

## DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE, POROSIDADE E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM ALGUNS TIPOS DE ROCHAS

LEONARDO VINICIUS LISBOA DA CRUZ<sup>1</sup>, ELSON CESAR MORAES<sup>2</sup>, GABRIEL LIMA FRAZÃO<sup>3</sup> e ANDREY SALES LOPES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Eng. Civil, IFMA, São Luís-MA, leonardol@acad.ifma.edu.br;

<sup>2</sup>Dr. Prof. Adj. CCEM, UFMA e Graduando em Eng. Civil, IFMA, São Luís-MA, elsonmoraes@acad.ifma.br;

<sup>3</sup>Graduando em Eng. Civil, IFMA, São Luís-MA, gabriel.frazao@acad.ifma.edu.br;

<sup>4</sup>Ms. Prof. do Curso de Eng. Civil, IFMA, São Luís-MA, andrey.lopes@ifma.edu.br.

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
04 a 06 de outubro de 2022

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo determinar a densidade, porosidade e absorção de água em três tipos de rochas: *granito* (rocha ígnea), *mármore* (rocha metamórfica) e o *argilito* (rocha sedimentar). Foram coletadas amostras das rochas em diferentes canteiros de obras na cidade de São Luís-MA e realizados experimentos conforme procedimento normatizado na ABNT NBR 15845-2. Os resultados obtidos para as três rochas estudadas são comentados, comparados e apresentados em forma de gráficos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Densidade, porosidade, absorção de água, rochas.

### DETERMINATION OF DENSITY, POROSITY AND WATER ABSORPTION IN SOME TYPES OF ROCKS

**ABSTRACT:** This work aimed to determine the density, porosity and water absorption in three types of rocks: granite (igneous rock), marble (metamorphic rock) and argillite (sedimentary rock). Rock samples were collected at different construction sites in the city of São Luís-MA and experiments were carried out according to the procedure established in ABNT NBR 15845-2. The results obtained for the three rocks studied are commented, compared and presented in the form of graphs.

**KEYWORDS:** Density, porosity, water absorption, rocks.

### INTRODUÇÃO

O processo de ensaios de material é um método amplamente presente no ambiente acadêmico, seja em uma prática experimental, como também no setor da indústria, por exemplo em uma linha de produção. Independentemente de sua área de aplicação, as técnicas de medição são de fundamental importância (BALBINOT E BRUSAMARELLO, 2010).

No setor da construção civil, de uma forma geral, os ensaios são fatores determinantes para garantir a qualidade das especificações dos materiais utilizados. Neste trabalho apresenta um experimento para determinar os alguns parâmetros em rochas: densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água em rochas.

### MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foram coletados os materiais rochosos utilizados, sendo definido três tipos de rochas: *granito* (rocha ígnea), *mármore* (rocha metamórfica) e o *argilito* (rocha sedimentar).

Segundo Pena (2022), as rochas, ígneas que também são chamadas de rochas magmáticas, são aquelas originadas em altas temperaturas a partir da solidificação do magma.

Segundo Gandine (2022), esse tipo de rocha é predominante na crosta terrestre, constituindo mais de 70% de seu volume. No manto, abaixo da crosta terrestre, o magma encontra-se em seu estado pastoso, devido ao calor proveniente do interior da Terra, com temperaturas por volta de 2000°C, e devido a essa plasticidade, permitem que as placas tectônicas da crosta se movimentem.

Segundo Ribeiro (2022), as rochas metamórficas são formadas a partir da transformação de outras rochas já existentes. Essa rocha original é chamada de protólito. Ainda segundo o autor, os protólitos

podem ser rochas ígneas, rochas sedimentares e até mesmo metamórficas. O autor diz ainda que, rochas sedimentares são formações naturais resultantes da consolidação de fragmentos de outras rochas (chamados de sedimentos) ou da precipitação de minerais salinos dissolvidos em ambientes aquáticos.

