

Artigo Técnico

^a Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A, São Paulo-SP, Brasil.

^b Docente do Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A, São Paulo-SP, Brasil.

^c Pesquisador do Laboratório de Materiais para Produtos de Construção - LMPC, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A, São Paulo-SP, Brasil.

^d Pesquisadora do Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos - LTDC, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A, São Paulo-SP, Brasil.

^e Consultor da LITHOTEC - Consultoria em Granitos e Mármore.

*e-mail: viniciusalface94@gmail.com

Avaliação comparativa de dados de ensaios de resistência à abrasão aplicados em rochas ornamentais em granitos e mármore.

Comparative evaluation of data from abrasion resistance tests applied to granite and marble ornamental rocks.

Vinicius Santiago Alface^{a*}, Valdecir Angelo Quarcioni^{b,c}, Cristina Kanaciro^d, Eleno de Paula Rodrigues^e

Palavras-chave: Ensaio tecnológico; Granito; Mármore; Resistência à abrasão; Rocha ornamental.

Keywords: *Technological test; Granite; Marble; Abrasion resistance; Ornamental rock.*

Resumo

A normativa brasileira de rochas ornamentais apresenta deficiências na sua abrangência e abordagem, em particular em relação ao parâmetro resistência à abrasão. Verifica-se carência de normas técnicas nacionais específicas de abrasão para rochas ornamentais. Este estudo experimental envolveu dois diferentes ensaios de resistência à abrasão, aplicando-se em granitos e em mármore de cinco distintas tonalidades. Esses ensaios originalmente foram desenvolvidos e/ou aplicados nas áreas de concreto e cerâmicas, embora sendo empregados pelo mercado de rochas ornamentais. Os ensaios realizados demonstraram diferenças significativas na resistência à abrasão entre os mármore e granitos analisados, com os granitos apresentando, em média, maior resistência ao desgaste em ambos os métodos avaliados. Essas diferenças foram particularmente evidentes nos dados de volume removido e redução de espessura, confirmando a superioridade dos granitos em aplicações que demandam maior durabilidade. Os resultados também evidenciaram que, embora os métodos AMSLER e de abrasão profunda apresentem algumas limitações em relação à comparação direta, suas medidas são complementares para caracterizar a resistência ao desgaste de rochas ornamentais.

Abstract

The Brazilian normative for ornamental rocks has deficiencies in its scope and approach, particularly regarding the abrasion resistance parameter. There is a lack of specific national technical standards for the abrasion resistance of ornamental rocks. This experimental study involved two different abrasion resistance tests applied to granite and marble in five distinct color variations. These tests were originally developed and/or applied in the concrete and ceramic fields, although they are currently employed in the ornamental rock market. The tests revealed significant differences in abrasion resistance between the analyzed marbles and granites, with granites generally exhibiting greater resistance to wear in both evaluated methods. These differences were particularly notable in the values of material volume removed and thickness reduction, confirming the superior durability of granites in demanding applications. The results also showed that, although the AMSLER and deep abrasion methods have some limitations for direct comparison, their measures are complementary for characterizing the wear resistance of ornamental rocks.

1 Introdução

Devido ao aumento da utilização de rochas ornamentais na construção civil e das exigências do mercado consumidor, visando a segurança e a durabilidade dos materiais utilizados, verifica-se o crescimento da necessidade de se caracterizar adequadamente as propriedades tecnológicas das rochas para o revestimento das edificações (SOSSAI, 2006). Uma das propriedades importantes da utilização de rochas ornamentais é a resistência a abrasão, que está ligada ao desgaste abrasivo (QUITETE, 2002). A abrasão é uma propriedade determinada principalmente quando a rocha é utilizada como revestimento de piso.

Pode-se notar, assim, uma alta demanda na construção civil por revestimentos com elevada vida útil e baixa manutenção. Desse modo, é importante estabelecer orientações comparativas entre diferentes ensaios de resistência à abrasão em rochas, visando fornecer melhores informações de resistência ao desgaste para a adequada especificação do material.

O ensaio mais utilizado para avaliar o desgaste de rochas ornamentais é o ensaio AMSLER (ABNT NBR 12042), que mede a redução da espessura da camada superficial da amostra após a realização do ensaio. Esse método pode ser comparado ao ensaio de abrasão profunda (ABNT NBR ISO 10545-6), que é menos conhecido no mercado de rochas ornamentais. Ambos os ensaios permitem que os resultados sejam expressos em termos de volume de material removido, proporcionando uma base comum para análise comparativa.

