

ANÁLISE DE DIFERENTES TIPOS DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

Gustavo Spillere Bif (1); Fernando Pelisser (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)gustavobif@hotmail.com (2)fep@unesc.net

RESUMO

O revestimento argamassado, parte integrante das vedações de uma obra, deve apresentar um conjunto de propriedades que irão contribuir para a obtenção do adequado comportamento das vedações da obra (Baía, 2000). Foram determinados 6 traços distintos de argamassa de revestimento, sendo 1:5 e 1:7 de cimento e areia lavada, em volume, produzidos com aditivo incorporador de ar e com aditivo hidrofugante e 2 realizados com a adição da cal hidratada, com traço 1:2:9 e 1:1:6 de cimento, cal e areia lavada, em volume, respectivamente. Os aditivos hidrofugantes possuem a função de impermeabilizar a argamassa através de hidrófugos de massa que incorporam-se a argamassa em seu estado fresco. As propriedades físicas e mecânicas da argamassa foram analisadas através de ensaios determinando a resistência de aderência à tração, resistência à compressão, módulo de elasticidade, ocorrência de fissuras, densidade e permeabilidade. Os resultados dos ensaios mostraram que as argamassas produzidas com cal hidratada, no geral, apresentaram os resultados mais satisfatórios. As argamassas produzidas com aditivo hidrofugante e aditivo incorporador de ar apresentaram resultados semelhantes, sendo as produzidas com incorporador de ar pouco superior na resistência de aderência à tração e permeabilidade, porém todas atendendo um desempenho mínimo exigido.

Palavras-Chave: Revestimento argamassado, aditivo, cal hidratada.

1 INTRODUÇÃO

Grandes empresas, no ramo da Engenharia Civil, estão sempre buscando inovações tecnológicas e aprimorações em seus materiais e métodos capazes de proporcionar uma redução de custos e um aumento de qualidade no acabamento da obra. O sistema de vedação de uma edificação é essencial para que ela atenda uma série de requisitos que geram um bom desempenho no conjunto da obra. De acordo com Baía (2000), o revestimento de argamassa deve possuir baixa permeabilidade, capacidade de absorver deformação e apresentar aderência à base. Além de o revestimento argamassado dar boa impressão visual no acabamento final, ele também protege a obra de ações atmosféricas, como a chuva, e é de extrema importância para valorização e durabilidade da edificação.

Devido à alta produtividade exigida pelas empresas, cuidados com as dosagens, materiais e métodos de aplicação são de grande importância. A falta de controle no tempo de aplicação da mistura, quantidade de água e agregados, são alguns dos fatores que influenciam no resultado final. Os resultados acabam gerando uma série de manifestações patológicas e a insatisfação de clientes que estão cada dia mais exigentes com a qualidade de seu imóvel.

Entre as principais manifestações patológicas relacionados à argamassa de revestimento, estão a fissuração e a falta de estanqueidade. Com relação a esta última, Baía (2000) cita que o revestimento argamassado, parte integrante das vedações de uma obra, deve apresentar um conjunto de propriedades que irão contribuir para a obtenção do adequado comportamento das vedações da obra.

Atualmente, com a alta competitividade entre as empresas, novos produtos estão surgindo com o intuito de melhorar o desempenho e o custo da argamassa de revestimento. Entre esses produtos, destacam-se o aditivo incorporador de ar e o aditivo hidrofugante.

Teoricamente, a impermeabilização da argamassa ocorre devido ao processo de hidrofugação. Os hidrófugos de massa são produzidos com produtos que incorporam-se a argamassa no momento da mistura.

O teor de ar incorporado é considerado a quantidade de ar aprisionado na argamassa fresca, tendo influência direta na densidade de massa relativa da argamassa nos estados fresco e endurecido, ocorrendo devido ao ar possuir densidade menor que a argamassa e ocupar uma fração de sua massa. Os aditivos incorporadores de ar aumentam o teor de ar na argamassa, melhorando consideravelmente vários aspectos da argamassa, porém o uso dos aditivos deve ser muito bem controlado, pois também afeta alguns aspectos negativamente, como a resistência mecânica e a aderência da argamassa.

O presente trabalho analisou a influência dos principais aditivos (incorporados de ar e hidrofugante) utilizados na região de Criciúma/SC, aplicados na argamassa de revestimento, através de uma série de ensaios avaliando as argamassas através de sua resistência de aderência a tração, permeabilidade, resistência à compressão, módulo de elasticidade, massa específica, índice de consistência e fissuração.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do presente trabalho primeiramente foi realizado um estudo detalhado sobre argamassa de revestimento, analisando todas as suas propriedades físicas e mecânicas.

