ARGAMASSA PARA CONTRAPISO AUTONIVELANTE COM ADIÇÃO FINA DE ESCÓRIA DE COBRE BATIDA[1]

SANTOS, R. L., Universidade Federal de Sergipe, e-mail: rafaela_l@live.com; MELO, F. A. M., Universidade Federal de Sergipe, e-mail: fernandomeloo@hotmail.com; SALES, D. C., Universidade Federal de Sergipe, e-mail: csalesdaniel@gmail.com

ABSTRACT

Environmental preservation is a widely discussed topic throughout society, due to heavy reliance on natural resources for survival on the planet. Rational use of raw materials and their proper disposal are on the agenda of the productive sectors' major concerns. The present paper aims to evaluate the feasibility of application of copper production waste, called copper slag, after being used as abrasive material in blasting services, renamed blasted copper slag. Therefore, this residue was sieved in the 75 µm mesh sieve. The blasted copper slag application was studied as thin addition in mortars for self-leveling floor. This mixture showed a 24 cm spreading and a flow time of eight seconds, satisfying the required parameters of EFNARC. Results of the flexural strength tests showed that there was a reduction of 57% of resistance for the self-leveling mortar, with copper residue, compared to the conventional mortar.

***Keywords**: Self-leveling mortar. Waste. Blasted copper slag.*

1 INTRODUÇÃO

A preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável são temas amplamente discutidos em toda sociedade devido à grande dependência dos recursos naturais para sua sobrevivência. O melhor aproveitamento das matérias-primas, reaproveitamento de resíduos e a disposição adequada dos resíduos inservíveis tornaram-se alternativas aceitáveis, dentro do conceito de sustentabilidade.

Escória de cobre é o resíduo gerado na produção do cobre. Para cada tonelada de cobre produzido, são geradas cerca de 2,2 toneladas de escória. Anualmente, a produção mundial deste metal gera 24,6 milhões de toneladas de resíduo (GORAI et al., 2003).

Dada a sua forma granular e elevada dureza, o resíduo desse processo tem sido utilizado como abrasivo para jateamento. Quando suas propriedades abrasivas são diminuídas, torna-se novamente um resíduo, denominado granalha de cobre batida. Este material tem um aspecto idêntico ao da areia natural, com dureza e massa específica superiores, podendo ser aplicado na construção civil, substituindo a areia natural (RESENDE, 2009). O presente estudo visou à avaliação da substituição do agregado convencional pela fração fina da granalha batida, na produção de contrapiso autonivelante.

A argamassa autonivelante tem a capacidade de, quando lançada, se

[1] SANTOS, R. L., MELO, F. A. M., SALES, D. C. Argamassa para contrapiso autonivelante com adição fina de escória de cobre batida. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

mover por conta própria e preencher os espaços vazios, sem nenhuma intervenção. O equilíbrio entre a grande mobilidade, moderada viscosidade, alta fluidez e coesão entre as partículas que constituem a mistura permitem que a argamassa autonivelante se adense sem segregar.

Apesar de ainda não possuir normalização no Brasil, é possível encontrar no mercado indicações de utilização da argamassa autonivelante em ambientes industrial, residencial e comercial (RUBIN, 2015). Segundo Cichinelli (2013), a utilização de argamassas autonivelantes é indicada na recuperação, regularização e nivelamento de bases de concreto. Suas características permitem a execução de uma superfície lisa e plana, com desnível de apenas 1 mm a cada 4 m de comprimento (MARTINS, 2009).

No caso de argamassas autonivelantes ensacadas, a mistura do produto deve ser realizada conforme as especificações do fabricante, certificando-se de adicionar água na proporção correta, pois seu excesso pode reduzir a resistência da argamassa. A mistura pode ser feita com um misturador mecânico de baixa rotação, até se obter uma massa homogênea, de consistência fluida e sem grumos (AFAM, 2005). Com o objetivo de verificar tal consistência, Cichinelli (2013) recomenda, antes da aplicação da argamassa, a realização do ensaio de espalhamento, denominado slump flow test. Neste ensaio, a argamassa deve atingir a marcação em azul, como indicado na Figura 1.