Assim sendo, será possível fornecer orientações comparativas com dados de dois ensaios de resistência à abrasão aplicados em rochas, como subsídio aos especificadores de rochas para o mercado, e pela disponibilização de opções desses ensaios tecnológicos para o desgaste de rochas.

Segundo Chiodi e Rodrigues (2009), a especificação de duas rochas de resistência à abrasão distintas para pisos de alto tráfego é um erro grave, pois as rochas sofrerão desgastes de maneira diferente ao longo de sua vida útil, prejudicando a estética e a funcionalidade do local. Outro exemplo de especificação incorreta são os mármore utilizados em degraus de escadas com alto tráfego, pois poderão sofrer o desgaste superficial no centro, já que haverá maior desgaste abrasivo nesta condição, acarretando riscos de graves quedas, devido a diferença de níveis entre as peças de piso.

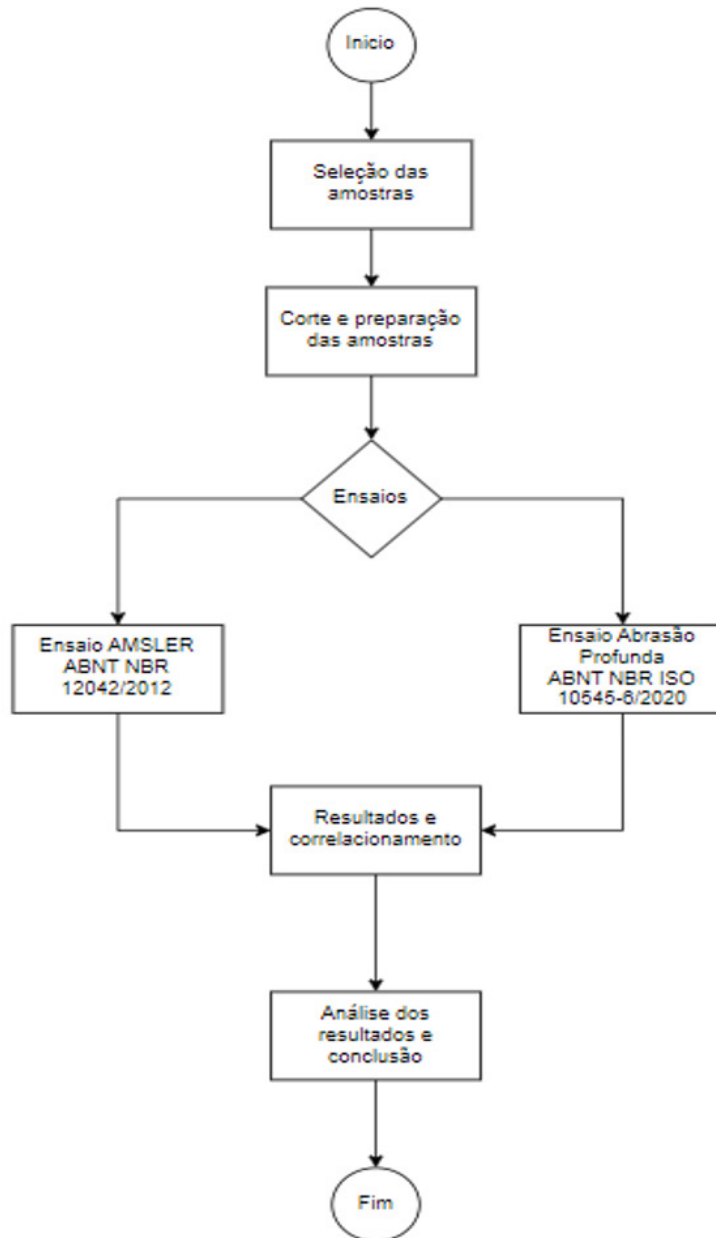
Um exemplo significativo de especificação inadequada de rochas ornamentais pode ser observado nos pisos do saguão de check-in do Aeroporto de Congonhas, um dos maiores do Brasil. Há uma discrepância evidente no comportamento ao desgaste entre as placas de Mármore Branco Espírito Santo e de Granito Preto São Gabriel, materiais com resistência ao desgaste consideravelmente diferentes. Essa disparidade resulta em degradação desigual das superfícies, como formação de desníveis e deformações localizadas no mármore, comprometendo tanto a funcionalidade quanto a segurança do piso. Essa especificação incorreta exige a implementação de um controle de manutenção mais frequente e rigoroso para mitigar riscos de acidentes e preservar a integridade da estrutura.