Foram determinados traços de argamassa de revestimento convencionais. As primeiras misturas 1:5 e 1:7 de cimento e areia lavada, em volume, foram produzidas variando o tipo de aditivo químico, sendo o incorporador de ar e o hidrofugante. Nesses traços, a quantidade de aditivos químicos foi fixada de acordo com a quantidade de cimento utilizado na mistura. Foram definidos dois traços de argamassa de revestimento com a utilização da cal hidratada (AC), sendo o primeiro 1:2:9 (cimento, cal hidratada e areia lavada, em volume), o segundo 1:1:6 (cimento, cal hidratada e areia lavada, em volume). A quantidade de água adicionada a cada mistura foi a suficiente para atingirem um índice de consistência medido pelo flow table (NBR 13276/2005) superior a 260 mm. O cimento utilizado em todas as misturas foi o CPIIZ – 32. Todas as misturas foram realizadas de acordo com a norma NBR 13276/2005. Os aditivos inseridos nas misturas foram o hidrofugante (AH), o incorporador de ar (AI) e a cal hidratada (AC).

A Tabela 1 apresenta a porcentagem de aditivo inserido em cada traço realizado com seus respectivos índices de consistência. A quantidade de aditivo químico utilizado em cada mistura está de acordo com a embalagem dos produtos (Veda Reboco, Liquikal e cal hidratada) fornecida pelo fabricante.

Tabela 1: Traços utilizados.

Misturas	Traço (%)	Traço (volume)	Relação A/C	Aditivo (%)	Plasticidade- Flow-table (cm)
AH(1)	13:87	01:05	1,10	0,115	26,5
AH(2)	10:90	01:07	1,55	0,086	26,5
AI(1)	13:87	01:05	1,20	0,044	28
AI(2)	10:90	01:07	1,65	0,032	27
AC(1)	7:8:85	01:02:09	1,30	8,040	27
AC(2)	10:6:84	01:01:06	1,20	5,960	27

Fonte: Gustavo Spillere Bif

A partir dos traços definidos, foram moldados para cada mistura 6 corpos-de-prova cilíndricos com 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, de acordo com a norma NBR 7215/1996. A mistura da argamassa para a moldagem foi realizada em uma argamassadeira mecânica, evitando variações excessivas de resultados para um mesmo traço de argamassa. Os corpos-de-prova produzidos foram utilizados na realização do ensaio de determinação de resistência a compressão e módulo de elasticidade.

As argamassas também foram aplicadas e pequenas paredes (três, com um tipo de argamassa em cada lado). As paredes foram produzidas com dimensões de 1,00 x 0,80 metros. Para a realização das paredes, foram utilizados blocos cerâmicos com dimensões 9x14x19cm. Os espaçamentos entre os blocos cerâmicos foram de aproximadamente 1,5 cm e o traço da argamassa de assentamento utilizada foi 1:7 de cimento e areia lavada, em volume. As argamassas foram aplicadas sobre chapisco – utilizando traço 1:3 (em volume). A aplicação do revestimento argamassado sobre o chapisco foi realizada após 14 dias, sendo o mínimo exigido pela norma NBR 7200/1998 de 3 dias.

2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

2.1.1 Aditivo hidrofugante

A argamassas que utilizaram aditivo hidrofugante foram denominadas de AH(1) e AH(2). Na Tabela 2 pode ser observado as características do aditivo hidrofugante.

Tabela 2: Características do aditivo hidrofugante.

Aspecto físico	Cor	pH	Densidade	Composição básica	Sólidos	Solubilidade
Líquido	Claro	10,0 a 25° C	1,00 g/cm ³	Produto a base de resina natural de pinus ellioti e resina natural extraída da araucária angustifolia, estearatos, espessantes e emulsionantes.	25% em peso	Totalmente solúvel em água

Fonte: Propriedades informadas pelo fabricante.

2.1.2 Aditivo incorporador de ar

A argamassas que utilizaram aditivo incorporador de ar foram denominadas de AI(1)

e Al(2). Na Tabela 3 pode ser observado as características do aditivo incorporador de ar.

Tabela 3: Características do aditivo incorporador de ar.

