

DOSAGEM DE ARGAMASSAS COM AREIA DE BRITAGEM DE ORIGEM BASÁLTICA

AFONSO CARLOS REGINATTO¹; AGUIDA GOMES DE ABREU²

¹*Universidade Federal de Pelotas – afonsoreginatto@hotmail.com*

²*Universidade do Vale do Rio dos Sinos - aguidagabreu@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Com a indústria da construção civil em alta, as construções buscam ser cada vez mais econômicas e racionais. Sendo assim, as argamassas – amplamente utilizadas para assentamento de blocos e revestimento de alvenaria no Brasil – acompanham essa racionalização. Vários fatores são estudados para proporcionar essa evolução e, dentre eles, está o controle tecnológico.

A dosagem a argamassa é uma etapa importante dentro do controle tecnológico, fazendo com que o produto final atenda os objetivos iniciais de projeto da forma mais racional possível. As argamassas frequentemente empregadas são a junção de um ou mais aglomerantes, um ou mais agregados miúdos e água.

O presente trabalho apresenta o efeito da combinação de agregados miúdos de origem natural de rio e de britagem de origem basáltica na obtenção de argamassas, através de curvas de dosagem.

Sabe-se que existem regiões com carência de areia de rio (principal agregado empregado), sendo necessário, muitas vezes a aquisição do insumo de regiões distantes, o que compromete o preço do mesmo. Assim, uma solução encontrada para amenizar o impacto do custo da areia de rio para obtenção da argamassas e concretos, é a incorporação da areia de britagem na mistura, solução que tem sido adotada pelas concreteiras.

2. METODOLOGIA

O procedimento utilizado para elaboração trabalho divide-se em três etapas principais: a definição das características iniciais e materiais utilizados, a escolha da metodologia de dosagem a ser adotada e o procedimento laboratorial.

Para o estudo, optou-se por utilizar cimento CP II E 32, cal hidratada CH II, areia de rio quartzosa e areia de britagem de origem basáltica. Definiu-se também quatro combinações agregados miúdos (AM) (C1 a C4), sendo elas:

- C1: 100% de areia de rio;
- C2: 90% de areia de rio e 10% de areia de britagem;
- C3: 80% de areia de rio e 20% de areia de britagem;
- C4: 70% de areia de rio e 30% de areia de britagem.

Para dosagem das argamassas foi empregado um procedimento baseado no método de dosagem IPT/EPUSP descrito por HELENE e TERZIAN (1992), amplamente utilizado para dosagem de concretos, cujas principais etapas são descritas na sequência:

- Inicialmente, define-se a resistência à compressão aos 28 dias, referenciada como $f_{a28}=15\text{ MPa}$ no trabalho. Assim como a proporção cimento:cal foi definida como 1:0,15, para todas as misturas.

- O método adotado estima o teor a/c para a resistência a compressão proposta, definida como 0,736, obtida de curvas de Abrams de argamassas para o cimento selecionado;
- Foi elaborada inicialmente a argamassa definida como traço médio, na proporção 1:0,15:AM:0,736 (cimento : cal : agregado miúdo : relação a/c), onde a proporção de areia da mistura era suficiente para a obtenção da consistência, fixada de 260 ± 10 mm, conforme as normas NBR 7215 (ABNT, 1996) e NBR 13276 (ABNT, 2002), obtendo-se a porção agregado/cimento (M_m);
- Com as informações do traço médio unitário foram calculados os teores agregado/cimento dos traços rico e pobre, conforme (1) e (2):

$$M_r = M_m - 1 \text{ e } M_p = M_m + 1 \quad (1) \text{ e } (2)$$

- Com o teor de cal/cimento (C_m) e da relação água/materiais secos constantes (Lei de Lyse), foram obtidas as equações (3) e (4) para cálculo da proporção de água dos traços rico e pobre (traços unitários).

$$X_r = Xm \frac{C_m + m_m}{1 + C_m + m_m} \text{ e } X_p = Xm \frac{2 + c_{m+}m_m}{1 + c_m + m_m} \quad (3) \text{ e } (4)$$

- os traços pobre e rico foram produzidos e ajustados, quando necessário, visando a manutenção da consistência estabelecida.

