

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE PEDRA SABÃO DE BANDEIRAS - SANTA RITA DE OURO PRETO - MG¹

Rosa Malena Fernandes Lima²

Daniel Monti Braga³

Fernando Brandão Rodrigues da Silva³

Resumo

Apesar de Santa Rita de Ouro Preto ser considerada a capital da pedra sabão, que além de exportar a rocha de melhor qualidade para a Europa e Estados Unidos, fornece a rocha de qualidade inferior para os artesãos da região, que a utiliza para a fabricação de painéis, pequenas esculturas e demais utensílios domésticos. Essa atividade é a fonte de sustento de 75% dos moradores desse distrito de Ouro Preto/MG. Existem pouquíssimos estudos referentes às características tecnológicas da pedra sabão dessa região. Logo, nesse trabalho são apresentados os resultados de estudos de caracterização tecnológica de diversas amostras provenientes de quatro pedreiras da região de Bandeiras. Esses estudos englobaram a determinação dos principais constituintes mineralógicos, composição química, determinação de índices físicos, ensaios de módulo de ruptura e resistência ao choque térmico. Os minerais identificados nas amostras estudadas foram: talco, carbonatos (dolomita e magnesita), olivina, clinoclóro, sulfetos (pirita, arsenopirita, calcopirita), magnetita e outros. Os valores de porosidade aparente de todas as corpos de provas analisados foram baixos (no máximo de 0,4%), a dureza Rockwell variou de 73 a 84, tensões de ruptura superiores a 20 MPa. Nos ensaios de resistência ao choque térmico, observou-se que a ruptura de todas as amostras se deu no primeiro ou segundo ciclo do ensaio.

Palavras-chave: Pedra sabão; Caracterização tecnológica; Rocha ornamental.

CHARACTERIZATION OF SOAP STONE FROM BANDEIRAS - SANTA RITA OF OURO PRETO - MG

Abstract

In spite of Santa Rita de Ouro Preto is considered the main city of the soap stone, the better quality rocks are exported to Europe and USA and the rocks of small quality are sold for the artisan workers of this region that are used in the manufacture of pans, small sculptures and several domestic utensils. This activity is the main survive source of 75% of people that live in this place. There is small quantity of data related with these rocks characteristics. So, in this article are presented the results of technological characterization of several samples from four mines of Bandeiras region. These studies included the determination of mineralogy, chemistry composition, physic indices determination, mechanical and thermal resistance of the samples that were analyzed. The identified minerals were: talcum, dolomite, magnesite, olivine, clinoclóro, sulfites (pyrite, arsenopyrite, calcopyrite) magnetite, etc. The maximum apparent porosity of all analyzed samples was 0.4%, the Rochwell hardness was between 73 to 84, the strength index was higher than 20 MPa. In the thermal resistance tests it was observed that the rupture of all samples happened in the first or in the second cycle.

Key words: Soap stone, technological characterization, dimension stone

¹ *Contribuição técnica ao 64º Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Dr^a., Professora do PPGEM/DEMIN/UFOP*

³ *Alunos de iniciação científica do curso de Engenharia de Minas / UFOP*

1 INTRODUÇÃO

.As rochas talcosas são originadas de rochas calcáreas de origem sedimentar primitiva, ou de origem ultrabásica ígnea com teores de MgO e SiO₂ acima de 20 e 50%, respectivamente. Dependendo da região podem receber denominações diferentes, esteatito, pedra sabão e saponito.⁽¹⁾ Essa rocha é constituída por 35% de talco e proporções superiores a 25% dos minerais clorita, quartzo, calcita, dolomita, magnesita, tremolita, anfibólio, piroxênio e hematita.⁽²⁾

Jordt-Evangelista e Silva⁽³⁾ efetuaram estudos petrográficos de rochas metalultramáficas de Lamin, sul do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, visando a interpretação da gênese da pedra sabão/serpentinito dessa região. Os minerais identificados foram: anfibólios (60% a 80% em volume) e volumes menores de clorita, carbonato, serpentina e talco, que são minerais secundários. Os minerais opacos identificados foram a magnetita, ilmenita e pirita, que são minerais acessórios.

Na região de Bandeiras, localizada no distrito de Santa Rita, Município de Ouro Preto, existem diversas pedreiras de esteatito ou pedra sabão, cuja rocha, de melhor qualidade, é extraída e vendida em forma de blocos, que são exportados para a Europa e Estados Unidos. Uma outra aplicação dessa rocha é a fabricação de ornatos em cantaria, como balaústres e colunas. É o produto mais valorizado. Além da rocha “sã” de boa qualidade são produzidas e vendidas para o artesanato (fabricação de painéis, objetos de adorno, etc.) uma rocha de qualidade inferior (“mais mole”) e o talco, que ocorre em bolsões, que também é vendido para empresas de cerâmica (Figura 1).



