

Validação do abrasímetro para teste de revestimentos cerâmicos de acordo com a norma UNE 138001

Maria Eduarda Zanco da Silva^a, Laura Savi Rosso^{a*}, Maria Laura Mezzari Mariot^a, Natalia da Coreggio Redivo^a, Aline Bartosiak Rodrigues Peruchi^a, Juliana de Oliveira Menegon^a, Aline Demarch^a, Angela Waterkemper^a

^aMohawk Brasil, Rua Maximiliano Gaidzinski 245, Cocal do Sul, Santa Catarina, Brasil

*e-mail: laurasavirosso@hotmail.com

Resumo:

Os revestimentos cerâmicos são valorizados por sua durabilidade e estética, por este motivo, a resistência ao desgaste é essencial para preservar a aparência e a funcionalidade dos produtos, principalmente em pisos expostos ao tráfego constante. A avaliação da abrasão superficial é realizada por meio de normas padronizadas, como a ISO 10545-7, utilizando o abrasímetro, que objetiva simular o desgaste real aplicando cargas abrasivas específicas. Os resultados obtidos são analisados visualmente e classificados pelo método PEI, que avalia a resistência do material em função do número de ciclos suportados. Como alternativa, a norma UNE 138001 propõe mudanças significativas nos métodos, substituindo esferas de aço por um dispositivo cilíndrico de aço e coríndon por quartzo, com quantidades variáveis conforme os ciclos. Ambos os métodos simulam o desgaste provocado pelo tráfego, mas apresentam diferenças nos materiais e na configuração dos dispositivos. Diante disso, a validação dos métodos e equipamentos utilizados nos ensaios é crucial para garantir a confiabilidade dos resultados e identificar melhorias nos processos. Este trabalho tem como objetivo validar o abrasímetro conforme a norma UNE 138001, realizando ensaios, comparando normas, coletando dados e avaliando os resultados para assegurar sua aplicabilidade prática. Para isso, amostras de vidro float foram inicialmente medidas quanto ao brilho e, em seguida, submetidas ao processo de desgaste conforme a norma UNE. Quatro testes foram conduzidos, com ajustes nos procedimentos, como o lixamento das borrachas do dispositivo e a substituição do funil de vidro por um de plástico, para melhorar a distribuição do material abrasivo. Os resultados mostraram que, após as correções, todos os corpos de prova restantes atenderam aos requisitos da norma UNE 138001, validando o equipamento para a realização de ensaios de abrasão superficial. Este estudo contribui para a compreensão dos métodos de avaliação da resistência à abrasão em materiais cerâmicos e assegura a confiabilidade do abrasímetro na aplicação prática desses ensaios.

Palavras-Chave: Resistência à abrasão, UNE 138001, revestimentos cerâmicos, validação.

1. INTRODUÇÃO:

Nos revestimentos cerâmicos, os consumidores valorizam principalmente a durabilidade e o aspecto final do produto. Nesse contexto, o esmalte cerâmico desempenha um papel essencial nas propriedades finais do revestimento. Sua função é, sobretudo, estética, conferindo beleza ao produto, mas também inclui a impermeabilização, que facilita a higienização e a obtenção de propriedades antiderrapantes graças à rugosidade e ao atrito gerados [1]. Contudo, a superfície esmaltada dos materiais cerâmicos pode se alterar ao longo do tempo devido à exposição a fatores mecânicos,

biológicos, físicos ou químicos [2]. Sendo assim, essa camada de esmalte é projetada para proteger o produto, evitando que o desgaste abrasivo comprometa principalmente o efeito decorativo [3].

Neste sentido, a resistência ao desgaste torna-se uma das características mais críticas dos revestimentos cerâmicos esmaltados, tanto para preservar sua estética quanto para garantir a vida útil dos produtos. Essa propriedade é particularmente relevante no contexto da construção e do desempenho de materiais utilizados em pisos de edifícios, sujeitos ao tráfego constante de pessoas e objetos [4].

