

EFEITO DE INIBIDORES DE HIDRATAÇÃO NA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

EFFECT OF INHIBITORS HYDRATION ON TENSILE BOND STRENGTH IN RENDERING MORTAR

Airton de Souza Barcelos¹
Fernando Pelisser²

Resumo

Aditivos inibidores de hidratação aumentam o tempo de utilização da argamassa no canteiro de obras, melhorando a produtividade. Porém torna-se importante controlar as propriedades de resistência mecânica e de endurecimento inicial, pois os revestimentos são de fundamental importância para proteção, durabilidade, baixo custo com manutenção e valorização de uma edificação. Esse trabalho de pesquisa avaliou as propriedades de argamassas modificadas com inibidores de hidratação considerando o tempo de aplicação. Para isso, foi avaliada a trabalhabilidade - no estado fresco - e ensaios mecânicos de resistência à compressão e de resistência de aderência à tração. Os resultados mostraram que as argamassas, corretamente produzidas e aplicadas, podem ser utilizadas pelo período máximo recomendado pelo fabricante, de 36 horas, porém as argamassas demoram muito tempo - acima de 14 dias - para ganhar resistência, não sendo confiável a sua utilização após o tempo de 8 horas após a mistura. Todos os tempos utilizados para aplicação atingiram os limites mínimos de resistência de aderência à tração, conforme a NBR 13749 (1996), porém na idade de 42 dias.

Palavras Chave: Argamassas; Resistência de aderência à tração; Inibidores.

Abstract

Additives hydration inhibitors increase the usage time of the mortar at the construction site, improving productivity. But it is important to control the properties of mechanical strength and initial hardening because the coatings are essential for protection, durability, low cost maintenance and enhancement of a building. This research work evaluated the properties of mortars modified with hydration inhibitors considering the time of application. For this, we evaluated the workability - in a fresh - and mechanical testing of compressive strength and tensile bond strength. The results showed that the mortar produced and correctly applied, may be used for a maximum recommended by the manufacturer for 36 hours, but the mortar takes a long time - after 14 days - to gain strength, not being reliable after their use time of 8 hours after mixing. All time used to

¹ Eng. Civil da Empresa Carlessi Engenharia Comércio e Construções - E-mail: airton_barcelos@msn.com

² Dr. Eng. Civil, professor adjunto, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), E-mail: pelisser@hotmail.com

reach the minimum application of tensile bond strength, according to NBR 13749 (1996), but at the age of 42 days.

Key Words: Mortar; Tensile bond strength; Inhibitor.

1. Introdução

É observado nos últimos anos, que a indústria da construção civil vem em crescente busca por um desenvolvimento tecnológico, focando na aquisição de ganhos de qualidade de seus produtos e na redução dos custos dos processos construtivos, a fim de reduzir as manifestações patológicas e desperdícios [1].

Para Martins; Djanikian [2], com o desenvolvimento dos aditivos, a argamassa estabilizada se apresentou como um material altamente competitivo na construção civil, a fim de melhorar o aproveitamento do espaço no canteiro de obra, diminuir o desperdício e aumentar a produtividade dos profissionais, de forma a reduzir o custo total da obra. Além de serem produzidas em grandes volumes, estas argamassas são procedentes da mistura de materiais classificados e de boa qualidade, acompanhadas de controle tecnológico.

Com o emprego de aditivos inibidores de hidratação, plastificantes ou incorporadores de ar, pode-se melhorar as características das argamassas, como por exemplo, melhorar aderência da argamassa ao substrato, aumento da retenção de água e redução do fator água-cimento [3].

Os aditivos interferem nas reações de hidratação do cimento, onde ocorre a formação de silicato de cálcio hidratado, aluminato de cálcio hidratado, etringita, monosulfaluminato de cálcio hidratado e do hidróxido de cálcio, a partir da reação dos compostos anidros do cimento (C_2S , C_3S , C_3A e C_4AF) com a água [4]. Os produtos de hidratação se cristalizam e os fenômenos de enrijecimento, pega e endurecimento estão diretamente relacionados aos diferentes estágios do processo progressivo de cristalização [5].

O desempenho dos revestimentos de argamassa depende das propriedades da argamassa, substratos, técnicas de execução e condições ambientais do local. Os revestimentos são de grande importância para o desempenho das edificações, visto que

integram as vedações, e exercem as funções de revestir, de absorver deformações naturais, e de proteger os elementos de vedação contra agentes agressivos externos, garantindo assim, a durabilidade dos edifícios. Além disso, servem como requisito para avaliação e valorização da edificação, sendo necessária a garantia de um bom desempenho do revestimento como sistema. A aderência é uma propriedade de fundamental importância para a argamassa de revestimento, pois garante a prevenção de futuras manifestações patológicas, sendo influenciada pela qualidade e dosagem dos materiais, pela capacidade de retenção de água e espessura do revestimento.

Essa pesquisa avaliou uma argamassa para revestimento, constituída por aditivo incorporador de ar, aditivo inibidor de hidratação, areia fina e cimento Portland, com a finalidade de estudar seu desempenho em revestimento para fachadas.

