



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

INFLUÊNCIA DO ADITIVO RETENTOR DE ÁGUA NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS

Sávio W. do Ó (1); Elton Bauer (2); Maria José A. Salles (3).

(1) Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil - Departamento de Engenharia de Civil e Ambiental – Universidade de Brasília, Brasil – e-mail: saviadoo@unb.br

(2) Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil - Departamento de Engenharia de Civil e Ambiental – Universidade de Brasília, Brasil – e-mail: elbauer@terra.com.br

(3) Instituto de Química – Universidade de Brasília, Brasil – e-mail: mjsales@unb.br

RESUMO

Proposta: Dentre as possibilidades de acabamento final de um sistema de vedação vertical executado no Brasil, o revestimento de argamassa ainda é o mais empregado. Isto ocorre pela sua estética, facilidade de aplicação, e algumas propriedades que os mesmos conferem como estanqueidade, conforto acústico e térmico. Dessa forma, em sua grande maioria, as argamassas empregadas nos revestimentos podem ser: mistas e as industrializadas. Esse último tipo de argamassa vem sendo cada vez mais utilizado na construção civil pelo fato do mesmo eliminar várias etapas durante o processo construtivo. Porém, as argamassas industrializadas possuem em sua composição aditivos, onde se pode mencionar que os principais são os incorporadores de ar e retentores de água, que em muitos casos são empregados conjuntamente, ou seja, realiza-se uma associação desses dois aditivos na composição daquelas. No entanto, pouco tem se estudado sobre as consequências originadas pelos aditivos retentores de água nas argamassas de revestimento. Deste modo, este trabalho tem como objetivo averiguar os principais efeitos causados nas propriedades reológicas mensuráveis, consistência, retenção de água e incorporação de ar, das argamassas de revestimento. **Método de pesquisa/Abordagens:** Foi realizada uma caracterização química nos aditivos estudados com intuito de se buscar explicações acerca da influência do mesmo nas referidas propriedades, bem como ensaio de consistência, empregando o Vane Tester e o Penetromômetro de cone, retenção de água e teor de ar incorporado. **Resultados:** Os resultados mostram que a maioria dos aditivos empregados comercialmente na fabricação de argamassas industrializadas possui natureza química semelhante e que propriedades analisadas sofrem influências diretas com o teor e a massa molar desses aditivos, necessitando, assim, de cuidados ao se utilizar argamassas compostas com tais materiais. **Contribuições/Originalidade:** Avaliação da influência de aditivo retentor de água, comercialmente utilizados na produção de argamassas de revestimento industrializadas, no teor de ar incorporado, além de averiguar se há similaridade na composição química de marcas diferentes de tais aditivos.

Palavras-chave: aditivo retentor de água, propriedades reológicas, retenção de água.

ABSTRACT

Propose: Among the possibilities of the ending of a system rendering executed in Brazil, the covering mortar is still more employed. This happens because of its aesthetics, application easiness, and some properties such as impermeability, acoustic and thermal comfort. In that way, in general, the employed coverings mortars can be mixed and industrialized. The latter one has been used more and more in the building site by the fact of eliminating several stages during the constructive process. However, the industrialized mortars possess in its composition admixtures, where can mention that the main ones are the air entraining and retainers of water, that in many cases are used together, in other words, takes place as an association of those two admixtures in the composition of those. However, little studied

has been done on the consequences originated by the retainers of water admixtures in the covering mortars. The present work consist to study the main effects caused in the rheology properties, consistence, water retention and air entraining, of the covering mortars. **Methods:** a chemical characterization was accomplished in the admixtures with intention of looking for explanations concerning the influence of the same in referred them properties, as well as consistence tests, using Vane Tester and Cone (Penetromêtro), water retention and air entraining. **Results:** The results show that most of the admixtures used commercially in the production of industrialized mortars possesses similar chemical nature and that analyzed properties suffer direct influences with the tenor and the mass molar of those admixtures, needing some caution in relation to mortars composed with such materials. **Originality/value:** Evaluation of the influence of retainer of water admixtures, commercially used in the production of covering mortars industrialized, in the tenor air entraining, besides discovering if there is similarity in the chemical composition of these admixtures.

Keywords: retainer admixtures, rheology propertiers, retention of water.

