

INFLUÊNCIA DO RESÍDUO DE GRANITO NAS PROPRIEDADES DO ESTADO FRESCO EM ARGAMASSA DE GESSO*

Laimara da Silva Barroso¹
Markssuel Teixeira Marvila²
Afonso Rangel Garcez de Azevedo³
Euzébio Bernabé Zanelato⁴
Jonas Alexandre⁵
Sergio Neves Monteiro⁶

Resumo

O aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais, principalmente o granito, vem sendo atualmente pesquisado a fim de reduzir o impacto ambiental. Uma forma de reutilizá-los é a incorporação do resíduo de granito na argamassa de gesso. Este trabalho tem como objetivo apresentar a influência do resíduo do granito nas propriedades do estado fresco em argamassa de gesso. Foram apresentados resultados do aproveitamento do resíduo de granito com adição em argamassa de gesso, em frações de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% em relação à massa de areia. Para as argamassas de gesso produzidas, foram avaliados o *flow table*, a densidade da massa, o teor de ar incorporado, a retenção de água, além do método do *squeeze-flow* para compreender suas principais características reológicas. A análise dos resultados permite concluir que a utilização do resíduo de granito como adição em argamassas de gesso é viável tecnicamente somente para os teores de 25% e 50%, e que 25% de adição é o teor que apresenta melhor desempenho.

Palavras-chave: Aproveitamento; Resíduo de granito; Argamassa de gesso.

INFLUENCE OF GRANITE WASTE ON THE PROPERTIES OF THE FRESH STATE IN PLASTER MORTAR

Abstract

The use of ornamental stone residues, mainly granite, has been researched in order to reduce the environmental impact. One way to reuse them is to incorporate the granite residue into the plaster mortar. This work aims to present the influence of the granite residue on the properties of the fresh state in plaster mortar. Results of the use of the granite residue with addition in gypsum mortar, in fractions of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% in relation to the sand mass were presented. For gypsum mortars produced, flow table, mass density, incorporated air content, water retention, and the squeeze-flow method were evaluated to understand their main rheological characteristics. The analysis of the results allows to conclude that the use of the granite residue as an addition in gypsum mortars is technically feasible only for the contents of 25% and 50%, and that 25% of addition is the content that presents the best performance.

Keywords: Use; Waste granite; Plaster mortar.

¹ Mestranda em Engenharia Civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

² Mestre em Engenharia Civil, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

³ Doutor em Engenharia Civil, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

⁴ Doutorando em Engenharia Civil, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

⁵ Doutor em Ciências de Engenharia, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

⁶ Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade da Flórida, Gainesville, Flórida, Estados Unidos.

1 INTRODUÇÃO

A argamassa de gesso é utilizada há muito tempo, devido à sua facilidade de produção e à sua capacidade de endurecer rapidamente. Uma das características mais notáveis do gesso é que a pega se faz com o aumento de volume, expandindo ligeiramente, evitando assim problemas de contração, além do seu perfeito acabamento, por isso é muito utilizado em detalhes de paredes e tetos. Devido a sua solubilidade nas águas pluviais, a sua utilização é mais apropriada para climas secos ou para ambientes internos [1,2].

Um ponto importante de utilizar argamassa de gesso ao invés da argamassa de cimento é a redução na produção de cimento, por conseguinte, minimizando também a emissão de gás carbônico (CO₂) na atmosfera, já que o mesmo é responsável por cerca de 7% da emissão anual de CO₂ para a sua produção [3].

A construção civil é o setor que mais gera resíduos sólidos, sendo este um dos principais problemas no mundo, principalmente pela grande produção e pela alta capacidade de contaminação. As atividades industriais são as principais responsáveis pelo consumo de recursos naturais e pela geração de grande quantidade de resíduos sólidos durante o processo de produção. Entretanto o armazenamento e despejo inadequado, dos compostos gerados durante a fabricação de novos produtos, causam danos ambientais [4-6].

O Brasil é o quarto produtor e sexto exportador mundial de rochas em 2016 [7]. Sendo o estado do Espírito Santo, o líder nas exportações de rochas ornamentais, principalmente mármore e granitos. Em 2018, permaneceu na hegemonia de principal estado exportador brasileiro, respondendo por US\$ 791,3 milhões das exportações, o equivalente a 79,37% do total de faturamento do país [8,9].