2. Materiais e Métodos

Este estudo analisou o tempo de aplicação da argamassa estabilizada com aditivos, na resistência de aderência à tração. A metodologia foi delineada com o objetivo de avaliar as características da argamassa estabilizada, comparando com uma referência, a argamassa industrializada. A argamassa estabilizada é composta por Cimento CP II-F-32, areia fina e dois tipos de aditivos: Centripor 411 BR, e Centripor Retard 225, sendo incorporador de ar e inibidor de hidratação, respectivamente. Esse inibidor age no endurecimento inicial do cimento quando saturado.

A variável do estudo foi o tempo de aplicação da argamassa, utilizando 5 tempos, conforme pode ser observado na Tabela 1. Foi determinado o índice de consistência, flow-table (NBR 13276) [6] antes da aplicação. Como se verifica, na Tabela 1, a argamassa manteve um índice de consistência constante de 21 ± 1 cm. A argamassa de referência foi do tipo industrializada, com proporção água/materiais secos igual a 0,16, sendo a mistura realizada em argamassadeira contínua de eixo horizontal.

Tabela 1: Tempo de aplicação das argamassas com índice de consistência.

Tipo de Argamassa	Amostra	Tempo Após a Mistura	Flow-Table (cm)
Argamassa	Primeira Amostra (T1)	2h 30min	21,4

Estabilizada com Aditivos	Segunda Amostra (T2)	8h 30min	20,2
	Terceira Amostra (T3)	24h 00min	21,5
	Quarta Amostra (T4)	34h 00min	20,5
	Quinta Amostra (T5)	50h 00min	22,9
Argamassa Industrializada	Referência (Ref.)	1h 30min	25,4

Foram determinadas as propriedades mecânicas de resistência à compressão e de aderência à tração, de acordo com as normas técnicas brasileiras NBR 13279 (2005) [7] e NBR 13528 (2010) [8], respectivamente. Em princípio, a resistência de aderência à tração seria determinada na idade de 7 e 42 dias. Porém, aos 7 dias não foi possível realizar o ensaio, pois a argamassa não apresentava endurecimento suficiente. A base para aplicação do revestimento foi realizada em blocos cerâmicos com função estrutural, chapiscadas em argamassa com traço 1:4 (cimento: areia – em volume, e a inserção de aditivo adesivo). Para cada amostra do teste de resistência de aderência à tração, foram ensaiados seis corpos-de-prova, respeitando o espaçamento mínimo de 50 mm (conforme pode ser observado na Figura 1). O ensaio de resistência de aderência foi realizado em todas as amostras na idade de 14 e 42 dias, realizando-se análise estatística através de análise de variância na idade de 42 dias. Também foram determinados os tempos de pega do cimento com e sem aditivo por meio de medidas de calorimetria isotérmica utilizando TAM Air Calorimeter (fabricante TA Instruments) a 21 °C. Utilizou-se pasta com relação a/c igual a 0,5, usando uma massa total de 14,5 gramas.

No ensaio de resistência de aderência foram analisados também, o processo de ruptura e a espessura do revestimento, conforme NBR 13528 (2010) [8] e NBR 13749 (1996) [9], respectivamente. Na Figura 2, podem ser observadas as formas de ruptura. A resistência de aderência é calculada pela relação da carga obtida e a área média da argamassa testada (Figura 1-a).

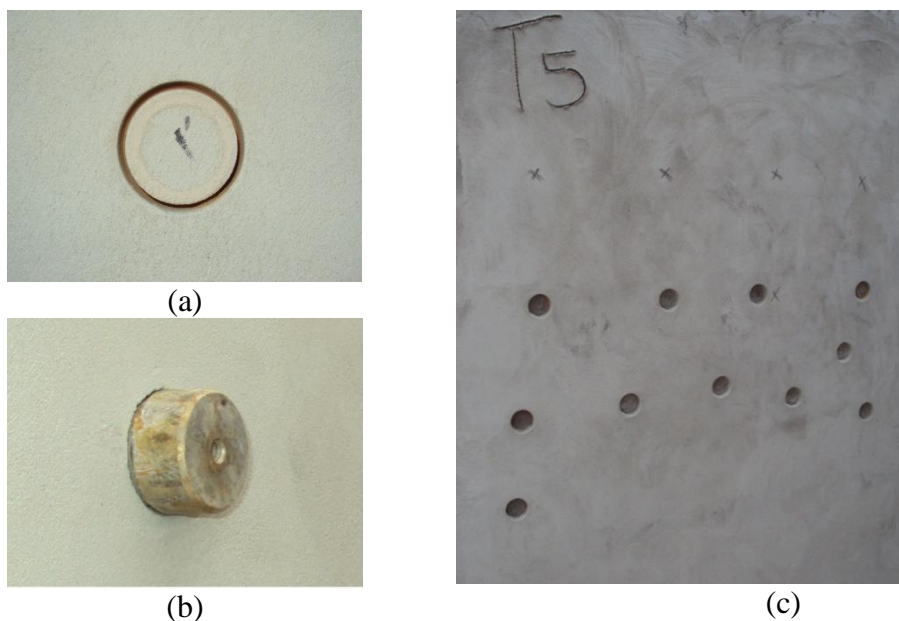


Figura 1: (a) Vista frontal do corpo-de-prova; (b) Colagem da pastilha; (c) Pontos testados – amostra T5 aos 14 dias.