1 INTRODUÇÃO

As transformações e o crescimento da indústria da construção civil nas últimas décadas, ou seja, com o surgimento das inovações tecnológicas, tanto nos processos construtivos, quanto na elaboração e uso de novos materiais, tem-se exigido o desenvolvimento de estudos relacionados aos impactos provocados por tais mudanças. Uma destas mudanças é a utilização de argamassa de revestimento aditivadas previamente dosadas, argamassas industrializadas. Sabe-se que tais argamassas são constituídas de aglomerante, agregados e aditivas. Esses últimos, por sua vez, agem tanto nas propriedades da argamassa no estado fresco como na do revestimento de argamassa. Os principais e os mais usados aditivos empregados nas argamassas de revestimento são os incorporadores de ar e retentores de água, que em muitos casos são empregados conjuntamente, ou seja, realiza-se uma associação desses dois aditivos na composição daquelas. No entanto, pouco tem se estudado sobre as conseqüências originadas pelos aditivos retentores de água nas argamassas de revestimento.

1.1 Aditivos retentores de água

Os aditivos retentores de água são polímeros¹, usualmente, utilizados na forma de solução e pós redispersíveis² em água que quando solúveis produzem um aumento considerável na viscosidade e na retenção de água dos sistemas em que são adicionados. Esses aditivos são em geral classificados em quatro principais tipos: Látices poliméricos (dispersões), pó redispersível, polímero solúvel em água (monômero) e polímeros líquidos, conforme a Figura 1. Quando utilizados em materiais à base de cimento como argamassa e concreto podem ser chamados também de modificadores de cimento, onde sua principal finalidade é modificar ou melhorar propriedades como: resistência, deformabilidade, adesão, impermeabilidade e durabilidades (OHAMA, 1998).

O conceito de modificação polimérica para argamassas e concretos não é novidade no cenário internacional. Pesquisas têm sido desenvolvidas já há 70 anos ou mais. A partir de 1933, começaram a se registrar patentes de argamassas e concretos contendo látices de resinas sintéticas, como poliacetato de vinila (PVAc), neoprene e poliésteres acrílicos, dentre outros. Seu emprego em várias aplicações como materiais adesivos, para pavimentos, anticorrosivos teve início nos anos 40 (OHAMA, 1998).

¹ Polímero - Moléculas relativamente grandes, de peso molecular da ordem de 10^3 a 10^6 , em cuja estrutura se encontram repetidas unidades simples, conhecidas como *mero* (MANO, 1985).

² Redispersar – ato de poder se juntar após o espalhamento.

