

Análise Comparativa de Métodos para a Determinação da Resistência ao Escorregamento

**G. Silva^a, A. Muñoz^a, C. Felú^a, C. Rodriguez^a,
J. A. Pascual^b, C. Soler^c**

^a*Instituto de Tecnologia Cerâmica (ITC)*

Associação de Pesquisa das Indústrias Cerâmicas

Universidade Jaume I. Castellón. Espanha

^b*Ferro Enamel Espanhola, S.A.*

^c*Taulell, S.A.*

Resumo: A falta de padronização nos ensaios de resistência ao escorregamento de pisos cerâmicos é um empecilho à exportação destes produtos. O presente trabalho avalia e compara os quatro métodos descritos nos projetos de normas internacionais e europeia de determinação da resistência ao escorregamento de revestimentos cerâmicos, buscando correlações entre os coeficientes de atrito estático e dinâmico.

Palavras-chaves: *resistência ao escorregamento, coeficiente de atrito, revestimentos cerâmicos*

1. Introdução

A resistência ao escorregamento é uma das características incluídas no Mandate M/119 “Floorings” do “Construction Products Directive” (CPD 89/106), como requisito para as exigências do mercado Comum Europeu de revestimentos cerâmicos destinados ao revestimento de solos, embora o ensaio somente será exigido quando houver uma exigência aplicável no país importador. Apesar do trabalho desenvolvido pelo Comitê Europeu de Normalização ser voltado à adoção de um único método de teste, válido para todos os tipos de materiais, a dificuldade no estabelecimento dos acordos necessários, tanto no âmbito nacional como entre os representantes dos distintos países envolvidos, ocasiona um período de transição demorado até que se disponha de um método Europeu padronizado. Até que este momento chegue, os fabricantes espanhóis de pavimentos serão forçados a verificar a resistência ao escorregamento de seus produtos, de acordo com os métodos preestabelecidos nas distintas regulamentações nacionais dos países de destino.

2. Procedimento Experimental

Para determinar a equivalência entre os quatro métodos descritos nos projetos de normas internacionais

(ISO/DIS 10545-17) e europeia (prEN 13552), as medidas estão sendo realizadas na determinação do coeficiente de atrito a úmido de uma extensa gama de pavimentos cerâmicos, com características superficiais que vão desde superfícies de pavimentos cerâmicos polidos até materiais com elevada rugosidade. Considerando que a resistência ao escorregamento não é uma propriedade intrínseca do material, mas sensivelmente dependente do estado da superfície (impregnação, veículo intermediário, contaminantes), decidiu-se unificar as condições do ensaio para todos os métodos eliminando erros alheios aos dispositivos de ensaio. As condições de ensaio são detalhadas na Tabela 1.

Além do que, no caso do método da rampa inclinada (baseado na norma DIN 51130), os calçados de segurança padrão foram substituídos por calçados comerciais com sola de borracha lisa, por considerar que o uso dos calçados propostos pela norma é pouco representativo nas condições reais de uso.

3. Resultados

Na Fig. 1 estão representados, de forma comparativa, os valores de coeficientes de atrito estático a úmido frente

Tabela 1. Condições de ensaio.

Método de Ensaio	Tipo de deslizador	Dureza IRHD	Superfície
Deslizador autopropulsado (equipamento Tortus®)	Borracha lisa 4S	96 ± 2	Saturação com água destilada + tensoativo
Deslizador estático (dinamômetro horizontal)			
Pêndulo de fricção (TRRL)			
Rampa	Calçado comercial com sola lisa de borracha	55 ± 5	

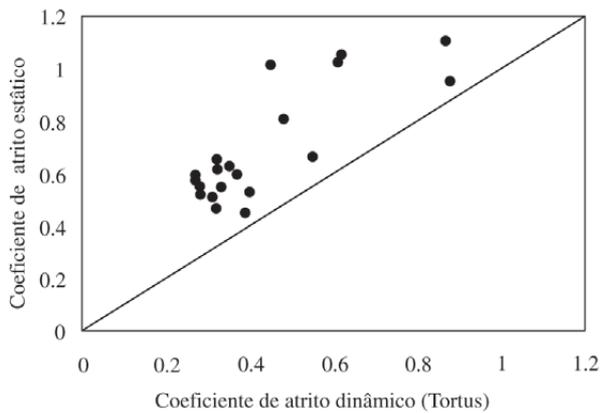


Figura 1. Comparação estático/dinâmico (Tortus).

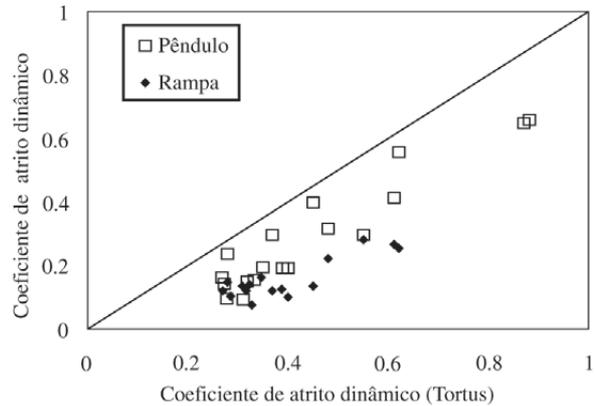


Figura 2. Comparação entre os métodos dinâmicos.

