

# CANGA PARA USO COMO ROCHA ORNAMENTAL<sup>1</sup>

Carlos Alberto Pereira<sup>2</sup>  
Samara Santana Menezes<sup>3</sup>  
Almiro Santana Junior<sup>3</sup>  
André Paes de Oliveira<sup>4</sup>

## Resumo

Este trabalho avalia a utilização da Canga no setor de rochas ornamentais com enfoque na arte da Cantaria. A sua caracterização ocorreu por meio de experimentos laboratoriais realizados em amostras coletadas no sítio geológico da região em estudo e preparadas para ensaios na Oficina de Cantaria da Universidade Federal de Ouro Preto. O processo consistiu em: microscopia óptica expedita, difratometria de raios-X, ensaios para obtenção da massa específica e porosidade, determinação de dureza Rockwell, ensaios de compressão uniaxial, tamboramento e ensaios não destrutivos com o esclerômetro Schmidt. Os testes com o esclerômetro mostraram-se muito eficientes para detectar imperfeições internas na peça, o que foi comprovado pelo teste de porosidade. Além disso, o fato desse teste ser não destrutivo e de fácil realização torna a sua utilização viável, não ocorrendo perda de material. Superando as expectativas iniciais, o estudo também nos possibilitou avaliar as características físicas que aperfeiçoam o processo de manipulação e o resultado final oferecido pela Canga. O desempenho do material no decorrer do estudo encoraja o seu prosseguimento, visto que, mediante correlação realizada com quartzito, usualmente utilizado como rocha ornamental, foi comprovada a configuração da canga para esta finalidade. Suas propriedades ainda sugerem a aplicação em outros setores como de cerâmica e construção civil.

**Palavras-chave:** Caracterização; Canga; Rocha ornamental; Esclerômetro.

## CANGA FOR USE AS ORNAMENTAL ROCK

### Abstract

The canga describes a residual product virtually inert to chemical weathering and very resistant to mechanical weathering. The wide occurrence of this material in the region of Ouro Preto and the viability of its use for the community, encourages its study and raise the interest in knowing their physical and chemical properties. In this context, stands out this pioneering research basing the use of canga on the ornamental rocks sector focusing on the art of Stonework. Their characterization occurred through laboratory experiments performed on samples collected in the geological site of the studied area and prepared for testing in the Stonework laboratory of the Federal University of Ouro Preto. The process consisted on: X-ray diffractometry, test to obtain the density and porosity, determination of Rockwell hardness, uniaxial compression tests, rock tumbling and non-destructive testing with the Schmidt rebound hammer. Tests with the rebound hammer were effective to detect internal imperfections in the samples, which were confirmed by the porosity test. Moreover, their use are viable, cause the test is non-destructive, no loss of material, and easy to perform. Surpassing initial expectations, the study also enabled us to evaluate physical characteristics that optimize the handling process and final results offered by canga. The performance of the material during the study was considered satisfactory, insofar as, by correlation with quartzite, commonly used as ornamental rock, was confirmed the configuration of canga for this purpose. Its properties also suggest the application in other sectors such as the ceramics and civil construction.

**Key words:** Characterization; Canga; Ornamental rock; Schmidt hammer.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 67º Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

<sup>2</sup> *Doutor, Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.*

<sup>3</sup> *Graduando, Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.*

<sup>4</sup> *Graduando, Departamento de Engenharia Geológica, Universidade Federal de Ouro Preto.*

## 1 INTRODUÇÃO

A canga no século XVIII foi muito utilizada na construção de muros de arrimo, estrutura de casas, paredões e eventualmente no enchimento de obras como chafarizes. No entanto a mudança dos programas dos edifícios e o progressivo uso de novos materiais, especialmente o concreto nos séculos XIX e XX, colocaram a cantaria em segundo plano.<sup>(1)</sup> Os conhecimentos do tratamento da pedra na arquitetura perderam espaço num mundo onde a velocidade da construção se tornou uma premissa. Portanto para incentivar a cantaria nesse contexto, surgiu a necessidade de conhecer os tipos e as características dos materiais utilizados e métodos que aumentem a eficiência da arte de esculpir em pedra.