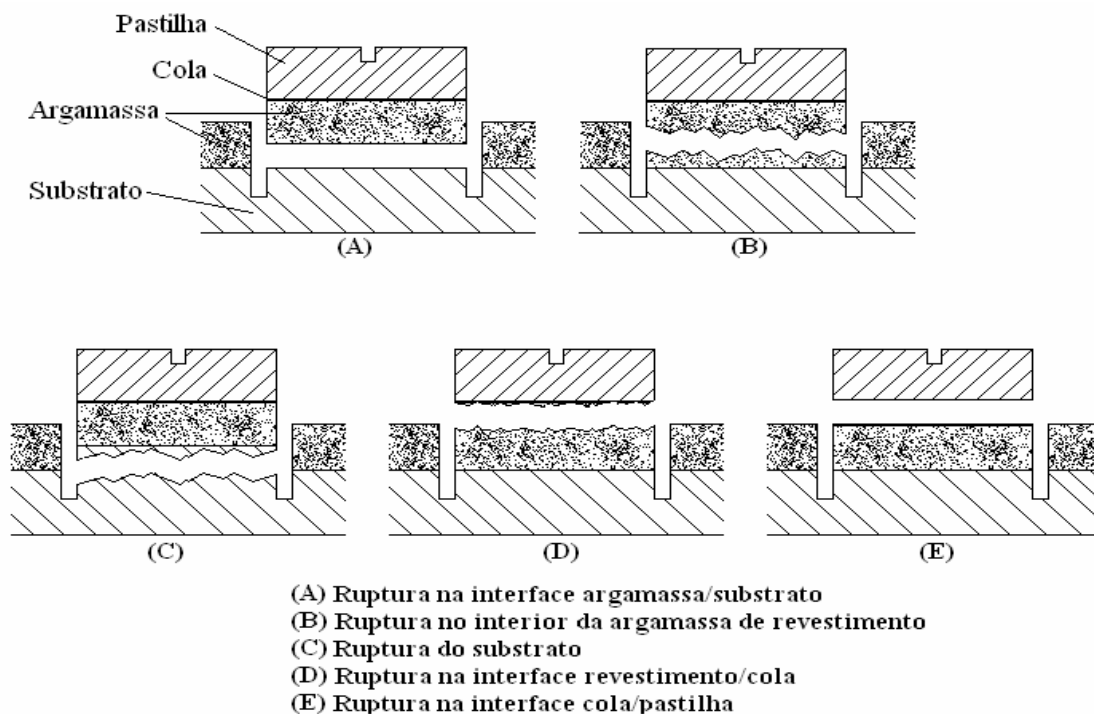


Figura 2: Tipos de ruptura no ensaio de determinação de resistência de aderência à tração.

Fonte: (Adaptado de CINCOTTO et al., 1995) [10].

Materiais

Agregado miúdo

O agregado miúdo usado na confecção da argamassa apresenta granulometria mostrada na Tabela 2 e na Figura 3 (NBR NM 248, 2003) [11]. A areia foi classificada em areia fina, de acordo com seu módulo de finura (MF=1,49).

Tabela 2: Caracterização do Agregado Miúdo (NBR NM 248, 2003).

PENEIRAS mm	MATERIAL RETIDO		% MATERIAL PASSANDO
	% AMOSTRA	% ACUMULADO	
9,5	0	0	100
6,3	0	0	100
4,8	0	0	100
2,4	0	0	100
1,2	0	0	100
0,6	1	1	99
0,3	51	52	48
0,15	44	96	4
0,075	4	100	0
FUNDO	0	100	0

