

INFLUÊNCIA DA FORMA DOS CORPOS DE PROVA NOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE COMPRESSÃO UNIAXIAL

Letícia Valdo

Aluna de Graduação em Engenharia de Minas 4º período, IFES
Período PIBIC/CETEM: agosto de 2011 a julho de 2012,
lvaldo@cetem.gov.br

Carlos César Peiter

Orientador, Eng. Metalúrgico, D.Sc.
cpeiter@cetem.gov.br

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira

Coorientador, Geólogo, D.Sc.
leolysil@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Os ensaios de caracterização procuram representar as diversas realidades às quais a rocha estará submetida durante todo o processamento até seu uso final. O ensaio de Compressão Uniaxial consiste na avaliação da tensão de ruptura de rochas quando submetidas a esforços físicos. Regido pela norma brasileira ABNT NBR 15845/2010 Anexo E, seu resultado é obtido por meio de ensaios de corpos de prova moldados especificamente para tal finalidade. Entretanto, bibliografias indicam que os resultados desses ensaios apresentam grande dispersão o que, possivelmente, está relacionado à geometria, dimensão e relação base-altura dos corpos de prova (BEZERRA, 2007; VISO *et al*, 2008; CASALI *et al*, 2007; ALVAREZ, 2004; FERRARI & PADARATZ, 2003; GIAMBASTIANI, 2005; URTUBEY *et al*, 2003).

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar os diferentes resultados obtidos através de ensaios realizados segundo a norma brasileira ABNT NBR 15845/2010 Anexo E, para comprovar a influência da forma geométrica dos corpos de prova.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho contou com uma ampla revisão bibliográfica referente a caracterização tecnológica de rochas ornamentais, normalização, e estudos voltados a ensaios de compressão uniaxial e velocidade de propagação de ondas ultrassônicas. Na fase experimental contou pela confecção de corpos de prova derivados de amostras de basalto, comercialmente conhecido no setor de rochas ornamentais como Preto Absoluto. Foram confeccionados, de acordo com a norma ABNT NBR 15845/2010 Anexo E, 10 corpos de prova cúbicos com dimensões das arestas de 70 mm e 10 corpos de prova cilíndricos, com diâmetro de 70 mm, e relação de dimensões entre base e altura de 1:1. Porém, visto que a tensão de ruptura depende diretamente da área a ser rompida e que com tais dimensões os corpos de prova apresentam áreas distintas, foram, também, confeccionados 10 corpos de prova cilíndricos, com diâmetro de 79 mm para que houvesse um grupo de amostras cilíndricas de mesma área. Além disso foram realizados, segundo a ASTM D 2845-5, ensaios de Velocidade e Propagação de Ondas Ultrassônicas (VP) com o *pundit* (Portable Ultrasonic Non-destructive Testing), que mede o tempo de propagação da onda no sentido longitudinal através de transdutores (Figura 1).

O método de velocidade de propagação de ondas ultrassônicas é uma técnica que envolve a propagação de ondas através do material que se quer avaliar e é caracterizado por ser um método de ensaio não destrutivo, podendo ser utilizado para avaliar a qualidade do material. Através do uso desse método, é possível, por exemplo, obter uma estimativa da resistência à compressão (FERRARI ; PADARATZ, 2003).



Figura 1. Medição da velocidade e propagação de ondas ultrassônicas.

Para a execução dos ensaios de compressão uniaxial foi utilizada uma prensa hidráulica, servo-controlada HD-200T da Pavitest, com sistema de pratos com capacidade de 200 toneladas para aplicação de carga e registro das deformações (figura 2). O ensaio de compressão uniaxial visa determinar qual a tensão que provoca a ruptura da rocha, quando submetida a esforços compressivos e, segundo Pinho (2003), é utilizado para o estudo da resistência e deformabilidade das rochas.



Figura 2. Equipamento utilizado para os ensaios de compressão uniaxial. Laboratório de Rochas Ornamentais/CETEM.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios de compressão uniaxial dos três tipos de corpos de prova utilizados nessa pesquisa são apresentados a seguir (Figura 3). Vale ressaltar que foi possível romper apenas 3 dos 10 corpos de prova com dimensões cúbicas, visto que os altos valores de carga necessários para esse tipo de amostra causou a quebra da prensa. Os ensaios de velocidade e propagação de ondas ultrassônicas (V_p) mostraram valores que variaram de 5.153 m/s a 5.119 m/s para as amostras cúbicas e de 5.074 m/s a 4.953 m/s para as amostras cilíndricas.