Figura 1 – Produtos típicos comercializados pelas pedreiras de Bandeiras de Santa Rita de Ouro Preto: (a) Bloco de pedra sabão para exportação; (b) Fragmentos de pedra sabão utilizados em artesanato.

Apesar das atividades de extração e artesanato de pedra sabão em Santa Rita de Ouro Preto ser desenvolvida a séculos e ser a fonte de sustento de grande parte da população local, existe grande escassez de estudos referentes às características das rochas exportadas e utilizadas no artesanato da região. Logo, nesse trabalho são apresentados os resultados de caracterização tecnológica de amostras de pedra sabão, coletadas em quatro pedreiras da região de Bandeiras de Santa Rita de Ouro Preto, utilizadas pelos artesãos para a fabricação de painéis e objetos de adorno.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de pedra sabão coletadas nas pedreiras foram divididas de acordo com exame visual e o local de coleta em 8 grupos distintos (CD1, OD, MD, ZBD1, ZBD2, ZBL1, ZBL2 e ZBL3), as quais foram analisadas por difratometria de raios X (método do pó total), utilizando o difratômetro de raios X Modelo Rikagu, série D/Max-B do Laboratório de Difratometria de Raios X do DEGEO/UFOP. As interpretações dos difratogramas obtidos foram efetuadas pelo uso do software JADE 7.0 do fabricante MDI; microscopia ótica, usando o microscópio petrográfico da Leica DMLP do DEMIN/UFOP e microscopia eletrônica de varredura com sistema de análise EDS e análise química do Laboratório de Microscopia da UFOP para a identificação dos minerais opacos e diferenciação dos carbonatos entre si.

As análises químicas dos fragmentos de rocha coletados foram efetuadas pelo Laboratório de Geoquímica Ambiental DEGEO/UFOP por plasma de acoplamento indutivo (Spectro modelo Ciro/CCD) e por gravimetria.

Nos ensaios de determinação de índices físicos, como massa específica aparente, porosidade e absorção de água aparente, foi seguida a Norma da ABNT NBR 12766,⁽⁴⁾ que de forma resumida consistiu em: primeiramente os corpos de prova cúbicos (5 cm de aresta) foram lavados e escovados com uma escova de cerdas rígidas para desobstruir os poros da rocha. Após a limpeza, cada corpo de prova era introduzido na estufa, que era ligada e regulada para atingir a temperatura de 150°C. Decorridas 24 horas, o corpo de prova era retirado e pesado (massa A). Após a pesagem, o mesmo era colocado em um recipiente de fundo retangular de altura superior às arestas do cubo e adicionava-se água até cobrir 1/3 do volume do cubo, que permanecia nessas condições durante 13 horas. Após esse tempo, era adicionada mais água no recipiente até cobrir 2/3 do volume do cubo por mais 13 horas. E finalmente, o corpo de prova era totalmente coberto com água por mais 13 horas. Após estes três períodos regulares de tempo (13 horas) o corpo de prova era retirado do recipiente e pesado (massa B). Para obtenção da massa C, cada corpo de prova foi pesado de forma submersa na água com o auxílio de um suporte de aço e um fio de nylon de massa considerada desprezível, de forma que, uma extremidade do fio ficava fixa no suporte sobre a balança e a outra prendia o corpo de prova, impedindo com que o mesmo, quando pesado se encostasse no fundo do recipiente com água. De posse desses valores efetuava-se os cálculos dos índices físicos, cujas equações estão apresentadas abaixo.⁽⁴⁾

i – Porosidade (P)

$$P (\%) = \frac{(B - A)}{(B - C)} \times 100 \quad (01)$$

ii – Absorção aparente de água (A)

$$A (\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100 \quad (02)$$

iii - Massa específica aparente seca (μ_{seca} em kg/m³)

$$\mu_{seca} = \frac{A}{(B - C)} \times \gamma_a \quad (03)$$

iv - Massa específica aparente saturada (μ_{saturada} em kg/m^3)

$$\mu_{\text{saturada}} = \frac{B}{(B - C)} \times \gamma_a \quad (04)$$

Onde: γ_a é a massa específica da água

O procedimento para a determinação da dureza dos corpos de prova cúbicos (5 cm de aresta), utilizando o durômetro Otto Wolpert modelo Testor HT1A, equipado com um penetrador esférico de aço, de 0,5 polegadas, do Laboratório de Ensaios Mecânicos do Demet/UFOP, era efetuado da seguinte forma: Primeiramente, o corpo de prova era posicionado no equipamento. Em seguida, uma face do cubo era perfurada pelo penetrador, no qual se aplicava uma pré-carga de 60 kg. Após a aplicação da pré-carga, o penetrador perfurava progressivamente a face do corpo de prova, com registro contínuo pelo ponteiro do marcador do durômetro da profundidade da perfuração, até que uma profundidade limite (da ordem de décimos de milímetros) era alcançada e o valor da mesma mostrado no marcador do durômetro não mais se alterava. Então, a pré-carga de 60 kg era retirada e o valor da dureza era obtido diretamente pela leitura do marcador. Ao todo, efetuou-se nove perfurações na mesma face de cada corpo de prova ensaiado.