A avaliação da resistência à abrasão superficial é realizada por meio de ensaios padronizados, como a norma ISO 10545-7 [6], que simulam o desgaste mecânico da superfície ao longo do tempo. Esses testes são conduzidos com o uso de equipamentos como o abrasímetro, o qual tem por objetivo simular as condições de uso [5,6].

O abrasímetro é utilizado para provocar desgaste no material cerâmico por meio de ação mecânica, aplicando uma carga abrasiva específica composta por esferas de aço, coríndon e água. Essa carga é distribuída de forma rotativa sobre a superfície do revestimento cerâmico, seguindo um número de giros e ciclos previamente definidos. A análise dos resultados é realizada por inspeção visual, comparando os corpos de prova ensaiados com padrões não submetidos ao teste. Os materiais são então avaliados de acordo com o método PEI (Porcelain Enamel Institute) e classificados com base no número de ciclos que o material resistiu, como descrito na Tab.1 [5, 6, 7].

Tabela 1. Classificação do PEI de acordo com o número de ciclos [6]

Classe	Número de ciclos
0	100
1	150
2	600
3	750, 1.500
4	2.100, 6.000, 12.000
5	>12.000

Paralelamente, a norma UNE 138001 [8] foi introduzida como uma alternativa à ISO 10545-7 para a avaliação da abrasão superficial de materiais cerâmicos. Essa norma apresenta diferenças significativas em relação à ISO 10545-7, particularmente na escolha dos materiais abrasivos e na configuração dos dispositivos utilizados [6,8]. Enquanto a ISO 10545-7 [6] especifica o uso de esferas de aço, coríndon e água em quantidades fixas, independentes do número de ciclos realizados, a UNE 138001 [8] adota um dispositivo cilíndrico de aço com três pontos de apoio em borracha, dispostos simetricamente em ângulos de 120°, conforme ilustrado na Fig.1. Além disso, o coríndon é substituído por quartzo, cuja quantidade varia de acordo com o número de ciclos realizados, conforme indicado na Tab.2 [8].

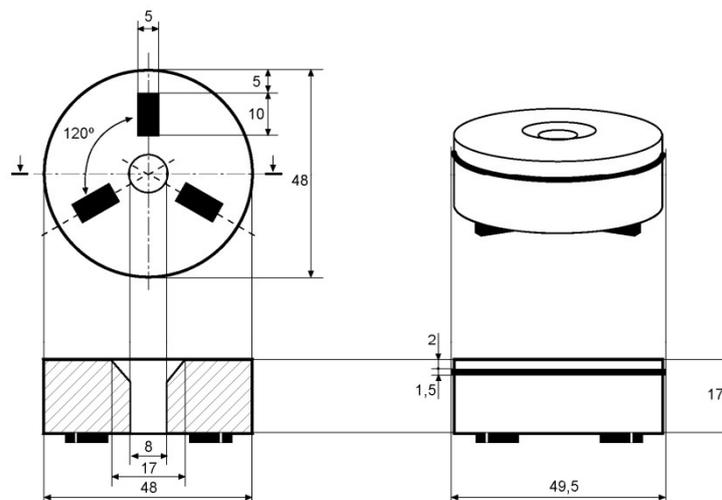


Figura 1. Dispositivo cilíndrico de aço [8]

Tabela 2. Relação entre o número de ciclos e a quantidade de abrasivo [8]

