

## O impacto da adição de diferentes teores de um aditivo incorporador de ar nas propriedades das argamassas

### The impact of adding varying amounts of an air-entraining additive on the properties of mortars

Caroline Krauczuk<sup>1</sup>, Fabio Luiz Bucholdz Diambarre<sup>2</sup>, Paúl José Miranda Melo<sup>3</sup>, Dyorgge Alves Silva<sup>4</sup>

#### RESUMO

Os aditivos incorporadores de ar aumentam a quantidade de ar presente na pasta através de microbolhas, conferindo à estrutura uma determinada porosidade após o seu endurecimento. Aditivos incorporadores de ar proporcionam melhorias nas propriedades da argamassa, como por exemplo, coesão, plasticidade e redução da tendência à exsudação, entre outras. Neste estudo foram avaliados diferentes teores de aditivo incorporador de ar para avaliar seu impacto nas propriedades da argamassa de revestimento, em seu estado fresco, avaliando o índice de consistência, massa específica e teor de ar incorporado. Os ensaios foram conduzidos com diferentes teores de aditivo incorporador de ar, sendo eles 0,2%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0%. Com a adição de 0,2% se mostrando a mais viável economicamente e ao mesmo tempo em que altera mais significativamente as propriedades quando comparada aos outros, de forma a beneficiar a trabalhabilidade leveza da argamassa. Os resultados se mostraram satisfatórios, proporcionando melhores resultados de consistência, não apresentando exsudações, tornando a argamassa mais leve, com o teor de 2%, se mostrando mais atrativo para o mercado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Argamassa. Aditivo. Incorporador de ar.

#### ABSTRACT

The air-entraining additives increase the amount of air present in the paste through microbubbles, imparting a specific porosity to the structure after it has hardened. Air-entraining additives enhance the properties of mortar, such as cohesion, plasticity, and a reduction in the tendency to segregate, among others. In this study, different levels of air-entraining additive were evaluated to assess their impact on the properties of rendering mortar in its fresh state, including consistency index, specific gravity, and air content. The tests were conducted with varying levels of air-entraining additive, namely 0.2%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, and 2.0%. The addition of 0.2% was found to be the most economically viable while significantly altering the properties when compared to others, benefiting the workability and lightweight nature of the mortar. The results were satisfactory, providing improved consistency, no segregation, and making the mortar lighter, with a 2% content appearing more attractive to the market.

**KEYWORDS:** Mortar. Additive. Air-entraining.

## INTRODUÇÃO

A composição tradicional da argamassa inclui tipicamente aglomerante (cimento, cal ou uma combinação de ambos), agregado miúdo e água. No entanto, de modo a aprimorar o desempenho dos revestimentos, o mercado passou a acolher a utilização de materiais alternativos, como por exemplo, os aditivos (Baía; Sabbatini, 2008). De acordo com

<sup>1</sup> Bolsista do projeto de extensão Barra Concreto. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: carolinekrauczuk@gmail.com. ID Lattes:0080290820924594.

<sup>2</sup> Bolsista do projeto de extensão Barra Concreto. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: dimbarref@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 4807397617286334.

<sup>3</sup> Bolsista do projeto de extensão Barra Concreto. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: paulmirandamelo@gmail.com. ID Lattes: 6532089800903779.

<sup>4</sup> Docente do Projeto. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: dyorggeasilva@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8573369439574030.

Romano (2013), o processo tecnológico ao longo do último século, possibilitou a otimização de diversos processos de construção por meio do desenvolvimento desses aditivos. a criação e a evolução do aditivo incorporador de ar, representa um dos principais avanços na indústria da construção civil (Romano, 2013).

Os aditivos incorporadores de ar, atuam no aumento da quantidade de ar presente na pasta, através da formação de microbolhas que se distribuem de maneira uniforme, conferindo à estrutura uma determinada porosidade após a fase de endurecimento (ABNT NBR 11768, 2011).