Aproximadamente 250 a 400 toneladas de resíduos de granito são gerados todos os anos a partir do corte e acabamento do bloco de granito [10]. Portanto a reutilização de resíduos na construção civil pode ajudar a diversificar a produção e reduzir os custos finais, além de fornecer matérias-primas alternativas e minimizar o impacto ambiental [11]. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a influência do uso do resíduo de granito nas propriedades de estado fresco em argamassa de gesso. Neste processo, utilizou-se o índice de consistência, densidade de massa, teor de ar incorporado, *squeeze-flow* e retenção de água. Para isto, foi realizada a substituição da areia pelo resíduo de granito nos teores de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

As normas internacionais ASTM C 28-92 (ASTM, 1992) e ASTM C 842-85 (ASTM, 1990) estabelecem que as argamassas de gesso para aplicação em alvenaria deverão apresentar um traço, em massa, 1:3 (gesso:areia) [12,13].

Na produção das argamassas foram utilizados sulfato de cálcio hemihidratado (gesso), areia adquirida no próprio município de Campos dos Goytacazes, proveniente do Rio Paraíba do Sul, resíduo de granito proveniente do estado do Espírito Santo e água da rede de distribuição Águas do Paraíba da cidade de Campos dos Goytacazes.

Foram preparadas cinco argamassas de gesso no traço, em massa, 1:3 (gesso:areia), sendo utilizado os seguintes teores de resíduo de granito, em relação

à massa de areia: 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, mantendo-se constante a relação água/gesso (a/g) em 1, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Traços em relação à substituição da areia pelo resíduo de granito

Teores (%)	Gesso (g)	Areia (g)	Resíduo de Granito (g)
0	400	1200	0
25	400	900	300
50	400	600	600
75	400	300	900
100	400	0	1200

O ensaio de consistência (*flow table*) foi realizado com a argamassa no estado fresco conforme a NBR 13276 (ABNT, 2016) [14]. Neste ensaio foram utilizados o tronco-cônico, o soquete e a mesa para o índice de consistência. Os materiais foram pesados de acordo com o traço e em seguida misturados no solotest por 90 segundos. A argamassa não ficou em repouso, devido ao seu rápido endurecimento. O molde foi colocado no centro da mesa e preenchido por três camadas sucessivas, com altura aproximadamente iguais e aplicados golpes com soquete, sendo a primeira camada aplicado 15 golpes, na segunda 10 golpes e na terceira 5 golpes, todos distribuídos uniformemente. Em seguida, rasou-se o excesso de pasta com a régua metálica.

Depois de ter retirado o molde de tronco ligou o aparelho de solotest e foi realizado trinta golpes. Posteriormente, foi medido o espalhamento da pasta em três direções distintas, a fim de saber o índice de consistência.

O ensaio de densidade de massa no estado fresco, foi realizado conforme a NBR 13278 (ABNT, 2005) [15]. Primeiramente foram registrados a massa do recipiente cilíndrico de metal vazio (m_v), bem como seu volume (v_r), que foi obtido utilizando calibração com água como forma de conferência ao volume fornecido pelo fabricante. Neste ensaio, foram preparadas as argamassas de acordo com a NBR 13276 (ABNT, 2016) [14]. Somente, não respeitou o limite de descanso do material, pois o mesmo endurece rapidamente. Em seguida, encheu-se o molde com três camadas, compactadas com 20 golpes, por espátula padrão. Rasou-se o recipiente e pesou-se o conjunto (m_c). A densidade de massa no estado fresco foi calculada segundo a Equação 1.

$$d = 1000 * \frac{m_c - m_v}{v_r} \quad (1)$$

onde,

d é a densidade de massa da argamassa no estado fresco (kg/cm^3);

m_c é a massa do recipiente cilíndrico contendo a argamassa de ensaio (g);

m_v é a massa do recipiente cilíndrico vazio (g);

v_r é o volume do recipiente cilíndrico (cm^3).