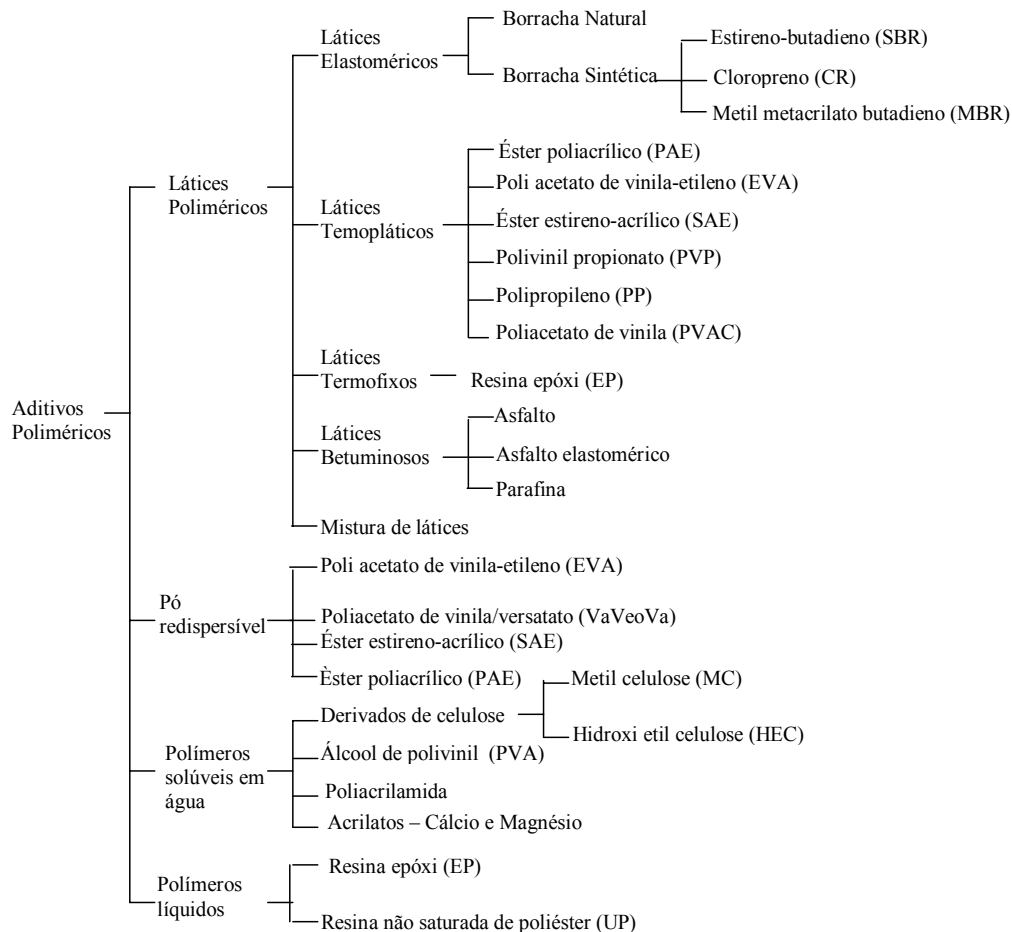


Figura 1 – Classificação dos aditivos poliméricos (OHAMA, 1998).

Os aditivos poliméricos têm sido bastante utilizados na produção de argamassas colantes (SILVA, 2001). As pesquisas a respeito dessa aplicação iniciaram-se nos anos 60 na Europa e nos Estados Unidos, e o polímero inicialmente investigado foi o metil celulose (WAGNER, apud SILVA, 2001).

Em estudos realizados em argamassas industrializadas de revestimento no Laboratório de Ensaio de Materiais da Universidade de Brasília – UnB, observou-se que os aditivos encontrados com intuito de reter água mais utilizados na composição dessas argamassas são os polímeros à base de celulose solúveis em água, representados pelos éteres de celulose (BAUER, 2001; DO Ó, 2004).

Os éteres de celulose são polímeros semi-sintéticos solúveis em água (KWAI apud KHAYAT, 1998). Fazem parte dessa categoria os polímeros: metil celulose (MC), carboximetil celulose (CMC), hidroxietil celulose (HEC), metil hidroxietil celulose (MHEC) e metil hidroxipropil celulose (MHPC).

1.2 Efeitos de éteres de celulose em materiais à base de cimento

Os éteres de celulose (polímeros celulósicos) em materiais à base de cimento agem principalmente na modificação da viscosidade da fase aquosa da mistura, o que afeta drasticamente a cinética da hidratação e as propriedades desses no estado fresco e como consequência no estado endurecido (SILVA, 2001).

As formas de ação dos éteres de celulose podem ser classificadas em três categorias, segundo (KHAYAT, 1998):

- a) **adsorção:** as moléculas poliméricas aderem na periferia das moléculas de água, adsorvendo e fixando parte da água do sistema e expandindo-se. Isto aumenta a viscosidade da água.
- b) **associação:** podem surgir forças de atração entre moléculas adjacentes nas cadeias poliméricas, restringindo ainda mais a locomoção da água, causando a formação de gel e aumentando a viscosidade.
- c) **entrelaçamento:** em concentrações muito altas de polímero, e sob baixas tensões cisalhantes de mistura, as cadeias poliméricas podem se entrelaçar, resultando em aumento da viscosidade aparente. Com maiores tensões de cisalhamento, esse entrelaçamento pode desaparecer, resultando em fluidificação (comportamento tixotrópico).

Ainda nesse sentido, EDEN e BAILEY apud SILVA (2001) afirmam que devido à natureza hidrofílica dos polímeros celulósicos (éteres de celulose) as moléculas de água fixam-se (adsorção) nessas, provocando o aumento da viscosidade da fase aquosa, logo a mobilidade da água e o transporte dos íons são dificultados, tornando as reações de hidratação mais lentas, o que conseqüentemente provoca alterações na retenção de água.

1.3 Influência nas propriedades da argamassa no estado fresco

A respeito dos efeitos que os éteres de celulose proporcionam nas propriedades das argamassas no estado fresco, é consenso que a trabalhabilidade é muito afetada, pois além da mudança na viscosidade, é observada maior incorporação de ar durante a mistura devido à ação tensoativa dos éteres de celulose, que reduzem a tensão superficial da água na mistura (MAILVAGANAM, 1984; OHAMA, 1984; DO Ó, 2004).