Aspecto físico	Cor	pH	Densidade	Composição básica	Sólidos	Solubilidade
Líquido	Escuro	10,2 a 25° C	1,10 g/cm ³	Resina natural de pinus elliotti e resina natural extraída da araucária angustifolia.	10% em peso	Totalmente solúvel em água

Fonte: Propriedades informadas pelo fabricante.

2.1.3 Caracterização do agregado miúdo

A caracterização da granulometria da areia foi realizada (NBR 7211/1983) e os resultados podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4: Composição granulométrica.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA NBR-NM 248/2003 – NBR 7211/1983							
PENEIRAS		1º Determinação		2º Determinação		Média (%)	% Média Retida Acumulada
Nº	mm	Peso Retido (g)	% Retida	Peso Retido (g)	% Retida		
1"	25	-	-	-	-	-	-
¾"	19	-	-	-	-	-	-
½"	12,5	-	-	-	-	-	-
3/8"	9,5	-	-	-	-	-	-
¼"	6,3	4,5	1	3	1	1	1
4	4,8	14,7	3	13,1	3	3	4
8	2,4	78,6	16	78,7	16	16	19
16	1,2	115,7	23	114	23	23	42
30	0,6	89,9	18	88,7	18	18	60
50	0,3	97,9	20	83,9	17	18	79
100	0,15	64,2	13	78,3	16	14	93
Fundo	< 0,15	34,2	7	36,1	7	7	-
TOTAL		500	100	496	100	100	2,97
Dimensão Máxima: 4,8 mm						Módulo de Finura: 2,97	

Fonte: Gustavo Spillere Bif.

2.2 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

O ensaio de resistência à compressão foi realizado de acordo com a norma NBR 13279/2005.

Este ensaio consiste inicialmente na moldagem de 3 corpos de prova cilíndricos com 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, sendo a cura dos mesmos realizada submersa em água. Os corpos de prova foram desmoldados 26 horas após a moldagem e rompidos na idade de 28 dias.

2.3 DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE

A determinação do módulo de elasticidade foi realizada baseando-se na norma NBR 8522/2003. Esta norma foi estabelecida para a obtenção do módulo de elasticidade em concreto. Foram aplicados planos de carregamento, em ciclos de 60 segundos, a fim de se observar as deformações dos corpos de prova nesse período. Após as leituras de deformação efetuadas, a carga foi aumentada a velocidade específica até a ruptura do corpo-de-prova.

O módulo de elasticidade, E_{ci} , em gigapascals, é determinado pela fórmula:

$$E_{ci} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} 10^{-3} = \frac{\sigma_b - \sigma_a}{\varepsilon_b - \varepsilon_a} 10^{-3} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: σ_b é a tensão maior, em megapascals ($\sigma_b = 0,3f_c$);

σ_a é a tensão básica, em megapascals ($\sigma_a = 0,5 \text{ MPa}$);

ε_b é a deformação específica média dos corpos-de-prova ensaiados sob a tensão maior;

ε_a é a deformação específica média dos corpos-de-prova ensaiados sob a tensão básica.

O ensaio foi realizado com 3 corpos-de-prova cilíndricos com 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, sendo a cura dos mesmos realizada submersa em água. Os corpos-de-prova foram desmoldados 26 horas após a moldagem.

2.4 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE

O ensaio de densidade de massa foi realizado de acordo com a norma NBR 13278/2005.

A densidade de massa da argamassa, no estado fresco, em quilogramas por metro cúbico (Kg/m^3) é calculada através da equação:

$$d = \frac{mc - mv}{vr} 1000 \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: mc é a massa do recipiente cilíndrico contendo a argamassa de ensaio, em gramas;

mv é a massa do recipiente cilíndrico vazio, em gramas;

vr é o volume do recipiente cilíndrico, em centímetros cúbicos.

O presente ensaio foi realizado durante a moldagem dos corpos-de-prova utilizados para obtenção do módulo de elasticidade.

2.5 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado de acordo com a norma NBR 13528/1995.

Para a realização do ensaio, foram realizadas perfurações no revestimento protótipo com serra copo diamantado de 50 mm de diâmetro até que o mesmo encontrasse o substrato. As paredes foram escovadas eliminando as partículas destacáveis. Foram fixadas pastilhas com o mesmo diâmetro no local das perfurações, com a utilização de adesivo a base de resina epóxi, como apresenta a ilustração que segue.

Figura 1: Pastilhas fixadas no revestimento.