Dentre esses materiais destaca-se a canga também conhecida como *tapanhoacanga*, citada pelo mineralogista inglês Mawe,<sup>(2)</sup> como uma formação de argila avermelhada com a presença de caulinita, goetita, oligisto dentre outros minerais. Devido ao seu comportamento pouco inerte ao intemperismo químico e bastante resistente à meteorização mecânica descreve-se como o resíduo do processo de laterização onde óxidos de ferro hidratados são precipitados na superfície ou em sua proximidade. Por essas características protege as rochas mais suscetíveis à erosão e lixiviação, permitindo assim, a formação de chapadas e serras altas. O conhecimento de suas características possibilita a escolha de uma rocha adequada para a arte da Cantaria, além de desenvolver novas técnicas para a utilização desse material.

O Objetivo do trabalho foi avaliar as características físicas e químicas da canga que possibilitem a sua utilização como rocha ornamental.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A fundamentação do processo foi realizada por meio de experimentos laboratoriais que contaram com amostras coletadas no sítio geológico da região em estudo e preparadas para ensaios na Oficina de Cantaria da UFOP, os quais consistiram em:

- ensaios realizados segundo a Norma da ABNT NBR 12766<sup>(3)</sup> para obtenção da massa específica e porosidade, utilizando 10 (dez) cubos com aresta de aproximadamente 5 (cinco) cm;
- determinação de dureza Rockwell, onde foi utilizado um durômetro Rockwell Wolpert, com uma Esfera ¼ polegada de diâmetro como penetrador. Foram escolhidas faces de cada corpo, as quais fossem mais paralelas possíveis e nelas foram feitas 10 (dez) testes de dureza; e
- análise Química; Ensaios não destrutivos com o esclerômetro Schmidt, tipo N, realizados segundo ISRM.<sup>(4)</sup>

### 2.1 Ensaios de Determinação de Massa Específica, Porosidade e Absorção d'Água Aparente

Os ensaios de determinação de massa específica, porosidade e absorção d'água aparente foram realizados segundo a norma ABNT NBR 12766<sup>(3)</sup> e as respectivas equações:

Porosidade aparente:

$$\eta_a = \frac{(B - A)}{(B - C)} \times 100 \quad (1)$$

Massa específica aparente seca: 
$$\rho_{asec} = \frac{A}{(B-C)} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (2)$$

Absorção d'água aparente: 
$$\alpha_a = \frac{(B-A)}{A} \times 100 \quad (3)$$

## 2.2 Ensaios de Dureza Rockwell

A dureza obtida no ensaio de dureza Rockwell (Figura 1) é a resistência que a rocha oferece à penetração de um corpo duro. O método Rockwell é baseado na profundidade de penetração de uma ponta. Neste ensaio foi utilizada uma esfera de aço temperado na peça a ser ensaiada, sob uma carga determinada. O processo foi realizado em três etapas:

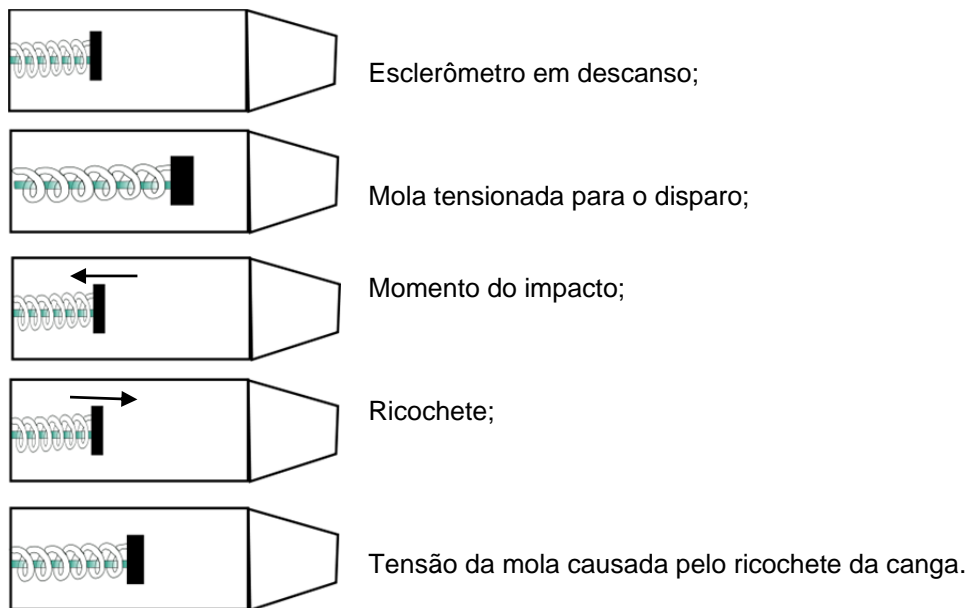
- 1) Submeteu-se a peça a uma pré-carga P1 e acertou-se o medidor em "0";
- 2) Aplicou-se a carga que somada à pré-carga resulta a carga nominal do ensaio (P1 + P2) até o ponteiro do identificador ficar parado; e
- 3) Retira-se a carga suplementar e faz-se a leitura.