2 Programa Experimental de estudo

Verificou-se a oportunidade de poder contribuir para ampliar o conhecimento do comportamento de rochas ornamentais, especificamente quanto à abrasão, como suporte ao mercado nacional. Dessa forma, definiu-se um programa específico com aplicação de dois tipos de ensaios nacionais normatizados para avaliar a resistência à abrasão em granitos e mármore. Os ensaios de resistência à abrasão selecionados para este estudo estão relacionados a seguir e ilustrados na figura 1:

- A – Determinação do desgaste por abrasão – ABNT NBR 12042/2012. Este ensaio é também conhecido no meio técnico por Ensaio AMSLER;
- B – Determinação da resistência à abrasão profunda ABNT NBR ISO 10545-6/2017.

Figura 01 - Fluxograma do programa experimental de ensaios de abrasão.



Fonte: autoria própria (2021).

3 Amostras utilizadas no estudo

Para a seleção das amostras de mármore e granitos utilizados na construção civil e adequados a este estudo, foi realizada uma pesquisa de mercado abrangente. Foram conduzidas entrevistas em depósitos fornecedores de chapas de rochas da cidade de São Paulo, consultores especializados em rochas ornamentais e construtoras que frequentemente adquirem esses materiais. O objetivo foi identificar os materiais com maior demanda no mercado, considerando-se as tonalidades de cor mais comercializadas. As amostras selecionadas foram cedidas em chapas polidas pelas principais marmorarias da região de São Paulo, em uma iniciativa de apoio ao desenvolvimento tecnológico do setor de rochas ornamentais, reforçando a colaboração entre os agentes do mercado e a área de pesquisa e desenvolvimento. Dessa forma, foram selecionados os materiais descritos na **TABELA 1**.

Tabela 1 - Rochas ornamentais selecionadas para o estudo.

Rochas selecionadas	Nomenclatura comercial
Mármore Branco	Mármore Branco Espírito Santo (Rajado)
	Mármore Branco Pighês
	Mármore Branco Espírito Santo (P.V)
Granito Branco	Granito Branco Ceará
	Granito Branco Fortaleza
	Granito Branco Alpha
Mármore Preto	Mármore Nero Marquina Espanhol
	Mármore Nero Marquina Chinês
	Mármore Silver Portoro
Granito Preto	Granito Preto Via Láctea
	Granito Preto São Gabriel
	Granito Preto Absoluto
Mármore Cinzas	Mármore Carrara
	Mármore Gris Armani
	Mármore Paraná
Granito Cinzas	Granito Dallas
	Granito Arabesco
	Basalto Cinza
Mármore Beges	Mármore Crema Marfil
	Mármore Travertino Romano
	Mármore Travertino Nacional
Granito Beges	Granito Branco Siena
	Granito Branco Itaúnas
	Granito Aqualux
Mármore Marrons e Vermelhos	Mármore Bronze Armani
	Mármore Marrom Imperial
	Mármore Rosso Verona
Granito Marrons e Vermelhos	Granito Capão Bonito
	Granito Café Imperial
	Granito Marrom Guaíba

Fonte: autoria própria (2021).

Para este estudo, é importante destacar que, devido a questões de mercado, a composição mineralógica dos materiais nem sempre corresponde à nomenclatura comercial utilizada. Apesar disso, prevalece o uso das denominações 'mármore' para rochas carbonáticas e 'granito' para rochas silicáticas, refletindo assim uma prática consolidada no setor.

4 Métodos de determinação da abrasão em rochas

São detalhados e ilustrados, a seguir, os dois métodos de ensaio normalizados que são aplicados em rochas neste estudo.

4.1 Ensaio AMSLER – NBR 12.042/2012

Chiodi e Rodrigues (2009) apontam que existem vários ensaios de resistência à abrasão para rochas ornamentais, porém o mais conhecido e normatizado pela ABNT é o ensaio conhecido como AMSLER, que consiste em dois corpos de prova friccionados em areia quartzosa selecionada, como descrito a seguir.

Segundo a norma ABNT 12.042 (2012), os corpos de prova devem ter a forma de um paralelepípedo regular, com base medindo aproximadamente 70 mm e com altura entre 25 mm e 50 mm. Os dois funis devem ser providos de areia seca nº 50, conforme ABNT NBR 7214, e o aparato deve disponibilizar a regulagem da vazão.