A influência desses aditivos na consistência das argamassas é fundamentada pela interação forte das moléculas dos polímeros com a água e entre si por pontes de hidrogênio, além de possuírem afinidade pelas superfícies polarizadas das partículas de cimento e agregados. Logo, devido a essa interação física, há um aumento na estruturação interna e na estabilidade do sistema, proporcionando redução na tendência à segregação e exsudação, além de tornar a água menos móvel no sistema, dificultando sua saída seja por evaporação (para o meio) ou por sucção (para o substrato) (SILVA, 2001).

Pesquisadores como OHAMA (1984), PÓVOAS et al. (1999) e DO Ó (2004) comprovaram experimentalmente o aumento da capacidade de retenção de água de materiais à base de cimento (argamassa e concreto) contendo éteres de celulose. WAGNER apud SILVA (2001) afirma que essa capacidade de retenção de água do polímero está diretamente relacionada à viscosidade da fase aquosa da mistura, que por sua vez depende da massa molar do aditivo usado. Esse é um dos principais motivos da utilização desses em argamassas para assentamento de cerâmica (argamassa colante) e outras aplicações como adesivos a substratos porosos.

OHAMA (1998) acrescenta que, além da viscosidade, há um efeito de selagem, devido à formação de filmes muito finos e impermeáveis à água. MANO (1985) relata que, soluções compostas por macromoléculas, quando é evaporado o solvente dessas ocorre formação de filmes, enquanto que, em soluções compostas por moléculas de baixa massa molecular geram cristais e pós.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é averiguar os principais efeitos causados nas propriedades reológicas mensuráveis, consistência, retenção de água e incorporação de ar, das argamassas de revestimento..

3 MATERIAIS E METODOLOGIA

Para realização desse estudo foram utilizados os materiais abaixo especificados.

✓ CIMENTO

O cimento utilizado foi o CP II-F-32, cimento Portland composto com adição de filler calcário. Suas características são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização física e química do cimento.

3.1 ANÁLISE FÍSICA										
Característica determinada		Método de ensaio		Número de determinações		Resultado médio		Especificações ABNT NBR 11578 (1991)		
Massa Unitária		ABNT NBR 7215 (1982)		3		0,98 kg/dm³		-		
Massa específica		ABNT NBR 6474 (1984)		3		3,05 kg/dm³		-		
Finura (resíduo na peneira 200)		ABNT NBR 11579 (1991)		1		2,90%		≤ 12%		
Início de pega		ABNT NBR 11581 (1991)		2		120 min.		≥ 120min.		
Fim de pega				2		200 min.		≤ 600 min.		
3.2 ANÁLISE QUÍMICA										
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Cal livre	Perda ao fogo	Resíduo insolúvel
25,95	3,25	4,68	52,99	4,05	2,81	0,34	0,77	1,13	5,16	1,38

✓ AGREGADO MIÚDO

Utilizou-se agregado artificial de granulometria fina oriundo de britagem de rocha calcária, cuja caracterização pode ser vista na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Caracterização dos agregados miúdos.

Característica determinada	Resultados	Método de ensaio
Módulo de finura	1,23	NBR 7217/1987
Dimensão máxima característica (mm)	0,6	NBR 7217/1987
Massa unitária (g/cm ³)	1,35	NBR 7251/1982
Massa específica (g/cm ³)	2,75	NBR 9776/1987

Cabe ressaltar que as normas NBR 7217/1987 e NBR 9776/1987 foram substituídas respectivamente pela NBR NM 248/2001 e NBR NM 52/2003

✓ ADITIVO RETENTOR DE ÁGUA

No tocante a esses materiais, utilizou-se 4 aditivos retentores de água. Sendo dois deles produzidos pela empresa BAYER CHEMICALS S.A, cedidos pela empresa distribuidora Fermaflex Cimental, os quais são comercialmente conhecidos como WALOCEL MW 40.000 PFV e WALOCEL MKX 15.000 PP 20. E os outros produzidos pela empresa HERCULES INCORPORATED Ltda. e cedidos pela empresa distribuidora DENVER COTIA Indústria e Comércio Ltda, cuja denominação comercial é CULMINAL 40.000 P-1 e CULMINAL 15.000 PFF.

Vale mencionar que todos os materiais empregados no estudo são os correntemente utilizados por fabricantes de argamassas industrializadas de revestimento. A quantidade de cada material utilizado nas misturas foi estabelecida com base nas faixas usuais empregadas pelos fabricantes de argamassas industrializadas e, também, a partir dos estudos reportados nas fontes bibliográficas consultadas.

A caracterização dos aditivos retentores de água foi realizada através dos seguintes ensaios:

- Espectroscopia de absorção na região do infravermelho;
- Viscosidade;
- Tensão superficial.