O ensaio de teor de ar incorporado, foi realizado por meio do método pressométrico, segundo NBR NM 47 (ABNT, 2002) [16]. O medidor utilizado foi um recipiente cilíndrico metálico com fechamento completo por meio de tampa composta de válvulas de ar, chaves para injeção, saída de água e monômetro para medição de pressão. O procedimento consistiu no preenchimento do recipiente de medição com a argamassa em três camadas adensadas manualmente com haste de adensamento aplicando-se 25 golpes por camada. Após o preenchimento rasou-se o recipiente e procedeu-se o fechamento do recipiente. Através de orifícios, foi

injetada a água, de forma a expulsar o ar da argamassa. Na saída do ar, manômetros detectam o teor liberado e indicam o percentual de ar na mistura.

Para caracterizar as argamassas no estado fresco, utilizou-se também o método *squeeze-flow*, conforme a NBR 15839 (ABNT, 2010) [17], a fim de obter o comportamento reológico de cada composição testada. Neste método é possível avaliar a trabalhabilidade das argamassas, além de analisar as tensões de escoamento e a viscosidade na resistência ao fluxo das argamassas. As diferentes misturas foram preparadas em uma argamassadeira por 90 segundos na velocidade baixa. Os testes do *squeeze-flow* foram conduzidos em uma máquina de ensaio universal EMIC com capacidade máxima de 30 kN, utilizando uma célula de carga de 1 kN, compondo-se de uma placa superior fixa com superfície lisa de 100 mm de diâmetro, uma placa inferior de 160 mm de diâmetro e de 10 mm de espessura, além de um molde de 100 mm de diâmetro para confeccionar o corpo de prova. Na Figura 1 pode ser visto a máquina utilizada e o método em andamento.



Figura 1. Máquina utilizada e o método squeeze-flow em andamento

O fim do *squeeze-flow* ocorre quando é atingido o deslocamento da punção de 9 mm ou a carga máxima de 1 kN. Os resultados reológicos foram expressos em gráfico de carga (N) x deslocamento (mm), seguindo um perfil padrão de curvatura em regiões pré-definidas, conforme mostrado na Figura 2 [18].

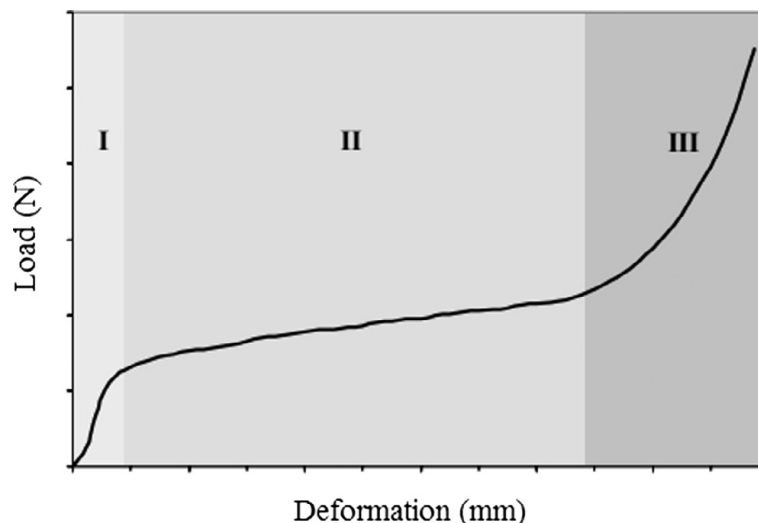


Figura 2. Perfil típico de uma curva carga x deslocamento do ensaio de squeeze-flow com controle de deslocamento [18]

O estágio I trata-se de um pequeno deslocamento que mostra a deformação elástica do material, o estágio II trata-se de um deslocamento intermediário mostrando a deformação plástica ou fluxo viscoso e o estágio III trata-se de um grande deslocamento e enrijecimento por deformação, influenciado pela aproximação dos agregados e o atrito formado pelos mesmos [18,19].

Para a determinação da retenção de água, utilizou-se a NBR 13277 (ABNT, 2005) [20]. As argamassas foram preparadas conforme a NBR 13276 (ABNT, 2005) [14]. Para realizar este ensaio foram necessários uma bomba de vácuo para aplicar a sucção na argamassa e um funil Buchner modificado, mostrado na Figura 3.