Após o posicionamento das amostras no equipamento AMSLER (Foto 2), deve ser aplicada uma carga de 66N sobre cada amostra. O resultado do ensaio é obtido medindo-se a redução de espessura do corpo de prova (em milímetros), determinada após 500 e 1000 giros da roda de fixação dos corpos-de-prova no equipamento.

Figura 2 - Equipamento AMSLER para determinação do desgaste por abrasão.



Fonte: Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos – LTDC/IPT.

4.2 Ensaio de abrasão profunda – NBR ISO 10.545-6/2020

O ensaio, conforme especifica a ABNT NBR ISO 10.545-6/2020, é realizado em um aparelho denominado abrasímetro (FIGURA 3), o qual é composto por um disco rotativo de aço, uma caixa de armazenagem de material abrasivo, um funil de escoamento para saída do material abrasivo, um suporte para o corpo de prova e um contrapeso.

Figura 3 - Máquina para a determinação do desgaste por abrasão profunda.



Fonte: Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos – LTDC/IPT.

Moreiras e Paraguassú (2012) destacam que esse ensaio foi inicialmente desenvolvido para a determinação da resistência à abrasão profunda de peças cerâmicas não esmaltadas para revestimento de piso, no entanto, atualmente, é utilizado em rochas ornamentais.

Para a realização do ensaio, depois de lavadas e secas, as amostras são posicionadas no equipamento, de forma que o disco rotativo fique na perpendicular. Quando o maquinário é ligado, a velocidade de rotação é de 75 ± 5 rpm, e o abrasivo é ajustado de maneira a $100 \pm 0,05$ g cair uniformemente a cada 100 ± 5 rotações. O ensaio encerra após 150 rotações e a amostra é retirada. O volume do material removido (depressão) é obtido pelas equações 1 e 2.

Após a realização do ensaio, procede-se então a avaliação da amostra e calcula-se o volume correspondente.

O resultado do ensaio é expresso pelo volume de material retirado da amostra e obtido por meio da seguinte expressão:

$$v = \left(\frac{\pi \times \alpha}{180} - \text{sen}\alpha \right) \times \left(\frac{h \times d^2}{8} \right) (\text{mm}^3) \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

$$\text{sen}\alpha = \frac{2 \times C_{\text{cav}}}{d} \quad \text{Eq. 2}$$

Sendo:

v = volume de material removido, em mm³;

d = diâmetro do disco rotativo, em mm;

h = espessura do disco rotativo, em mm;

α = ângulo correspondente ao centro do disco até a cavidade, em graus;

C_{cav} = comprimento da cavidade, em mm.

Fonte: ABNT NBR ISO 10.545-6/2020

5 Resultados dos ensaios de abrasão

5.1 Resultados do ensaio AMSLER

A TABELA 2, a seguir, refere-se aos resultados obtidos após a realização do ensaio AMSLER. As medidas foram tomadas em dois intervalos distintos, após 500 giros e após 1000 giros do equipamento.

Tabela 2 - Resultados dos ensaios AMSLER

Amostras de rochas ensaiadas	Desgaste após 500 giros, em mm	Desgaste após 1000 giros, em mm
Basalto Cinza	0,41	0,84
Granito Aqualux	0,37	0,79
Granito Arabesco	0,35	0,79
Granito Branco Alpha	0,33	0,75
Granito Branco Ceará	0,30	0,64
Granito Branco Fortaleza	0,38	0,82
Granito Branco Itaúnas	0,47	0,94
Granito Branco Siena	0,40	0,82
Granito Capão Bonito	0,31	0,65
Granito Dallas	0,40	0,82
Granito Marrom Guaíba	0,52	1,01
Granito Preto Absoluto	0,32	0,78
Granito Preto São Gabriel	0,59	1,45
Granito Via Láctea	0,57	1,26
Mármore Branco ES - PV	4,29	6,84
Mármore Branco ES - RJ	3,56	7,07
Mármore Branco Paraná	1,28	2,62
Mármore Branco Pighês	2,10	4,40
Mármore Carrara	2,75	5,00
Mármore Crema Marfil	1,84	3,74
Mármore Gris Armani	1,35	2,79
Mármore Marrom Imperial	1,43	2,86
Mármore Nero Marquina Chinês	0,91	2,08
Mármore Nero Marquina Espanhol	1,58	3,23
Mármore Rosso Verona	1,22	2,52
Mármore Silver Portoro	1,49	2,94
Mármore Travertino Nacional	0,87	1,75
Mármore Travertino Romano	3,28	7,18
Mármore Bronze Armani	1,26	2,47
Granito Café Imperial	0,69	1,52