3.1 Preparo das argamassas

Foram produzidos dozes traços de argamassas aditivadas. As quantidades de cada material utilizado nas misturas foram estabelecidas de acordo com o trabalho de DO Ó (2004), como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Composições das argamassas.

ARGAMASSA	Cim ¹ (g)	TC ² (%)	AF ³ (g)	TAF ⁴ (%)	Água(g)	T.água ⁵ (%)	M.A ⁶ (g)	T. aditivo ⁷ (%)
ARA - 0,125C15	1500	15	8500	85	2100	21	1,8750	0,1250
ARA - 0,1875C15	1500	15	8500	85	2100	21	2,8125	0,1875
ARA - 0,25C15	1500	15	8500	85	2100	21	3,7500	0,2500
ARA - 0,125C40	1500	15	8500	85	2100	21	1,8750	0,1250
ARA - 0,1875C40	1500	15	8500	85	2100	21	2,8125	0,1875
ARA - 0,25C40	1500	15	8500	85	2100	21	3,7500	0,2500
ARA - 0,125W15	1500	15	8500	85	2100	21	1,8750	0,1250
ARA - 0,1875W15	1500	15	8500	85	2100	21	2,8125	0,1875
ARA - 0,25W15	1500	15	8500	85	2100	21	3,7500	0,2500
ARA - 0,125W40	1500	15	8500	85	2100	21	1,8750	0,1250
ARA - 0,1875W40	1500	15	8500	85	2100	21	2,8125	0,1875
ARA - 0,25W40	1500	15	8500	85	2100	21	3,7500	0,2500

¹ Cim = cimento

⁵ Teor em relação à massa total de argamassa anidra

² TC = Teor de cimento

⁶ MA = Massa do Aditivo

³ AF = Areia fina

⁷ T. aditivo = Teor de aditivo, em relação à massa de cimento

⁴ TAF = Teor de areia fina

3.2 Determinação da consistência

A avaliação da consistência foi determinada através pelo método da resistência à deformação pelo método da penetração estática do cone (BS 1377/75 – Cone Penetrometer Method) e da tensão limite de escoamento (Su) Vane Test, ensaio da palheta (ASTM D 4648-00 – Standard Test Method for Laboratory Miniature Vane Shear Test for Saturated Fine-Grained Clayey Soil).

3.3 Determinação do teor de ar incorporado

O teor de ar incorporado foi determinado pelo método pressométrico. Tal ensaio foi baseado no procedimento da norma Mercosur NM 47:95. Essa preconiza dois tipos de aparelhos medidores de

teor de ar, o tipo A e tipo B. Sendo usado neste trabalho o do tipo B da marca SOLOTEST específico para argamassas com capacidade de 1 litro.

3.4 Determinação da retenção de água

A determinação da retenção de água das argamassas foi realizada de acordo com o procedimento adotado por DO Ó (2004), no qual o referido pesquisador faz uma analogia ao preconizado pelo CSTB 2669-4. Esta metodologia consiste no princípio, em que se submete a argamassa a uma pressão de sucção de 50 mmHg durante 15 min., através de uma aparelhagem composta por um funil (funil de Büchner modificado) e por uma bomba de vácuo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos aditivos retentores de água

Espectroscopia de absorção na região do infravermelho

O ensaio de espectroscopia no infravermelho foi realizado no sentido de comprovar a natureza dos aditivos utilizados na pesquisa. Utilizou-se na realização desse ensaio, pastilhas de KBr e um Espectrofotômetro FT – IR Michelson Bomem Hartmann & Braun, série MB, e os resultados são mostrados na Figura 4.

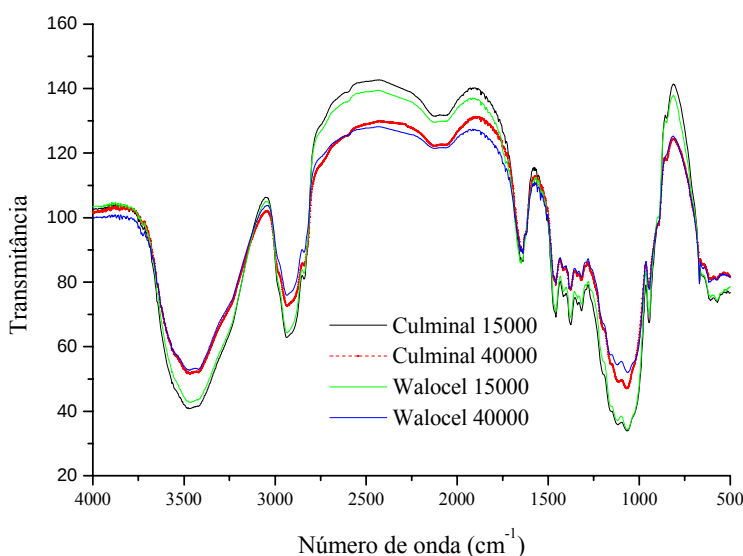


Figura 4 – Espectros de absorção na região do Infravermelho dos aditivos retentores de água.

