



## **AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE EMULSÕES ACRÍLICAS PARA MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES CIMENTÍCIAS**

**Moisés F. Freitas Oliveira; Jessyca B. Fraga; Ana Claudia R. N. Barboza**

**Dow Construction Chemicals**

**Av. Nações Unidas, 14171 - Santo Amaro - CEP 04794-000 São Paulo – SP – Brasil**

### **RESUMO**

Hoje no mercado há diversos produtos impermeabilizantes, que são empregados para diversos fins. Os produtos mais utilizados são de base asfáltica e de base acrílica. Os produtos asfálticos são os mais populares, porém nos últimos anos têm crescido muito o uso de produtos de base acrílica. Esse crescimento se deve ao fato de os produtos acrílicos serem de fácil manuseio e aplicação, quando comparados aos demais produtos existentes. Entre os impermeabilizantes acrílicos encontram-se as membranas impermeabilizantes cimentícias flexíveis e semi-flexíveis, que promovem alta impermeabilidade, grande flexibilidade, durabilidade, fácil manuseio e aplicação. Este projeto teve como objetivo sua avaliação nos testes de alongamento, tensão de ruptura, aderência, penetração de água sob pressão, absorção de água, e potabilidade da água em contato com a membrana. A avaliação baseou-se na norma ABNT NBR 15885 – Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização e também na norma ABNT NBR 13321 – Membrana acrílica impermeabilizante. Diferentes tipos de emulsões acrílicas foram avaliadas, trabalhando-se as relações polímero/cimento e líquido/materiais secos.

### **PALAVRA-CHAVE**

Emulsões acrílicas; cimento; areia; impermeabilizantes; membranas.

## INTRODUÇÃO

A construção civil tem crescido muito no Brasil nos últimos anos devido ao crescimento econômico do país, aos investimentos do governo brasileiro através do plano PAC e também pelas oportunidades de sediar a Copa do mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016. Todos os novos projetos e reestruturação civil estão direcionados para obter empreendimentos sustentáveis, duráveis e modernos.

O conceito de durabilidade incentivou todas as obras a buscar produtos e aplicações que provesses maior proteção às estruturas: proteção e resistência contra a ação das águas, dos raios ultravioletas e do intemperismo natural da região tropical. Com isso uma das aplicações mais comumente utilizadas são os impermeabilizantes, pois oferecem a durabilidade através de alta proteção e resistência contra a ação da água.

Essa tendência também atingiu o mercado popular e o público brasileiro começou a conhecer as tecnologias impermeabilizantes através das mídias. Empresas especializadas em produtos impermeabilizantes, que antes estavam apenas direcionadas para o mercado técnico, investiram em comerciais de rádio, TV e internet, a fim de popularizar seus produtos no mercado de varejo. A aceitação e a utilização dessas tecnologias pelo público têm sido crescentes a cada ano, pois os problemas causados pela falta de impermeabilização sempre foram visíveis.

No mercado de produtos para construção há diversos tipos de produtos impermeabilizantes disponíveis para os consumidores. Entre os produtos mais conhecidos estão os produtos à base de asfalto, como as mantas asfálticas. As mantas asfálticas são utilizadas para diversos tipos de aplicações como lajes, terraços, reservatórios de água e de esgoto, piscinas, banheiros, cozinhas e jardineiras (SILVEIRA M.A., 2001).

Porém a manta asfáltica é um produto extremamente técnico, que necessita de preparo e equipamentos especiais para sua aplicação. Apesar de sua alta eficiência, essa dificuldade de aplicação impede os consumidores comuns de aderirem ao seu uso, pois eles querem produtos de mais fácil aplicação e que ofereçam alta impermeabilidade (VERÇOZA E.J., 1983).