Figura 3. Ensaio em andamento com bomba de vácuo e aparelho de retenção de água

Primeiramente, foi colocado o prato sobre o funil de ensaio, garantindo a estanqueidade entre eles. Em seguida, foi posicionado o papel-filtro umedecido no fundo do prato do equipamento. Com a torneira fechada, a bomba de vácuo foi acionada até que atingisse uma sucção de 51 mm de mercúrio. Posteriormente, foi aberta a torneira do equipamento para a retirada do excesso de água do papel-filtro por 90 segundos.

Seguidamente, o conjunto funil/papel-filtro úmido foi pesado e registrou-se sua massa (m_v). Preencheu-se o prato com a argamassa até acima da borda para o adensamento com o soquete. Foram aplicados 16 golpes uniformemente junto à borda e 21 golpes uniformemente distribuídos na parte central da amostra. O excesso de argamassa foi retirado do prato com o auxílio de uma régua metálica até obter uma superfície plana. Após a limpeza do excesso da argamassa, pesou-se o conjunto com argamassa e registrou-se sua massa (m_a). Logo depois, a torneira que controla a sucção foi aberta, aplicando uma sucção de 51 mm de mercúrio por um período de 15 minutos. Após esse tempo o prato do funil foi removido e pesou-se o conjunto registrando sua massa (m_s).

Após a realização do procedimento experimental, o cálculo da retenção de água foi realizado aplicando a Equação 2.

$$R_a = \left[1 - \frac{m_a - m_s}{AF(m_a - m_v)} \right] * 100 \quad (2)$$

sendo AF, o fator água/argamassa fresca determinado pela Equação 3.

$$AF = \frac{m_w}{m+m_w} \quad (3)$$

onde,

R_a é a retenção de água (%);

m_a é a massa do conjunto com argamassa (g);

m_s é a massa do conjunto após a sucção (g);

m_v é a massa do conjunto vazio (g);

m_w é a massa total de água acrescentada à mistura (g);

m é a soma das massas dos componentes anidros (g).

2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o índice de consistência obtido pelo *flow table*.

Tabela 2. Índice de consistência

Teores (%)	Quantidade de água (g)	Relação água/aglomerante	Índice de consistência (mm)
0	400	1	255
25	400	1	240
50	400	1	195

Também foi realizado o ensaio nos teores de 75% e 100%, porém os mesmos não foram viáveis. Por conta disso, nos ensaios posteriores foram utilizados somente os teores de 0%, 25% e 50%.

Com a argamassa no estado fresco, foi realizado o ensaio de densidade apresentando os seguintes resultados indicados na Figura 4.

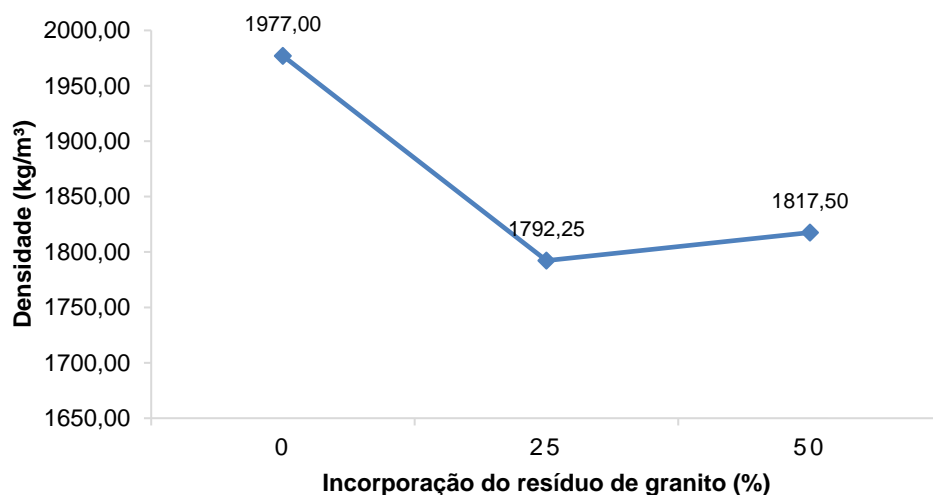


Figura 4. Gráfico da densidade de massa no estado fresco

Os resultados mostram que o traço com maior densidade foi o traço que não teve adição de resíduo com 1977 kg/m³, enquanto o traço com menor densidade foi o teor de 25% de resíduo de granito com 1792,25 kg/m³, porém o teor de 50% apresentou maior densidade comparado com o de 25%, sendo 1817,50 kg/m³. Percebe-se que as argamassas com resíduo apresentam uma menor densidade comparada com a argamassa sem resíduo. Tal fato, provavelmente ocorre devido a areia apresentar uma massa específica maior que o resíduo de granito, além de que a forma dos grãos e a existência de argamassa aderida nas partículas são