Para a determinação da resistência à compressão uniaxial, utilizando a prensa da marca MTS do Laboratório de Ensaios Mecânicos do DEMET/UFOP, o número de corpos de prova ensaiados para todos os grupos de amostras, devido a grande variabilidade das mesmas, variou de 8 a 10, que é bem superior ao valor sugerido pela norma NBR 12.767 (três corpos de prova). O procedimento utilizado consistia em após o correto posicionamento do corpo de prova na máquina era aplicado um esforço de compressão sobre o mesmo de modo que a tensão aplicada aumentasse a uma taxa de aproximadamente 0,6 MPa/s, até que se verificasse o rompimento total do corpo de prova. A carga de ruptura era obtida diretamente da prensa e então, tendo em mãos as medidas dos corpos de prova (cubos de 5 cm de aresta), convertia-se a carga em tensão de ruptura (modelo MTS).⁽⁵⁾

Para a determinação da resistência ao choque térmico (RCT) de acordo com a norma técnica NBR 13202, foram preparados corpos de prova na forma de um prisma reto com dimensões nominais de 160 X 40 X 40 mm. Em uma primeira fase, esses corpos de prova foram secados em uma estufa a 110°C por um intervalo de tempo suficiente para que as massas dos mesmos fossem constantes. Após a secagem, cada corpo de prova era introduzido em um forno com temperatura à 1200°C por um intervalo de 10 minutos. Em seguida, o mesmo era retirado do forno com o auxílio de uma tenaz e imerso em um reservatório com água corrente por 5 minutos. Finalmente, o corpo de prova era retirado do reservatório e ficava exposto à temperatura ambiente por mais 5 minutos. Neste intervalo de tempo, o mesmo era inspecionado de forma a verificar o aparecimento ou não de trincas. Então, o corpo de prova era devolvido ao forno e o ciclo de choque térmico era repetido (no máximo 20 vezes de acordo com a norma NBR 13202) ou até o rompimento total do mesmo. Finalmente, o cálculo da resistência ao choque térmico de cada corpo ensaiado era efetuado conforme a equação abaixo:⁽⁶⁾

$$RCT = \frac{A}{B} \quad (05)$$

Onde:

RCT = Resistência ao choque térmico;

A = número do ciclo em que foi verificado o aparecimento da primeira trinca;

B = número do ciclo onde ocorreu o rompimento total do corpo de prova.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os minerais identificados nas amostras analisadas por difratometria de raios X (método do pó total) estão apresentados na Tabela 1. Como pode ser observado, os minerais dolomita e ortoclásio foram identificados somente na amostra ZBL3 e o mineral magnesita não foi identificado na amostra ZBD1. A não identificação desses minerais nas demais amostras pode estar relacionada com a pequena proporção dos mesmos no material analisado (proporção em peso menor do que 5%).

Tabela 1 – Composição mineralógica das amostras de pedra sabão determinada por difratometria de raios X.

Am	Mineral				
	Talco $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	Magnesita $MgCO_3$	Dolomita $CaMg(CO_3)_2$	Clinocloro $(Mg, Fe)_6(Si, Al)_4O_{10}(OH)_8$ $(Mg, Cr)_6(Si, Al)_4O_{10}(OH)_8$	Ortoclásio $(K, Ba)(Si, Al)_4O_8$
CD1	X	X	-	X	-
OD	X	X	-	X	-
MD	X	X	-	X	-
ZBD1	X	-	-	X	-
ZBD2	X	X	-	X	-
ZBL1	X	X	-	X	-
ZBL2	X	X	-	X	-
ZBL3	X	X	X	-	X

Am – amostra

Através de estudos de microscopia ótica foi identificado o talco em todas as amostras analisadas além da presença de carbonatos com granulometria em algumas amostras variando de 2 mm a 4 mm, tremolita e de minerais opacos (pirita, arsenopirita e calcopirita) e olivina.

Na Figura 2 está apresentada uma fotomicrografia típica das amostras de pedra sabão OD, onde se observa a presença dos minerais, talco, olivina e anfibólio.