Diversos produtos foram lançados com a definição de mais fácil aplicação, porém nem todos atingem a alta impermeabilidade da manta asfáltica e nenhum provê sua mesma diversidade de aplicação. Mediante a essa oportunidade foram desenvolvidos diversos tipos de produtos acrílicos que proveem as principais características protetoras impermeabilizantes, comparável ao desempenho de manta asfáltica, porém de fácil uso e aplicação. Um dos melhores produtos acrílicos são as membranas acrílicas cimentícias impermeabilizantes.

Membranas acrílicas cimentícias impermeabilizantes são produtos bicomponentes, compostos por cimento, areia, polímeros acrílicos emulsionados em água e aditivos químicos. Normalmente são vendidos em caixas de papelão de 18 Kg, contendo um saco com os materiais secos e outros sacos menores de líquidos, normalmente de 4 a 5 saquinhos. Sua aplicação é direcionada para reservatórios de água, piscinas, jardineiras, banheiros, cozinhas. Seu preparo é simples, pois só é necessário misturar os dois componentes em um balde, e a mistura pode ser feita manualmente ou com uma hélice acoplada a uma furadeira de baixa rotação (SABBATINI F.H., 2003).

O mercado brasileiro desenvolveu dois tipos de produtos classificados como membranas cimentícias impermeabilizantes: a semi-flexível e a flexível. Mas conforme a norma ABNT NBR 9575 - Impermeabilização - Seleção e Projeto, não consta classificação de sistema de membrana semi-flexível, o termo correto para esse produto é argamassa polimérica, mas que foi denominada por alguns fabricantes de mercado como membrana impermeabilizante

cimentícia semi-flexível. Neste trabalho iremos utilizar o termo membrana semi flexível por ser mais comumente utilizado no mercado brasileiro.

Este trabalho visou a tentar dimensionar a flexibilidade desses dois produtos, bem como avaliar suas propriedades de impermeabilidade e aderência. Ambos os produtos estão bem implementados no mercado, sendo que os produtos semi-flexíveis são indicados para estruturas que não tenham movimentação e os flexíveis são indicados para estruturas que tenham movimentação. Outro conceito aplicado é que para áreas enterradas indica-se o semi-flexível e para áreas elevadas, os flexíveis.

Ambos os produtos são aplicados em 2 a 4 demãos e podem ser aplicados isolados ou juntos. Por exemplo, pode-se passar duas demãos do semi-flexível e por cima, aplicar outras duas demãos do flexível. Normalmente os especificadores trabalham com sistemas combinados para poder diminuir o custo de aplicação. Também é indicado o uso de tela de poliéster para melhorar a resistência à tração.

O que determina o alongamento das membranas são as emulsões acrílicas elastoméricas, que normalmente têm temperatura de transição vítrea (Tg) abaixo de 0°C. Elas são utilizadas para fazer as membranas flexíveis. As emulsões acrílicas que usamos para fazer as membranas semi-flexíveis são consideradas duras, pois trabalham com um Tg maior que 0° C, geralmente por volta de 17 a 20°C.

Nesse trabalho foram avaliadas as propriedades de alongamento, impermeabilidade e de aderência das duas membranas em diferentes relações de polímero/cimento.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### Matérias Primas

Duas emulsões de base acrílica da unidade de negócios para construção da Dow Química do Brasil, chamada Dow Construction Chemicals, foram utilizadas: Primal AS7000 (emulsão ASF) e Primal AS8000 (emulsão AF). A Tabela 1 descreve as características das duas emulsões poliméricas.

Tabela 1: Propriedades físico química das emulsões poliméricas utilizadas

Propriedades	Emulsão ASF	Emulsão AF
Característica	Emulsão acrílica estirenada	Emulsão acrílica estirenada
Tg °C	17	-8
Teor de sólidos (%)	50,0	56,5
Viscosidade (cps)	1000	300
Aspecto visual	Líquido branco leitoso	Líquido branco leitoso
Aplicação	Membranas cimentícias impermeabilizantes semi-flexíveis	Membranas cimentícias impermeabilizantes flexíveis

Emulsão ASF é uma emulsão que têm excelente compatibilidade com cimento e que não libera odor de amônia quando misturada com ele. É uma emulsão indicada para formulações de argamassas e concretos, membranas cimentícias impermeabilizantes, chapisco, argamassa de reparo e argamassas impermeabilizantes. Essa emulsão melhora as propriedades de aderência, de impermeabilidade e de durabilidade dos compostos cimentícios.