Dentro das argamassas, os aditivos incorporadores de ar desempenham um papel fundamental, proporcionando melhorias relacionadas a coesão, plasticidade, redução e exsudação, e ainda, possivelmente minimizando a retração por secagem. Além de permitir a utilização de uma quantidade menor de água durante o processo de amassamento (Beningfield, 1988; Alves, 2002).

De acordo com Romano (2013), o excesso do uso de aditivos incorporadores de ar pode ser prejudicial à mistura, uma vez que aumenta a porosidade do material, resultando, potencialmente, na diminuição da resistência mecânica.

Diante dessas considerações, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de analisar as propriedades das argamassas, nos estados fresco e endurecido, quando diferentes teores de aditivo incorporador de ar são adicionados às mesmas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a produção das argamassas, foram empregados os seguintes materiais: cimento CP II-Z 32, areia natural, água e aditivo incorporador de ar. A escolha do cimento se baseou na sua conformidade com os requisitos estabelecidos na NBR 16697 (ABNT, 2019), que apresenta uma massa específica de 3,06 g/cm<sup>3</sup>, massa unitária de 1067,10 kg/m<sup>3</sup> e superfície específica de 3450 cm<sup>2</sup>/g, conforme determinado pelas normas NBR 16605 (ABNT, 2017), NBR NM 45 (ABNT, 2006) e NBR 16372 (ABNT, 2015), respectivamente. A areia utilizada para a realização dos ensaios foi uma areia de origem quartzosa, proveniente do Rio Paraná, e suas características estão detalhadas na Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1 – Caracterização da areia**

Peneira	Massa retida (g)	% retida	% retida acumulada
4,8	0,0	0,0	0,0
2,4	5,0	1,0	1,0
1,2	12,5	2,5	3,5
0,6	50,0	10,0	13,5
0,3	252,5	50,5	64,0
0,15	180,0	36,0	100,0
Fundo	0,0	0,0	100,0
Módulo de finura (-)		1,82	NBR NM 248:2003
Dimensão máxima característica (mm)		1,18	

Classificação (-)	Fina	
Massa unitária – estado solto (kg/m <sup>3</sup> )	1492	NBR NM 45:2006
Massa unitária – estado compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1640	NBR NM 45:2006
Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	2,85	NBR NM 52:2009
Teor de material pulverulento (%)	2,0	NBR NM 46:2003
Finura (Peneira nº 30) (%)	0,3	NBR 9289:2000
Finura (Peneira nº 200) (%)	10,8	NBR 9289:2000

Fonte: Autores (2023).

Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizado o aditivo é incorporador de ar proveniente de resina vegetal (Figura 1). Este aditivo apresenta massa específica de 1,15 g/cm<sup>3</sup> e um teor de sólidos de 3 %.

A água e o aditivo utilizado foram mantidos a temperatura estabelecida por norma (20° C ± 2 °C), através do banho maria.

**Figura 1 – Aditivo Incorporador de ar Gold Natural Resin 586**



Fonte: Autores (2023).

Para a produção das argamassas, foram produzidos, ao todo, 6 (seis) traços, sendo eles: o traço referência (sem aditivo), e os traços com adição do aditivo incorporador de ar com teores de 0,2%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0%. O traço da argamassa foi de 1:6 em massa. Na tabela 2, abaixo, estão representadas as nomenclaturas utilizadas, consumos de materiais (cimento, areia, aditivo e água), relação água/cimento (a/c) e relação água/materiais secos (a/mc) das argamassas.