Fonte: Gustavo Spillere Bif

O arrancamento das pastilhas se procedeu após 24 horas, sendo aplicado um esforço perpendicular de tração até que rompesse o revestimento. O equipamento utilizado para o arrancamento das pastilhas foi um dinamômetro digital, com célula de carga com capacidade de 5 kN, e com uma precisão de leitura de 0,2 N.

2.6 DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE

O ensaio de permeabilidade foi realizado baseando-se na norma NBR 10786/1989. Esta norma prescreve o método para a determinação do coeficiente de permeabilidade do concreto endurecido, porém algumas metodologias foram aplicadas na determinação da permeabilidade da argamassa.

A permeabilidade foi determinada através do fluxo de água que passa por entre os poros da argamassa em uma determinada área. Este ensaio foi realizado 36 dias após a aplicação do revestimento sobre o substrato. Foram fixados cachimbos de vidro graduados no emboço, com a utilização de borracha de silicone, como apresenta a Figura 2.

Figura 2: Cachimbos de vidro fixados no revestimento.



Fonte: Gustavo Spillere Bif

Após a secagem da borracha de silicone, os cachimbos foram preenchidos com água e em uma escala de tempo de 4 horas, foram anotados os valores, em cm^3/h , da água que percolava pela base do cachimbo fixada no emboço.

Foi determinado o coeficiente de permeabilidade através da expressão:

$$\frac{Q.L}{A.H} = K \quad \text{Equação (3)}$$

Onde: K é o coeficiente de permeabilidade (cm/s);

Q é a vazão de entrada (cm³/s);

L é a altura do corpo-de-prova (cm);

A é a área da seção transversal do CP (cm²);

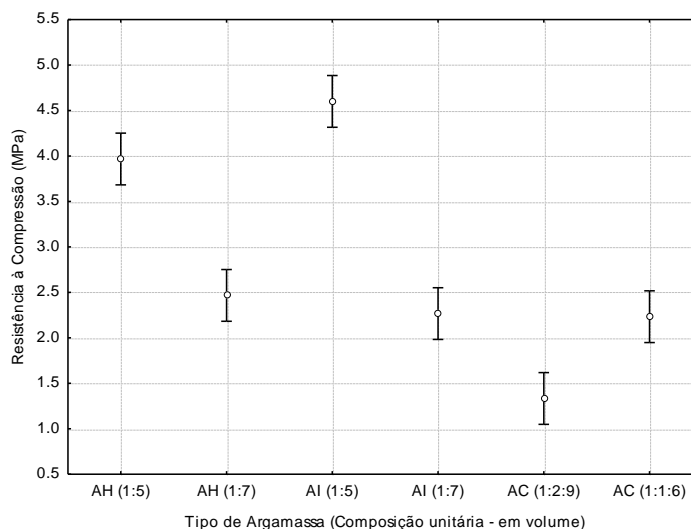
H é a altura da coluna de água correspondente a pressão utilizada (cm).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Observa-se no Gráfico 1, que a resistência à compressão das argamassas estudadas ficaram divididas em 3 faixas. Na primeira onde a resistência fica em torno de 4,0 MPa, estão as argamassas aditivadas com menos agregado. Na segunda faixa, em torno de 2,5 MPa, estão as argamassas aditivadas com maior quantidade de agregado e a argamassa de cal Hidratada com traço 1:1:6. Na última faixa com aproximadamente 1,3 MPa ficou a argamassa de cal hidratada com traço 1:2:9.

Gráfico 1: Resistência à compressão.