Módulo de Finura (NBR NM 248): 1,490

Diâmetro Máximo (NBR NM 248): 0,6 mm

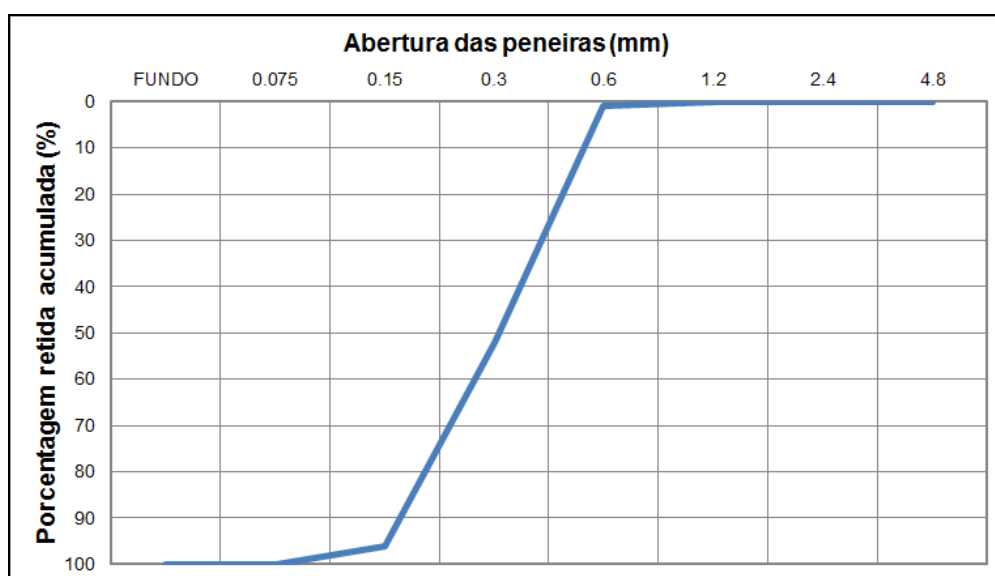


Figura 3: Distribuição granulométrica do agregado miúdo.

Cimento

O cimento utilizado foi do tipo CP II-F-32 (com adição de material carbonático – filer). Sua caracterização química e física podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3: Caracterização do Cimento CP II-F-32.

Caracterização Química (%)										
Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Perda ao Fogo	CaO Livre	R. Ins. ¹	Eq. Alc. ²	
4,04	18,37	2,53	59,60	5,15	2,87	4,91	1,07	1,28	0,61	
Caracterização Física										
Exp. Quente ³	Tempo de Pega (h:min)		Cons. Normal ⁴	Blaine ⁵	# 200 ⁶	# 325 ⁷	Resistência à Compressão (MPa)			
	mm	Início	Fim	%	cm ² /g	%	%	01 Dia	03 Dias	07 Dias
0,45	03:13	03:53	24,9	3.275	4,54	17,75	12,4	25,4	32,3	40,7

Fonte: Fabricante.

¹ Resíduo insolúvel ;

² Equivalente alcalino;

³ Expansibilidade quente;

⁴ Água de consistência normal para determinação dos tempos de pega;

⁵ Medida de superfície específica;

⁶ Material retido na peneira n° 200;

⁷ Material retido na peneira n° 325.

3. Resultados e Discussão

Resistência à Compressão

Foi observado que a resistência à compressão das argamassas reduzem, a partir do tempo T3, de aproximadamente 6MPa para 4MPa aos 14 dias, e de 12MPa para 6MPa aos 28 dias, conforme pode ser observado na Figura 4. Esses resultados mostram que o comportamento mecânico do cimento com inibidor de hidratação é afetado significativamente. Mesmo assim, as argamassas apresentaram índice de resistência satisfatória, enquadrando-se nas classes P4, P5 e P6, de acordo com a classificação da NBR 13281 (2005) [12], e apresentando resultado semelhante à argamassa tipo industrializada.

Na Tabela 4 é apresentada a classificação das argamassas considerando a resistência à compressão aos 28 dias, segundo a NBR 13281 (2005).

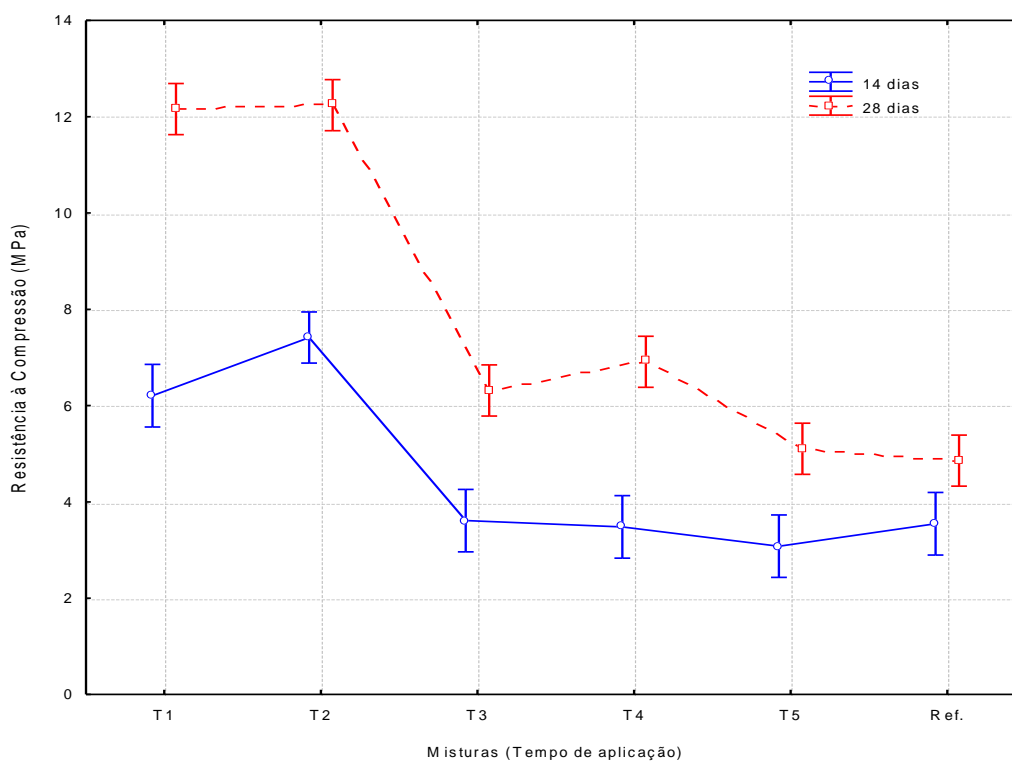


Figura 4: Resistência à compressão em relação aos tempos de aplicação.