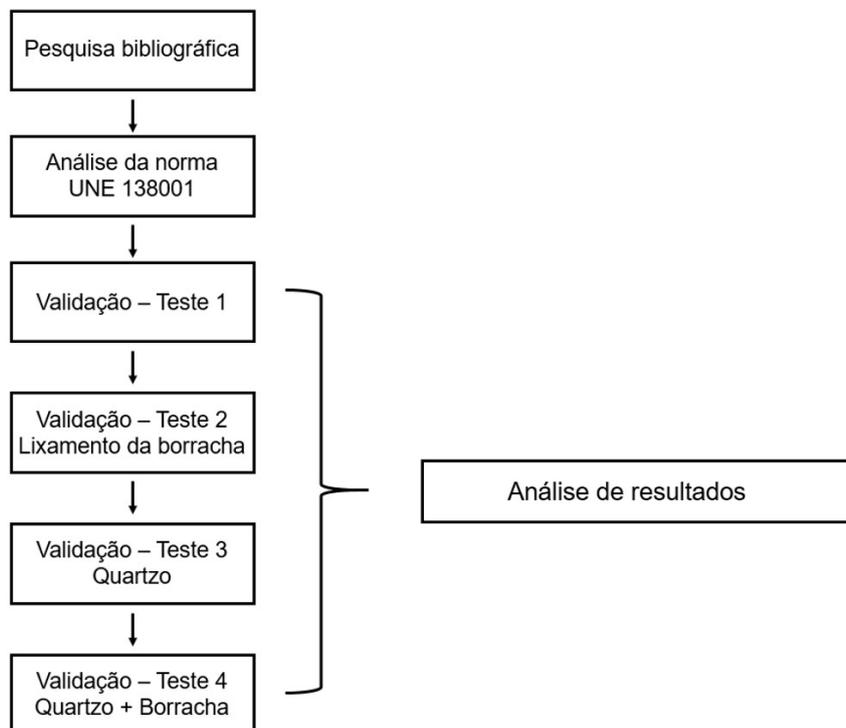
Número de ciclos	Abrasivo (g)
125	0,12
250	0,25
500	0,50
1.000	1,00
2.500	2,50

Neste ensaio, os corpos de prova são fixados por um suporte rígido de PVC, garantindo uma pressão exercida constantemente na superfície da placa cerâmica. A estrutura também possui uma perfuração central, onde ocorre a introdução do material abrasivo estabelecido, e que é distribuído sobre a superfície do corpo de prova durante a movimentação do equipamento, simulando assim, o desgaste provocado pelo tráfego de pessoas e cargas [8].

Dada a existência de dois métodos distintos para avaliar a mesma característica, a resistência ao desgaste, a validação dos equipamentos e dos procedimentos utilizados nos ensaios de abrasão superficial torna-se fundamental para assegurar a confiabilidade dos resultados e sua aplicabilidade prática. A análise de parâmetros como a perda percentual de brilho e a comparação entre normas diferentes oferecem uma oportunidade para identificar melhorias nos processos e nos próprios equipamentos. Assim, o objetivo principal deste trabalho é validar o abrasímetro como equipamento a ser utilizado nos ensaios de abrasão superficial, conforme os critérios estabelecidos pela norma espanhola UNE 138001 [8]. Para alcançar esse objetivo, o estudo abrange a revisão bibliográfica dos métodos, equipamentos e normas existentes, a execução de ensaios baseados na norma UNE 138001 [8], além da coleta e análise de dados, comparação dos resultados obtidos e o registro do progresso alcançado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS:

O estudo tem por objetivo validar a utilização do abrasímetro de acordo com a norma UNE 138001 [8], e o fluxograma da Fig.2 apresenta as etapas para o desenvolvimento do trabalho proposto.

**Figura 2.** Etapas para o desenvolvimento do trabalho

Para a construção do trabalho, iniciou-se uma pesquisa bibliográfica visando abordar as normas referentes ao ensaio de desgaste por abrasão superficial, UNE 138001 [8] e ISO 10545-7 [6], com o objetivo de definir suas diferenças quanto aos métodos e ensaios, equipamentos utilizados e como ocorre a validação dos mesmos.

A parte prática iniciou com a medição do brilho de nove amostras de vidro float, material escolhido para os testes. A medição foi realizada utilizando um medidor de brilho (Glossmeter Konica Minolta BE110411) com o ângulo de 60°, sendo medida exclusivamente a região central dos vidros, uma vez que a área a ser desgastada é pequena. Para garantir maior precisão, utilizou-se um pano preto abaixo dos vidros, evitando interferências da reflexão do brilho em outras superfícies.