Durante a coleta das amostras de rochas foi utilizado o procedimento normatizado na NBR 15845-2 em seu subitem 6.1.1 que descreve: são necessários 10 corpos de prova, com dimensões entre 50 mm e 70 mm e com relação base/altura de 1:1.

Ressalta-se que, embora tenha-se tentado seguir essa prescrição normativa, tal procedimento não teve como ser seguido fielmente, tendo em vista a dificuldade de se obter os corpos de prova nas dimensões e proporções solicitadas. Pois, não se dispunha de equipamentos adequados para retirada de testemunhos das rochas conforme descrito na norma. Entretanto, as amostras coletadas foram cortadas e padronizadas utilizando uma serra de disco, conforme mostra a Figura 1.

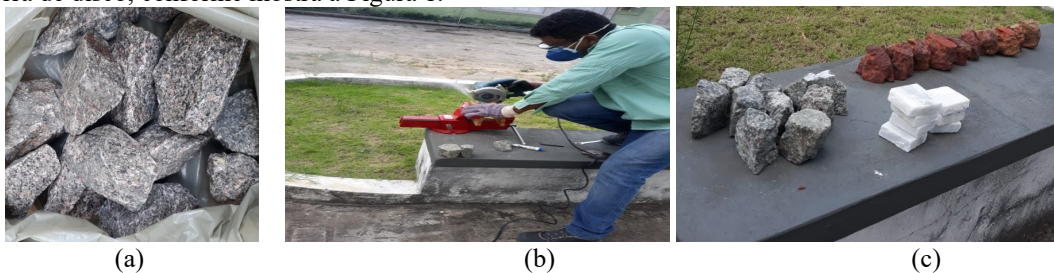


Figura 1 – Corte e preparação das amostras

Fonte: Próprios autores

Além das amostras de rochas os seguintes itens foram utilizados para realização do experimento: serra elétrica a disco; escada; pincel atômico; bacia grande; água destilada; flanela; balde de 8 litros; morça de bancada; óculos, máscara e luvas de proteção; balança hidrostática; bandeja metálica; estufa.

Todas as amostras foram lavadas e após isso cada tipo de rocha foi dividida em três partes com relação às suas respectivas alturas, conforme indica a Figura 2.

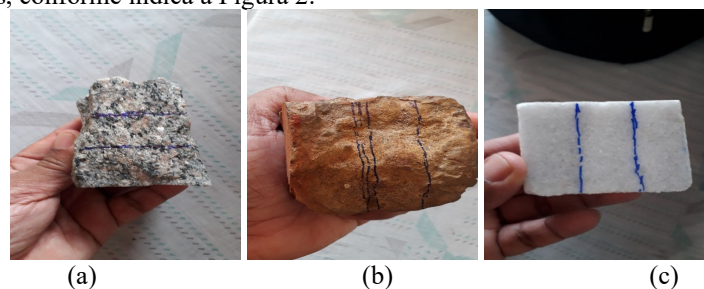


Figura 2 – Divisão das amostras em três partes

Fonte: Próprios autores

Posteriormente foram colocadas em uma bacia contendo água destilada até 1/3 de suas alturas por um período de 4h, conforme estabelece a norma. Após esse período adicionou-se água até 2/3 da altura indicada, passadas mais 4h completou-se a submersão das amostras. Finalizado esse processo, as amostras ficaram 40h submersas em água (Figura 3: a, b e c).