Tabela 4: Classificação da resistência à compressão

Classe	Resistência à Compressão (MPa)	Argamassa desse estudo
P1	$\leq 2,0$	
P2	1,5 a 3,0	
P3	2,5 a 4,5	
P4	4,0 a 6,5	T5, Referência
P5	5,5 a 9,0	T3, T4
P6	$> 8,0$	T1, T2

Fonte: NBR 13281 (2005) [12].

Os tempos T1 e T2 são os menos influenciados pelo efeito do inibidor de hidratação. A maior variação ocorre na aplicação da argamassa nos tempos T3, T4 e T5. T3 comparado ao T1 e T2, causa uma redução de aproximadamente 50% da resistência à compressão (aos 14 dias), o que mostra a influência expressiva do aditivo inibidor a partir de 24h de utilização após mistura.

Percebe-se que o aditivo causa um efeito similar aos 28 dias. No tempo T5, com aplicação igual a 50h, observa-se um pequeno aumento em relação à referência, mesmo

ultrapassando as 36h indicadas para aplicação. A resistência à compressão da argamassa de referência foi de aproximadamente 5 MPa aos 28 dias, apresentando uma resistência aceitável.

Análise estatística (ANOVA) utilizando o teste de Duncan, mostra aos 28 dias que as argamassas T1 e T2 apresentam comportamento equivalente, e em T3, T4 e T5 é evidenciada uma perda significativa, conforme se constata na Tabela 5. Analisando os dois momentos do efeito do aditivo inibidor, primeiro nos tempos T1 e T2, e segundo nos tempos T3, T4 e T5, nota-se que há uma considerável diferença de resultados entre os dois momentos, aproximadamente 6 MPa, ou seja, 50 % de redução, o que mostra o prejuízo do aditivo com maior tempo de aplicação.

Esse comportamento é explicado devido à alteração do tempo de início de pega em função do uso do aditivo inibidor de hidratação, conforme se verifica na Figura 5. Através da liberação de calor obtida na cinética de hidratação do cimento, infere-se que para a pasta, o tempo de início de pega é superior a uma hora, e que o tempo de fim de pega é inferior a 9 horas. Para a pasta com aditivo, é observada uma alteração significativa do comportamento, ou seja, com tempo de início de pega superior a 17 horas e tempo de fim de pega não observado até 21 horas. Esses resultados comprometem a cristalização e o endurecimento do C-S-H, que se torna mais significativo e prejudicial, com tempos de utilização dessa argamassa superiores a 8 horas. O princípio ativo do aditivo, não é informado pelo fabricante, mas é um produto ácido, com pH medido de 5,63, o que impede a cristalização do silicato de cálcio hidratado (C-S-H - principal produto do cimento Portland hidratado), até um determinado momento, comprometendo assim, seu endurecimento. Estarão sendo realizados ensaios complementares com esse aditivo, a fim de verificar até que faixa de pH, o mesmo mantém o cimento não reativo.

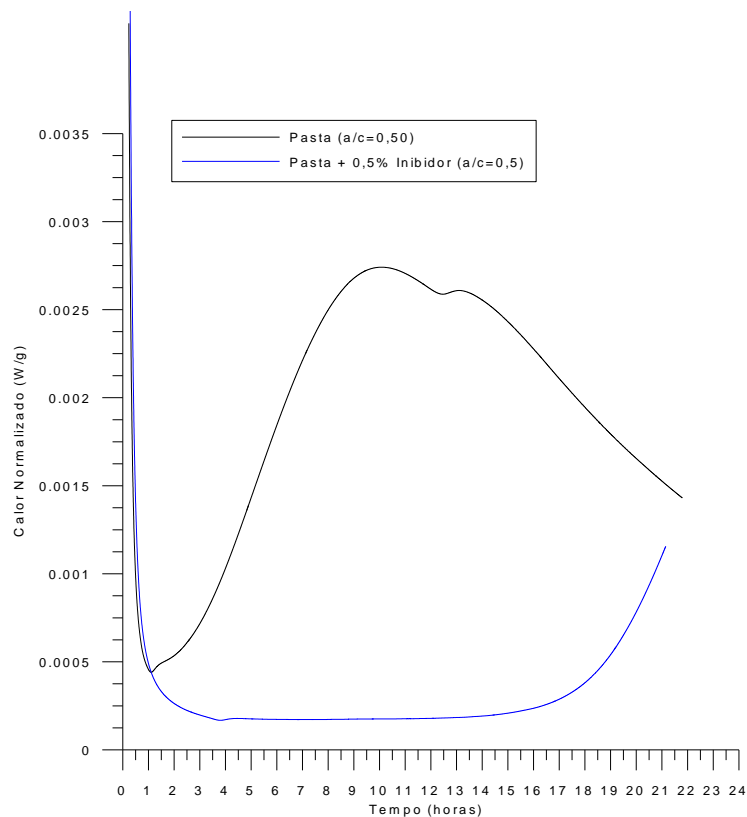


Figura 5: Cinética de hidratação do cimento com aditivo inibidor.