Na Figura 3, estão apresentadas fotomicrografias, evidenciando grãos maiores de carbonatos (no centro) e talco no quadrante superior à direita da fotomicrografia (a). Em (b) um grão de serpentina e em (c) grãos de olivina e anfibólio (grão cinza escuro).

Nas Figuras 4 e 5 estão apresentadas imagens de elétrons retroespalhados da amostra OD. As respectivas microanálises dos pontos assinalados estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3. Como pode ser observado, o sulfetos de ferro analisados possuem consideráveis proporções de Ni. Seria uma substituição do Fe da pirita pelo Ni, ou seria uma pentlandita, uma vez que os teores de Ni chegaram a 28%. Observa-se também que há uma considerável substituição do Mg da dolomita pelo Fe^{2+} . O mesmo pode ser dito em relação à amostra ZBD2, veja Figura 6 e Tabela 4. No caso das microanálises de grãos de magnetita observou-se uma considerável proporção de Cr (3,10 a 5,3%), que também foi encontrado nas amostras do Lamin Sul analisadas por por Jordt-Evangelista e Silva⁽²⁾, veja microanálises apresentadas nas Tabelas 2, 3 e 4.

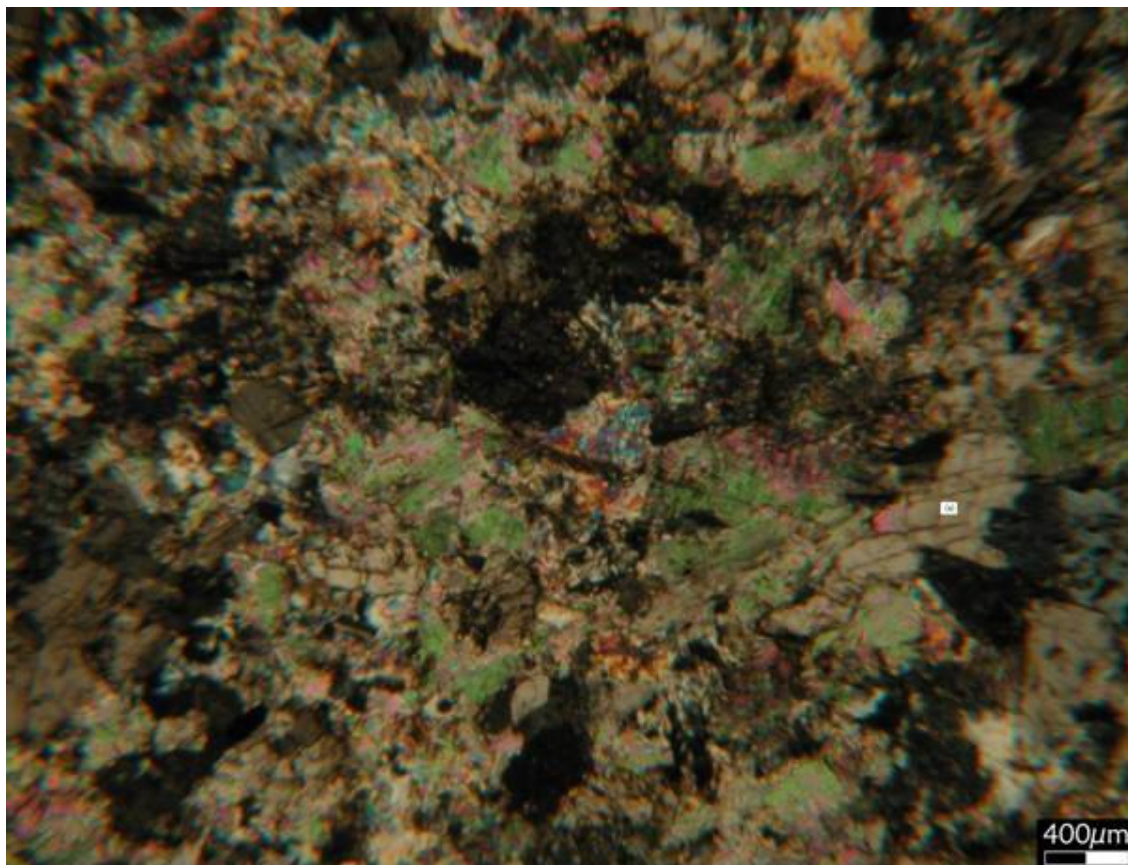


Figura 2 - Fotomicrografia da amostra OD, evidenciando grãos de talco (verde) e olivina (azul, creme e marrom). Polarizadores cruzados.