De cada mistura foram moldados seis corpos de prova cilíndricos de dimensões 5x10cm conforme as normas NBR 7215 (ABNT, 1996) e NBR 13276 (ABNT, 2002), que após a desmoldagem foram mantidos em ambiente de laboratório.

Dos corpos de prova moldados, três foram submetidos à ruptura para determinação da resistência à compressão axial, e três para a resistência a tração por compressão diametral. Neste trabalho são apresentados apenas os resultados de resistência à compressão axial, que juntamente com informações de traço e de consumo de cimento por metro cúbico possibilitou a elaboração do diagrama de dosagem.

O consumo de cimento foi obtido a partir da determinação da massa específica da argamassa no estado fresco. Obteve-se a massa específica das argamassas a partir da massa de argamassa contida no molde, por ocasião da moldagem dos corpos de prova. Assim, determinou-se a massa dos moldes antes e após o preenchimento com argamassa. A massa específica resultou da razão entre a massa da argamassa e o volume do molde.

Obtidos todos os resultados, foi elaborado o diagrama de dosagem, no qual foram reunidas as quatro curvas pesquisadas, resultante das quatro combinações de agregado miúdo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no procedimento de dosagem são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Traços obtidos para as diferentes combinações de agregados miúdos de origem natural de rio e de britagem e consumo de cimento.

| Combinação | Traço (cim:cal:areia:a/c) | | f_{a28} média (MPa) | Consumo de Cimento (kg/m ³) | a/c |
|-------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------------|---|-------|
| C1 100% AR | TR | 1:0,15:2,89:0,59 | 14,1 | 457 | 0,590 |
| | TM | 1:0,15:3,89:0,736 | 8,1 | 326 | 0,736 |
| | TP | 1:0,15:4,89:0,968 | 2,7 | 279 | 0,968 |
| C2 90%AR + 10%AB | TR | 1:0,15:2,52:0,588 | 17,3 | 524 | 0,588 |
| | TM | 1:0,15:3,82:0,736 | 10,6 | 375 | 0,736 |
| | TP | 1:0,15:4,37:0,884 | 8 | 350 | 0,884 |
| C3 80%AR + 20%AB | TR | 1: 0,15: 2,88:0,59 | 20,4 | 458 | 0,590 |
| | TM | 1: 0,15: 3,88:0,736 | 10,1 | 374 | 0,736 |
| | TP | 1: 0,15: 4,88: 0,9 | 6,2 | 296 | 0,900 |
| C4 70%AR + 30%AB | TR | 1: 0,15: 2,77:0,589 | 18,9 | 489 | 0,589 |
| | TM | 1: 0,15: 3,87:0,736 | 10,4 | 373 | 0,736 |
| | TP | 1: 0,15: 4,65: 0,883 | 8,9 | 320,00 | 0,883 |