responsáveis pela maior absorção de água e tornam as argamassas com resíduo com menor densidade de massa [21]. E conforme a NBR 13281 (ABNT, 2005) [22], as argamassas se classificariam como de classe D4, pois apresentam densidade entre 1600 kg/m^3 e 2000 kg/m^3 .

Foi realizado também o ensaio de teor de ar incorporado pelo método pressométrico, no qual os resultados obtidos são mostrados na Figura 5.

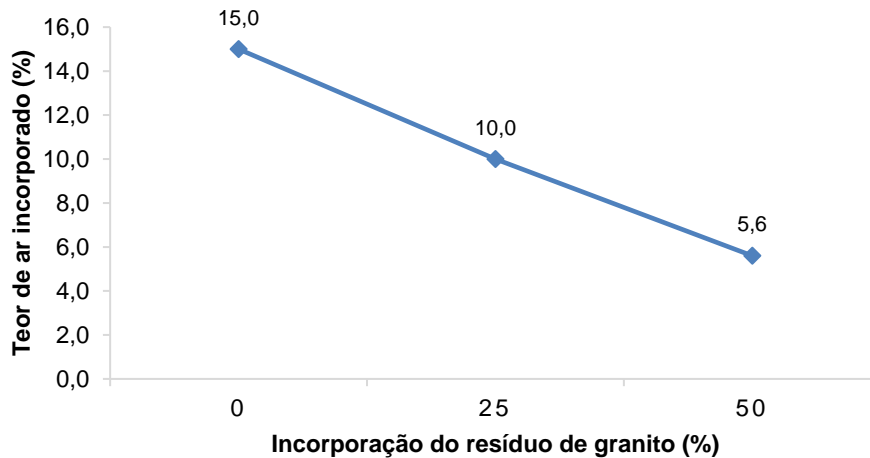


Figura 5. Gráfico do teor de ar incorporado nas argamassas

Observa-se que a argamassa de gesso produzida com 50% de resíduo apresentou menor teor de ar incorporado do que as outras argamassas produzidas. A argamassa com substituição de 25% da areia pelo resíduo de granito proporcionou uma diminuição considerável do teor de ar incorporado, com relação à argamassa de gesso sem resíduo. Pode-se dizer que aconteceu a mesma proporção para o teor de 50%. De modo geral, pode-se afirmar que à medida que aumenta a substituição da areia pelo resíduo, menor é o teor de ar incorporado [23].

A caracterização reológica foi realizada utilizando o método *squeeze-flow*, que mede o esforço necessário para comprimir a argamassa entre duas placas paralelas gerando deformações por cisalhamento. A Figura 6 indica as curvas de carga x deslocamento obtidas no ensaio com velocidade de $0,1 \text{ m/s}$, nomeada como velocidade lenta, para as proporções analisadas.

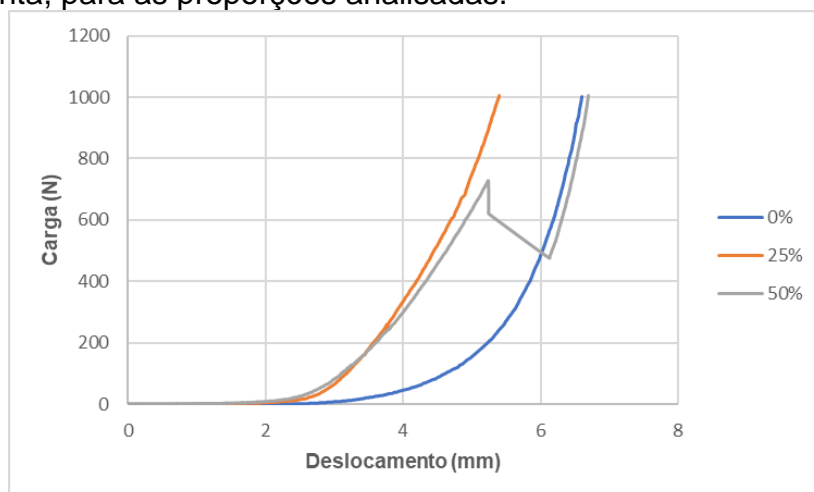


Figura 6. Curva carga x deslocamento na velocidade lenta ($0,1 \text{ mm/s}$)