**Tabela 2 – Consumo de materiais para 3,562kg de argamassa**

Argamassa (-)	Teor de aditivo (%)	Cimento (g)	Areia (g)	Aditivo (g)	Água (ml)	Relação (a/c)	Relação (a/ms)
ARG_REF	0,00	0,441	2,648	0,000	0,472	1,070	0,153
ARG_0,2%	0,20	0,441	2,648	0,860	0,471	1,068	0,152
ARG_0,5%	0,50	0,441	2,648	2,160	0,470	1,066	0,152

ARG_1,0%	1,00	0,441	2,648	4,320	0,468	1,061	0,152
ARG_1,5%	1,50	0,441	2,648	6,470	0,466	1,057	0,151
ARG_2,0%	2,00	0,441	2,648	8,630	0,463	1,050	0,150

Fonte: Autores (2023).

Para a mistura, foi adaptado a norma NBR 16541 (ABNT, 2016), de tal maneira:

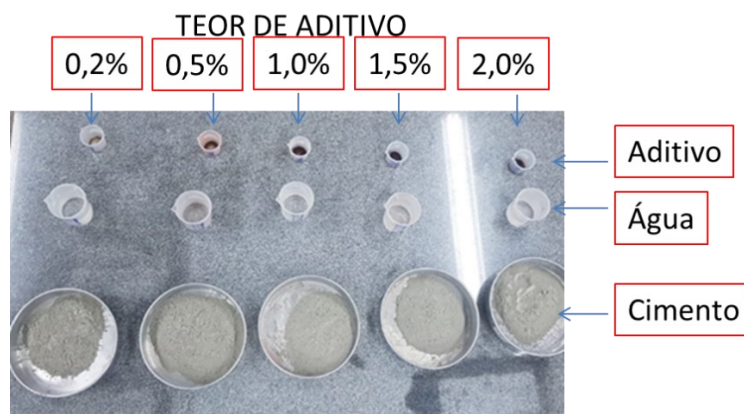
**Passo 1 - MISTURA DOS SECOS:** O cimento e a areia (materiais secos) foram adicionados no recipiente da argamassadeira e então foram misturados em velocidade baixa por 30 (trinta) segundos.

**Passo 2 - ADIÇÃO DA ÁGUA:** primeiro foi adicionado aproximadamente 80% da água de amassamento em temperatura normalizada, misturada com os materiais secos, por 2 (dois) minutos, em velocidade baixa. Após, a argamassadeira foi desligada por 30 (trinta) segundos para a raspagem das laterais, de modo que o material se homogeneizasse melhor.

**Passo 3 - ADIÇÃO DO ADITIVO:** nesta última etapa, o aditivo foi diluído nos 20% de água de amassamento que restou e por fim, foi adicionado na mistura que estava contida na argamassadeira, misturando-os em velocidade alta por 1 (um) minuto.

Os ensaios de índice de consistência, seguiu os procedimentos descritos pela NBR 13276 (ABNT, 2016) e massa específica e teor de ar incorporado, de acordo com a NBR 13278 (ABNT, 2005), foram realizadas nas argamassas, em estado fresco. Em seguida, corpos de provas cilíndricos foram moldados, de dimensão (5 x 10) cm, para posteriormente serem submetidos ao ensaio de resistência à compressão, em seu estado endurecido, na idade de 28 dias, de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005). Segue na Figura 2, o preparo das argamassas.

Figura 2 – Separação dos materiais para o preparo da argamassa



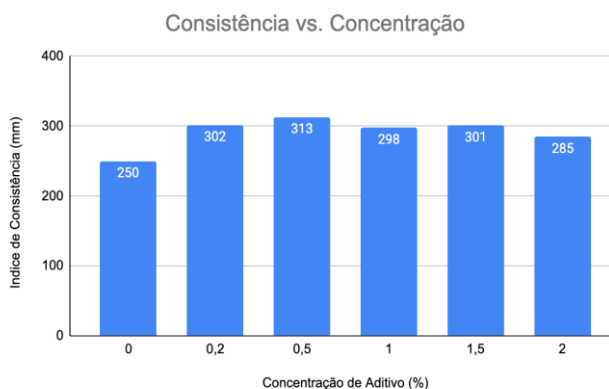
Fonte: Autores (2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo o Gráfico 1 é apresentado a relação entre o diâmetro da abertura do ensaio de consistência em função da concentração de aditivo usado na argamassa. Pode ser notado um aumento do diâmetro da argamassa nos ensaios concentrações de aditivos entre 0,2% a 0,5%, sendo a concentração de 0,2% mais expressiva quando comparado ao

traço de referência. Após concentração de 0,5% a argamassa se mostrou mais consistente e diminuindo seu diâmetro de abertura no ensaio de consistência.