Emulsão AF é uma emulsão elastomérica que têm excelente compatibilidade com cimento e que não libera odor de amônia quando misturada com ele. É uma emulsão indicada para formulações de argamassas, membranas cimentícia, pisos autonivelantes, chapisco, mantas líquidas e argamassas impermeabilizantes flexíveis. Essa emulsão melhora as propriedades de flexibilidade, aderência, impermeabilidade e de durabilidade dos compostos cimentícios.

Foram utilizados o cimento Votoran CPII E 32 fornecido pela Votorantim, a areia fina AQ 120 SG fornecida pela Mineração Jundu e o antiespumante Xiameter AFE 3018 fornecido pela Dow Corning. Os demais aditivos que foram utilizados são os biocidas Rocima 622 e o Rocima 363 da Dow Microbial Control e o éter de celulose Walocel MKX 6000 PP01, também da Dow Construction Chemicals.

### Formulações

As Tabelas 2 e 3 descrevem as duas formulações de líquido utilizadas no projeto. A Tabela 4 descreve a formulação de materiais secos utilizada em todas as relações polímero/cimento das duas membranas cimentícias.

Tabela 2: Formulações do componente líquido da membrana cimentícia flexível

<b>Emulsão AF</b>					
<b>Relação polímero/cimento</b>	<b>0,10</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,40</b>	<b>0,50</b>
<b>Materiais</b>	<b>Quantidade (%)</b>				
Água	82,78	66,12	49,45	32,78	16,12
Antiespumante	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Emulsão AF</b>	<b>16,67</b>	<b>33,33</b>	<b>50,00</b>	<b>66,67</b>	<b>83,33</b>
Biocida - Bactericida	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Biocida – Fungicida	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Tabela 3: Formulações do componente líquido da membrana cimentícia semi-flexível

<b>Emulsão ASF</b>					
<b>Relação polímero/cimento</b>	<b>0,10</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,40</b>	<b>0,50</b>
<b>Materiais</b>	<b>Quantidade (%)</b>				
Água	80,61	61,79	42,95	24,11	5,29
Antiespumante	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Emulsão ASF</b>	<b>18,84</b>	<b>37,66</b>	<b>56,50</b>	<b>75,34</b>	<b>94,16</b>
Biocida - Bactericida	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Biocida – Fungicida	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Tabela 4: Formulação do componente materiais secos das duas membranas.

<b>Emulsão AF e Emulsão ASF</b>					
<b>Relação polímero/cimento</b>	<b>0,10</b>	<b>0,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,40</b>	<b>0,50</b>
<b>Materiais</b>	<b>Quantidade (%)</b>				
Cimento CII E32	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Areia Fina	59,71	59,77	59,83	59,89	59,94
Eter de celulose*	0,29	0,23	0,17	0,11	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

\*A quantidade de eter de celulose foi ajustada para atender o requisito de viscosidade inicial de 100 a 110 KU.

### **Relação Líquido/ Materiais Secos e Consumo para Aplicação**

Em ambas as membranas foi utilizada a relação de 30% do formulado líquido para 70% do formulado de materiais secos. Todas as misturas foram feitas para o total de 500 g, ou seja, 150 g do componente líquido para 350 g do componente seco. O consumo total utilizado para aplicação do teste de estanqueidade e de aderência foi de 3,5 Kg/m<sup>2</sup>, divididos em três demãos.