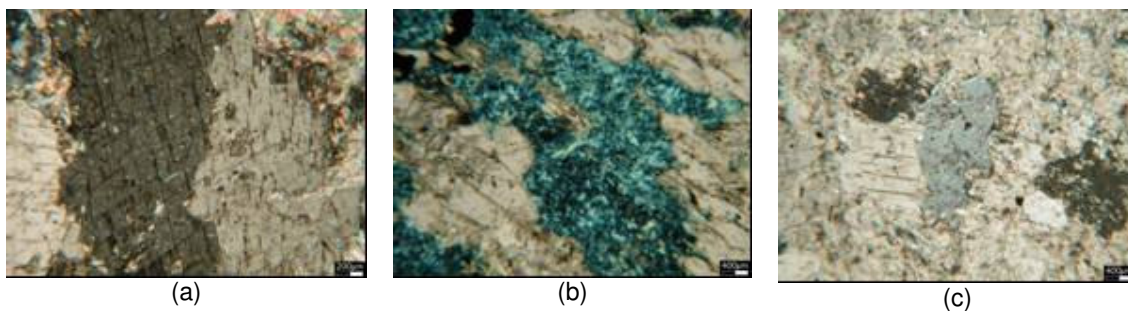


Figura 3 – Fotomicrografias de amostras de pedra sabão evidenciando a presença de carbonatos (a), em (b) serpentina e em (c) olivina e anfibólio. Polarizadores cruzados.

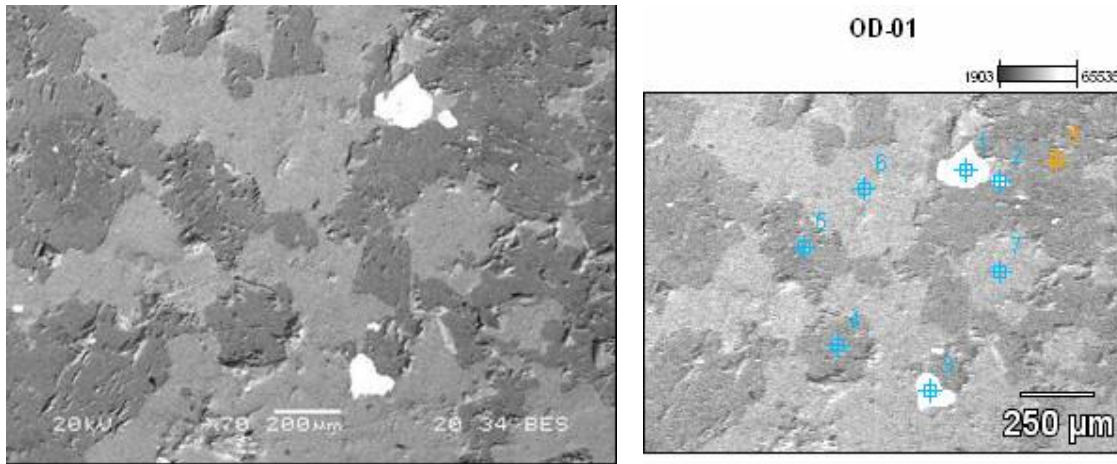


Figura 4 - Imagens de elétrons retroespalhados (a) e pontos de microanálise de raios X por EDS (b), obtidas com a voltagem de aceleração de 20 kV e aumento de 70X.

Tabela 2 – Composição química dos pontos assinalados na imagem da Figura 4 (b).

Ponto	Composição (%)						Mineral
	O	Mg	Si	S	Fe	Ni	
1	-	-	-	38,50	47,65	13,85	Pirita/pentlandita
2	-	-	-	36,27	36,36	27,36	Pirita/pentlandita
3	-	-	-	36,05	35,90	28,05	Pirita/pentlandita
4	48,97	42,11	-	-	8,92	-	Magnesita
5	49,56	38,26	-	-	12,19	-	Magnesita
6	44,14	20,49	33,24	-	2,13	-	Talco
7	43,72	20,04	34,04	-	2,19	-	Talco
8	48,82	41,23	-	-	9,95	-	Magnesita

