INFLUÊNCIA DO USO DE ADITIVO INCORPORADOR DE AR EM ARGAMASSA AUTOADENSÁVEL

Tema: Inovação em argamassas e revestimentos.
Grupo[1]: 2

BEN-HUR RAÍRA MARTINS[1],MORGANA FORTUNATO[2],GIOVANA COLLODETTI[3], ANDREA MURILLO BETIOLI[4]

[1]Graduando – Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC, benhur.r.martins@gmail.com
[2]Graduando – Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC, morgana.fortunato.reinert@gmail.com
[3]Profª.Drª.,Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC, giovana.collodetti@ifsc.edu.br
[4]Profª.Drª., Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC,andrea.betioli@ifsc.edu.br

RESUMO

Argamassa autoadensável para contrapiso é aquela que apresenta propriedade de auto espalhamento, sem intervenção manual, minimizando problemas de execução. Comumente, utiliza-se aditivo superplastificante e modificador de viscosidade nestas argamassas. Entretanto, com o intuito de reduzir o consumo de cimento (kg/m³), visando questões de sustentabilidade, testou-se a adição de aditivo incorporador de ar em argamassas autoadensáveis. Formularam-se duas composições com diferentes consumos de cimento e foram ensaiadas com e sem aditivo incorporador de ar. Através do Índice de Ligante verificou-se que não é eficiente a adição de aditivo incorporador de ar para a redução de consumo de cimento.

Palavras-chave: aditivo incorporador de ar, argamassas autoadensável, Índice de Ligante.

INFLUENCE OF AIR ENTRAINING ADMIXTUREADDITON IN SELF-COMPACTING MORTAR

ABSTRACT

Self-compacting mortar for subfloor presents self-damping properties without manual intervention, minimizing execution problems. Superplasticizers and viscosity-modifying admixtures (VMA) are often combined in the production of self-compacting. However, in order to reduce the cement content (kg/m³), a sustainable practice, the use of air entraining admixture was tested. Two compositions of different cement content were formulated with

[1]**Grupo 1:**Oriundos de teses, dissertações e relatórios finais de projetos de pesquisa; ou **Grupo 2:** oriundos de disciplinas de pós graduação, iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso (TCC), pesquisas aplicadas e outros.

and without air entraining admixture. Through the Binder Intensity index it has been found that the reduction of cement consumption is not efficient using air entraining admixture.

Key-words: air entraining admixture, self-compacting mortar, Binder Intensity.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico que vem influenciando o crescimento e modernização da construção civil proporciona o surgimento e utilização de novos materiais. Estes materiais surgem com o objetivo de agregar maior eficiência e eficácia aos processos da construção civil. As argamassas autoadensáveis, segundo Carvalho (2015)[1], são compostos cimentícios que apresentam propriedade de auto consolidação, sem intervenção manual, permitindo com isso a minimização de problemas com execução. Entretanto, este material possui um alto consumo de cimento possibilitando patologias como fissuras e empenamento. Por isso, é viável formulações de argamassas autoadensáveis com menores consumos de cimento. A ideia de reduzir o consumo de cimento, além de reduzir impactos ambientais gerado durante a sua produção, pode representar também a redução de custos.

Segundo Romano (2013)[2], a forma mais comum de reduzir a massa de material utilizada para preencher o mesmo volume é através da utilização de aditivos incorporadores de ar. Tais aditivos modificam a tensão superficial do meio líquido e aumentam a capacidade de molhamento do pó, sendo responsáveis pela criação de pontes entre as partículas e as bolhas geradas pelo cisalhamento imposto durante a mistura (RAMACHANDRAN, 1984; SALAGER, 2002; ROMANO et al, 2009, apud ROMANO, 2013)[2].

Portanto, o objetivo deste artigo foi formular composições de argamassas autoadensáveis com diferentes teores de cimento e avaliar a eficiência do aditivo incorporador de ar na redução do consumo de cimento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Os materiais utilizados foram cimento Portland composto com fíler (CP-II-F-32) com densidade de massa de 3,07g/cm³ e área específica superficial de 0,98 m²/g; areia natural de densidade de 2,6 g/cm³, módulo de finura de 1,57 e dimensão característica de 2,4 mm; fíler calcário com densidade de massa de 2,7g/cm³ e área específica superficial de 0,53 m²/g; além de aditivos superplastificante (SP), modificador de viscosidade (VMA) e incorporador de ar (AIA).