### **Viscosidade Inicial e Retenção de Viscosidade**

Os testes de viscosidade e de retenção de viscosidade foram feitos no viscosímetro Stomer KU, sendo os valores iniciais ajustados de 100 a 110 KU. Esse parâmetro permite ao material ter uma boa transferência ao substrato, e sem escorrimento quando aplicado na vertical. A viscosidade inicial era medida logo após a mistura dos dois componentes. O primeiro resultado de retenção de viscosidade foi obtido após 30 minutos da viscosidade inicial, e a medida se repetiu por mais 60, 90 e 120 minutos a partir da viscosidade inicial.

### **Alongamento, Tensão de Ruptura e Deformação após ruptura.**

O teste de alongamento e tensão de ruptura foram feitos conforme a norma ABNT NBR7462 - 1992 - Elastômero vulcanizado - Determinação da resistência à tração. Após a mistura dos dois componentes, foram puxados dois filmes em placa de teflon com extensor tipo BIRD de 2 mm de espessura. Um filme foi testado após 07 dias e o outro, após 28 dias. Corpos de provas foram cortados no molde tipo gravatinha, modelo I da norma ABNT NBR 7462, e o alongamento e a tensão de ruptura foram analisados no dinamômetro eletrônico Tinius Olsen H 10 KS. Após 10 minutos dos testes de alongamento e tensão de ruptura, os corpos de provas rompidos foram utilizados para determinar a deformação após ruptura. Todas as análises foram feitas em cinco corpos de prova de cada filme.

### **Absorção á água**

O teste de absorção de água foi baseado na norma ASTM D570 - Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. Para esse teste foram utilizados os mesmos filmes dos ensaios mecânicos do teste de alongamento, tensão de ruptura e deformação após ruptura, nos mesmos períodos de cura. Então após a cura, foram cortados 3 corpos de prova de cada filme, nas medidas de 5x10 cm, e depois submersos em água por 7 dias. Antes da submersão foi medida a massa inicial e logo após os 7 dias de submersão foi medida a massa final.

### **Estanqueidade**

O teste de estanqueidade foi feito conforme a norma ABNT NBR 10787 - Concreto endurecido - Determinação da penetração de água sob pressão. Após a mistura dos dois componentes, foi aplicada a membrana sobre o bloco de concreto, conforme o consumo indicado para a área do bloco, feita em três demãos. Para cada demão foram utilizados 73g, pois a área do bloco é de 0,0625 m<sup>2</sup>. Concluindo a cura de 7 dias, os blocos foram colocados no permeâmetro, onde foram iniciados os testes de estanqueidade com pressão positiva de 0,1 MPa por 48 h, 0,25 MPa por 24 h e finalizando com 0,50 MPa por mais 24 h. A partir do ponto em que o bloco apresenta infiltração de água, o teste é parado, e o material é considerado reprovado na pressão correspondente.

### **Teste de Aderência**

Os testes de aderência foram realizados conforme a norma ABNT NBR 12171 - Aderência aplicável em sistema de impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros. Após a mistura dos dois componentes, cada membrana foi aplicada em três demãos, na placa de concreto padrão para teste de aderência, fornecidas pela ABCP. Para cada demão foram utilizados 146 g de produto, pois a área da placa de concreto é de 0,125 m<sup>2</sup>. Todos os testes de aderência foram feitos após 28 dias de cura da membrana.

### **Teste de Potabilidade da água**

O teste de potabilidade da água foi realizado conforme a norma ABNT NBR 12170 - Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização - Método de ensaio. A análise consistiu em puxar um filme da membrana e deixar curar por 28 dias. Finalizando a cura, corpos de prova na medida de 12 cm X 8 cm foram submersos em 2 litros de água dentro de um recipiente. A cada 24 h, 2 L de água foram enviados para análise em um laboratório externo. Esse procedimento foi repetido por 5 dias consecutivos e para cada dia coletou-se também uma amostra de referência, não exposta ao filme, para ser analisada em conjunto com as demais amostras. As amostras de água foram enviadas para o Instituto Adolfo Lutz. Neste teste foi avaliada apenas a formulação AF com relação 0,40 de polímero/cimento.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Viscosidade Inicial e Retenção de Viscosidade**

