

# **Apoio à Normalização e Avaliação da Conformidade de Rochas Ornamentais**

**Eunice de Freitas Lima**

Bolsista do Programa de Capacitação Institucional, Tecnóloga em Rochas Ornamentais

**Nuria Fernández Castro**

Orientadora, Engenheira de Minas, M. Sc.

## **Resumo**

O Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, desenvolve o projeto “Apoio à Normalização e Avaliação de Conformidade de Rochas Ornamentais” coordenado pela ABNT. O objetivo deste trabalho é revisar e desenvolver Normas Brasileiras harmonizadas com as normas internacionais e regionais, de acordo com as necessidades das empresas do setor de rochas ornamentais. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico de normas de rochas ornamentais existentes no Brasil e no exterior, participação em treinamentos laboratoriais, seleção e coleta de amostras para ensaios pré-normativos, análise dos resultados dos ensaios e realização de visitas técnicas a empresas do setor. A revisão das normas, de suma importância, pois afere a qualidade dos produtos melhorando a confiabilidade das relações comerciais e serviços está em andamento e algumas sugestões de alteração de procedimentos e inclusão de normas novas já estão sendo consideradas.

## **1. Introdução**

A globalização da economia permite o acesso dos consumidores a produtos e serviços com uma mesma função, mas originários de países e culturas diferentes. Para se ter uma garantia de qualidade e de que esses produtos e serviços realmente atenderão as necessidades do consumidor, é necessário dispor de sistemas de regulamentação baseados em programas de normalização e de avaliação da conformidade. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de rochas ornamentais e sua competitividade depende, entre outras coisas, da adequação dos produtos às exigências dos clientes de outros países o que pode ser atingido com programas de avaliação da conformidade e normativas harmonizadas com aquelas dos países consumidores. Nos últimos anos houve alguns episódios de tentativas de criar barreiras à entrada das rochas ornamentais brasileiras em alguns países, com base em requisitos técnicos (radioatividade das rochas brasileiras e classificação petrográfico-genética da ardósia brasileira) que prejudicaram, mesmo momentaneamente, a exportação desses produtos.

Objetivando melhorar a competitividade e qualidade dos produtos de rochas ornamentais, promovendo a expansão e consolidação da sua participação nos mercados interno e externo, está sendo desenvolvido o projeto ABNTROCHAS. O projeto, coordenado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP/MCTI, visa apoiar a normalização e avaliação da conformidade em ensaios e análises laboratoriais do setor de rochas ornamentais e a capacitação do CETEM como laboratório de referência. O presente trabalho descreve as atividades de suporte técnico-científico, desenvolvidas dentro do projeto.

## **2. Objetivo**

O objetivo desse trabalho é participar da revisão e desenvolvimento de Normas Brasileiras harmonizadas com as normas internacionais e regionais, de acordo com as necessidades das empresas do setor de rochas ornamentais e apoiar à implementação do Programa de Avaliação de Conformidade dos produtos do setor citado.

## **3. Metodologia**

Para este trabalho foi feito um levantamento bibliográfico de normas de rochas ornamentais existentes no Brasil e no exterior, realização de visitas técnicas a empresas do setor, consultas a empresários e especificadores de rochas ornamentais buscando conhecer as necessidades reais desses em termos de normalização. O levantamento, junto com a participação em treinamentos laboratoriais e cursos de capacitação, serviram de apoio à elaboração do diagnóstico normativo do setor e de base para planejar ensaios pré-normativos e adaptações das metodologias de ensaio atualmente em vigor.

## **4. Resultados e Discussões**

### **4.1. Levantamento Bibliográfico**

Visando a revisão das normas brasileiras e possível elaboração de outras, foi realizado um levantamento e estudo detalhado sobre o assunto baseado em bibliografias diversas. O estudo visou atingir três frentes de trabalho: o levantamento de normas nacionais e internacionais existentes para rochas ornamentais, o apoio ao desenvolvimento de uma metodologia de análise de exalação de radônio em rochas por parte do Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD e a revisão das metodologias de ensaio das normas em vigor, com a finalidade de propor modificações.

#### **4.1.1. Levantamento de Normas**

Quase todos os países contam com algumas normas sobre rochas. No Brasil estão publicadas apenas as normas NBR 15012 (ABNT, 2003) de terminologia, e as normas NBR 15844 e 15845 (ABNT, 2010) de requisitos para granitos e metodologias de ensaio respectivamente. Já em outros países como USA e os integrantes da UE, o escopo das normas é mais abrangente incluindo alterabilidade, especificações de produtos e de colocação em obra. A maioria dessas normas versa sobre requisitos técnicos das rochas para diversas aplicações e métodos de ensaio para determinar suas características tecnológicas (físicas, químicas e mecânicas) que definirão se os requisitos são satisfeitos ou orientarão os consumidores à melhor utilização. Seu uso inadequado pode comprometer a durabilidade, a segurança e à estética da obra (Menezes & Larizzatti, 2005).