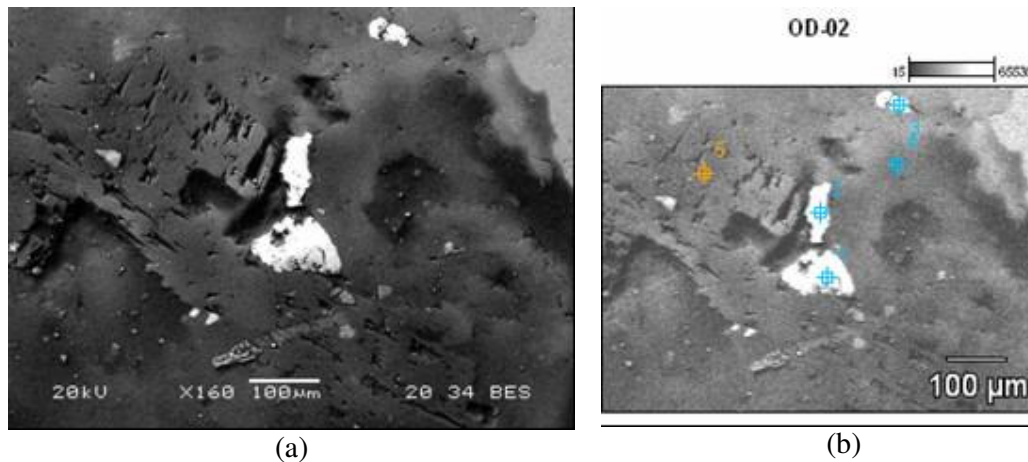
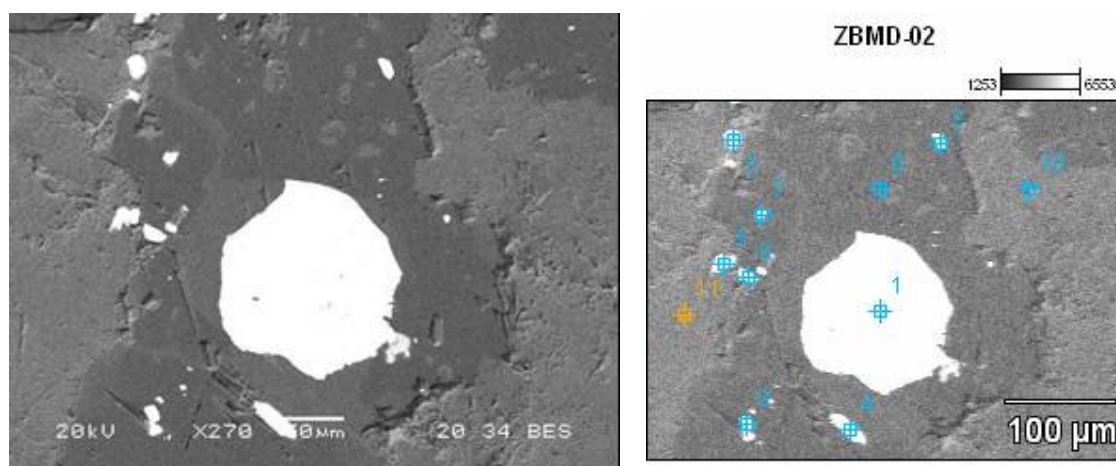


Figura 5 - Imagens de elétrons retroespalhados (a) e pontos de microanálise de raios X por EDS (b), obtidas com a voltagem de aceleração de 20 kV e aumento de 160X.

Tabela 3 – Composição química dos pontos assinalados na imagem da Figura 5 (b).

Ponto	Composição (%)						Mineral
	O	Mg	Si	S	Fe	Ni	
1	-	-	-	38,40	35,04	24,69	Pirita/pentlandita
2	-	-	-	40,16	46,93	12,91	Pirita/pentlandita
3	-	-	-	30,40	68,16	-	Pirita
4	20,81	22,30	49,94	-	2,44	-	Talco
5	27,43	57,11	-	-	7,81	-	Dolomita

**Figura 6** - Imagens de elétrons retroespalhados (a) e pontos de microanálise de raios X por EDS (b), obtidas com a voltagem de aceleração de 20 kV e aumento de 270X.**Tabela 4** – Composição química dos pontos assinalados na imagem da Figura 6 (b).

Ponto	Composição (%)							Mineral
	O	Mg	Si	S	Cr	Fe	Ni	
1	-	-	-	37,27	-	34,81	27,92	Pirita/pentlandita
2	50,5	38,90	-	-	-	10,58	-	Magnesita
3	12,6	4,26	2,77	-	4,12	76,20	-	Magnetita
4	-	2,03	-	33,89	-	64,08	-	Pirita
5	20,6	-	-	-	5,30	74,02	-	Magnetita
6	21,8	-	-	-	4,73	71,09	-	Magnetita
7	26,7	6,08	4,92	-	-	62,21	-	Magnetita
8	27,3	7,67	-	-	3,10	61,92	-	Magnetita
9	50,6	39,66	-	-	-	9,69	-	Magnesita
10	45,2	19,39	33,5	-	-	1,86	-	Talco

Na Tabela 5 estão apresentadas as composições químicas das amostras de pedra sabão estudadas. Como pode ser observado, a presença dos elementos químicos Cu e As, estão relacionadas com a existência de calcopirita e arsenopirita, presentes em todas as amostras analisadas. No entanto, não foi identificada a existência de galena nas microanálises em nenhuma das amostras analisadas, fato comprovado por teores de Pb inferiores ao limite de detecção do ICP (0,25 ppm). A presença de Mn nas amostras analisadas pode ser proveniente tanto de substituições isomórficas do Mg do talco pelo Mn, o que não foi observado em nenhuma das microanálises efetuadas ou, o que é mais provável, que o mesmo seja

proveniente de um carbonato de manganês (rodocrosita). O CaO, presente em todas as amostras analisadas são provenientes dos minerais dolomita, havendo também a possibilidade da existência de menores proporções do mineral calcita enquanto que o MgO são provenientes tanto do talco quanto da magnesita e dolomita, presentes nas amostras, identificados na difração de raios X e microanálises, apresentadas anteriormente.