Fonte: elaborada pelos autores

As rochas que apresentaram o maior desgaste no ensaio AMSLER foram os mármore, conforme a expectativa preliminar: Mármore Travertino Romano, Mármore Espírito Santo (Rajado) e Mármore Espírito Santo (Pinta Verde). Por sua vez, verifica-se que as rochas que apresentaram o menor desgaste no ensaio AMSLER foram o Granito Branco Ceará, Granito Capão Bonito e Granito Branco Alpha.

Figura 4 – Ensaio AMSLER em execução com amostra de Granito Preto São Gabriel.



Fonte: Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos – LTDC/IPT.

5.2 Resultados do ensaio de Abrasão Profunda

Os resultados apresentados na TABELA 3 são referentes ao ensaio de abrasão profunda, conforme ABNT NBR ISO 10545-6/2017.

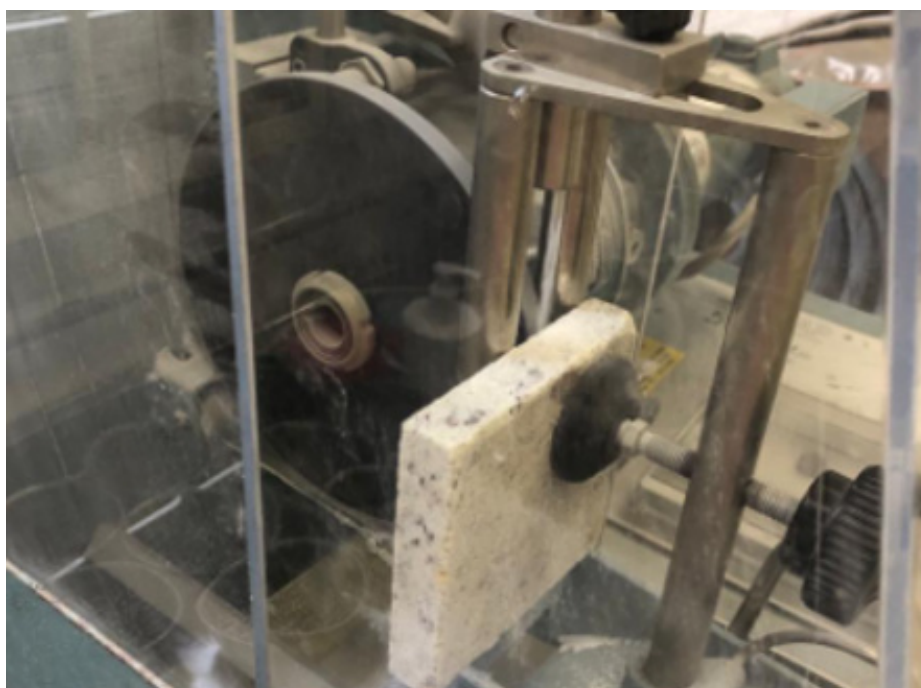
Tabela 3 - Resultados do ensaio de Abrasão Profunda.

Amostras de rochas ensaiadas	Volume removido, em mm ³
Basalto Cinza	96
Granito Aqualux	101
Granito Arabesco	111
Granito Branco Alpha	116
Granito Branco Ceará	97
Granito Branco Fortaleza	103
Granito Branco Itaúnas	113
Granito Branco Siena	132
Granito Capão Bonito	92
Granito Dallas	96
Granito Marrom Guaíba	108
Granito Preto Absoluto	85
Granito Preto São Gabriel	153
Granito Via Láctea	141
Mármore Branco ES - PV	428
Mármore Branco ES - RJ	467
Mármore Branco Paraná	312
Mármore Branco Pighês	473
Mármore Carrara	300
Mármore Crema Marfil	355
Mármore Gris Armani	246
Mármore Marrom Imperial	224
Mármore Nero Marquina Chinês	211
Mármore Nero Marquina Espanhol	279
Mármore Rosso Verona	211
Mármore Silver Portoro	269
Mármore Travertino Nacional	167
Mármore Travertino Romano	297
Mármore Bronze Armani	234
Granito Café Imperial	181

Fonte: elaborada pelos autores

Conforme tabela acima, as rochas em que foram verificados os maiores desgastes no ensaio de abrasão profunda foram: Mármore Branco Pighês, Mármore Branco Espírito Santo (Rajado) e Mármore Branco Espírito Santo (Pinta Verde). As rochas que apresentaram os menores desgastes foram o Granito Preto Absoluto, Granito Capão Bonito e o Basalto Cinza.