Fonte: Gustavo Spillere Bif

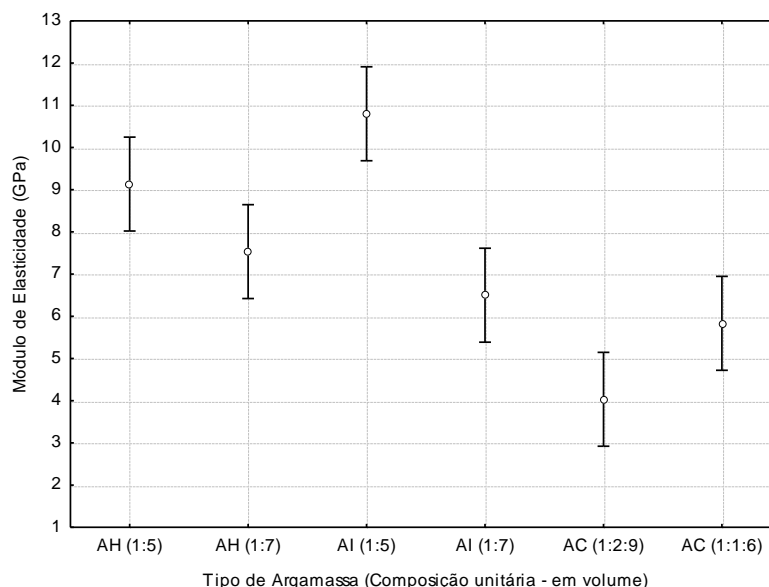
A resistência da argamassa produzida com aditivo hidrofugante AH(1:5) foi 13% menor que a argamassa produzida com incorporador de ar AI(1:5) com o mesmo traço. A argamassa AC(1:1:6) apresentou resultados semelhantes aos traços AH(1:7) e AI(1:7), sendo apenas 4% inferior a esta última. As argamassas de cal hidratada apresentaram os piores resultados, com diferença de 77% a favor do traço 1:1:6, deixando a mistura 1:2:9 bem abaixo da média dos resultados.

3.2 MÓDULO DE ELASTICIDADE

O módulo de elasticidade é uma das mais importantes características da argamassa de revestimento. Este módulo estabelece a capacidade da argamassa deformar-se sem apresentar ruptura ou fissura quando sujeito as solicitações diversas e de retornar a dimensão original, quando cessam as solicitações. Quanto maior o módulo de elasticidade, menor é a capacidade de deformação da argamassa.

Como se verifica no Gráfico 2, os valores do módulo de elasticidade acompanharam a variação da resistência à compressão de cada traço.

Gráfico 2: Módulo de elasticidade.



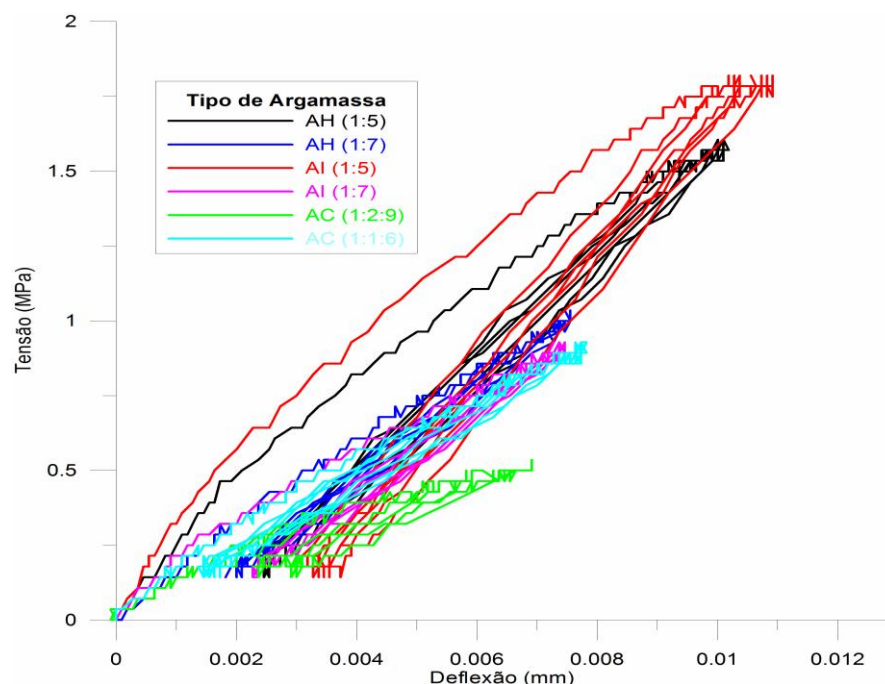
Fonte: Gustavo Spillere Bif

A argamassa com incorporador de ar AI(1:5) apresentou o maior módulo de elasticidade, bem como a maior resistência à compressão, sendo 19% superior a

argamassa com hidrofugante AH(1:5) que possui o mesmo traço. As argamassas produzidas com cal hidratada apresentaram os melhores resultados, ficando com o módulo de elasticidade bem abaixo das argamassas aditivadas, possuindo uma capacidade de deformação maior, sendo as mais indicadas com relação a esta propriedade. A mistura AI(1:7) apresentou valor 13% inferior a mistura AH(1:7). A diferença entre o melhor traço AC(1:2:9) e o pior AI(1:5) ficou em 270%. As argamassas AH(1:7), AI(1:7) e AC(1:1:6) apresentaram valores na faixa de 6,5 GPa, sendo equivalentes.