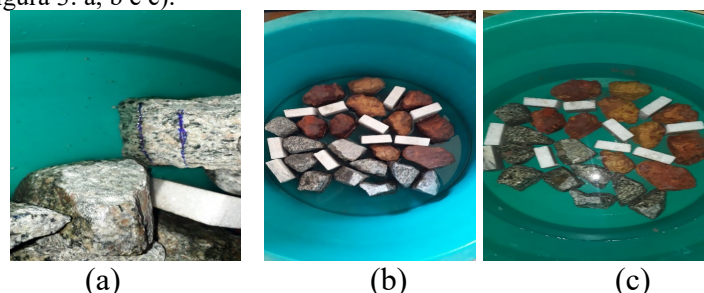


Figura 3 – Amostras submersas em três etapas

Fonte: Próprios autores

Após 40h de submersão as amostras foram pesadas em uma balança hidrostática em condição submersa, afim de avaliar precisamente as variações de massa sofridas pelas amostras. Após isso, as amostras foram levemente enxugadas superficialmente e pesadas em uma balança de precisão e anotados as massas saturadas das mesmas. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam as massas medidas em cada uma das etapas: massa submersa ( $M_{sub}$ ); massa saturada ( $M_{sat}$ ) e massa seca ( $M_{sec}$ ) para cada tipo de rocha.

Tabela 1 – Massas das amostras de granito

Nº da amostra	Msub (g)	Msat (g)	Msec (g)
GA1	155.95	243.25	242.77
GA2	188.52	294.41	294.07
GA3	189.12	296.20	295.83
GA4	193.29	301.20	300.94
GA5	202.26	317.33	316.43
GA6	209.60	327.09	326.72
GA7	237.56	373.23	372.93
GA8	248.93	386.93	386.51
GA9	252.06	394.53	393.58
GA10	294.75	463.45	462.21

Fonte: próprios autores

Tabela 2 – Massas das amostras de argilito

Nº da amostra	Msub (g)	Msat (g)	Msec (g)
SA1	152,48	275,87	256,14
SA2	169,84	273,94	262,45
SA3	173,03	292,96	279,08
SA4	175,21	290,47	278,39
SA5	197,02	312,42	290,15
SA6	200,97	341,41	320,00
SA7	201,04	334,02	323,57
SA8	244,37	430,72	399,55
SA9	247,28	390,10	337,9
SA10	351,18	572,15	544,08

Fonte: Próprios autores

Tabela 3 – Massas das amostras de mármore

Nº da amostra	Msub (g)	Msat (g)	Msec (g)
MA1	121,40	186,40	186,32
MA2	130,07	198,66	198,55
MA3	131,29	199,00	198,89
MA4	135,24	207,87	207,72
MA5	137,11	210,56	210,45
MA6	141,46	217,35	217,24
MA7	145,72	223,76	223,65
MA8	151,20	240,70	240,13
MA9	157,81	242,08	241,99
MA10	162,47	243,54	243,41

Fonte: Próprios autores

Após as pesagens saturadas, as amostras foram colocadas em uma bandeja metálica e levadas ao forno (mufla). As mesmas permaneceram a uma temperatura constante de 70°C por um período de 24h. Posteriormente, foram medidas as massas das amostras secas e após isso as mesmas foram retornadas ao forno por mais 2h. Como não houve variação significativa em suas massas após esse período estabelecendo linearidade entre suas massas, o procedimento foi encerrado.

A análise dos resultados foram feitas utilizando os requisitos da norma para os seguintes parâmetro: Densidade aparente ( $\rho_a$ ); Porosidade aparente ( $\eta_a$ ); Absorção de água ( $\alpha_a$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Usando os resultados calculados construiu-se as Tabelas 4, 5 e 6 para os três tipos de rochas analisados.

Tabela 4 – propriedades do granito

Rocha Ígnea: Granito			
Descrição da amostra	Absorção de água	Densidade Aparente	Porosidade Aparente
GA1	0,2683	2739,8340	0,7350326
GA2	0,2541	2762,1955	0,7019022
GA3	0,1977	2780,8706	0,5498282
GA4	0,0804	2748,8022	0,2211248
GA5	0,2844	2749,8914	0,7821326
GA6	0,1251	2762,7008	0,345536
GA7	0,1087	2800,7971	0,3043478
GA8	0,1156	2777,1272	0,3210879
GA9	0,1132	2780,8324	0,3149204
GA10	0,0864	2788,8055	0,2409415
<b>Média</b>	0,1634	2769,1857	0,4517