2.2. Métodos

2.2.1. Composição

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu através de formulações com diferentes consumos de cimento. Foram determinadas duas proporções de cimento:areia, sendo, respectivamente 1:2 (cimento:areia, em massa) e 1:3 (cimento:areia, em massa). A partir dessas proporções foi desenvolvido duas formulações para cada proporção – uma com incorporador de ar e outra

ISSN 1984-8757

sem incorporador de ar. A composição teórica dessas argamassas em kg/m³ encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição das argamassas ensaiadas

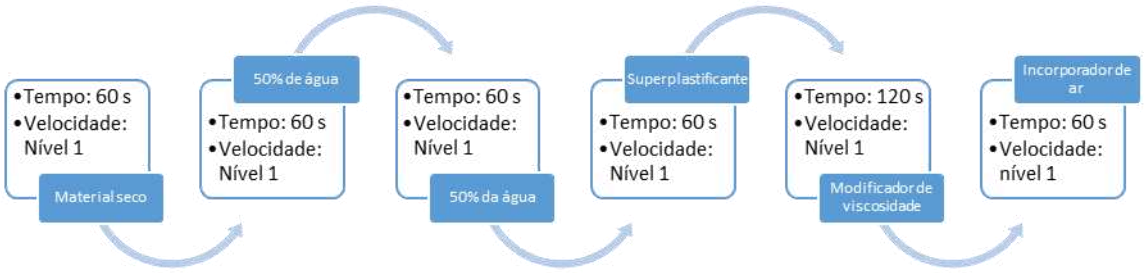
Material	Unidade	1:2 (sem AIA)	1:2 (com AIA)	1:3 (sem AIA)	1:3 (com AIA)
Cimento	Kg/m³	507,38	507,38	397,65	397,65
Água		350,48	350,48	338,00	338,00
Areia		1014,75	1014,75	1192,96	1192,96
Filer		253,69	253,69	198,83	198,83
SP	%, em relação a massa do cimento	0,5%	0,5%	0,7%	0,7%
VMA		0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
AIA		0,0%	0,5%	0,0%	0,5%

Fonte: Autores

2.2.2. Mistura e ensaios executados

A mistura foi realizada em uma argamassadeira planetária e as etapas podem ser visualizadas na Figura 1.

Figura 1 - Procedimento de mistura



Fonte: Autores

As propriedades no estado fresco foram avaliadas através do ensaio de espalhamento pelo método do mini cone, conforme a ABNT NBR 13276:2016[3], sem realizar compactação da mesa, além de análise visual, densidade de massa (ABNT NBR 13278:2005)[4] e teor de ar incorporado (ANBT NBR 13278:2005)[4], possibilitando a análise da fluidez, trabalhabilidade e aparência de borda.

No estado endurecido foram avaliadas as propriedades de resistência à tração na flexão e resistência à compressão segundo a ABNT NBR 13279:2005[5], além de densidade de massa aparente (ABNT NBR 13280:2005)[6].

2.2.3. Avaliação da eficiência do uso de ligante

O Índice de Ligante (IL), proposto por Damineli et al. (2010)[7], mede a quantidade necessária de ligante para obtenção de uma unidade de determinado parâmetro de desempenho.

$$bi = \frac{b}{p} \quad (1)$$

na equação (1), b representa o consumo total de aglomerantes (cimento), em kg/m³, e p é o requisito de desempenho.Neste trabalho, será medido a quantidade de ligante necessária para a obtenção de 1 MPa de resistência à compressão da argamassa. Quanto mais elevado este indicador, pior é o desempenho da formulação.

O percentual de eficiência da argamassa com AIA em relação à argamassa sem AIA, com a mesma proporção cimento:areia, pode ser calculado através da equação (2).

$$\%Eficiência = \frac{x}{bi_{sem\ AIA}} = \frac{bi_{sem\ AIA} - bi_{com\ AIA}}{bi_{sem\ AIA}} \quad (2)$$

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segundo EFNARC (2001)[8], há alguns requisitos mínimos exigidos para argamassas autoadensáveis no estado fresco e no estado endurecido. No estado fresco, a abertura no ensaio do espalhamento pelo método do mini cone deve ser igual ou superior a 220 milímetros. Já no estado endurecido, a resistência à compressão e a resistência à tração na flexão deve ser, respectivamente, maior ou superior a 20 MPa e 5 MPa.

3.1. Estado Fresco

A Tabela 2 exibe os resultados do ensaio do espalhamento pelo método do mini cone, a densidade de massa e o teor de ar incorporado. Todas as argamassas ensaiadas obtiveram abertura superior a 220 mm, sendo, assim, consideradas autoadensáveis.

As argamassas com AIA apresentaram-se mais coesas, resultando em um diâmetro de abertura no ensaio de espalhamento menor do que a argamassa na mesma proporção

cimento:agregado miúdo sem aditivo incorporador de ar. Todas as argamassas ensaiadas não apresentaram sinais de exsudação e segregação.