O Gráfico 3 apresenta a curva tensão (MPa) x deflexão (mm), onde pode-se observar que os valores dos traços (1:5) foram muito superiores aos demais. A argamassa de cal hidratada (1:2:9) obteve a maior deflexão, quando relacionada a tensão aplicada, apresentando o melhor resultado.

Gráfico 3: Resultante tensão (MPa) x deflexão (mm).



Fonte: Gustavo Spillere Bif

3.3 FISSURAÇÃO

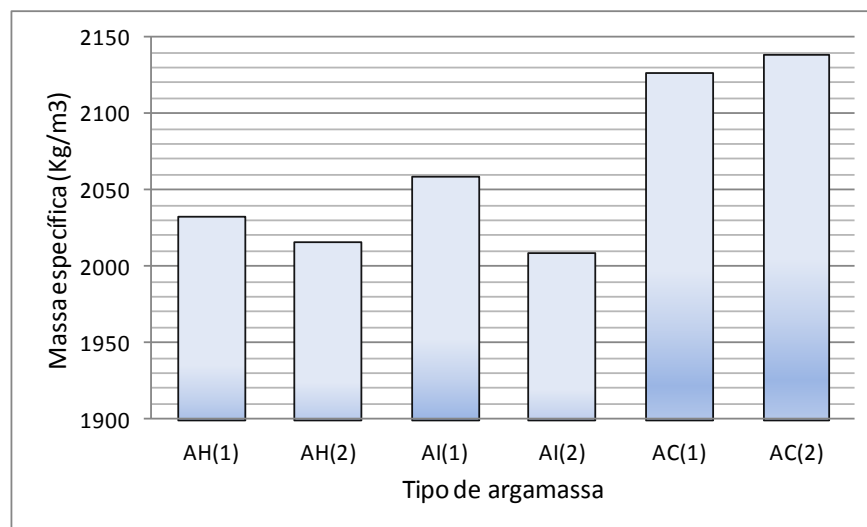
Nos primeiros 7 dias de idade, o revestimento, que ficou em temperatura ambiente, esteve exposto a temperaturas médias de 25 °C e umidade relativa do ar em torno de 65%. A taxa de evaporação para todas as argamassas ficou abaixo de 0,5 l/m²/h.

Teoricamente, para o concreto, esta taxa de evaporação não deveria provocar a ocorrência de fissuras, porém a argamassa possui maior facilidade de fissurar. A argamassa de cal hidratada AC(1:1:6) apresentou fissuras no primeiro dia de idade, comprometendo o revestimento. Todos os outros traços não apresentaram fissuras aparentes. O aparecimento de fissuras no traço AC(1:1:6) provavelmente ocorreu devido a variações do processo, comum na realização do revestimento.

3.4 DENSIDADE DE MASSA

A densidade das argamassas no estado fresco pode ser observado no Gráfico 4. Quanto maior a densidade de massa, maior o consumo de material para produzir uma mesma quantidade de argamassa.

Gráfico 4: Massa específica dos traços analisados.



Fonte: Gustavo Spillere Bif

Nota-se que as argamassas produzidas com cal hidratada AC(1) e AC(2) apresentaram massa específica em torno de 6% superiores as aditivadas com hidrofugante. Pode-se observar o efeito do incorporador de ar, que reduziu o teor de ar incorporado deixando as argamassas AI(1) e AI(2) com densidade 3 e 6% inferiores, respectivamente, as argamassas produzidas com cal.

Ainda que haja uma diferença significativa na densidade dos traços produzidos, o valor dos materiais, a má dosagem e o desperdício em obra pode não agregar

massa específica à economia. A Tabela 5 apresenta o consumo de cimento para cada traço com o respectivo custo total dos materiais utilizados para a produção de 1m^3 de argamassa.

Para efeitos de cálculo do custo de 1 m^3 de argamassa da Tabela 5, foram utilizados os seguintes valores:

- Cimento – R\$ 0,48/Kg;
- cal – R\$ 0,40/kg;
- areia – R\$ 45,00/ m^3 ;
- veda Reboco – R\$ 12,00/l;
- liquikal – R\$ 4,00/l.

Tabela 5: Consumo de cimento e custos.