Observa-se na Figura 4 que os espectros apresentados possuem bandas de absorção semelhantes diferindo apenas nas concentrações das espécies, o que explica a pequena diferença entre suas absorções. Assim, de acordo com a análise dos espectros, verifica-se que os aditivos C15, C40, W15 e W40 possuem a mesma natureza química.

Viscosidade

As viscosidades relativas foram calculadas em relação à viscosidade da água à 27° C, que é a média das temperaturas nas quais os ensaios foram realizados. Utilizou-se o viscosímetro de Ostwald, conforme a Foto 1. De posse dos dados do ensaio, as viscosidades das soluções foram obtidas e apresentadas na Tabela 4.



Foto 1 – Viscosímetro de Ostwald. (a) aspecto do percurso. (b) aspecto do capilar.

Tabela 4 – Viscosidades das soluções dos aditivos, em 10^{-3} (Pa.s).

Concentrações (%)	C15	C40	W15	W40
0,0313	1,181	1,291	1,201	-
0,0625	1,618	2,129	1,691	-
0,125	-	3,876	-	-
0,1875	-	6,759	-	-

Tensão superficial – (γ)

Tabela 5 – Tensões superficiais corrigidas das soluções dos aditivos, em N/m

Concentrações (%)	C15	C40	W15	W40
0,0313	0,058376	0,054207	0,056183	-
0,0625	0,054902	0,053434	0,053770	-
0,125	-	0,052444	-	-
0,1875	-	0,052778	-	-

Vale ressaltar que, a tensão superficial da água é aproximadamente 0,072 N/m. Logo, diante dos resultados encontrados, expostos na Tabela 3.16, percebe-se que os aditivos retentores de água atuam na redução da tensão superficial, mesmo em pequenas concentrações, podendo esta redução ser de até 27%. Além disso, os valores não apresentados nas Tabelas 5 e 6 são devido à insolubilidade dos aditivos nesses teores, porém isso não quer dizer que naquelas concentrações o aditivo não atuará, conforme seu mecanismo de funcionamento. Essa insolubilidade, detectada visualmente, apenas não permitiu realizar os ensaios tanto de Viscosidade, como de Tensão Superficial.

4.2 Propriedades das argamassas no estado fresco

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de caracterização das argamassas no estado fresco, referentes à consistência e teor de ar incorporado.

Tabela 6 – Resultados relativos aos ensaios de consistência e teor de ar incorporado.

Tipo	T.de ar (%)	Su (KPa)	P. Cone(mm)
ARA - 0,125C15	10,0	0,78	25,2
ARA - 0,1875C15	12,0	0,92	27,1
ARA - 0,25C15	14,0	0,87	28,3
ARA - 0,125C40	9,5	0,87	22,0
ARA - 0,1875C40	12,0	0,82	24,0
ARA - 0,25C40	16,0	1,05	31,6
ARA - 0,125W15	9,5	0,78	21,4
ARA - 0,1875W15	11,0	0,87	27,2
ARA - 0,25W15	13,0	0,82	27,6
ARA - 0,125W40	9,0	0,87	21,3
ARA - 0,1875W40	11,0	0,87	26,1
ARA - 0,25W40	15,0	0,96	29,2

A magnitude dos teores de ar incorporado encontrados, os quais variaram entre 9 a 16% são relativamente consideráveis (teores comuns em argamassas industrializadas), comparando-os aos normalmente encontrados em argamassas mistas, onde geralmente, não ultrapassam os 5%. Essa incorporação de ar pode ser explicada segundo MAILVAGANAM (1984) e OHAMA (1984) pelo fato de que ao utilizar éteres de celulose em materiais cimentício é observada uma maior incorporação de ar durante a mistura, devido à ação tensoativa que reduzem a tensão superficial da água na mistura. Essa última afirmação foi corroborada com os resultados obtidos na realização dos ensaios de tensão superficial expostos no Tabela 5, onde mesmo em pequenas concentrações, os aditivos retentores de água atuam na redução da tensão superficial da água, podendo esta redução ser de até 27%, para os teores estudados.