Tabela 2 – Ensaio de espalhamento pelo método do mini cone, densidade de massa e teor de ar incorporado no estado fresco

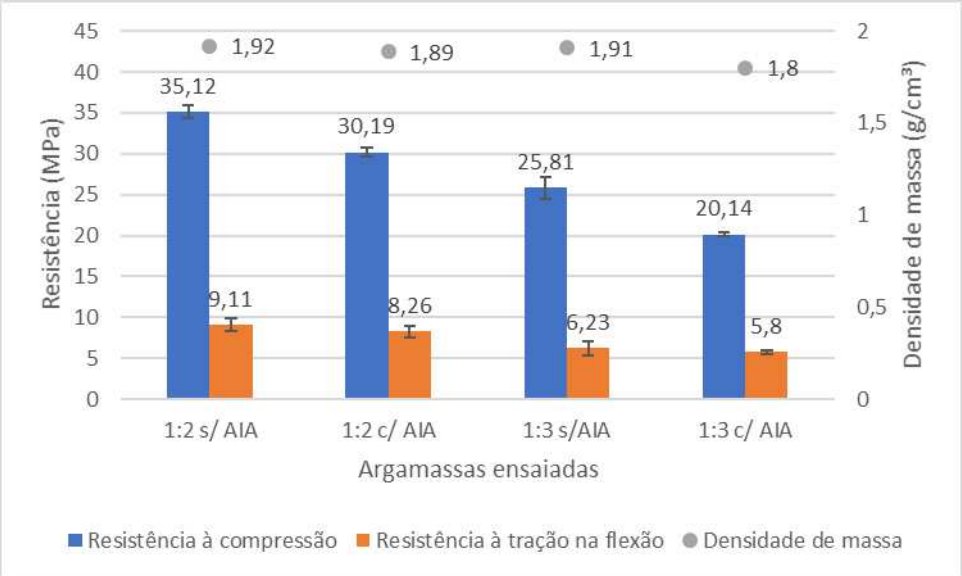
	1:2 (sem AIA)	1:2 (com AIA)	1:3 (sem AIA)	1:3 (com AIA)
Diâmetro de abertura (mm)	366,0	358,5	279,0	260,0
Densidade de massa (g/cm^3)	2,05	2,01	2,00	1,93
Teor de ar incorporado	3,30%	4,98%	5,74%	8,86%

Fonte: Autores

3.2. Estado Endurecido

A Figura 2 apresenta os resultados das resistências à compressão e à tração na flexão, além da densidade de massa no estado endurecido, das argamassas ensaiadas.

Figura 2 – Resistências à compressão, à tração na flexão e densidade de massa



Fonte: Autores

Todas as argamassas ensaiadas respeitaram as exigências mínimas citadas anteriormente quanto à resistência à compressão e à tração na flexão. Observaram-se resistências mais altas

nas argamassas traços mais ricos em cimento (1:2, em massa). E, nas argamassas com a mesma proporção cimento:agregado, observou-se resistência maior nas argamassas sem incorporador de ar, como esperado, devido ao maior número de vazios proporcionado pelo aditivo incorporador de ar.

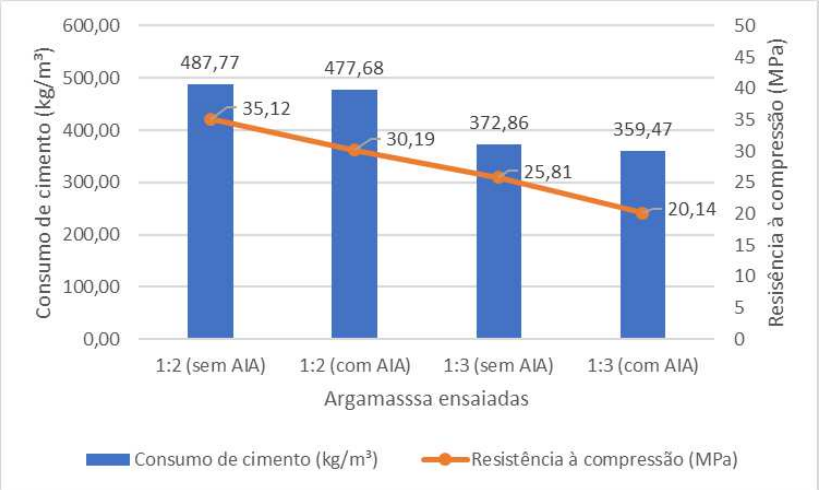
Segundo Colleparti (1980, apud ARAUJO, 2005)[9], o incorporador de ar causa um efeito positivo na trabalhabilidade devido a formação de microbolhas esféricas e deformáveis que facilitam o manuseio nas argamassas de revestimento. Entretanto, a formação dessas microbolhas reduz a resistência à compressão e à tração das argamassas e, nas argamassas autoadensáveis para contrapiso, verificou-se uma abertura no ensaio de espalhamento menor nas argamassas com AIA, em relação as argamassas sem AIA.