Tabela 5: Teste de Duncan para resistência à compressão aos 28 dias.

Composições	T1	T2	T3	T4	T5
T1		0.848822	0.000100	0.000187	0.000068
T2	0.848822		0.000068	0.000100	0.000044
T3	0.000100	0.000068		0.175085	0.014424
T4	0.000187	0.000100	0.175085		0.001750
T5	0.000068	0.000044	0.014424	0.001750	

Também pode ser observado na Tabela 6, o percentual de ganho de resistência à compressão nas duas idades. O ganho médio de resistência à compressão da argamassa aditivada foi de 57 % aos 14 dias (em relação aos 28 dias), já a argamassa industrializada obteve um ganho de 74%.

Tabela 6: Ganho de resistência nas diferentes idades (%).

Amostra	14 dias	28 dias
T1	51	100

T2	61	100
T3	58	100
T4	53	100
T5	62	100
Referência	74	100

Resistência de Aderência à Tração

Apesar dos revestimentos de argamassa terem apresentado uma elevada resistência à compressão, esses revestimentos estão mais associados à resistência à tração na flexão em utilização, sendo essa propriedade fundamental para resistência à fissuração, aumento da durabilidade e para evitar manifestações patológicas nos revestimentos.

Considerando os resultados de resistência de aderência à tração, pode-se observar, na Figura 6, que a argamassa aditivada aplicada no tempo T1 (2h 30min) foi a que obteve maior capacidade de aderência aos 14 dias, sendo a única superior ao mínimo exigido pela NBR 13749. Assim como nos resultados de resistência à compressão, até o tempo de aplicação T2, as argamassas apresentam pouca queda de resistência, e acima deste (T3, T4 e T5), é verificada uma perda significativa de capacidade de aderência, mostrando alterações nas reações de hidratação e endurecimento do cimento, conforme já mencionado.

Nota-se que a capacidade de aderência aos 14 dias é muito baixa e com maior variação para os tempos T3, T4 e T5. Mesmo assim, na idade de 42 dias, os tempos utilizados para aplicação, apresentaram resultados superiores ao mínimo obrigatório. No entanto o prejuízo do tempo de aplicação acima de 8 horas é evidente, causando no mínimo, consumo inadequado de cimento para atingir determinado patamar de resistência, ou seja, a composição da argamassa poderia ser modificada, para atender à resistência mínima de aderência, ficando mais deformável, mais resistente à propagação de fissura e conseqüentemente mais durável. Numa análise não otimista, considerando os problemas de execução de obras – de falta de controle e de treinamento – e as condições ideais adotadas nesse estudo, essa argamassa aplicada nos limites de resistência com esse prejuízo ao endurecimento inicial do cimento e muito variável em função da quantidade real de aditivo utilizada, é incerta para qualidade dos

revestimentos.

Análise estatística (ANOVA) utilizando o teste de Duncan mostra que para a resistência de aderência aos 42 dias, as argamassas T1 e T2 são iguais e com comportamento diferenciado em relação às demais. E ainda que T4 e T5 são equivalentes e diferentes de T3, conforme pode ser observado na Tabela 7. Ao analisar a resistência de aderência à tração da argamassa aplicada até nos tempos T1 e T2, verificou-se em relação ao T3, T4 e T5, uma redução na resistência de aderência de aproximadamente 75% e 40% nas idades de 14 e 42 dias, respectivamente.