Ainda analisando a Tabela 6 nota-se que, com o aumento do teor de aditivo retentor de água (de qualquer viscosidade) houve uma maior facilidade na penetração do cone, ou seja, a argamassa tornou-se menos consistente. De acordo com DO Ó (2004), esse fato ocorre, provavelmente, pelo fato da ação das bolhas de ar (teor de ar incorporado) ter sido predominante em relação à mudança da viscosidade promovida pelas moléculas do polímero celulósico para os teores utilizados (0,125 a 0,25% em relação à massa de cimento), tornando as argamassas menos consistentes.

No tocante a influência dos aditivos na capacidade de retenção de água, a Tabela 7 apresenta, os valores médios das viscosidades e da massa molar dos aditivos estudados, além dos valores de retenção de água das amostras analisadas. Por essa Tabela, observa-se que os valores de retenção de água variaram de 58 a 82%. As argamassas que obtiveram maior capacidade de retenção de água foram as produzidas com os aditivos detentores de maior massa molar. Fato esperado, logo o interessante é observar a tendência semelhante da capacidade de retenção de água das argamassas produzidas com os aditivos diferentes comercialmente em todos os teores estudados, o que mais uma vez comprova a similaridade da natureza química desses aditivos.

Tabela 7 – Resultados relativos aos ensaios de retenção de água das amostras estudadas e aos de viscosidade e massa molar média dos aditivos.

Tipo	Retenção de água (%)	Tipo de aditivo	Viscosidade do aditivo ^a (2% em sol. aquosa) (mPa.s)	Massa molar ^b do aditivo (g/mol)
ARA - 0,125C15	59	C15	18.650	120.000
ARA - 0,1875C15	60			
ARA - 0,25C15	62			
ARA - 0,125C40	60	C40	43.600	230.000
ARA - 0,1875C40	60			
ARA - 0,25C40	81			
ARA - 0,125W15	60	W15	15.440	110.000
ARA - 0,1875W15	60			
ARA - 0,25W15	62			
ARA - 0,125W40	58	W40	38.240	215.000
ARA - 0,1875W40	62			
ARA - 0,25W40	82			

^a dado obtido de ensaio realizado pelo fabricante

^b dado retirado do catálogo do fabricante

Os valores apresentados nas Tabelas 6 e 7 são correspondentes à média de três realizações.

Cabe lembrar que a influência da massa molar e do teor de aditivo deu-se não só apenas no valor final da retenção, mas ao longo de todo o ensaio, conforme visto nas Figura 5 e 6.

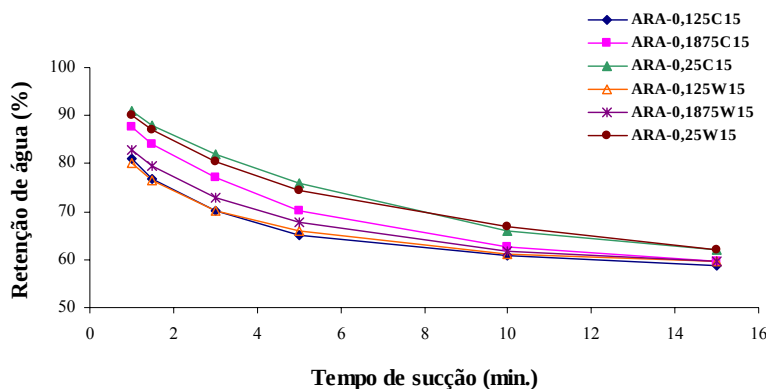


Figura 5 – Perfil da retenção de água das argamassas produzidas com os aditivos detentores de viscosidade 15000.

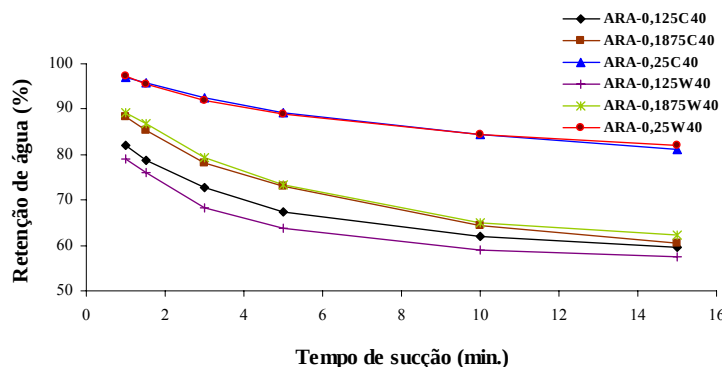


Figura 6 – Perfil da retenção de água das argamassas produzidas com os aditivos detentores de viscosidade 40000.