Figura 1. Durômetro Rockwell Wolpert. <sup>(5)</sup>

## 2.3 Ensaios Não Destrutivos com o Esclerômetro Schmidt Tipo N

O esclerômetro Schmidt (Figura 2) é constituído por um pistão de mola que é liberado quando o êmbolo é pressionado contra a superfície. O impacto do pistão para o êmbolo transfere a energia para o material. A recuperação dessa energia depende da dureza (ou do impacto de penetração/ resistência ao dano) do material, que é expresso como uma porcentagem do comprimento máximo da mola antes da liberação do pistão e o seu comprimento após o ricochete.



**Figura 2.** Modelo de funcionamento do Esclerômetro de Schimdt.

O procedimento teve início com a checagem da integridade das amostras, que não deveriam possuir rachaduras visíveis, seguida de um leve polimento das superfícies. Para evitar que a energia de impacto seja dissipada os pontos de testes foram escolhidos o mais distante possível dos limites das amostras. As leituras obtidas são em função da energia restaurada e inserida, e se encontram livres de fontes de erros, inclusive os de angulação (Tabelas, 3, 4 e 5).

$$Q = 100 \times \frac{\text{Energia restaurada}}{\text{Energia inserida}} \quad (4)$$



**Figura 3:** Cilindro de Canga referente à Tabela 3.



**Figura 4:** Cilindro de Canga referente à Tabela 4.



Figura 5. Cubos referentes à Tabela 5.

## 2.4 Difractometria de raio X

A difratometria de raio-X caracteriza microestruturas de materiais cristalinos, avaliando a interação entre os átomos da matéria e os feixes de raio-X incididos.

## 2.5 Análise Química

Após a identificação mineralógica, foram quantificadas as proporções dos elementos mais significativos através de análise química da tabela 7.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Ensaios de Determinação de Massa Específica, Porosidade e Absorção d'Água Aparente

A Tabela 1 fornece altos valores de porosidade aparente, valores de massa específica aparente um pouco abaixo do padrão estabelecido pelo quartzito, material consolidado para uso como rocha ornamental, e valores satisfatórios referentes à absorção de água.

Tabela 1. Valores de porosidade aparente, absorção d'água aparente e massa específica, 2010

Corpos de prova	(A) Massa (g)	(B) Massa(g)	(C) Massa (g)	Porosidade aparente (%)	Absorção D'água aparente	Massa Específica Aparente Seca g/cm <sup>3</sup>
A	314,41	352,32	137,54	17,65	12,06	1,46
B	323,66	362,66	143,45	17,79	12,05	1,48
C	308	337,75	129,57	14,29	9,66	1,48
D	361,35	398,99	148,88	15,05	10,42	1,44
E	320,71	353,2	139,24	15,19	10,13	1,50
F	244,03	262,99	147,43	16,41	7,77	2,28
G	344,74	377,81	144,90	14,20	9,59	1,48
H	295,96	336,78	135,09	20,24	13,79	1,47
I	317,21	365,06	165,20	23,94	15,08	1,59
J	322,03	355,72	131,20	15,01	10,46	1,43

Fonte: Autoria própria, 2010.

### 3.2 Ensaios de dureza Rockwell

Os resultados obtidos para dureza Rockwell aparecem na Tabela 2.