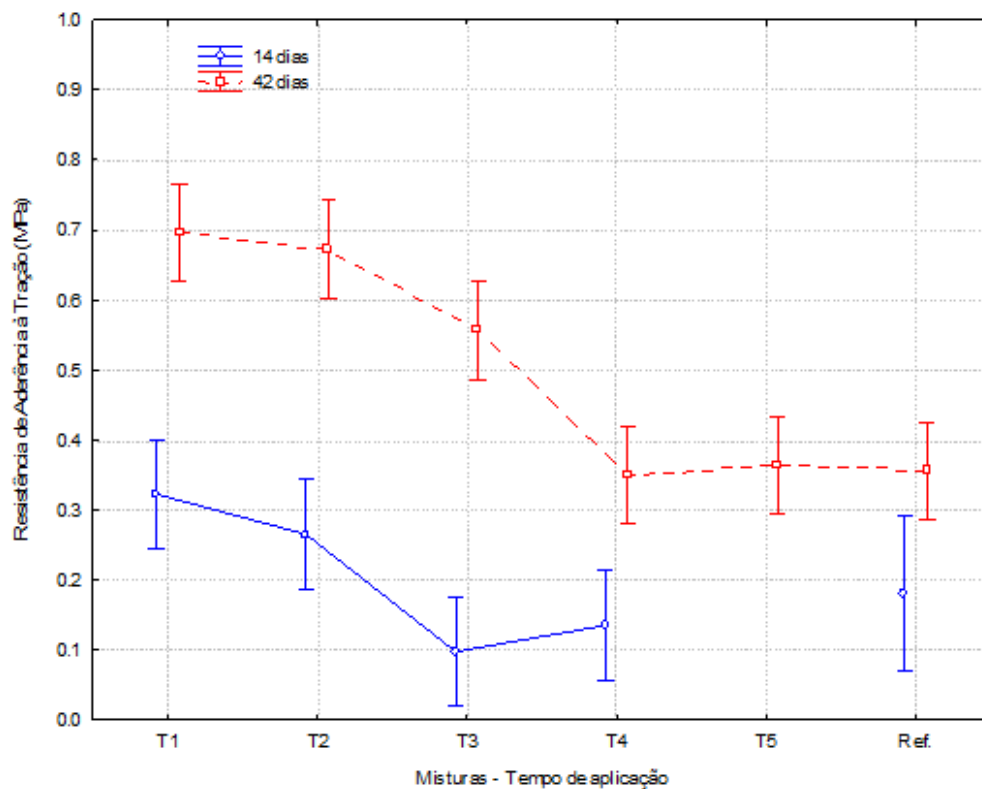


Figura 6: Resistência à tração com relação aos tempos de aplicação.

Tabela 7: Teste de Duncan para resistência à tração aos 42 dias.

Composições	T1	T2	T3	T4	T5
T1		0.621827	0.011051	0.000034	0.000059
T2	0.621827		0.025164	0.000060	0.000075
T3	0.011051	0.025164		0.000540	0.000821
T4	0.000034	0.000060	0.000540		0.773137
T5	0.000059	0.000075	0.000821	0.773137	

Com relação à argamassa industrializada (Ref.), foi observada uma evolução constante da resistência à tração, com valor de 0,18 MPa aos 14 dias, e obtendo um acréscimo de 100% aos 42 dias, atendendo ao mínimo exigido.

Analisando as comparações apresentadas na Tabela 8, compreende-se que o resultado de resistência à tração dos tempos de aplicação T1, T2 e T4 atingem aproximadamente 50 % da resistência aos 14 dias. Já no tempo T3, houve uma evolução de resistência pequena com 14 dias. A argamassa aplicada no tempo T5 não obteve nenhuma resistência de aderência aos 14 dias, pois houve a ruptura ao delimitar os corpos-de-prova, mas teve uma recuperação aos 42 dias. O ganho de resistência de aderência da argamassa industrializada foi de exatamente 50% aos 14 dias.

Tabela 8: Ganho de resistência nas diferentes idades (%).

Amostra	14 dias	42 dias
T1	46	100
T2	38	100
T3	18	100
T4	39	100
T5	0	100
Referência	50	100

Analisando o processo de ruptura foi verificado que todas as argamassas romperam na interface argamassa substrato – conforme indicado na Tabela 9 e Figura 7 - sendo (a) e (b) ruptura na argamassa, e (c) ruptura na interface argamassa-substrato.

Tabela 9: Forma de ruptura (conforme classificado na fig. 2).

Argamassa	Local Predominante de Ruptura	Espessura (mm)
T1	A	17
T2	A	17
T3	A	18
T4	A	16
T5	A	17
Referência	A/B	18

Pode-se observar na Tabela 9, que os revestimentos executados com a argamassa aditivada obtiveram como forma predominante de ruptura a interface argamassa/substrato – chamada ruptura do tipo adesiva (conforme mostrado na Figura

7). Quando há esse tipo de ruptura, os valores da resistência de aderência obrigatoriamente devem ser mais elevados, pois apresentam maior facilidade para ocorrência de patologias [13]. Esse tipo de ruptura foi devido a pouca aderência entre a argamassa e substrato, sendo originada pela incompatibilidade entre o comportamento reológico da argamassa e a energia de lançamento utilizada, então a argamassa poderá desprender-se manifestando a falta de aderência. Nesse caso, o valor da resistência de aderência à tração é igual ao valor adquirido no ensaio.

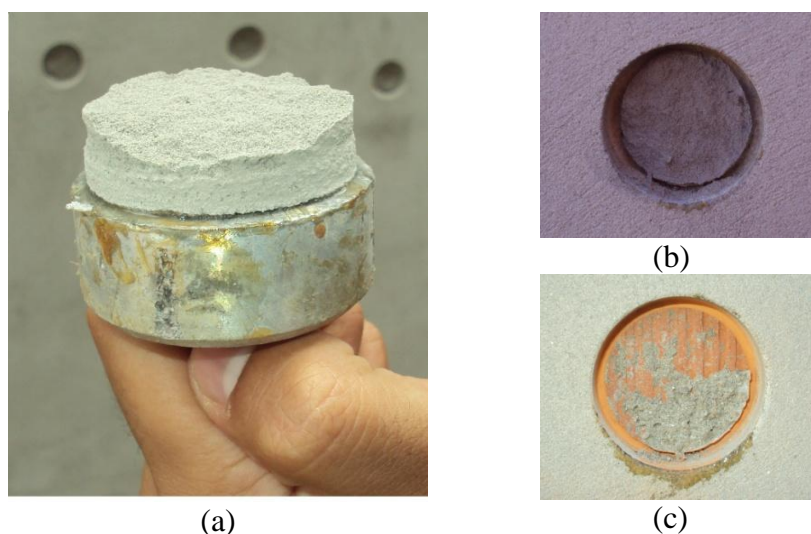


Figura 7: (a) Pastilha com ruptura na argamassa; (b) Ruptura na argamassa; (c) Ruptura na interface argamassa-substrato.

