de aderência obtidos sobre o assentamento de pisos cerâmicos pela técnica proposta são superiores aos obtidos pela técnica convencional, comprovando que as máquinas e ferramentas propostas aumentam a eficiência da técnica de assentamento de revestimentos cerâmicos.

5. REFERÊNCIA

_____. **NBR 13280:** Argamassas de assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos: determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13753:** Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

BAÚ, Marli Teresinha. **Avaliação da influência de máquinas e ferramentas nas técnicas de assentamento de pisos cerâmicos.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

POZZOBON, Cristina Eliza; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. Atualizando o levantamento de inovações tecnológicas simples em obra. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2004. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 22 mar. 2006.

POZZOBON, Cristina Eliza; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. Atualizando o levantamento de inovações tecnológicas simples em obra. In:

ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo:[s. n.], 2004. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em: 22 mar. 2006.

REIS, Rubens José Pedrosa; NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Sistema de revestimento cerâmico:** Consultare, Cecrisa Revestimentos Cerâmicos S.A. Belo Horizonte: Curso de Engenharia Civil da FE-FUMEC, 2004. Disponível em: www.cecrisa.com.br/principal/dados/sistema_revestimentos.pdf. Acesso em: 12 mar. 2006.

ROMAN, Humberto Ramos et al. Desenvolvimento de técnicas de avaliação e critérios de desempenho de materiais e componentes da construção. Departamento de Engenharia Civil, Grupo de Pesquisa em Construção, Grupo de Desenvolvimento de Sistemas em Alvenaria, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <www.habitare.org.br>. Acesso em: 21 mar. 2006.