Figura 5 – Ensaio de Abrasão Profunda CAP em execução com amostra de Granito Branco Dallas.

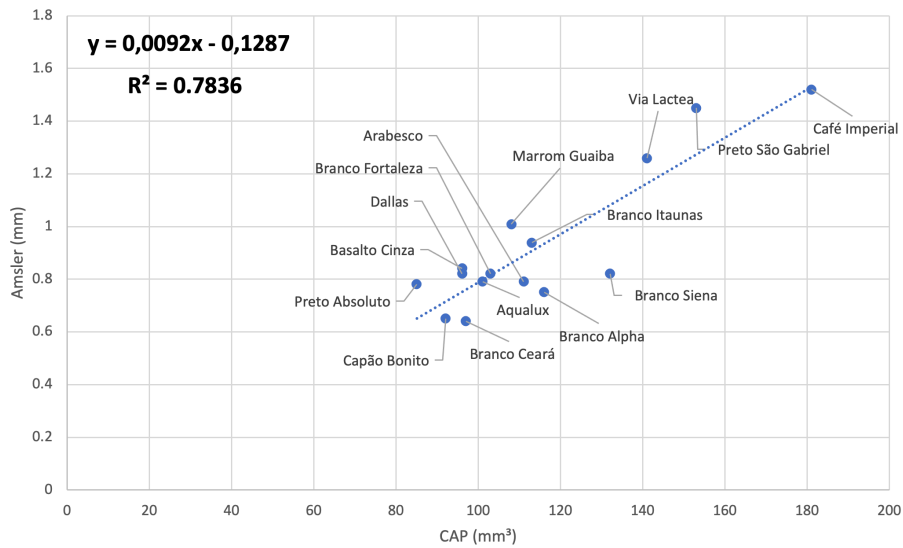


Fonte: Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos – LTDC/IPT.

6 Análise dos ensaios AMSLER e Abrasão Profunda

Os gráficos (Figuras 6 a 8) mostram os resultados do ensaio AMSLER (ABNT NBR 12.042/2012) correlacionados com os do ensaio de Abrasão Profunda (ABNT NBR ISO 10.545-6/2020).

Figura 6 - AMSLER Versus Abrasão Profunda em Granitos.

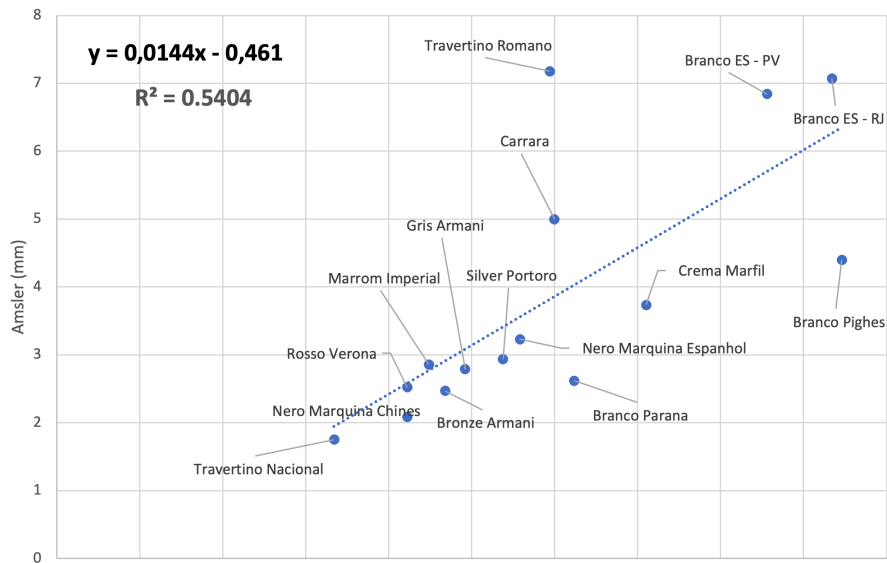


Fonte: autores

Os ensaios AMSLER e Abrasão Profunda para granitos tiveram uma correlação de $R^2 = 0,78$, o que demonstra a boa correlação dos dados obtidos pelos dois métodos. Nesse cruzamento, foi analisado o material retirado da rocha após serem submetidos aos ensaios de abrasão. Assim sendo, os granitos posicionados no quadrante inferior esquerdo são os que obtiveram a melhor resultado de resistência ao desgaste pois tiveram removida a menor quantidade de material.