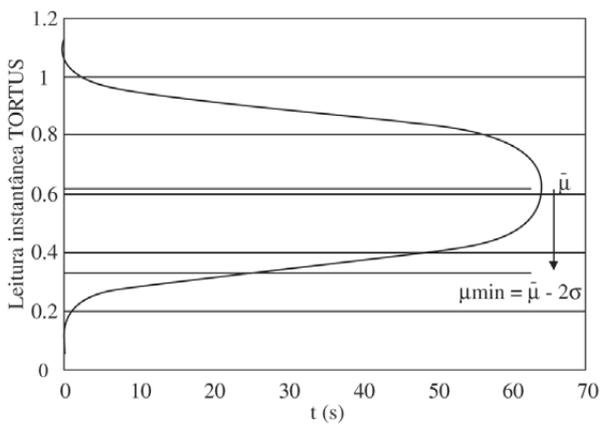


Figura 3. Leitura instantânea com o equipamento Tortus.

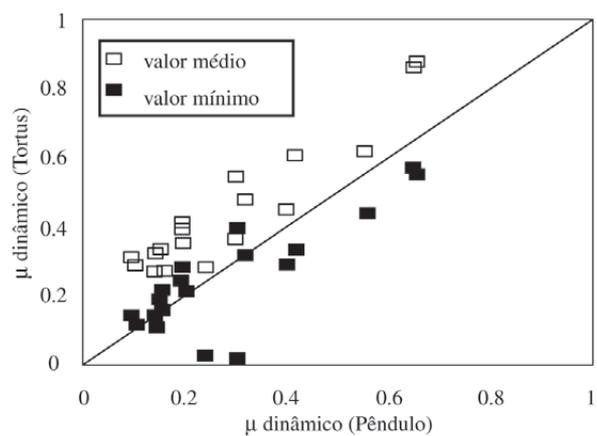


Figura 4. Correlação Pêndulo/Tortus.

aos resultados de coeficientes de atrito dinâmico obtidos com o equipamento Tortus.

A comparação dos resultados obtidos confirmou que o coeficiente de atrito estático sempre apresenta valores maiores, assim como uma maior dispersão. Isto é devido a sensível diferença existente entre os dois mecanismos de

atrito, o que torna impossível estabelecer uma correlação entre os dois parâmetros.

Para comparar os valores do ângulo crítico de escorregamento (α) obtidos no ensaio de rampa inclinada com os valores de coeficientes de atrito dinâmico (μ), considerou-se em uma primeira aproximação a relação $\mu = \text{tg } \alpha$.

Como pode-ser observado na Fig. 2, não há uma correlação definida entre os dois métodos de ensaio, obtendo-se valores maiores com o equipamento Tortus para todos os materiais, com exceção para os pisos com superfície muito rugosa ($\mu > 0,8$). De maneira similar, apesar de apresentarem um certo alinhamento, os resultados obtidos com o pêndulo de atrito são menores que os resultados com o equipamento Tortus, em todos os tipos de superfícies ensaiadas.

Com relação à adequação dos métodos dinâmicos para reprodução das condições reais do uso, estudos comparativos entre os valores obtidos nos ensaios e a apreciação do risco de escorregamento estimado pelos usuários¹ indicam que o método do pêndulo apresenta correlação adequada, enquanto que o equipamento Tortus pode gerar resultados demasiadamente otimistas em condições de solos úmidos. Tendo em conta que o equipamento Tortus percorre aproximadamente 1 m para determinar o coeficiente de atrito dinâmico, o valor obtido reflete somente uma média dos valores da superfície, mascarando, assim, a existência de zonas na peça com valores de coeficientes de atrito inferiores (Fig. 3). Dado que o risco de quedas por escorregamento está mais associado ao valor mínimo do coeficiente de atrito do que com a média da superfície, seria mais apropriado avaliar os resultados em termos deste valor.

Analisando os resultados do equipamento Tortus com base no valor mínimo ($\mu_{\text{mínimo}} = \mu_{\text{médio}} - 2\sigma$) definido para garantir uma probabilidade de ser superado acima de 95%, e comparando-os com os resultados do pêndulo de atrito (Fig. 4), a correlação entre os dois parâmetros melhora em todo o intervalo de valores. Somente para casos em que os pavimentos apresentam relevos superficiais observa-se um distanciamento dos resultados frente à correlação. Sobre

este tipo de superfície, o dispositivo vibra excessivamente e altera os resultados, gerando elevados valores de desvio-padrão.

4. Conclusões

- Pôde-se comprovar que não é possível estabelecer uma correlação entre os valores de coeficiente de atrito estático e dinâmico, provavelmente devido às diferenças no mecanismo de atrito nas duas situações.
- Não foi possível estabelecer uma correlação adequada entre os valores do ângulo crítico obtidos pelo método da rampa inclinada e os resultados dos métodos dinâmicos, mesmo realizando o ensaio em condições equivalentes de saturação com água. Estas diferenças podem ter sido originadas pelo uso de deslizadores de borracha de diferentes durezas, ou da interpretação simplificada dos valores de ângulo crítico ($\mu = \text{tg } \alpha$) que não contemplam os aspectos ergonômicos do caminhar humano.
- Os métodos dinâmicos (Tortus e pêndulo de atrito) apresentam uma certa correlação em condições de ensaio equivalentes (fluido intermediário, tipo e dureza do deslizador, análise por valor mínimo), apesar do equipamento Tortus ser apropriado somente para medidas de superfícies com geometria plana.

5. Referências Bibliográficas

1. Dravitzki, V.K.; Potter, S.M. The use of the tortus and the pendulum with the 4S rubber for the assessment of slip resistance in the laboratory and the field, *J. Test. Eval.*, 25, p. 127-134, 1997.