A partir dos resultados expostos pode-se itemizar as seguintes conclusões:

- Os aditivos retentores de água estudados atuam significativamente na redução da tensão superficial e no aumento da viscosidade da água. Essa influência foi mais atuante no caso dos aditivos detentores de maior massa molar (conseqüentemente maior viscosidade);
- Os aditivos retentores de água produziram teores de ar incorporado significantes (9 a 16%) nas argamassas, comparando-se, por exemplo, aos valores geralmente encontrados nas argamassas mistas (2 a 5%). Esse comportamento foi mais influente nos aditivos detentores de maior massa molar. Isto ocorre, provavelmente, pelo fato desses obterem maiores reduções na tensão superficial da água;
- A capacidade de retenção de água das argamassas mostrou ser diretamente relacionada à massa molar dos aditivos retentores de água empregados, face aos comportamentos observados entre as séries de viscosidade 15000 e 40000;
- As argamassas produzidas com aditivos retentores de água classificados como detentores de mesma viscosidade, mas de marca/produtores diferenciada, apresentaram comportamentos semelhantes quanto à retenção de água. Esse tipo de comportamento junto com a análise química de tais aditivos corroborou a tese de que os aditivos estudados possuem mesma composição química.
- A metodologia que emprega o funil de Büchner modificado, na determinação da retenção de água das argamassas forneceu informações úteis para verificação dessa propriedade, além de ser de fácil execução e apresentar resultados pouco dispersos;

5 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 4648 – 00; **Standard Test Method for Laboratory Miniature Vane Shear Test for Saturated Fine-Grained Clayey Soil.** Philadelphia, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7215; **Ensaio de Cimento Portland – Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1982.

_____. NBR 7217; **Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 7251; **Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária.** Rio de Janeiro, 1982.

_____. NBR 11579; **Cimento Portland – Determinação da finura por meio da peneira 75µm (nº 200).** Rio de Janeiro, 1991.

_____. NBR 11581; **Cimento Portland – Determinação dos tempos de pega.** Rio de Janeiro, 1991.

BAUER, E. Estudo dos aditivos para argamassa de revestimento. In: **Relatório Técnico.** Laboratório de Ensaio de Materiais, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). BS 1377:1975; **Determination by liquid limit by cone penetrometer method.** London, 1975.

DO Ó, S.W. **Análise da retenção de água em argamassas de revestimento aditivadas.** Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

KHAYAT, K.H. Viscosity-enhancing admixtures for cement-based materials – an overview. **Cement and Concrete Composites**, vol.20, 1998, p.171-188.

MAILVAGANAM, N.P. Miscellaneous admixtures. In: RAMACHANDRAN, V.S. (Ed.). **Concrete Admixtures Handbook**. New Jersey: Noyes Publications, 1984, Cap.9, p.480- 557.

MANO, E. B. **Introdução a Polímeros**, 1ª edição, São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1985, 111p.

OHAMA, Y. Polymer-based admixtures. **Cement and Concrete Composites**, vol.20, 1998, p.189-212.

_____. Polymer-modified mortars and concretes. In: RAMACHANDRAN, V.S. (Ed.). **Concrete Admixtures Handbook**. New Jersey: Noyes Publications, 1984, Cap.7, p.337-429.

PÓVOAS, Y.V.; JOHN, V.M.; CINCOTTO, M.A. A influência do HEC e do PVAc na perda de água por sucção das argamassas colantes. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 3, 1999. **Anais...** Vitória: UFES-PPGEC/ANTAC, vol.1, 1999, p.405-416.

SILVA, D.A. **Efeitos dos polímeros HEC e EVA na microestrutura de pastas de cimento Portland.** Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 246p.

6 AGRATECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsas de pesquisa, ao Laboratório de Ensaio de Materiais e Laboratório de Pesquisa em Físico-Química de Polímeros (LabPol) do Instituto de Química da Universidade de Brasília pela infra-estrutura cedida para a realização dos ensaios, e ao GEMAT – Grupo de Estudos Avançados em Materiais de Construção Civil da Universidade de Brasília - UnB, pelas discussões acerca do tema em questão.