Na análise realizada, os granitos Capão Bonito, Preto Absoluto, Branco Ceará e Basalto Cinza tiveram maior resistência. Já os Granitos Café Imperial, Preto São Gabriel e Via Láctea foram os que tiveram as menores resistências ao desgaste, uma vez que, em média, obteve-se maiores volumes de material retirado, caracterizando desgastes elevados.

Figura 7 - AMSLER Versus Abrasão Profunda (CAP) em Mármore.

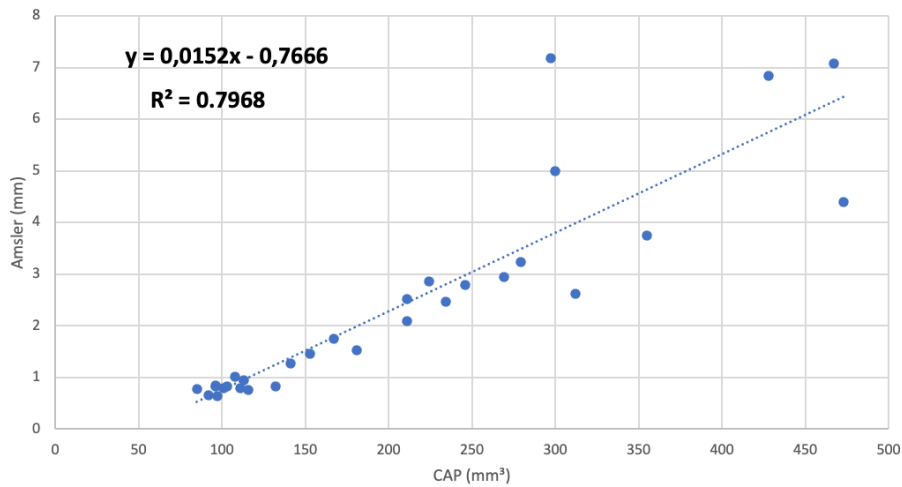


Fonte: autores

Na análise dos mármore, observa-se uma menor correlação entre os dois ensaios, com um valor de $R^2 = 0,54$. Essa menor correlação, em comparação com a observada nos granitos, pode ser atribuída às amplitudes de grandeza significativamente diferentes dos ensaios AMSLER e de Abrasão Profunda quando aplicados a mármore, o que pode sugerir maior imprecisão nos resultados. Apesar disso, a correlação obtida é considerada boa, indicando que os dois métodos são complementares para a avaliação da resistência à abrasão.

Com tais considerações em vista, as rochas que apresentaram menor perda de material foram os Mármore Travertino Nacional, Nero Marquina Chinês e Rosso Verona. Os mármore que apresentaram maiores perdas de materiais foram o Branco ES – PV, Branco ES – RJ e Branco Pighês, sendo considerados, por isso, menos resistentes.

Figura 8 – Dados gerais de Abrasão Profunda Vs AMSLER em Mármore e Granitos



Fonte: autores

Quando analisados em conjunto, mármore e granito apresentaram correlação mais elevada entre os ensaios AMSLER e de Abrasão Profunda, com um coeficiente de correlação de $R^2 = 0,79$. Essa correlação reforça a complementaridade dos métodos, indicando que os resultados obtidos no ensaio de Abrasão Profunda estão alinhados aos do ensaio AMSLER.

Apesar das diferenças de grandeza entre os dois métodos, especialmente no caso dos mármore, ambos se mostram consistentes para caracterizar a resistência ao desgaste. Além disso, os resultados evidenciaram que os granito, em média, apresentam maior resistência à abrasão, destacando-se como a opção mais durável para aplicações em pisos de alto tráfego ou que demandam maior resistência abrasiva.

Essa análise confirma a viabilidade em se utilizar os dois ensaios como ferramentas complementares para embasar especificações técnicas mais precisas no setor de rochas ornamentais.

7 Considerações finais

A partir dos resultados dos ensaios, ou seja, parâmetros de volume removido e espessuras de desgaste das amostras, e também das correlações obtidas a partir destes dados,

pode-se considerar que os ensaios AMSLER e Abrasão Profunda são correlacionáveis, uma vez que foi obtida uma correlação elevada com $R^2 = 0,79$ para o conjunto total das rochas ensaiadas, mármore e granitos (FIGURA 8).