Misturas	Consumo de cimento (Kg/m3)	Valor (R\$)
AH(1)	262,24	202,00
AH(2)	193,13	162,40
AI(1)	266,37	180,20
AI(2)	192,74	144,30
AC(1)	149,04	189,00
AC(2)	221,62	205,80

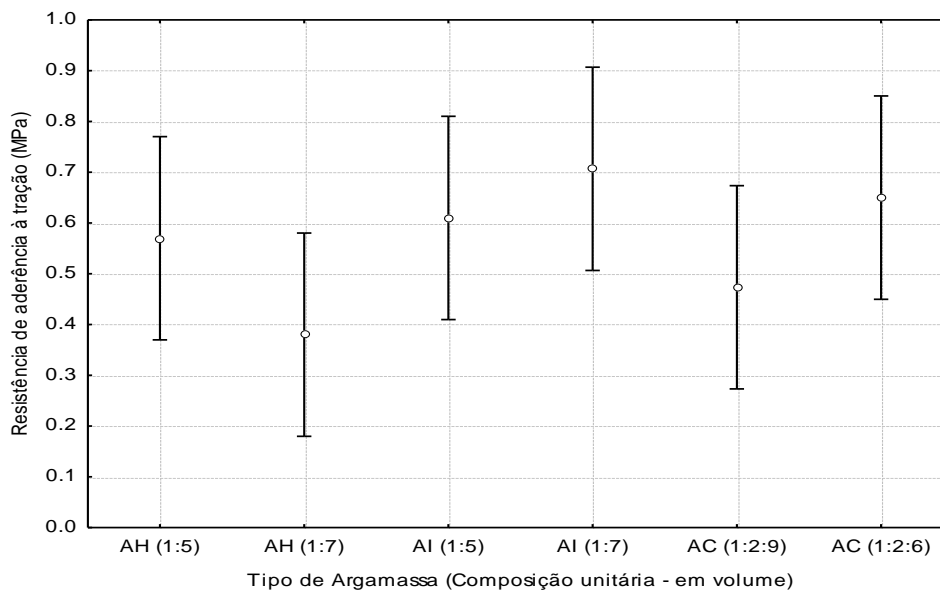
Fonte: Gustavo Spillere Bif

3.5 RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Considera-se a resistência de aderência a tração como o principal critério para a escolha de um traço em um projeto de revestimento argamassado. É o único critério técnico de resistência obrigatório, de acordo com as normas brasileiras e também é utilizado como método de controle de qualidade e aceitação dos revestimentos.

Verifica-se no Gráfico 5 as resistências médias de aderência à tração de todos os traços de argamassa aplicados nos revestimentos protótipos. Na Tabela 6 observa-se as médias com seus respectivos desvios padrões.

Gráfico 5: Resistência de aderência à tração.



Fonte: Gustavo Spillere Bif

Tabela 6: Médias e desvios padrões das resistências de aderência à tração.

Misturas	Resistência média (Mpa)	Resistência média (%)	Desvio padrão
AH(1)	0,48	77	0,30
AH(2)	0,28	45	0,17
AI(1)	0,56	90	0,09
AI(2)	0,62	100	0,21
AC(1)	0,42	68	0,13
AC(2)	0,51	82	0,20

Fonte: Gustavo Spillere Bif

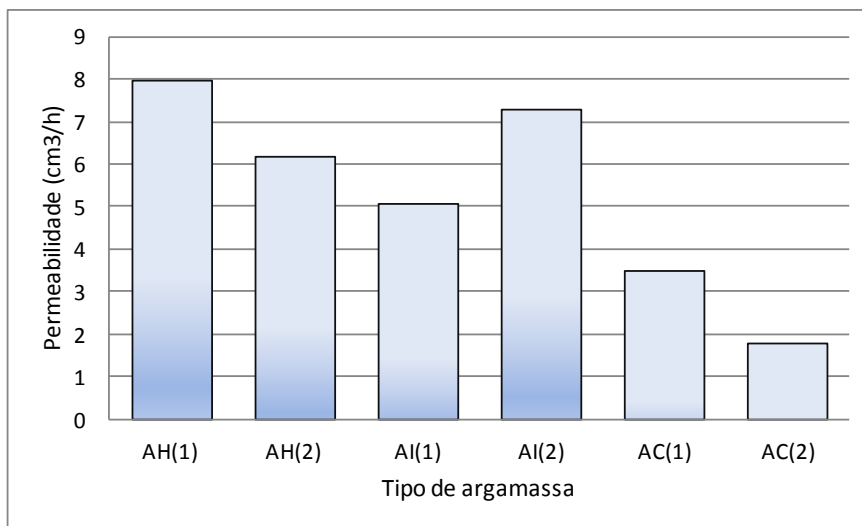
Observa-se que as argamassas produzidas com incorporador de ar apresentaram os melhores resultados. O traço AI(2) mostrou-se ser mais resistente que todas as misturas, sendo 55% superior a argamassa AH(2) produzida com o mesmo traço. A norma NBR 13528/1995 prescreve uma resistência mínima de 0,3 MPa para a utilização da argamassa. Todos os resultados foram considerados satisfatórios. As argamassas AH(2) e AC(1) apresentaram os piores valores e as argamassas AH(1), AI(1), AI(2) e AC(2) são consideradas equivalentes, devido ao alto valor de desvio padrão.

