

CARACTERIZAÇÃO DE CANGA PARA USO COMO ROCHA ORNAMENTAL

Menezes, S. S.¹, Pereira, C. A.¹, Rioga, G. C.³.

¹Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.
Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto, MG, 35400-000.

[e-mail: pereira@demin.ufop.br](mailto:pereira@demin.ufop.br)

e-mail: s.s.menezes@hotmail.com

² Instituto Federal de Minas Gerais, Rua Pandiá Calógeras, 898 - Bauxita
Ouro Preto / MG - CEP: 35400-000

email: gabirioga_ph92@hotmail.com

RESUMO

A canga é um produto residual praticamente inerte ao intemperismo químico e bastante resistente à meteorização mecânica. A grande ocorrência desse material na região de Ouro Preto e a viabilização do seu uso em prol da comunidade incentivam o seu estudo e desperta o interesse em conhecer suas propriedades físicas e químicas. Nesse contexto, surge essa pesquisa pioneira fundamentando 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.

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 (Menicalli, 1992). 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 (1922) 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. METODOLOGIA

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 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 $\frac{1}{4}$ 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;
- Análise Química;
- Ensaios não destrutivos com o esclerômetro Schmidt, tipo N, realizados segundo “*ISRM Suggested method for determination of the Schmidt hammer rebound hardness*”.

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 e as respectivas equações:

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

Foram obtidos altos valores de porosidade aparente, como esperado, já que a Canga é um produto residual gerado por lixiviação de outros componentes da rocha (tabela I).

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

Os valores de massa específica aparente foram um pouco abaixo do padrão estabelecido pelo quartzito, material consolidado para uso como rocha ornamental. É possível atribuir essa diferença aos seus distintos processos de formação, porém essa relação não se mostra determinante para inviabilizar o uso da Canga (tabela I).

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

Valores satisfatórios referentes à absorção de água, por se tratar de um material poroso e pouco permeável, poros pouco conectados (tabela I).

Tabela I – Valores de porosidade aparente, absorção d'água aparente e massa específica

Corpos de prova	(A) Massa (g)	(B) Massa(g)	(C) Massa (g)	Porosidade aparente (%)	Absorção D'água aparente	Massa Específica Aparente Seca g/cm ³
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

2.2 Ensaio 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.
- 3) Retira-se a carga suplementar e faz-se a leitura.



Figura 1: Durômetro Rockwell Wolpert

Os resultados obtidos podem ser observados na tabela II:

Tabela II: Ensaio de dureza Rockwell para a Canga

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

Os ensaios de Dureza Rockwell revelaram bastante semelhança com a dureza obtida para o quartzito, tomando como parâmetro de comparação o trabalho Segato et al, 2007 (tabela III), o que revela mais um fator de adequação da Canga para uso como Rocha Ornamental.

Tabela III: Ensaios de dureza Rockwell para o quartzito (Segatoet al, 2007).

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

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.

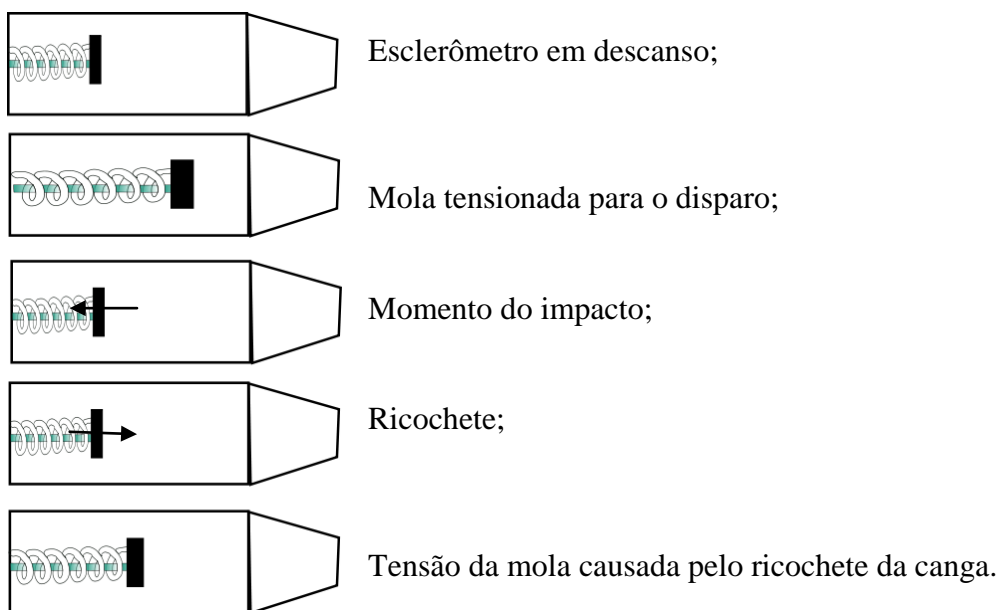


Figura 2: Modelo funcionamento Esclerômetro de Schimdt.

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, IV, V e VI).

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

Os valores de Q estão abaixo apresentados:

Tabela IV: Valores de Q para o corpo da figura 2 da figura 3

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



Figura 2: Paralelepípedo de Canga referente referente à tabela IV

Tabela V: Valores de Q para o corpo da figura 3

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



Figura 3: Cilindro de Canga à tabela V

Tabela VI: Valores de Q para os cubos da figura 4



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

Figura 4: Cubos referentes à tabela VI

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 I e VI 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.

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

Registro da amostra:

Tabela VII: Elementos identificados no difratograma

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

2.5 Análise Química

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

Tabela VIII: Teor dos elementos encontrados na análise

Fe ₂ O ₃	MnO	BaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	TiO ₂	MgO	CaO	PbO	SO ₃	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

A análise obtida difere da descrita por Dorr em “*Geology and Ore Deposits of the Itabira District Minas Gerais, Brazil*”, entre 1949-1951, que possuía 56,7% de ferro, 4,81% de SiO₂, 3,19% de Al₂O₃ e 0,128% de fósforo.

3. CONCLUSÕES

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.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dorr, J. V. N., Barbosa A. L. M.- Geology and Ore Deposits of the Itabira District Minas Gerais, Brazil, p. 110;

ISRM Suggested method for determination of the Schmidt hammer rebound hardness: Revised version, p.8, 2008;

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.

Menicali, Umberto. **I materialidell’ediliziastorica – tecnologia e impiego dei materialitradizionali**, Roma: La Nuova Itália Scientifica, p. 286, 1992;

Pereira, Carlos Alberto; Liccardo, Antonio; Silva, Fabiano Gomes da. **A arte da Cantaria**, Belo Horizonte: C/Arte, 2007;

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.