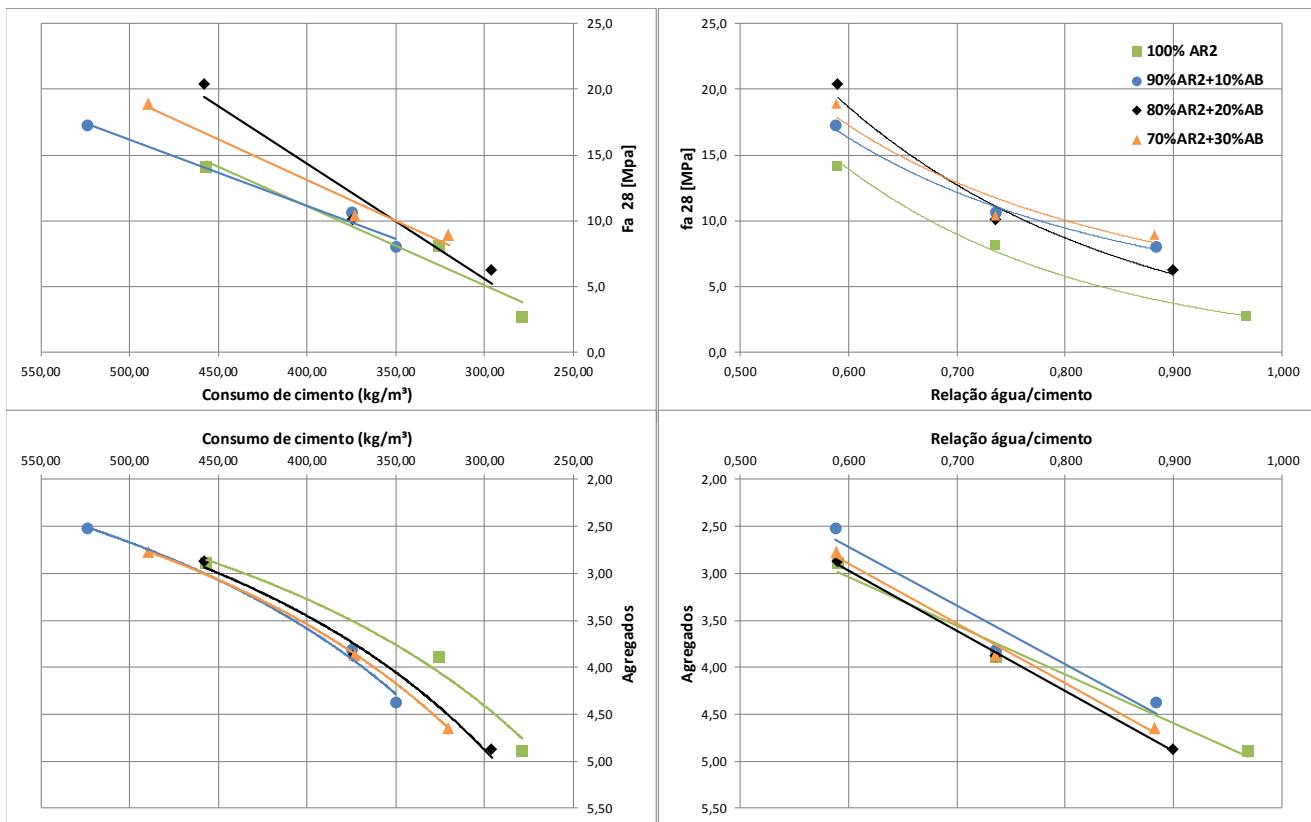
Observou-se que os valores obtidos estão coerentes. Tendo em vista que as maiores resistências e os maiores consumos de cimento foram encontrados nos traços ricos, assim como as menores proporções água/cimento e menor proporção de agregados. Nos traços pobres foi constatado o oposto: menores resistências e consumos de cimento e maiores relações água/cimento e proporção de agregados, conforme esperado.

A partir da Tabela 1 foi possível relacionar a Lei de Abrams (a/cxfc28), a Lei de Lyse (a/c x agregados) e a Lei de Priszkułnik e Kirilos (consumo cimento x agregados), originando a Figura 1.

Da Figura 1 obtém-se parâmetros que servem de base para a análise das diferentes combinações. É possível a dosagem de argamassas para diversos níveis de resistências, desde que sejam respeitados os intervalos obtidos para cada situação de pesquisa. Também, é possível visualizar no diagrama de dosagem qual combinação influencia nos valores de resistência, qual demanda maior consumo de cimento, ou ainda, qual é mais afetada perante a relação água/cimento.

Devido ao fato do Método IPT/EPUSP ser um método laboratorial para obtenção de traços de argamassas, para essas características dos materiais, é possível dosar argamassas para as diferentes resistências de projeto – que estejam no intervalo representado no gráfico. Assim, a partir da resistência esperada traça-se uma linha horizontal até encontrar a curva de Abrams, e a partir desta, obtém-se a relação água/cimento. Da mesma forma, na sequencia obtém-se a proporção de agregados, e o consumo de cimento nos demais quadrantes.