Analisando a Figura 6, é possível concluir que todos os traços de argamassa apresentam pequena região I, sendo as regiões II e III as mais predominantes, além de todas se deformarem pelo limite de carga de 1 kN. A argamassa sem resíduo (0%) apresenta grande parte da deformação plástica e atinge em seguida o enrijecimento por deformação, esse tipo de comportamento retrata melhor trabalhabilidade, sendo apropriado para aplicação e espalhamento de argamassas [18,23,25]. Nas argamassas com resíduo, a plasticidade diminuiu em relação a argamassa sem resíduo, pois houve o aumento de carga para que ocorresse a deformação e a diminuição do estágio II. Isso indica que a utilização do resíduo na mistura dificultou a fluidez das argamassas, apresentando menor trabalhabilidade [26]. Isso já era esperado, pois este tipo de argamassa endurece rapidamente. No entanto deve-se notar que a composição com 50% de resíduo apresentou ruído na curva, em torno de 730 kN, indicando que essa argamassa apresentou alto atrito interno entre os grãos do material, o que compromete seus parâmetros de trabalhabilidade [19,27]. Portanto, pode-se afirmar que o resíduo de granito influencia na trabalhabilidade do material.

A Figura 7 apresenta as curvas carga x deslocamento obtidas no ensaio com velocidade de 3 m/s, nomeada como velocidade rápida, para as proporções analisadas.

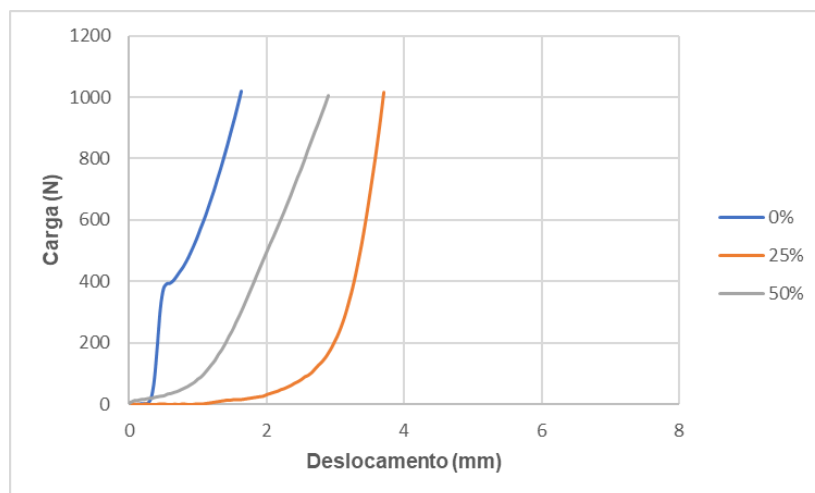


Figura 7. Curva carga x deslocamento na velocidade rápida (3 mm/s)

Analisando a velocidade rápida, mostrada na Figura 7, observa-se que nessa velocidade ocorre uma diferença no comportamento da trabalhabilidade, comparando com a velocidade lenta. A argamassa sem resíduo de granito passou a apresentar menor região II, logo tem comportamento de trabalhabilidade menor comparado com os outros traços, bem como do mesmo teor na velocidade lenta. A argamassa de gesso com 50% de resíduo também apresentou pouca trabalhabilidade, isso se deve ao fato do seu rápido endurecimento, assim sendo difícil de deformar [19]. Entretanto a argamassa de gesso com 25% de resíduo de granito foi a que obteve melhor comportamento, apresentando uma maior trabalhabilidade.

A capacidade de retenção de água nos diferentes traços avaliados é mostrada na Figura 8.