O presente estudo evidencia a necessidade de desenvolver uma norma técnica específica para avaliar a resistência à abrasão de rochas ornamentais no Brasil. A ampla utilização de rochas em pisos e revestimentos, especialmente em obras de grande porte como aeroportos, shopping centers e edifícios comerciais, demanda parâmetros técnicos claros e adequados para garantir a durabilidade e segurança desses materiais. Atualmente, a falta de uma norma específica obriga o setor a adaptar metodologias originalmente estabelecidas para outros materiais, como concreto e cerâmica, o que pode levar a inconsistências na caracterização e especificação das rochas ornamentais.

Este estudo demonstrou que os dados dos ensaios AMSLER e de Abrasão Profunda apresentam proporcionalidade e complementaridade e, mesmo concebidos originalmente para diferentes materiais, podem servir como base para uma norma técnica nacional. A disponibilização de uma norma técnica dedicada às rochas ornamentais deve proporcionar maior confiabilidade na seleção desses materiais e uma contribuição para o desenvolvimento tecnológico e competitivo do setor.

8 Agradecimentos

Este projeto de pesquisa envolveu um robusto programa experimental nos laboratórios do IPT, cujas estruturas e experiências de atuação com rochas ornamentais, de longa data, foram determinantes para o êxito deste estudo. O nosso reconhecimento à equipe técnica destas áreas do IPT, pela colaboração, compartilhamento da experiência e disponibilização da infraestrutura laboratorial. Neste contexto, os autores registram especiais agradecimentos aos técnicos do Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMPC: Nilson de Paula, Vandir Correa dos Santos e Guilherme Pereira Marques; e aos técnicos do Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos – LTDC: Adilson Darico e Fernando Cordeiro dos Santos.

Ao IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, no âmbito do Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia, pelo apoio ao projeto de pesquisa realizado, cuja dissertação é condição necessária para a obtenção do título de Mestre em Habitação.

9 Referências

ABIROCHAS EM NOTÍCIA. Brasília, Df: Abirochas, v. 5, 2016. Disponível em: <https://abirochas.com.br/biblioteca/informes-abirochas/> . Acesso em: 17 dez 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10545-6:** Placas cerâmicas - Parte 6: Determinação da resistência à abrasão profunda para placas não esmaltadas. Rio de Janeiro: Moderna, 2017. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12042:** Materiais inorgânicos - Determinação do desgaste por abrasão. Rio de Janeiro: Moderna, 2012. 5p.

ARTUR, Antônio Carlos *et al.* **Perda de lustro em rochas ornamentais durante abrasão progressiva: principais fatores condicionantes.** n°3, 2002, Recife. Anais. Recife: FAPESP, 2002. p. 1-14. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1430/3/4.pdf>. Acesso em: 17 dez 2024.

BALANÇO DAS EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM 2021. Brasília, Df: Abirochas, 2021. Disponível em: https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2022/03/Informe-01_2022-Exportacoes-2021.pdf. Acesso em: 17 dez 2024.

CHIODI FILHO, Cid., RODRIGUES, Eleno de Paula. **Guia de Aplicação de revestimentos em Rochas.** São Paulo: Abirochas, 2009. Disponível em: https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2022/01/Livro_Guia_de_Aplicacao_de_Rochas_14_04_2019_compressed.pdf . Acesso em: 17 dez 2024.

CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D. K. **O setor de rochas ornamentais no Brasil. In: Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento.** Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014. Cap.10, p.495-527. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1739/1/CCL00180014Cap10LivroRochas.pdf>. Acesso em: 17 dez 2024.

MOREIRAS, Sergio Trajano Franco.; PARAGUASSÚ, Antenor Braga Paraguassú. Viabilidade do uso de placas de granito como lajes em edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 25-36. 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambiente-construido/article/view/24057/23730>. Acesso em: 17 dez 2024.

SOSSAI, Fabiano Jerônimo Moreira. **Caracterização tecnológica de rochas ornamentais.** 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. Disponível em: Microsoft Word - Dissertação Fabiano_Rev final.doc. Acesso em:17 dez 2024.

QUITETE, E.B. **Dureza knoop em rochas para revestimento: metodologia e correlação com desgaste abrasivo.** 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: Dureza knoop em rochas para revestimento: metodologia e correlação com desgaste ... Acesso em:17 dez 2024.

10.29327/2152495.8.27-3