**Tabela 2.** Ensaios de dureza Rockwell para a Canga, 2010.

Corpos de prova	1° teste	2° teste	3° teste	4° teste	5° teste	6° teste	7° teste	8° teste	9° teste	10° teste
1	88	95	89	93	87	89	88,5	85	91	91
2	79	90	84	74	85	88	82	88	85	86
3	91	93	88	88	93	86	93	91	83	91
4	84	81	89	87	96	88	87	89	83	88,5
5	88	91	91	88,5	94	93	92	88,5	91	93
6	83	87	89	88	89	88	83	89	89	88
7	79	86	89	83	82	90	86	88	92	86
8	85	97	87	92	88	87	82	79	83	88
9	73	75	91	87	80	82,5	76	80	78	87
10	91	95	89	91	85	85	92	91	93	87

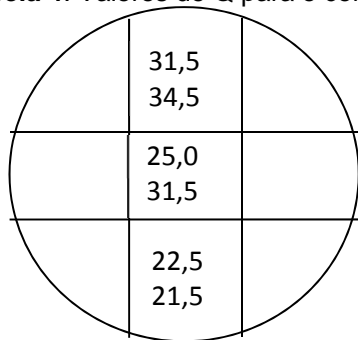
### 3.3 Ensaios Não Destrutivos com o Esclerômetro Schmidt Tipo N

Os valores de Q estão abaixo apresentados:

**Tabela 3.** Valores de Q para o corpo da Figura 3, 2010.

18,0	23,0	27,0
24,5	26,0	21,0
18,0	23,5	15,5
24,5	31,0	14,5
21,0	13,0	17,0
18,0	23,5	14,0

**Tabela 4.** Valores de Q para o corpo da figura 4, 2010.



31,5	34,5
25,0	31,5
22,5	21,5

**Tabela 5.** Valores de Q para os cubos da Figura 5, 2010.

A	15,0	B	16,0	C	18,5	D	18,0	E	16,5
	14,5		15,0		19,0		20,5		17,0
F	18,0	G	20	H	Não apresentou	I	Não Apresentou	J	17,0
	19,0		20,5						17,5

### 3.4 Difractometria de raio X

Por meio da interpretação do difratograma gerado pela canga foi possível identificar alguns de seus principais elementos, apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Elementos identificados no difratograma, 2010.

Nome do componente	Fórmula química
Goetita	Fe <sup>+++</sup> O (OH)
Holandita	BA (Mn <sup>+++++</sup> , Mn <sup>++</sup> ) <sub>8</sub> O <sub>16</sub> .
Pirolusita	MnO <sub>2</sub>
Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

### 3.5 Análise Química

Como segue na Tabela 7:

**Tabela 7.** Teor dos elementos encontrados na análise, 2010.

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	BaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	PbO	SO <sub>3</sub>	P.F.
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
45,3	35,4	6,0	1,2	1,0	0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10,6

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Ensaios de Determinação de Massa Específica, Porosidade e Absorção d'Água Aparente

A Canga apresentou valores altos de porosidade aparente por ser um produto residual gerado por lixiviação de outros componentes da rocha (Tabela 1).

É possível atribuir os valores de massa específica abaixo dos de quartzito aos distintos processos de formação da Canga, porém essa relação não se mostra determinante para inviabilizar o seu uso (Tabela 1).

Os resultados de absorção d'água foram satisfatórios quando comparado ao ponto referência, por se tratar de um material poroso e pouco permeável, poros pouco conectados (Tabela 1).

### 4.2 Ensaios de dureza Rockwell

Os ensaios de Dureza Rockwell revelaram bastante semelhança com a dureza obtida para o quartzito, tomando como parâmetro de comparação o trabalho de Segato, Pereira e Luz,<sup>(5)</sup> (Tabela 8), o que revela mais um fator de adequação da Canga para uso como Rocha Ornamental.