Fonte: Próprios autores

Tabela 5 – propriedades do argilito

Rocha Sedimentar: Argilito			
----------------------------	--	--	--

Descrição da amostra	Absorção de água	Densidade Aparente	Porosidade Aparente
SA1	7,7028	2075,8570	15,9900
SA2	4,3780	2521,1335	11,0375
SA3	4,9735	2327,0241	11,5734
SA4	4,3392	2415,3219	10,4807
SA5	7,6753	2514,2981	19,2981
SA6	6,6906	2278,5531	15,2449
SA7	3,2296	2433,2230	7,85830
SA8	7,8013	2144,0837	16,7266
SA9	1,5448	2365,9151	36,5495
SA10	5,1592	2462,2347	12,7031
<b>Média</b>	5,3494	2353,7644	15,7462

Fonte: Próprios autores

Tabela 6 – propriedades do mármore

Rocha Metamórfica: Mármore			
Descrição da amostra	Absorção de água	Densidade Aparente	Porosidade Aparente
MA1	0,0429	2866,4615	0,1231
MA2	0,0554	2894,7368	0,1604
MA3	0,0553	2937,3800	0,1625
MA4	0,0722	2859,9752	0,2065
MA5	0,0523	2865,2144	0,1498
MA6	0,0506	2862,5642	0,1449
MA7	0,0492	2865,8380	0,1410
MA8	0,2374	2683,0168	0,6369
MA9	0,0372	2871,6032	0,1068
MA10	0,0534	3002,4670	0,1604
<b>Média</b>	0,0706	2870,9257	0,1992

Fonte: Próprios autores

Assim, com esses dados foi possível traçar os gráficos de: absorção de água, densidade e porosidade.

A absorção de água esta diretamente relacionada a permeabilidade e quantidade de interstícios que a rocha possui, sendo um dos mais importantes fatores em se tratando de utilização das mesmas para fins de construção civil. Para esse parâmetro as amostras apresentaram os resultados descritos nos gráficos mostrados na Figura 4.

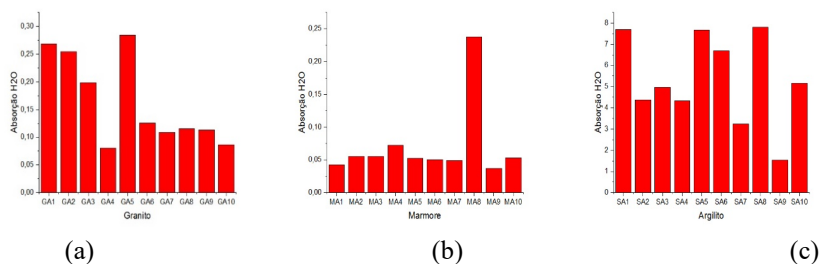


Figura 4 – Gráfico de absorção de água

Fonte: Próprios autores

A densidade de um material está relacionada a quantidade de massa que o mesmo possui em uma única unidade de volume, as densidades registradas nas amostras estão representadas na Figura 5.

A porosidade por definição no âmbito da geologia é a característica de uma rocha reter fluidos em seus espaços interiores, os poros. Na Figura 6 estão representados os resultados quanto a porosidade das amostras.

Em caráter de comparação, foi necessário estabelecer os parâmetros de médios de absorção de água, densidade aparente e porosidade das 10 amostras de cada tipo de rocha estudada, afim de comparar os resultados e estabelecer conclusões acerca de suas características e propriedades gerais.