3.6 PERMEABILIDADE

Como pode-se visualizar na Gráfico 6, a argamassa de cal hidratada AC(2) com traço 1:1:6 apresentou o melhor resultado, sendo sua permeabilidade 49% menor que a argamassa AC(1) com traço 1:2:9. A argamassa AH(1) produzida com aditivo hidrofugante apresentou o pior resultado, sendo 406% superior a argamassa AC(2), comprovando que os hidrófugos de massa que incorporam-se a argamassa não apresentam bons resultados quando aplicados no revestimento.

Pode ser verificada a função importante da cal hidratada nas argamassas de revestimento, funcionando como aglomerante com função sinérgica durante a hidratação do cimento Portland, e melhorando propriedades importantes para as argamassas de revestimento, como a adesão no estado fresco e resistência quando endurecida. Também verifica-se a tendência das argamassas aditivadas – com incorporador de ar – apresentarem piores resultados, mesmo após 36 dias de cura.

Gráfico 6: Permeabilidade da argamassa.



Fonte: Gustavo Spillere Bif

Os coeficientes de permeabilidade para cada traço estão dispostos na tabela 7.

Tabela 7: Coeficientes de permeabilidade.

Misturas	Coeficiente de permeabilidade (cm/s)
AH(1)	$1,64 \times 10^4$
AH(2)	$1,27 \times 10^4$
AI(1)	$1,04 \times 10^4$
AI(2)	$1,50 \times 10^4$
AC(1)	$7,17 \times 10^5$
AC(2)	$3,69 \times 10^5$

Fonte: Gustavo Spillere Bif

4 CONCLUSÕES

Apesar de existirem várias pesquisas de aperfeiçoamento para a argamassa de revestimento, a grande maioria desses estudos estão baseados na teoria. O estudo prático das propriedades físicas e mecânicas da argamassa de revestimento proporciona uma maior precisão na escolha de um traço adequado para um projeto de revestimento.

De uma maneira geral, todos os traços analisados apresentaram um desempenho acima ou próximo do mínimo aceitável. As argamassas de cal hidratada apresentaram os melhores resultados na maioria dos ensaios, podendo-se enfatizar o ensaio de permeabilidade e módulo de elasticidade, onde se mostraram ser 246% menos permeáveis que as argamassas aditivadas e possuir módulo próximo a 5 GPa. A argamassa AC(1:1:6) apesar de possuir os melhores valores de módulo de elasticidade e permeabilidade, apresentou fissuração no primeiro dia ,comprometendo o revestimento, porém acredita-se que essas fissuras ocorreram devido a variações no processo de aplicação.

Apesar de o custo do aditivo hidrofugante ser próximo de 3 vezes maior em relação ao custo do aditivo incorporador de ar, as misturas produzidas com aditivo hidrofugante AH(1:5) e AH(1:7) apresentaram resultados muito semelhantes aos traços produzidos com aditivo incorporador de ar AI(1:5) e AI(1:7).

A mistura que apresentou o melhor desempenho, de uma forma geral, foi a argamassa produzida com cal hidratada com traço 1:2:9, tendo ótimos valores de módulo de elasticidade e permeabilidade, não apresentando fissuras aparentes e tendo sua resistência de aderência à tração semelhante as outras misturas.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522**: Concreto – Determinação do módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão - deformação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10786**: Determinação do coeficiente de permeabilidade à água. Rio de Janeiro, 1989.

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.

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.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

CEOTTO, L. H. **Revestimentos de argamassas - Boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005,

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos – Estudo e procedimentos de execução**. São Paulo: Pini, 1994.