Figura 1 – Ensaio *Slump flow test*



Fonte: Cichinelli (2013)

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se o cimento Portland tipo CP V-ARI nas argamassas de contrapiso. O cimento apresentou finura de 0,62%, medida por peneiramento (ABNT NBR 11579, 2013), e tempo de início de pega de 1:50h (ABNT NBR 248, 2003). A massa específica real do cimento foi determinada em 3,03 g/cm³, seguindo-se a norma NBR NM 23 (ABNT NBR NM 23, 2001).

O agregado convencional utilizado para a produção das argamassas para contrapiso autonivelante foi uma areia média. Sua massa específica real resultou em 2,65 g/cm³, obtida de acordo com a norma ABNT NBR NM 52 (2009), a massa unitária foi de 1,48 g/cm³, determinada segundo a norma ABNT NM 45 (2006). A composição granulométrica do material, segundo a norma ABNT NBR NM 248 (2003), resultou em um diâmetro máximo de 2,4 mm e um módulo de finura de 2,61.

O aditivo utilizado na produção da argamassa autonivelante foi o MIRA CR 74, do tipo redutor de água.

Para a produção da argamassa autonivelante, a granalha batida fina foi submetida ao processo de peneiramento para a obtenção da sua fração fina, ou seja, o material passante na peneira com abertura de 75 µm, que foi utilizado como adição inerte na composição da argamassa de contrapiso. A massa específica real da adição inerte foi determinada em 3,79 g/cm³, por meio do ensaio preconizado pela ABNT NBR NM 23 (2001).

2.1 Produção da argamassa autonivelante

O traço usado para a produção da argamassa para contrapiso autonivelante foi baseado no trabalho de Branco e Brito (2014), que utilizou argamassa autonivelante fornecida por uma empresa de pré-misturados.

No âmbito deste trabalho, utilizou-se o traço em massa de 1:4,67 (cimento:agregado), indicado por Branco e Brito (2014). O teor de substituição de 30% da areia pela adição foi mantido, porém utilizou-se areia média no lugar da areia grossa e a adição inerte de granalha, ao invés do pó de pedra. A relação água/cimento foi de 1,00 e a quantidade de aditivo adicionada foi de 1,2% em relação à massa de cimento.

2.2 Ensaios no estado fresco

Pela inexistência de normas brasileiras para a avaliação da consistência e do tempo de fluxo de argamassas autonivelantes, utilizaram-se as prescrições recomendadas pela norma europeia EFNARC (2002), que descreve os métodos de ensaio do mini Slump-test e do mini Funil-V.

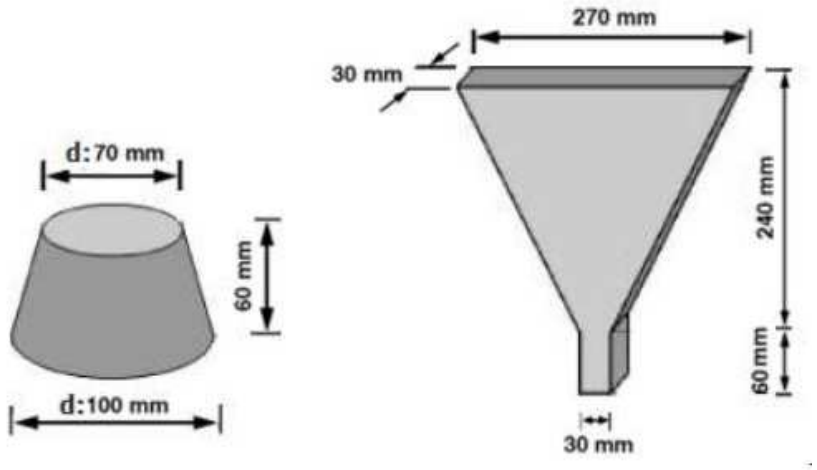
Os equipamentos para a realização destes ensaios foram semelhantes aos usados para a avaliação de concretos autoadensáveis no estado fresco, porém em uma versão reduzida e dimensionada para argamassas, conforme mostrado na Figura 2 (a-b).

Segundo as especificações da EFNARC (2002), a consistência ideal para pastas autonivelantes deve ser definida por uma tensão de escoamento, determinada por um diâmetro de espalhamento do material compreendido entre 24 e 26 cm, no mini Slump-test, enquanto que a viscosidade plástica é determinada pelo tempo de escoamento compreendido entre 7 e 11 segundos, no teste do mini Funil-V.

Caso esses parâmetros não sejam atendidos, a norma recomenda realizar nova dosagem, ou ainda, acrescentar aditivos químicos para regular sua viscosidade.