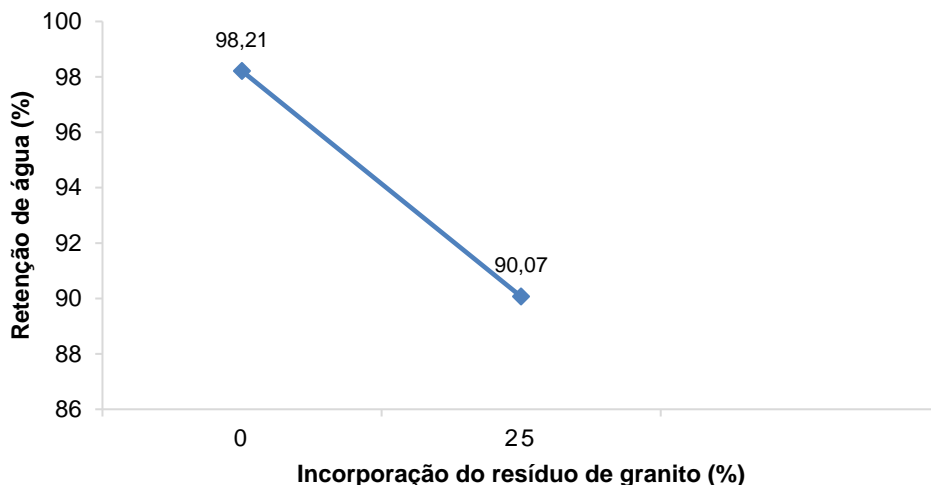


Figura 8. Gráfico da capacidade de retenção de água das argamassas de gesso analisadas

Os resultados apresentados na Figura 8 mostram que com a substituição da areia pelo resíduo de granito, aumenta-se a área superficial dos componentes da mistura, fazendo com que se obtenha maior índice de retenção de água, entretanto, não houve este aumento, mesmo com o acréscimo do resíduo. Isso mostra que podem ter ocorrido falhas durante o processo de ensaio, pois este é muito sensível. Esta propriedade precisa ser mais avaliada para as argamassas aqui estudadas [23,28].

3 CONCLUSÃO

Analisando a densidade de massa, verificou-se que todas as argamassas com resíduo apresentaram densidade menor que a argamassa sem resíduo, e a que apresentou menor densidade foi obtida pelo traço com 25% de resíduo, sendo 1792,25 kg/m³. Observando o teor de ar incorporado, percebe-se que houve um decréscimo linear do teor de ar incorporado nas argamassas, sendo o traço sem resíduo apresentando maior teor de ar incorporado, com 15% e o traço com 50% de resíduo apresentando menor teor de ar incorporado, com 5,6%. Portanto, podemos afirmar que o resíduo contribui para um menor teor de ar incorporado.

Podemos concluir que as argamassas com substituição da areia pelo resíduo de granito, obteve melhora em seu desempenho em relação à argamassa sem resíduo, pois no estado fresco, as argamassas com resíduo apresentaram maior densidade de massa e menor teor de ar incorporado.

A respeito do *squeeze-flow*, verificou-se que o uso da velocidade lenta (0,1 mm/s) é a mais efetiva na comparação entre os traços analisados. A avaliação do ensaio comprovou que de fato a argamassa de gesso sem resíduo de granito apresenta melhor trabalhabilidade, enquanto a argamassa com 50% de resíduo, o pior índice de trabalhabilidade. Já a argamassa com o teor de 25% apresentou um bom comportamento em relação à trabalhabilidade na velocidade rápida (3 mm/s). Isso também foi confirmado pelo ensaio *flow table*.

Em relação a retenção de água, verificou-se que pode ter ocorrido falha na execução do ensaio, pois a argamassa com resíduo apresentou menor retenção comparada com a argamassa sem resíduo.

Assim pode-se concluir que é viável a utilização de argamassa de gesso com substituição da areia pelo resíduo de granito nos teores de 25% e 50%, sendo o primeiro apresentando melhor desempenho. Portanto, o resíduo é uma possível

alternativa em relação a economia, pois reduz os custos das matérias-primas e ainda melhora a qualidade das argamassas de gesso, além de minimizar a quantidade de resíduos de rochas ornamentais gerados no planeta, cooperando assim, com a sustentabilidade.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – Brasil (FAPERJ).