Tabela 5 – Composições químicas das amostras de pedra sabão de Bandeiras.

Amostra	Elementos (ppm)				Óxidos (%)					
	Pb	As	Mn	Cu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	PPC
CD1	< 0,25	28,83	881	53,3	37,12	3,53	35,23	1,73	6,71	15,68
OD	< 0,25	2,07	740	26,14	33,95	1,59	37,20	0,25	5,05	21,96
MD	< 0,25	1,021	1133	49,37	65,45	1,51	35,51	1,28	7,79	19,36
ZBD1	< 0,25	< 0,05	216,9	< 0,01	57,22	1,00	33,15	0,12	3,43	5,08
ZBD2	< 0,25	1,638	742	40,56	30,99	0,60	37,24	0,12	7,54	23,51
ZBL1	< 0,21	4,349	1576	14,72	25,57	0,69	40,40	0,61	3,50	29,23
ZBL2	< 0,25	3,657	871	4,024	34,48	0,80	38,33	0,30	4,07	22,02
ZBL3	< 0,25	12,55	2523	16,6	7,52	0,14	41,48	4,41	2,54	43,91

Os índices físicos dos oito grupos de amostras (10 corpos de prova por grupo), determinados de acordo com a norma técnica ABNT 12766,⁽⁴⁾ estão apresentados na Tabela 6. Como pode ser observado pela Tabela 6 os valores dos índices físicos (massa aparente seca e saturada, porosidade e absorção aparentes) de todas as amostras analisadas são muito parecidos. Somente como parâmetro de comparação, os valores obtidos tanto para a massa específica quanto para porosidade são compatíveis com os valores de quartzito (massa específica $\geq 2560 \text{ kg/m}^3$, absorção aparente de água $\leq 1,0\%$).⁽⁶⁾

Como pode ser observado pela Tabela 7, os valores de dureza das amostras de pedra sabão da região de Bandeiras de Santa Rita de Ouro Preto variam de 73 (amostra ZBL3) a 84 (MD) com desvio padrão variando de 7 a 16. Esta variação de valores de dureza obtida para cada leitura efetuada está relacionada com a grande heterogeneidade em termos de mineralogia das faces analisadas, veja fotomicrografia, apresentada na Figura 2, por exemplo.

Os resultados dos ensaios de tensão de ruptura das amostras de pedra sabão analisadas estão apresentados na Tabela 8. Como pode ser observado, a tensão de ruptura das mesmas variou de 20 a no máximo de 25 MPa, que está compatível com o valor de módulo de ruptura de quartzito ornamental (acima de 13,9 MPa).⁽⁷⁾

Tabela 6 – Índices físicos das amostras de pedra sabão de Bandeiras.

Amostra	Índices físicos			
	Massa específica aparente seca (kg/m ³)	Massa específica aparente saturada (kg/m ³)	Porosidade Aparente (%)	Absorção aparente de água (%)
CD1	2.788	2.791	0,26	0,09
OD	2.845	2.848	0,25	0,09
MD	2.793	2.796	0,30	0,11
ZBD1	2.843	2.847	0,40	0,14
ZBD2	2.801	2.804	0,29	0,10
ZBL1	2.840	2.844	0,38	0,13
ZBL2	2.848	2.852	0,32	0,11
ZBL3	2.849	2.852	0,29	0,10

Tabela 7 – Dureza Rockwell das amostras de pedra sabão de Bandeiras.

Ensaio	Amostra							
	CD1	OD	MD	ZBD1	ZBD2	ZBL1	ZBL2	ZBL3
1	95	84	92	78	64	75	82	79
2	96	74	94	93	90	84	77	86
3	94	83	94	64	68	83	77	72
4	58	88	94	78	84	71	89	82
5	61	86	65	75	70	72	84	73
6	72	90	71	92	70	95	68	54
7	62	70	83	95	92	81	78	85
8	62	88	90	75	71	72	76	52
9	65	77	77	89	87	82	89	78
Média	74	82	84	82	77	79	80	73
Desvio padrão	16	7	11	11	11	8	7	13

Observa-se pela Tabela 9 que a ruptura das amostras de pedra sabão submetidas ao choque térmico ocorreu no máximo no segundo ciclo e que exceto para a amostra MD, a primeira trinca dos corpos de prova surgiu também no segundo ciclo.