**Tabela 8.** Ensaios de dureza Rockwell para o quartzito, 2007<sup>(5)</sup>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MÉDIA
ITA_A_1L	71	75	78	85	81	65	78	81	71	<b>76,11</b>
ITA_A_1T	71	81	68	78	82	80	76	78	-	<b>76,75</b>
ITA_A_2L	85	84	87	89	84	84	71	69	78	<b>81,22</b>
ITA_A_2T	77	83	82	85	87	79	85	79	76	<b>81,44</b>
ITA_A_3L	75	62	74	76	79	70	38	86	62	<b>69,11</b>
ITA_A_3T	55	70	78	78	74	68	89	81	70	<b>73,67</b>
ITA_A_4L	80	67	86	74	83	84	85	82	82	<b>80,33</b>
ITA_A_4T	61	87	92	88	88	82	84	90	83	<b>83,89</b>
ITA_A_5L	45	67	61	75	79	70	73	74	76	<b>68,89</b>
ITA_A_5T	70	72	74	78	76	74	74	77	72	<b>74,11</b>
ITA_A_6L	74	73	46	82	80	78	85	82	80	<b>75,56</b>
ITA_A_6T	82	82	83	83	84	87	80	83	85	<b>83,22</b>
ITA_A_7L	65	78	83	82	81	81	76	78	82	<b>78,44</b>
ITA_A_7T	75	84	82	75	75	85	87	73	78	<b>79,33</b>
ITA_A_8L	65	80	83	79	78	83	84	80	81	<b>79,22</b>
ITA_A_8T	65	74	58	70	78	87	71	85	76	<b>73,78</b>
ITA_A_9L	80	85	86	87	86	85	83	86	85	<b>84,78</b>

### 4.3 Ensaios Não Destrutivos com o Esclerômetro Schmidt Tipo N

Os testes com o esclerômetro mostraram-se muito eficientes para detectar imperfeições internas na peça, o que foi comprovado pelo teste de porosidade. Amostras resultantes de um processo mais intenso de lixiviação, o que indica alta porosidade, apresentaram baixos valores de “Q” (*rebound*), ou mesmo não apresentam. Como pode ser observado nas Tabelas 1 e 6 os corpos H e I, que possuem mais alta porosidade, não apresentaram valores significativos de Q (*rebound*), enquanto os corpos de baixa porosidade (C, D, G) mostraram os maiores valores de ricochete.

### 4.4 Análise Química

A análise obtida difere da descrita por Dorr e Barbosa,<sup>(6)</sup> que possuía 56,7% de ferro, 4,81% de SiO<sub>2</sub>, 3,19% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e 0,128% de fósforo. Se deve às condições ambientais durante o processo de formação da canga neste sítio geológico, porém essa diferença não a impede de ser definida como tal.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo corroborou através de testes científicos a aplicação da canga para uso como rocha ornamental. Superando as expectativas iniciais, o estudo possibilitou avaliar as melhores características físicas que aperfeiçoam o processo de manipulação da Canga e o seu resultado final.

Os ensaios com o esclerômetro foram bastante conclusivos no que diz respeito à seleção da Canga mais adequada para utilização em processos de fabricação de peças ou mesmo na construção civil. Os testes obtêm um valor de “Q” (*rebound*) referente à intensidade de ricochete que o material produz. Baixos valores de Q comprometeriam o trabalho do artesão, pois podem indicar fraturas ou locais com exagero de poros, onde grande parte da energia inserida pelo esclerômetro no sistema é perdida, diminuindo ou até mesmo isentando o valor de energia devolvido



ao sistema de molas do aparelho. Ressaltando que a influência da forma não foi relevante, visto que foram utilizadas como amostras cilindros, cubos e paralelepípedos, este fato permite grande variabilidade no processo de criação. Pelo fato do teste ser não destrutivo e de fácil realização a sua utilização se torna viável, não ocorrendo perda de material.

## REFERÊNCIAS

- 1 MENICALI, Umberto. I materiali dell'edilizia storica – tecnologia e impiego dei materiali tradizionali, Roma: La Nuova Italia Scientifica, p. 286, 1992;
- 2 MAWE, J Viagem ao interior do Brasil, Particularmente aos distritos do Ouro e Diamante, em 1809 – 1810, Belo Horizonte, Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, p.388, 1922.
- 3 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 12766 - Rochas para revestimento - Determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente - Método de ensaio.
- 4 ISRM Suggested method for determination of the Schmidt hammer rebound hardness: Revised version, p.8, 2008;
- 5 SEGATO, M. C., PEREIRA C.A., LUZ J.A.M. – Pesquisa e Desenvolvimento e Resgate da Cantaria em Ouro Preto. Relatório FAPEMIG- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, 2004, p.108.
- 6 DORR, J. V. N., BARBOSA A. L. M.- Geology and Ore Deposits of the Itabira District Minas Gerais, Brazil, p. 110;