No âmbito nacional esses ensaios são normatizados pela ABNT e no internacional pela *International Standardization Organisation* - ISO. Nos Estados Unidos é a *American Society for Testing and Materials* - ASTM

e cada país da Comunidade Europeia conta com seu próprio organismo de normalização que publica as normas elaboradas e aprovadas previamente pelos Comitês Europeus de Normalização - CEN ( Normas EN).

A título de ilustração, são descritos na Tabela 1 alguns ensaios de caracterização tecnológica normatizados pela ABNT e suas equivalências internacionais.

Tabela 1. Normas da ABNT e suas equivalências internacionais

Ensaio	Normas		
	ABNT	ASTM	EN
Análise petrográfica	NBR 15845 Anexo A	ASTM C 1721	EN 12407
Índices físicos	NBR 15845 Anexo B	ASTM C 97 ASTM C 121 (ardósia)	EN 1936 EN 13755 EN 14581
Dilatação térmica linear	NBR 15845 Anexo C	-	
Congelamento e degelo	NBR 15845 Anexo D	-	EN 12371
Compressão uniaxial	NBR 15845 Anexo E	ASTM C 170	EN 1926
Flexão em três pontos (módulo de ruptura)	NBR 15845 Anexo F	ASTM C 99	EN 12372
Flexão em quatro pontos	NBR 15845 Anexo G	ASTM 880 ASTM C 120 (ardósia)	-
Impacto de corpo duro	NBR 15845 Anexo H	-	EN 14158
Desgaste abrasivo	NBR 12042*	ASTM C 241 ASTM C 1352	EN 14157

\* Não específico para rochas  
Fonte: adaptado de Frascá (2013)

Desse levantamento bibliográfico viu-se a necessidade da inclusão da norma de desgaste para rochas assim como outras normas de alterabilidade.

#### 4.1.2. Estudo Sobre a Emissão de Radônio

A possível emissão de radônio das rochas brasileiras já foi motivo de disputa internacional, aproximadamente há 5 anos, quando houve uma campanha no mercado norte americano propagando que os granitos considerados “exóticos”, estariam aumentando os riscos de câncer de pulmão.

O radônio origina-se do rádio e está presente em praticamente todos os lugares da crosta terrestre e se forma durante o decaimento do urânio-238. Tem a propriedade de se acumular em ambientes fechados e se dispersa amplamente no ar, podendo se fixar nos pulmões causando patologias na área respiratória (Chyi, 2008, apud Gavioli et al., 2009). Segundo Bowie & Plant (1983) citado por Moura (2005), a migração de <sup>222</sup>Rn ocorre principalmente por difusão através dos poros das rochas e solos, falhas e fissuras bem como por dissolução nas águas subterrâneas e superficiais. Na área geológica, os granitos são os tipos de rochas que apresentam em sua constituição um enriquecimento natural de urânio – 238 (<sup>238</sup>U); tório - 232 (<sup>232</sup>Th) e potássio – 40 (<sup>40</sup>K), quando comparado com outros tipos de rochas. Por esse motivo, um dos objetivos do projeto é o desenvolvimento de uma metodologia de ensaio para medir a taxa de exalação de radônio em chapas de granito, pois hoje só existe o ensaio em material pulverulento. Para auxiliar nessa tarefa foram selecionadas

amostras para envio ao IRD. A revisão bibliográfica sobre o assunto permitiu que fossem selecionadas e enviadas ao IRD 10 (dez) amostras de materiais.

#### 4.2. Revisão de procedimentos e metodologia de ensaio

Dos estudos bibliográficos e treinamentos realizados chegou-se à conclusão de que há muito para fazer em termos de normalização de rochas ornamentais. No entanto, visando desenvolver o projeto dentro de nossas possibilidades, decidiu-se por iniciar o trabalho prático com a análise de 2 ensaios: resistência a compressão e resistência ao escorregamento.

Por outro lado, está sendo revisada a norma de terminologia, com o objetivo de facilitar o entendimento dos termos técnicos referentes ao setor e homogeneizar o vocabulário utilizado no país.

Outras normas a serem revisadas com a intenção de ser incluída na norma de caracterização atual é a de Desgaste Amsler e estão sendo iniciados os estudos bibliográficos para o desenvolvimento de um ensaio para determinar o índice de eficiência do polimento.