Durante a pesquisa, realizou-se um total de quatro testes até se atingir um resultado completamente satisfatório e de acordo com os padrões estabelecidos pela norma UNE 138001, onde estipula-se que um resultado satisfatório deve atender os padrões percentuais de perda de brilho no centro da placa de $(80 \pm 5)\%$ [8].

Inicialmente, os vidros float foram numerados de 1 a 9 conforme suas posições no abrasímetro (Gabielli modelo W1). O dispositivo foi centralizado nos vidros, assegurando que a face flotada estivesse devidamente orientada para os ensaios. Assim, deu-se início ao Teste 1, seguindo a norma UNE 138001 [8]. O teste considerou o desgaste causado pela abrasão da borracha, acoplada à caçapa do dispositivo, e de 0,1 g de quartzo, material abrasivo inserido no orifício central do dispositivo com o auxílio de um funil de vidro. O sistema foi submetido a um ciclo de 300 giros.

Após a realização desse teste, as borrachas do dispositivo foram submetidas a um lixamento utilizando uma lixa de 400 grãos, garantindo um desgaste uniforme. Em seguida, o teste foi repetido, considerando o desgaste provocado pela abrasão da borracha lixada e de 0,1 g de quartzo, novamente inserido no orifício central do dispositivo com o auxílio de um funil de vidro. O sistema foi submetido, mais uma vez, a um ciclo de 300 giros. Esse procedimento caracterizou o Teste 2.

No Teste 3, as configurações do Teste 2 foram mantidas, com a substituição do funil de vidro por um de plástico para a inserção das amostras de quartzo no sistema.

Por fim, no Teste 4, as configurações do Teste 3 foram preservadas, realizando-se apenas um novo lixamento das borrachas. Esse procedimento visou assegurar que todo o sistema estivesse adequado e as borrachas uniformemente desgastadas.

Ao final de cada teste, os corpos de prova foram limpos com álcool 96° e secos, sendo então realizada a medição do brilho final no mesmo local da medição inicial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Neta etapa são apresentados os resultados dos quatro testes realizados, organizados por meio de tabelas. Cada tabela mostra as variáveis analisadas, permitindo uma visualização precisa e comparativa dos dados obtidos, facilitando a interpretação e análise dos resultados. Nas tabelas, também consta o parecer de aprovação ou reprovação das amostras, baseado nos critérios estabelecidos pela norma UNE 138001 [8]. Conforme já descrito, a verificação será considerada "aprovada" se a perda de brilho no centro do corpo de prova for de $(80 \pm 5)\%$.

A Tab.3 mostra os resultados obtidos no primeiro teste realizado, o qual utilizou como material abrasivo apenas a borracha acoplada à caçapa do dispositivo.

Conforme é possível identificar na Tab.3, utilizando apenas a borracha, o dispositivo não sofreu nenhuma modificação, entretanto somente os corpos de prova 5 e 7, das nove provas, apresentaram resultados dentro dos padrões, isto é, com uma perda de brilho superior a 75%.

Diante disso, o Teste 2 foi realizado após o lixamento das borrachas do dispositivo. Essa etapa foi realizada com base na hipótese levantada durante o estudo, que sugeria que o uso das borrachas sem lixamento poderia comprometer a adequação dos dispositivos e ter sido a causa do desacordo com a norma observada no teste inicial. Desta forma, a Tab.4 apresenta os resultados deste segundo teste.

Ao analisar os resultados apresentados na Tab.4, constatou-se que, mesmo após o lixamento das borrachas, todos os corpos de prova permaneceram fora dos padrões estabelecidos. Contudo, durante a execução do Teste 2, observou-se que o funil de vidro utilizado estava retendo parte do quartzo empregado, reduzindo a abrasividade do sistema. Para o Teste 3, essa limitação foi corrigida

substituindo o funil de vidro por um de plástico. Os resultados obtidos nesse terceiro teste estão disponíveis na Tab.5.