4 CONCLUSÕES

- Os minerais identificados nas amostras de pedra sabão foram: anfibólio, olivina, clinoclóro, talco, carbonatos (magnesita e dolomita), sulfetos (pirita, calcopirita e arsenopirita), magnetita e outros.
- Os teores de chumbo em todas as amostras analisadas foram inferiores ao limite de detecção do ICP (0,25 ppm).
- Todas as amostras de pedra sabão analisadas possuem porosidade aparente variando de 0,3 a 0,4% e a absorção aparente de água em torno de 0,11%.
- A dureza Rockwell das amostras de pedra sabão analisadas variaram de 73 a 84
- O módulo de ruptura das amostras de pedra sabão estudadas ficaram entre 20 e 25 MPa.
- A ruptura das oito amostras de pedra sabão analisadas ocorreu no máximo no segundo ciclo.

Tabela 8 – Tensão de ruptura das amostras de pedra sabão (MPa) de Bandeiras.

Ensaio	Amostra							
	CD1	OD	MD	ZBD1	ZBD2	ZBL1	ZBL2	ZBL3
1	21,83	19,40	21,80	22,55	33,50	26,43	18,40	19,97
2	9,80	18,19	28,71	18,77	12,59	31,45	28,79	22,90
3	26,98	21,74	21,38	22,31	19,96	22,78	18,17	21,15
4	20,32	30,72	21,77	31,98	25,88	32,18	25,71	23,78
5	19,97	30,39	13,64	21,68	24,41	26,26	29,03	29,37
6	25,48	15,72	22,09	16,44	16,60	21,56	30,49	20,72
7	22,65	20,16	16,16	31,65	20,37	24,66	13,37	32,90
8	20,15	21,90	28,23	34,55	12,53	15,89	25,82	20,55
9	14,56	30,55	16,52	21,12	-	-	24,49	19,95
10	-	29,66	21,52	28,17	-	-	18,81	29,73
Média	20,19	23,84	21,18	24,92	20,73	25,15	23,31	24,10
Desvio padrão	5,27	5,85	4,85	6,19	7,12	5,30	12,75	4,78

Tabela 9 – Resistência ao choque térmico das amostras de pedra sabão de Bandeiras de Santa Rita de Ouro Preto.

Amostra	A	B	R.C.T.
CD1	1	1	1/1
OD	1	1	1/1
MD	2	2	2/2
ZBD1	1	1	1/1
ZBD2	1	2	1/2
ZBL1	1	2	1/2
ZBL2	1	1	1/1
ZBL3	1	1	1/1

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo financiamento do projeto: Caracterização Tecnológica de Pedra Sabão, Talco e Resíduos de Pedreiras e Oficinas de Artesanato de Pedra Sabão de Ouro preto, Visando a um Melhor Aproveitamento Econômico e ao Prof. Leonardo Goldefroid do DEMET/UFOP pelos ensaios de dureza e resistência uniaxial, realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos.

REFERÊNCIAS

- PINHEIRO, J. C. F. Perfil Analítico do Talco. Boletim no 22. DNPM, 1973.
- KUZVART, M. Industrial Minerals and Rocks. Elsevier. Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo. 1984. 454p.
- JORDT-EVANGELISTA, H., Rochas metamórficas de Lamin, sul do Quadrilátero Ferrífero, MG: contribuição ao conhecimento do protólito da pedra-sabão. REM – Revista, v. 58, n. 1, p 11-20, 2005.
- _____(1992). Rochas para Revestimento –Determinação da Massa Específica Aparente, Porosidade Aparente e Absorção de Água Aparente (NBR12.766), ABNT, Rio de Janeiro, 2p.
- _____(1992). Rochas para revestimento – determinação da resistência à compressão uniaxial (NBR 12767), ABNT, Rio de Janeiro, 2p.
- _____(1997). Materiais Refratários - Determinação da resistência ao choque térmico com resfriamento em água (NBR 13202), ABNT, Rio de Janeiro, 2p.

- 7 FRAZÃO, E. B., PARAGUAÇU, A. B. Materiais Rochosos para Construção. In: Geologia de Engenharia. Oliveira , A. M. S., Brito, S. N. A. Editores. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia. 1998. 588p. Cap.20- p 331-342.
- 8 LIMA, R. M. F., SILVA, A. F. S., LUZ, J. A. M. Estudos para o Aproveitamento Econômico de Resíduos de Pedreiras de Quartzito. Relatório Técnico. FAPEMIG/UFOP. 2005. 126p.