##### 4.2.1. Estudo do Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial

O ensaio de resistência à compressão uniaxial determina a tensão de ruptura da rocha quando submetida a esforços compressivos. A tensão de ruptura depende diretamente da área a ser rompida e essa tensão pode variar de acordo com as características da rocha tais como porosidade, textura, composição mineralógica, grau de alteração e granulometria (Ribeiro et al, 2008). A norma atual permite que o ensaio seja realizado em corpos-de-prova cilíndricos ou cúbicos. No entanto, a bibliografia sobre a resistência à compressão uniaxial de diversos materiais varia em dependência da geometria, as dimensões e a relação base x altura dos corpos-de-prova (Valdo *et al*, 2012). Assim, começou-se a realização de ensaios em corpos-de-prova de tamanhos estipulados pela norma ABNT NBR 15845\_2010 Anexo E, e também em tamanhos diferentes, para avaliar a influência da geometria e dimensões no resultado final.

Esses ensaios foram executados em duas fases: na primeira foram confeccionados 10 corpos-de-prova cúbicos com dimensões das arestas de 70 mm e 10 cilíndricos, com diâmetro de 70 mm, e relação de dimensões entre base e altura de 1:1 dos materiais denominados comercialmente como Mármore Branco, Preto Indiano, Cinza Castelo e Verde Labrador. Na segunda fase foram confeccionados 30 corpos-de-prova, sendo 10 em formato cúbico com dimensões das arestas de 70 mm, 10 cilíndricos com diâmetro de 70 mm e relação de dimensões entre base e altura de 1:1 e 10 cilíndricos, com diâmetro de 79 mm para que houvesse um grupo de amostras cilíndricas de mesma área que os cubos, todos de amostras de basalto, denominado comercialmente de Preto Absoluto. Após os ensaios, de acordo com os resultados apresentados, na primeira fase experimental, todos os materiais de formato cúbico, apresentaram valores de tensão de ruptura maiores que os de formato cilíndrico, mesmo quando comparados com os cilindros de 79 mm, com a mesma área dos cubos. Isto parece confirmar que a forma dos corpos de prova influencia nos resultados do ensaio. A Figura 1 mostra as divergências dos resultados iniciais e o estudo continua em andamento.

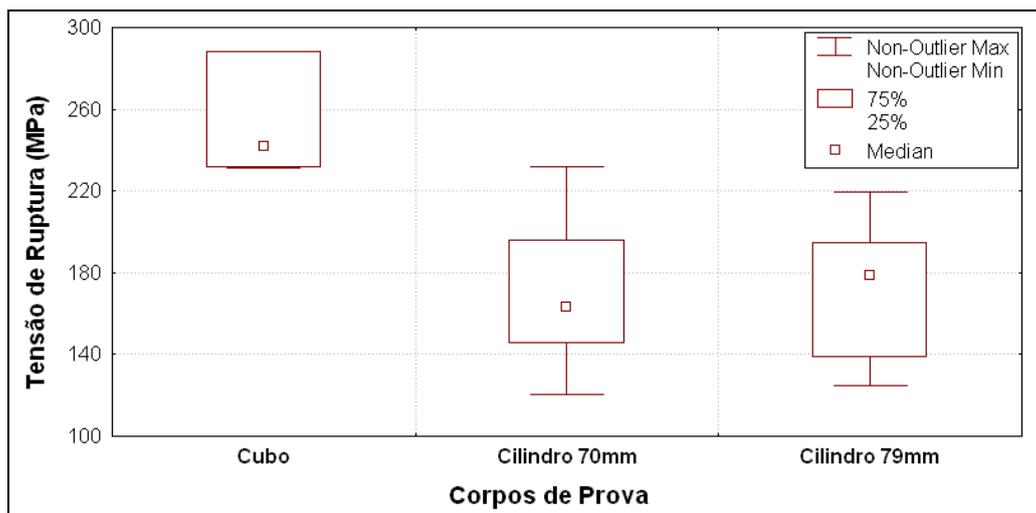


Figura 1. Resultados dos ensaios de compressão uniaxial em corpos-de-prova diferentes.

#### 4.2.2. Ensaio de Resistência ao Escorregamento por Intermédio do Pêndulo de Atrito

Um ensaio não normatizado no Brasil e considerado de grande importância por se tratar de uma questão de segurança física é o de escorregamento. As rochas ornamentais, muito utilizadas em pisos, especialmente em locais de alto tráfego de pedestres como centros comerciais e escadarias, podem representar um grande risco de acidente quando polidas, por serem escorregadias, requerendo projetos específicos de colocação ou acabamentos superficiais, mesmo parcialmente, para garantir a segurança dos usuários.