**Gráfico 1 – Consistência por concentração de aditivo**

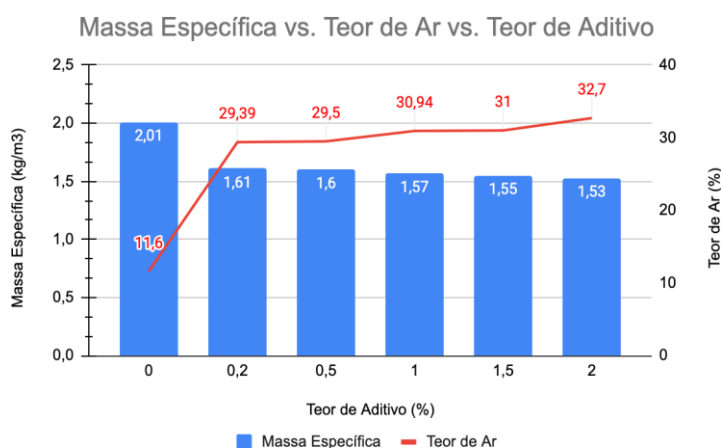


Fonte: Autores (2023).

Em seguida, os dados coletados e apresentados no Gráfico 3, relacionam o teor de aditivo com outras propriedades, como a massa específica e teor de ar incorporado. Observa-se que há uma tendência de a massa específica diminuir à medida que é adicionado teores maiores de aditivo. Sendo que o seu maior contraste é o traço com 0,2% de aditivo em relação à referência (1,61 kg/m<sup>3</sup>).

De forma contrária a massa específica e de forma natural, o teor de ar incorporado tende a crescer gradativamente com maiores acréscimos de aditivo. Com seu ponto mais relevante entre o traço referência e o teor de 0,2% de aditivo, o que condiz com a teoria de que, com mais aditivo, mais incorporação de ar há na argamassa, criando mais vazios e a tornando leve.

**Gráfico 2 – Massa específica e teor de ar incorporado vs. concentração de aditivo**



Fonte: Autores (2023).

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, é possível verificar que a concentração de 2% de aditivo adicionado foi a que proporcionou maiores modificações nas propriedades da

argamassa. Com um dos melhores resultados de consistência, sem apresentar exsudações e tornando-a mais leve. Além disso, o aditivo se torna atrativo para o mercado, uma vez que com pouca quantidade é possível aprimorar a argamassa para sua melhor trabalhabilidade.

A respeito do índice de consistência, para a adição de 0,5% de aditivo incorporador de ar, foi observado a melhor trabalhabilidade da argamassa. Uma vez que para as demais adições (0,2%, 1%, 1,5% e 2%) há uma diminuição no diâmetro de abertura no ensaio de consistência, perdendo trabalhabilidade.

### Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela ajuda financeira em forma de bolsa.

Agradecemos ao professor Dyorgge Alves Silva, por todo o apoio e ensinamento durante a pesquisa.

### Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16541**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 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: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BAÍA, Luciana Leone Maciel; SABBATINI, Fernando Henrique. Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa. 4a Ed. São Paulo: Nome da Rosa, (Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras). 2008, 89 p.

ROMANO, Roberto Cesar de Oliveira. Incorporação de Ar em Materiais Cimentício Aplicados em Construção Civil. 2013. 200 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: . Acesso em: 19 de setembro de 2023.