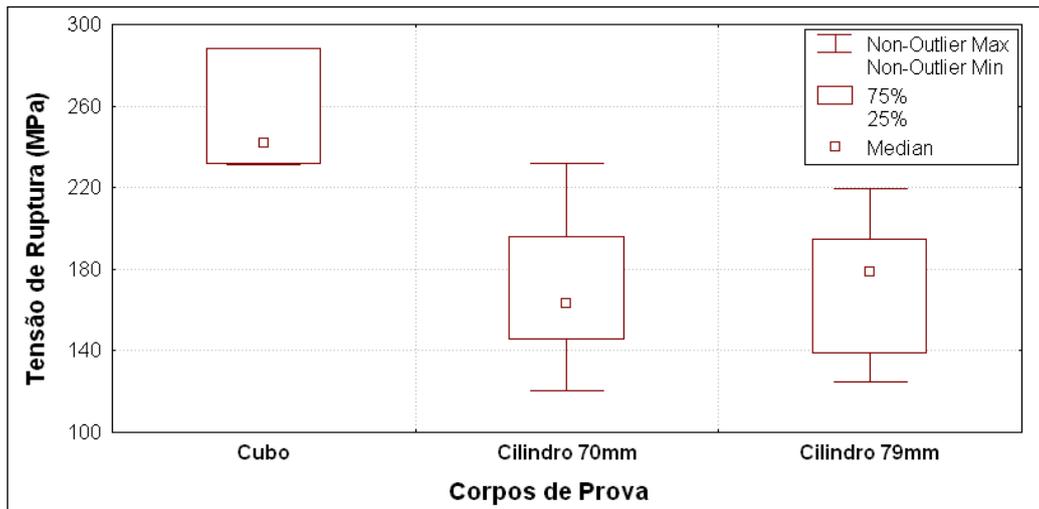


Figura 3. Resultado dos ensaios de compressão uniaxial nas amostras estudadas.

Diante dos resultados apresentados conclui-se que, mesmo com apenas três amostras cúbicas rompidas, a tensão de ruptura para estas amostras foi a que apresentou os maiores valores, tanto na mediana como nos valores máximos e mínimos obtidos. Em contrapartida, as amostras cilíndricas, nas duas dimensões, apresentaram valores próximos. Tal constatação sugere que a forma geométrica das amostras condiciona os valores finais de tensão de ruptura. Um aspecto que merece ser considerado na interpretação nos resultados de compressão uniaxial são os valores de V_p , visto que estes apresentaram valores mais elevados para os corpos de prova cúbicos indicando maior coesão entre os constituintes da rocha. A íntima relação entre esses dois ensaios mostrou a utilidade da realização do V_p antes do ensaio de compressão uniaxial. De acordo com ISRM (1977), as amostras ensaiadas podem ser classificadas com base na resistência a compressão uniaxial como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Classificação das rochas de acordo com a resistência à compressão uniaxial (ISRM, 1977).

Classificação	Tensão (MPa)
Extremamente branda (solo)	<1
Muito branda	1 - 5
Branda	5 - 25
Resistência média	25 - 100
Resistente	50 - 100
Muito resistente	100 - 250
Extremamente resistente	>250

Como sugestão para trabalhos futuros indica-se manter a relação de base-altura nos corpos de prova cilíndricos de 79 mm, realizar ensaios de compressão uniaxial com corpos de prova cúbicos com área igual (arestas de 62 mm) a dos cilindros com 70 mm de diâmetro, usar corpos de prova totalmente isotrópicos como materiais cerâmicos e aumentar o banco de dados com

novos tipo de materiais e rochas para melhor correlacionar a influência da forma nos resultados dos ensaios de compressão uniaxial.

5 AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CETEM, ao CNPQ pela bolsa concedida e pela dedicação de Nuria Fernandez Castro e Leonardo Luiz Lyrio da Silveira.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais “**Balanco das Exportações e Importações Brasileiras Ornamentais e de Revestimento no 1º Bimestre de 2012**”.Disponível em:<http://www.ivolution.com.br/news/upload_pdf/10865/Informe_04_2012.pdf>Acesso em: 29 de maio. 2012.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 15845/2010 Anexo E - Resistência à Compressão Uniaxial 2010.

ALVAREZ, H. I. P. **Ensaio não convencionais para determinação da tenacidade à fratura em rochas: análise e comparação**. São Carlos-SP, 2004.

ASTM - American Society for Testing and Materials -ASTM D 2845-05 - **Standart test method for laboratory determination of pulse velocities and ultrasonic elastic constants of rock** 2005.

BEZERRA, A. C. S. **Influência das variáveis de ensaio nos resultados de resistência à compressão de concretos: uma análise experimental e computacional**. Belo Horizonte - MG, 2007.

CASALI, R. A.; CARAVACA, M. A.; ACEVEDO, C.; MIÑO, J. C.; BIZZOTO, M.; TORRA, R.**Predicción de la resistencia a la compresión y determinación de propiedades estructurales a partir de ensayos no destructivos**. Buenos Aires, 2007.

FERRARI, V. J.; PADARATZ, I. J.. **Aplicação de ondas ultra-sônicas da detecção das primeiras fissuras em vigas de concreto armado e na avaliação da resistência à compressão**. Maringá, v.25, p.185-191,2003.

GIAMBASTIANI, M. **Comportamento dependente do tempo de rochas sulfáticas de anidrita e gipso**.São Carlos-SP, 2005.

ISRM -International Society Rock Mechanics (1977). Suggest methods for determining tensile strength of rock materials. **Int. Jour. Rock. Mech. Min. Sci & Geomech Abstr.** Vol 15, N°3, pag:99 - 103.

PINHO, B. **Caracterização geotécnica de maciços rochosos de baixa resistência**. Évora, 2003.

RIBEIRO, R. C. C.; MORAES, J. M.; CORREIA, J. C. G.; CARANASSIOS, A. **Caracterização tecnológica e alterabilidade de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo**. III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais, In Anais IV Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Natal-Rio Grande do Norte, 15 a 18 de Novembro, 2008.

URTUBEY, E.; SCHIAVA, R.; ETSE, G. **Simulación numérica de la propagación de una onda ultrasónica a través de un sólido elastoplástico - evaluación de daño**. Bahía Blanca-Argentina, 2003.

VISO, J.R.; RUIZ, G.; CARMONA, J. R.; PORRAS-SORIANO, R. **Relación entre la resistencia a compresión obtenida com probetas cúbicas y cilíndricas de varios tamaños em hormigones de alta resistencia**.