Tabela 3. Teste 1 (Material abrasivo: borracha na condição normal + 0,1 g de quartzo adicionado com funil de vidro)

Posição	Brilho inicial	Brilho final	% Perda	Parecer
1	135,1	47,4	65%	Reprovado
2	133,8	34,7	74%	Reprovado
3	133,3	41,9	69%	Reprovado
4	134,2	40,1	70%	Reprovado
5	134,7	24,5	82%	Aprovado
6	134,1	36,7	73%	Reprovado
7	133,8	32,2	76%	Aprovado
8	134,2	36,9	73%	Reprovado
9	134,5	37,7	72%	Reprovado

Tabela 4. Teste 2 (Material abrasivo: borracha lixada uma vez + 0,1 g de quartzo adicionado com funil de vidro)

Posição	Brilho inicial	Brilho final	% Perda	Parecer
1	135,2	47,7	65%	Reprovado
2	136	46,1	66%	Reprovado
3	136,5	43,7	68%	Reprovado
4	135,7	62,3	54%	Reprovado
6	133,3	39,8	70%	Reprovado
8	135,8	36,2	73%	Reprovado
9	135,4	39,9	71%	Reprovado

Tabela 5. Teste 3 (Material abrasivo: borracha lixada uma vez + 0,1 g de quartzo adicionado com funil de plástico)

Posição	Brilho inicial	Brilho final	% Perda	Parecer
1	131,3	36,5	72%	Reprovado
2	131,2	36,3	72%	Reprovado
3	130,7	39,1	70%	Reprovado
4	129,8	37,7	71%	Reprovado
6	131,2	37,8	71%	Reprovado
8	132,4	33,5	75%	Aprovado
9	129	31,2	76%	Aprovado

Conforme observado na Tab.5, apenas os corpos de prova 8 e 9 apresentaram resultados dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma. Diante disso, no último teste, as borrachas do dispositivo foram novamente submetidas a um processo de lixamento, pois apresentavam ranhuras e desalinhamento que impactavam os resultados finais. Após assegurar que todas as borrachas estavam devidamente lixadas e alinhadas, o procedimento foi repetido com os corpos de prova restantes, considerando que, ao longo dos testes, alguns deles sofreram danos. Os resultados desse último teste estão apresentados na Tab.6.

Tabela 6. Teste 4 (Material abrasivo: borracha lixada pela segunda vez + 0,1 g de quartzo adicionado com funil de plástico)

Posição	Brilho inicial	Brilho final	% Perda	Parecer
1	133,6	32,2	76%	Aprovado
2	130,7	31,7	76%	Aprovado
3	130,4	31,3	76%	Aprovado
4	131,3	31,7	76%	Aprovado
6	130,2	31,2	76%	Aprovado

Como mostra a Tab.6, como resultado, todos os corpos de prova restantes apresentaram resultado positivo e dentro dos padrões estabelecidos pela norma UNE 138001 [8]. Desse modo, superando todas as hipóteses levantadas para não obtenção de um resultado satisfatório, conseguiu-se alcançar a validação do equipamento abrasímetro de acordo com a norma espanhola UNE 138001 [8], aprovando o equipamento para a realização dos ensaios de abrasão superficial considerando a configuração do último teste realizado, pois foi obtido um resultado satisfatório conforme a norma UNE, com perda de brilho de 76% do vidro float, dentro da faixa estabelecida de $(80\pm 5)\%$.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS:

A avaliação da resistência à abrasão superficial é um aspecto crucial para garantir a durabilidade e a qualidade estética dos revestimentos cerâmicos. Sendo assim, este estudo teve como objetivo validar o abrasímetro de acordo com os critérios estabelecidos pela norma UNE 138001, abordando os métodos de avaliação de resistência à abrasão superficial para revestimentos cerâmicos. Ao longo dos testes realizados, foi possível identificar e corrigir diversas limitações no processo, como o uso inadequado de funil de vidro e a necessidade de lixamento adicional das borrachas do dispositivo, o que impactou diretamente nos resultados. Pela análise dos dados, foi possível garantir que as amostras testadas atendiam aos parâmetros exigidos, especialmente no que se refere à perda de brilho no centro das placas, seguindo os padrões da norma UNE.