Esse ensaio permite avaliar a aderência entre a superfície de um pavimento e o calçado do pedestre. É regulamentado pela Norma Europeia EN 14231 e, para esta norma é considerado antiderrapante o pavimento cuja face vista apresente uma rugosidade superior a 1 mm. Pode ser realizado em laboratório ou no próprio local onde se encontra o pavimento.

O equipamento utilizado para a realização do ensaio de resistência ao escorregamento por intermédio do pêndulo de atrito é constituído por um deslizador de borracha normalizada que desliza sobre a superfície a ser ensaiada. Quando o pêndulo oscila, a força de atrito é medida utilizando uma escala calibrada para avaliação das características de atrito da superfície ensaiada. O equipamento está sendo adquirido pelo CETEM para a realização de ensaios em diversos tipos de rochas e acabamentos superficiais.

#### 4.3. Treinamento

Para reforçar as pesquisas bibliográficas, durante o período da bolsa, foram realizados diversos treinamentos interlaboratoriais que serviram para corroborar com as informações pesquisadas.

Dentre os treinamentos realizados podemos citar o curso de caracterização tecnológica ministrada pelo D.Sc. Javier Eduardo Becerra Becerra. Nele, foi ressaltada a importância da análise macroscópica e microscópica da rocha a fim de obter parâmetros para melhor entendimento do comportamento da mesma diante das solicitações a que são submetidas. Tanto nesse curso quanto em treinamentos posteriores com a técnica de laboratório

Millena Basílio (CETEM) foram analisadas lâminas petrográficas e realizados alguns ensaios como o de absorção, densidade aparente e porosidade aberta (índices físicos), determinação do coeficiente de absorção d'água por capilaridade, impacto de corpo-duro e desgaste abrasivo (Amsler).

## 5. Conclusão

A normalização é de suma importância para a melhoria da competitividade da indústria de rochas ornamentais brasileira que, por um lado, tem forte caráter exportador, e, por outro, concorre no mercado nacional com produtos industrializados de características tecnológicas homogêneas e bem controladas durante sua produção. Dentro disto a normalização de ensaios de caracterização por serem procedimentos que indicam o comportamento das rochas quando aplicadas é fundamental para a elaboração do Programa de Avaliação da Conformidade.

O trabalho está em andamento. Algumas normas já estão sendo revisadas e novos procedimentos de ensaio começarão a serem elaborados. No entanto, destaca-se a importância de executar um grande número de ensaios para se contar com dados suficientes que permitam realizar análises estatísticas e de criar treinamentos laboratoriais para validar esses trabalhos e o futuro conteúdo das normas e atender a normas de qualidade.

## 6. Agradecimentos

Agradeço ao CETEM-ES, ao CNPQ pela bolsa concedida e pela dedicação de Nuria Fernández Castro.

## 7. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15012**: Rochas para revestimento de edificações – Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 15844**: Rochas para revestimento – Requisitos para granitos. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 15845**: Rochas para revestimento – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2010.

FRASCÁ, M.H.B.O. Tipos de Rochas Ornamentais e Características Tecnológicas. In: **Tecnologia de Rochas Ornamentais. Lavra e Beneficiamento**. Org.: Vidal, F.W.H et. al. CETEM: Rio de Janeiro: 2013 [no prelo]

GAVIOLI, Y.S.; GUEDES, J.C.C.; RIBEIRO, R.C.C.; MELO, V. **Emissão de Radônio em Rochas Ornamentais**. Anais do XXIII Simpósio Geologia do Nordeste; VII Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Fortaleza, CETEM/MCT: 2009, p. 156

MENEZES, R.G.; LARIZZATTI, J.H. **Rochas Ornamentais e de Revestimento: Conceitos, Tipos e Caracterização Tecnológica: Curso de Especialização em Mármore e Granitos**. Rio de Janeiro: 2005, p. 10-10.

MOURA, C.L. **Radioatividade natural e Emissão de  $^{222}\text{Rn}$  em rochas ornamentais provenientes de diferentes séries magmáticas utilizadas como revestimento interno**. 2005. 184 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia Regional, Departamento de Geologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

PINTO, A.C.R. et al. Ensaio de Caracterização Físico-Mecânica da Pedra Natural: Resistência ao escorregamento (por intermédio do pêndulo de atrito). **Manual da Pedra Natural Para A Arquitectura**, Lisboa, Portugal, n. , p.54-56, 01 nov. 2006.

RIBEIRO, R.C.C. et al. **Estudo de Alterabilidade de Rochas Silicáticas para Aplicação Ornamental**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

VALDO, L., PEITER, C.C., SILVEIRA, L.L.L. **Influência da Forma dos Corpos de Prova nos Resultados dos Ensaio de Compressão Uniaxial**. XX Jornada de Iniciação Científica, Rio de Janeiro, Cetem, 2012.