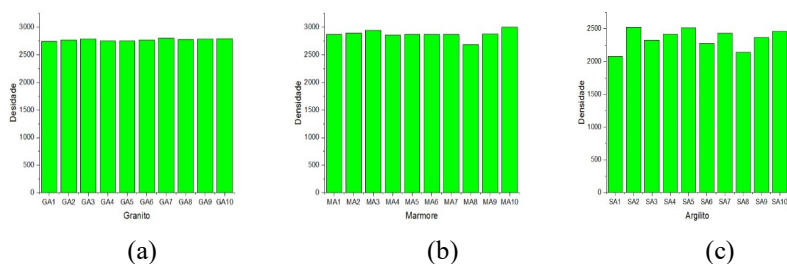


Figura 5 – Gráfico de densidade aparente

Fonte: Próprios autores

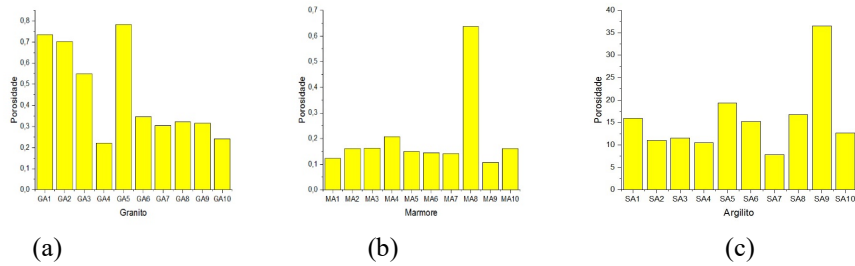


Figura 6– Gráfico de porosidade

Fonte: Próprios autores

Quanto ao grau de absorção média de água, a Figura 7 (a) mostra o gráfico que descreve os valores para os três tipos de rocha estudadas. Já densidade média das amostras de rochas estudadas, o gráfico da Figura 7 (c) descreve os valores registrados. O grau de porosidade média das amostras, o gráfico da Figura 7 (b) descreve os valores encontrados.

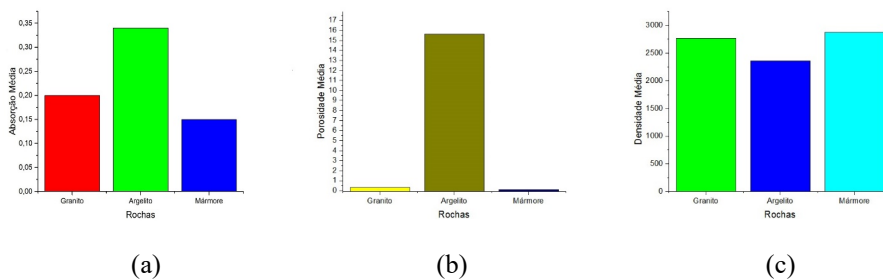


Figura 7 – Gráfico de absorção média de água, porosidade e densidade média

Fonte: Próprios autores

## CONCLUSÃO

Durante procedimento experimental algumas adaptações foram necessárias, não sendo possível seguir fielmente o que descreve a norma NBR 15845-2, entretanto, acredita-se que tais ajustes não interferiram de forma negativa nos resultados encontrados. A comparação da absorção de água dos três tipos de rochas apresentada na Figura 7a, demonstra um resultado esperado e que já é confirmado por literaturas que estudam propriedades características de rochas. A Figura 7b mostrou que de uma forma geral os três tipos de rochas apresentaram uma densidade com valores relativamente próximos se comparados com os valores discrepantes da porosidade mostrados na Figura 7c. Com relação a porosidade a Figura 7c ficou claro que o argilito por ser uma rocha sedimentar apresentou uma alta porosidade quando comparada ao granito e mais ainda com relação ao mármore. Embora os resultados não tenham sido comparados com nenhum outro resultado escrito na literatura, acredita-se que esses não devem divergir de forma significativa, quando se comparar as mesmas propriedades para os tipos de rochas estudadas neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15845-2: Rochas para revestimentos - Parte 2 Determinação da densidade aparente, da porosidade aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, p. 8. 2015.

GANDINI, Rosana. "Rochas Sedimentares". Disponível em: <https://www.infoescola.com/geologia/rochas-sedimentares/>. Acesso em 11 de julho de 2022.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Rochas ígneas"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/rochas-igneas.htm>. Acesso em 11 de julho de 2022.

RIBEIRO, Amarolina. "Rochas metamórficas"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/rochas-metamorficas.htm>. Acesso em 11 de julho de 2022.