REFERÊNCIAS

- 1 Marques SMF. Estudo de argamassas de reabilitação de edifícios antigos [dissertação]. Aveiro: Universidade de Aveiro – UA; 2005.
- 2 Coutinho JS. Materiais de construção 2 – 1ª parte. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto – FEUP; 2006.
- 3 Albano LT; Kirst MG; Diz PF. Estimativa de geração de dióxido de carbono por uma obra de alvenaria estrutural em blocos de concreto [trabalho de conclusão de curso]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná – UFP; 2011.
- 4 Menezes RR; Neves GA; Ferreira HC; Lira HL. Recycling of granite industry waste from the northeast region of Brazil. *Environmental Management and Health*. 2002;13(2):134-141.
- 5 Acchar W; Vieira FA; Hotza D. Effect of marble and granite sludge in clay materials. *Materials Science and Engineering A*. 2006;(419):306-309.
- 6 Akbulut H; Gürer C; Çetin S; Elmaci A. Investigation of using granite sludge as filler in bituminous hot mixtures. *Construction and Building Materials*. 2012;(36):430-436.
- 7 Filho CC. O setor brasileiro de rochas ornamentais. AIROCHAS, 2018.
- 8 Rochas capixabas: as preferidas pelo mundo. *Revista ES Brasil*. Fevereiro de 2019, Ed.162, p.30-31. [acesso em: 06 de maio de 2019]. Disponível em: https://issuu.com/nxteditorial/docs/esb_162_digital_issuu.
- 9 Filho CC; Chiodi DK. Relatório técnico 33 – perfil de rochas ornamentais e de revestimentos. 2009.
- 10 Gupta LK; Vyas AK. Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder. *Construction and Building Materials*. 2018;(191):155-164.
- 11 Marmol I; Ballester P; Cerro S; Monrós G; Morales J; Sánches L. Use of granite sludge wastes for the production of coloured cement-based mortars. *Cement & Concrete Composites*. 2010;(32):617-622.
- 12 American Society for Testing and Materials. ASTM C 28-92: Standard specification for gypsum plasters. Pennsylvania, 1992.
- 13 American Society for Testing and Materials. ASTM C 842-85: Standard specification for application of interior gypsum plasters. Pennsylvania, 1990.
- 14 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005, 3p.
- 15 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005, 4p.
- 16 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 47: Concreto – Determinação do teor de ar em concreto fresco – Método pressométrico. Rio de Janeiro, 2002, 23p.
- 17 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15839: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método *squeeze-flow*. Rio de Janeiro, 2010, 6p.

- 18 Azevedo ARG; Alexandre J; Zanelato EB; Marvila MT. Influence of incorporation of glass waste on the rheological properties of adhesive mortar. *Construction and Building Materials*. 2017;(148):359-368.
- 19 Cardoso FA; John VM; Pileggi RG; Banfill PFG. Characterization of rendering mortars by squeeze-flow and rotational rheometry. *Cement and Concrete Research*. 2014;57:79-87.
- 20 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13277: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005, 3p.
- 21 Heineck S. Desempenho de argamassas de revestimento com incorporação da fração miúda da britagem de concreto [dissertação]. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS; 2012.
- 22 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15839: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005, 7p.
- 23 Apolinário ECA. Influência da adição do resíduo proveniente do corte de mármore e granito (RCMG) nas propriedades de argamassas de cimento Portland [dissertação]. Salvador: Universidade Federal da Bahia – UFB; 2014.
- 24 Cardoso FA; Pileggi RG; John VM. Caracterização reológica de argamassas pelo método de squeeze-flow. VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Florianópolis. 2005.
- 25 França MS; Cardoso FA; Pileggi RG. Influência do procedimento de mistura em laboratório nas propriedades de argamassas. *Ambiente Construído*. Porto Alegre. 2013;13(2)111-124.
- 26 Martins MD. Aproveitamento do rejeito das lavras e serrarias de Santo Antônio de Pádua (RJ). Estudo de caso: Produção de argamassa industrial [trabalho de conclusão de curso]. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ; 2010.
- 27 Azevedo ARG; Marvila MT; Barroso LS; Zanelato EB; Alexandre J; Xavier GC; Monteiro SN. Effect of granite residue incorporation on the behavior of mortars. *Materials*. 2019, 12, 1449.
- 28 Bastos PKX; Couto ML. Influência de condições de produção de argamassa em obra na classificação segundo a NBR 13281. IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Belo Horizonte. 2011.