Figura 1- Lei de Abrams, Lei de Lyse, Lei de Priszkulnik e Kirilos e consumo de cimento e resistência



Observa-se na Figura 1, que a combinação que só contém areia de rio apresentou menores resistências, para uma mesma relação a/c, quando comparada às curvas de dosagem das combinações contendo tanto areia de rio quanto areia de britagem. Da mesma forma, pode-se notar que a combinação C3 (80%AR + 20%AB) apresenta maior amplitude nos valores de resistência, variando mais do que as outras combinações, conforme a relação a/c varia. Neste caso, para as relações a/c menores que aproximadamente 0,68, a combinação C3 apresenta os maiores valores de resistência das quatro combinações. Para valores de a/c maiores que 0,68, os valores de resistência à compressão da combinação C3 reduzem em relação às demais combinações, sendo menor que as combinações C2 e C4 quando a relação a/c assume valores maiores que 0,72.

Quanto a proporção de agregados, nota-se que a combinação C2 (90%AR +10%AB) os menores valores, para mesmas relações a/c, assim como a combinação C3 (80%AR + 20%AB) tem os maiores valores, para mesmas relações a/c.

Ao de estabelecer os parâmetros de dosagem das argamassas foi definida a resistência $f_c 28$ igual a 15 MPa como referência para o início da dosagem. Ao estudar o diagrama, consta-se que este valor de resistência à compressão só é obtido com as argamassas produzidas com a combinação de agregados que contém areia de britagem. Assim, tendo em conta apenas o consumo de cimento, são mais econômicas as argamassas produzidas com a mistura contendo 80% de areia de rio e com 20% de areia de britagem, com consumo aproximado de 410 kg de cimento por metro cúbico de concreto.

Um fator determinante para o custo da argamassa é o consumo de cimento, tendo em vista o preço do aglomerante. Observa-se no diagrama que as

combinações C3 e C4 apresentam consumos de cimento menores, de modo geral. Por outro lado, combinação C2 a que mais demanda o uso de aglomerantes, assim como a combinação que contem 100% de areia de rio.

4. CONCLUSÕES

Enfim, foi possível observar pelo trabalho que a presença de agregados de modo geral, não compromete o desempenho das argamassas, corroborando com MATTANA (2012). É notório inclusive que há acréscimo na resistência das argamassas quando existe uma mescla entre areia de rio e areia de britagem. Segundo MATTANA (2012) a substituição da areia natural por areia de britagem é vantajosa em 78% dos casos.

Vale ressaltar que a base de dados utilizada no estudo não é suficiente para afirmar que todas as argamassas se comportarão da mesma maneira. Assim como, o fato dos materiais utilizados serem específicos. Desse modo, como sugestão para uma próxima pesquisa, pode-se realizar o mesmo experimento para diversos materiais, tanto aglomerantes quanto agregados, podendo variar inclusive os procedimentos adotados para obtenção do diagrama de dosagem.

Portanto, os objetivos principais do trabalho foram cumpridos. Foi possível determinar a melhor combinação entre os dois agregados para cada caso solicitado em projeto. Além disso, como complemento, é possível empregar os valores e gráficos para dosagem das mais diferentes argamassas (desde que realizadas com os mesmos materiais), como preconiza o Método do IPT/EPUSP segundo HELENE e TERZIAN (1992).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HELENE, Paulo e TERZIAN, Paulo. **Manual de dosagem e controle do concreto**, São Paulo: Pini, (1992).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento portland – determinação da resistência à compressão**, NBR 7215, Rio de Janeiro, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência**, NBR 13276, Rio de Janeiro, 2002.
- MATTANA, Alécio Júnior; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; SILVA, Narciso Gonçalves da, COSTA, Marienne do Rocio de Mello Maron da. Análise hierárquica para escolha entre agregado natural e areia de britagem de rocha para confecção de argamassas de revestimento. **Ambiente Construído [online]**. vol.12, n.4, pp. 63-79, 2012.
- ISAIA, Geraldo E., **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**, IBRACON, 2007.