Nas argamassas com proporção 1:2 observou-se uma redução de 9,33% e 14,04%, respectivamente, na resistência à tração na flexão e na resistência à compressão, quando adicionado aditivo incorporador de ar. Já as argamassas com proporção 1:3 apresentaram uma redução de 6,90% e 21,97%, respectivamente, na resistência à tração na flexão e na resistência à compressão.

3.3. Índice de Ligante para resistência à compressão

O consumo de cimento (kg/m³) e as resistências à compressão para cada argamassa encontram-se na Figura 3. Verifica-se na Tabela 3 que quando foi adicionado o incorporador de ar necessitou-se de uma quantidade maior de cimento (kg/m³) para atingir 1MPa de resistência à compressão. Nas argamassas com proporção 1:2 (cimento:agregado miúdo), a queda de eficiência foi de 13,9%. Já nas argamassas com proporção 1:3, a queda de eficiência foi de 23,5%.

Figura 3 – Consumo de cimento e resistência à compressão para cada argamassa



Fonte: Autores

Tabela 3 – Índice de Ligante para resistência à compressão

	1:2 (sem AIA)	1:2 (com AIA)	1:3 (sem AIA)	1:3 (com AIA)
BI ($kg.m^{-3}.MPa^{-1}$)	13,89	15,82	14,45	17,85
x	-1,93		-3,40	
% Eficiência:	-13,9%		-23,5%	

Fonte: Autores

Analisando os valores do índice, é mais viável a alteração na proporção de 1:2 para 1:3 sem AIA do que o acréscimo de AIA na composição da argamassa com proporção 1:2 (Tabela 4).

Tabela 4 – Índice de Ligante para resistência à compressão

	1:2 (sem AIA)	1:2 (com AIA)	1:3 (sem AIA)
BI	13,89	15,82	14,45
x	-	-1,93	-0,56
% Eficiência:	-	-13,9%	-4,0%

Fonte: Autores

Para a adição de AIA na proporção 1:2, houve uma economia de cimento de, aproximadamente, 10 kg/m³ para uma queda de eficiência de 13,9%. E quando comparado 1:2 (sem AIA) e 1:3 (sem AIA), a economia de cimento de, aproximadamente, 115 kg/m³ para uma queda de eficiência de 4,0%

4. CONCLUSÃO

O cálculo do Índice de Ligante permitiu avaliar que o uso de aditivo incorporado de ar (AIA) na composição de argamassas autoadensáveis é ineficiente, pois ocorre uma redução muito pequena de cimento para a queda de resistência à compressão. O uso do aditivo incorporador de ar resultou em uma redução de cimento na faixa de 10-15 kg/m³, para argamassas com a mesma proporção cimento:areia e, quando se aumenta a quantidade de agregado na proporção há uma redução de cimento aproximadamente 10 vezes maior que a alternativa de adição do AIA na argamassa, aliado a uma queda de eficiência muito menor, apenas de 4%. Com esses resultados, conclui-se que é melhor buscar uma proporção mais rica em agregado miúdo do que acrescentar aditivo incorporador de ar quando o objetivo é a redução de consumo de cimento.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Campus Florianópolis, os quais concederam as bolsas de Iniciação Científica (IC) e ao Instituto Nacional

Tecnologias Cimentícias Eco-eficientes Avançadas (FAPESP INCT 201450948-3; 465593/2014-3). Agradecem também a MC-Bauchemie e a Itambém pela doação dos aditivos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, H. D. S. **Análise da retração por secagem em argamassas autonivelantes utilizando adições minerais como substitutos parciais do cimento Portland**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

2. ROMANO, R. C. O. **Incorporação de ar em materiais cimentícios aplicados em construção civil.** 2013. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

4. 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.

5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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.

6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

7. DAMINELI, B. L. et al. **Measuring the eco-efficiency of cement use.** Cement and Concrete Composites, [s.1], v. 32, n. 8, p555-562, set. 2010. Elsevier BV.

8. EFNARC. **Specification for Synthetic Resin and Polymer-modified Cementitious Floorings as wearing surfaces for industrial and commercial use.** United Kingdom, 2001.

9. ARAUJO, M. J. S. **Influência do teor de aditivo aerante nas propriedades das argamassas fluidas à base de cimento.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.