Analisando os resultados da Tabela 9, constata-se que a espessura do revestimento não está de acordo com as especificações da NBR 13749 (1996), que para parede externa, exige um valor entre 20 e 30 mm.

4. Conclusões

Além de serem responsáveis pela proteção, os sistemas de revestimentos argamassados garantem a valorização das construções, o que torna necessária cada vez mais, a busca por um melhor desempenho, a fim de garantir a sua durabilidade. O estudo do comportamento das argamassas no estado endurecido, através da realização dos ensaios laboratoriais, antecipa possíveis ocorrências de manifestações patológicas.

De modo geral, as duas argamassas, a aditivada e a industrializada, atingiram um desempenho mínimo. Entretanto, ao considerar a argamassa com aditivo inibidor de

hidratação, a aplicada até o tempo T2, foi a que proporcionou melhor desempenho, pois acima desse, constatou-se uma perda significativa de capacidade de aderência, mostrando alterações nas reações de hidratação e endurecimento do cimento.

Ao se considerar os tempos de aplicação, T1 e T2 são os que menos sofreram o efeito do inibidor de hidratação. A partir do tempo T3, e comparado com T1 e T2, obtém-se uma redução de aproximadamente 50% da resistência à compressão, o que mostra o prejuízo do aditivo com maior período de aplicação. Na resistência de aderência, todos os tempos obtiveram valores superiores ao mínimo exigido pela NBR 13749; porém, assim como na compressão, T1 e T2 obtiveram melhor desempenho, adquirindo elevada capacidade de aderência. Como o tipo de ruptura indica o ponto mais fraco do sistema de revestimento, nota-se que a argamassa com inibidor de hidratação teve uma ruptura predominante na interface argamassa-substrato, apontando uma tendência às futuras patologias.

A argamassa estabilizada com aditivo incorporador de ar e inibidor de hidratação mostra-se uma alternativa tecnológica para argamassas de revestimento, pois apresenta as características positivas dos aditivos incorporados somadas a um inibidor de hidratação que permite um tempo de trabalho maior no canteiro de obras, elevando a produtividade. Porém, deve-se tomar extremo cuidado, com a utilização em tempos superiores à 8 horas – principalmente em relação às recomendações feitas pelo fabricante – pois os resultados mostraram que a inibição do processo de hidratação têm efeito acumulado nos dias subsequentes, levando à baixa ou nenhuma resistência aos 14 dias, quando não aplicada no mesmo dia. Esse endurecimento retardado pode ter impacto nas demais propriedades do revestimento, como prejuízo da permeabilidade e de sua durabilidade, propriedades essas que não foram avaliadas nesse estudo.

5. Referências bibliográficas

- [1] BAÍA, L.L.M; SABBATINI, F.H. Projeto e execução de revestimento de argamassa. O Nome da Rosa, São Paulo, 2004.
- [2] MARTINS N, Antonio A. A; DJANIKIAN, João Gaspar. Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1999.

- [3] FIORITO, A.J.S.I. Manual de argamassas e Revestimentos – Estudo e procedimentos de execução. São Paulo: Pini, 1994.
- [4] GONÇALVES, J. P.; TOLEDO FILHO, R. D.; FAIRBAIRN, E. M. R. Estudo da hidratação de pastas de cimento Portland contendo resíduo cerâmico por meio de análise térmica. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n 4, p 83-94,. 2006.
- [5] MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J.M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. 3ª Ed. São Paulo: IBRACON, 2008.
- [6] 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, 2005.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da resistência à tração na flexão e à compressão: NBR 13279. Rio de Janeiro, 2005.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas - Determinação da Resistência de Aderência À Tração: NBR 13528. Rio de Janeiro, 2010.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Especificação: NBR 13749. Rio de Janeiro, 1996.
- [10] CINCOTTO, M.A.; SILVA, M.A.C.; CARASEK, H. Argamassas de revestimento: Características, propriedades e métodos de ensaio. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, 1995. (*Boletim 68-IPT*)
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados – Determinação da Composição Granulométrica dos Agregados: NBR NM 248. Rio de Janeiro, 2003.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: requisitos: NBR 13281. Rio de Janeiro, 2005.
- [13] CARASEK, Helena. Argamassas. In: G.C. Isaia. (Ed.). Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. Editora: IBRACON, São Paulo, v.2, 2007, p.863-904.