Os resultados finais confirmaram que, após ajustes nos procedimentos e equipamentos, o abrasímetro validado mostrou-se adequado para a execução dos ensaios de abrasão superficial, com todos os corpos de prova obtendo desempenho satisfatório. Essa validação assegura que o equipamento está apto a fornecer resultados consistentes e confiáveis, permitindo sua aplicação na avaliação da resistência à abrasão de materiais cerâmicos, essencial para garantir a durabilidade e a qualidade estética desses revestimentos. O estudo também contribuiu para o entendimento das diferenças entre as normas UNE 138001 e ISO 10545-7, evidenciando a importância da escolha adequada dos procedimentos e equipamentos na obtenção de resultados precisos e replicáveis.

5. CONCLUSÕES:

O estudo validou o uso do abrasímetro para ensaios de abrasão superficial conforme a norma UNE 138001. Durante os testes, ajustes foram necessários, garantindo maior precisão na distribuição do material abrasivo. Após essas correções, todos os corpos de prova atenderam aos requisitos estabelecidos, confirmando a adequação do equipamento para a avaliação da resistência à abrasão em materiais cerâmicos. Dessa forma, a pesquisa assegura a confiabilidade dos ensaios realizados com o abrasímetro e contribui para a melhoria dos métodos de avaliação da durabilidade desses revestimentos.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao Colégio Maximiliano Gaidzinski e ao Departamento de Garantia da Qualidade da Empresa Mohawk Brasil, bem como aos seus colaboradores, pela disponibilização dos equipamentos, colaboração e orientação.

REFERÊNCIAS:

- [1] Montazeri F, Ahmadi H R, Ghahari M, 2023. Creating anti-slip properties in porcelain floor tiles by recycling alumina rollers from tile kilns. *Construction and Building Materials* 401, 132969. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132969>
- [2] Oliveira A P N, Alarcon O E, 2011. Desgaste por abrasão de esmaltes cerâmicos. *Cerâmica Industrial* 3, 16, 17-24.
- [3] Melchiades F G, Rego B T, Higa S M, Alves H J, Boschi A O, 2010. Factors affecting glaze transparency of ceramic tiles manufactured by the single firing technique. *Journal of the European Ceramic Society* 30, 12, 2443-2449. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2010.04.030>
- [4] Yu Y, Su H, Xiao J, Yuan F, Gu X, Peng C, Wu J, 2019. Study of a quantitative method to evaluate the wear resistance of glazed tiles. *International Journal of Applied Ceramic Technology* 17, 3, 1063-1070. <http://dx.doi.org/10.1111/ijac.13354>

- [5] Mattos A S, 2011. Influência da geometria de aplicação serigráfica e da fração de área de cobertura nas características superficiais de revestimentos esmaltados com matriz vitrocerâmica reforçado com ZrSiO₄. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina.
- [6] ISO 10545-7, 2016. Placas cerâmicas parte 7: determinação da resistência à abrasão superficial de placas esmaltadas. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- [7] Abitante A L R, Bergmann C P, Ribeiro J L D, 2004. Considerações sobre a durabilidade de placas cerâmicas esmaltadas solicitadas por abrasão. *Cerâmica Industrial* 3, 16, 23-33.
- [8] UNE 138001, 2008. Resistencia al desgaste por tránsito peatonal de pavimentos cerâmicos: recomendaciones para la selección en función del uso previsto. AENOR, Normalización Española.