Figura 2 – Aparelhagem para os ensaios no estado fresco

(a) Mini Slump-test (b) Mini Funil-V



Fonte: EFNARC (2012)

2.3 Ensaios no estado endurecido

A determinação da resistência à tração na flexão da argamassa para contrapiso autonivelante foi realizada pelo método de ensaio prescrito na ABNT NBR 13279 (2005), como apresentado na Figura 3. Neste ensaio, foram utilizados cinco corpos de prova prismáticos.

Figura 3 – Realização do ensaio de resistência à tração na flexão



Fonte: os autores (2017)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No ensaio de consistência, realizado segundo a norma EFNARC (2002), a argamassa para contrapiso autonivelante, produzida com adição inerte de granalha batida de cobre, apresentou um espalhamento de 24 cm (Figura

4), satisfazendo, assim, ao intervalo de 24 a 26 cm estabelecido pela referida norma.

Figura 4 – Espalhamento da argamassa autonivelante no ensaio do Mini Slump-test



Fonte: os autores (2017)

A medida do tempo de fluxo da argamassa autonivelante foi feita pelo ensaio do Mini Funil-V (Figura 5), também preconizado pela EFNARC (2002), resultando em um tempo de fluxo de oito segundos, valor que atende ao intervalo de sete a 11 segundos requeridos pela norma.

Figura 5 – Realização do ensaio do Mini Funil-V



Fonte: os autores (2017)

Os resultados dos ensaios de resistência à flexão das argamassas de referência e da autonivelante encontram-se na Tabela 1. Houve redução de 57% da resistência à tração da argamassa autonivelante com relação à de referência. Credita-se essa redução à presença de granalha batida como

adição fina, contendo partículas de matéria orgânica em sua composição, como resultado da presença de fragmentos de película de pintura, quando de sua utilização como abrasivo.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de resistência à flexão

Argamassa	Média (MPa)	Coeficiente de variação (%)
Referência	2,47	4,63
Autonivelante	1,06	17,56

Fonte: os autores (2017)

4 CONCLUSÕES

A argamassa para contrapiso autonivelante, produzida com adição inerte de granalha batida de cobre, apresentou um espalhamento de 24 cm e um tempo de fluxo de oito segundos, valores que atendem aos intervalos requeridos pela norma europeia EFNARC (2002).

Os resultados dos ensaios de resistência à flexão mostraram que houve redução de 57% da resistência à tração da argamassa autonivelante com relação à de referência, o que pode ser explicado pela presença de partículas de matéria orgânica na composição da adição fina na granalha.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal de Sergipe e da FAPITEC/SE (Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe).

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23:** Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro. 2001.

_____. **NBR NM 248:** Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro. 2003.

_____. **NBR 13279:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro. 2005.

_____. **NBR NM 52:** Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro. 2009.

_____. **NBR 11579:** Cimento Portland – Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm. Rio de Janeiro. 2013.

AFAM - ASSOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE MORTERO. **Morteros especiales.** 1ª Edición: Madrid, marzo de 2005.

BRANCO, A.C.; BRITO, M. **Contrapiso Autonivelante.** 2º caderno de casos de inovação na construção civil. 2014.

CICHINELLI, G. C. Contrapiso autonivelante. **Revista Equipe de Obra**, 58 ed., Abr. 2013, PINI, São Paulo.

EFNARC - EUROPEAN FEDERATION FOR SPECIALIST CONSTRUCTION CHEMICALS AND CONCRETE SYSTEMS. **Specification and guidelines for self-compacting concrete.** United Kingdom, 2002.

GORAI, B.; JANA, R. K.; PREMCHAND, 2003. **Characteristics and utilization of copper slag – a review.** Resources, Conservation & Recycling, v. 39, n. 4, p. 299-313.

MARTINS, E.J. **Procedimento para dosagem de pastas para argamassa auto-nivelante.** 2009. 139 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2009.

RESENDE, C.M.A. **Estudo da viabilidade de incorporação de escória de cobre como agregado fino em produtos de construção.** 2009. 134 p. Dissertação (Mestrado em Estruturas de Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

RUBIN, A.A. **Argamassas autonivelantes industrializadas para contrapiso**: análise do desempenho físico-mecânico frente às argamassas dosadas em obra. 2015. 205 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015.