Tabela 5: Viscosidade Inicial e Retenção de Viscosidade – Membrana Semi-Flexível

Viscosidade Stomer (KU)	ASF - Membrana Cimentícia Impermeabilizante Semi- Flexível				
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
<b>Tempo (min)</b>					
<b>Inicial</b>	98	103	107	102	110
<b>30</b>	102	109	115	108	117
<b>60</b>	102	109	117	111	121
<b>90</b>	103	110	119	114	123
<b>120</b>	103	110	120	115	124

Tabela 6: Viscosidade Inicial e Retenção de Viscosidade – Membrana Flexível

Viscosidade Stomer (KU)	AF - Membrana Cimentícia Impermeabilizante Flexível				
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
<b>Tempo (min)</b>					
<b>Inicial</b>	107	108	101	108	102
<b>30</b>	124	122	107	117	112
<b>60</b>	127	129	109	119	113
<b>90</b>	133	131	109	121	114
<b>120</b>	136	133	110	122	115

De uma maneira geral, todas as viscosidades ficaram muito próximas entre os dois tipos de produtos. Ambas as membranas em todas as concentrações apresentaram um pequeno aumento de viscosidade e se mantiveram com boa trabalhabilidade e excelente transferência sobre substrato cimentício. Normalmente se espera que a partir de 1 hora o material perca a trabalhabilidade, porém verificou-se que em ambos os casos a viscosidade se manteve em níveis adequados por mais 1 hora. Com todos esses dados foi possível avaliar a retenção de viscosidade, para poder indicar e determinar o tempo de trabalhabilidade do produto.

#### **Aspecto Visual, Absorção de água, Alongamento na Ruptura, Tensão na Ruptura e Deformação após Ruptura.**

Verificou-se que a membrana chamada de semi-flexível não apresentou nenhuma flexibilidade ou alongamento. É uma membrana rígida, em que mesmo aumentando a concentração de polímero continua tendo um comportamento rígido. Isso se deve ao fato de se usar polímeros acrílicos estirenados que têm Tg alto para essa aplicação. Pelo fato de não ter nenhuma flexibilidade, não foi possível realizar os testes de absorção de água, alongamento na ruptura, tensão na ruptura e deformação após ruptura.

A membrana flexível apresentou flexibilidade em todas as concentrações poliméricas. Porém na relação polímero/cimento de 0,10 percebe-se que o filme apresentou flexibilidade mas nenhuma elasticidade, ou seja, nenhum alongamento. Também houve um aumento expressivo do alongamento conforme se aumentou a relação polímero/cimento.



Tabela 7: Resultados de aspecto visual, absorção de água, alongamento na ruptura, tensão de ruptura e deformação após ruptura da membrana flexível

			Emulsão AF - Membrana Cimentícia Impermeabilizante Flexível				
Testes	Cura	Unidade	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
Aspecto Visual	7 dias	NA	Filme flexível, mas sem elasticidade	Filme flexível, com elasticidade	Filme flexível, com elasticidade	Filme flexível, com elasticidade	Filme flexível, com elasticidade
Aspecto Visual	28 dias	NA	Filme flexível, mas sem elasticidade	Filme flexível, com elasticidade	Filme flexível, com elasticidade	Filme flexível, com elasticidade	Filme flexível, com elasticidade
Absorção de água	7 dias	%	14	10	10	10	7
Absorção de água	28 dias	%	15	10	11	9	5
Alongamento na ruptura	7 dias	%	0	26	53	67	101
Alongamento na ruptura	28 dias	%	0	31	52	76	88
Tensão de ruptura	7 dias	MPa	0	1,5	1,8	2,2	1,9
Tensão de ruptura	28 dias	MPa	0	1,6	1,8	2,1	1,7
Deformação após ruptura	7 dias	%	0	0	0	0	0
Deformação após ruptura	28 dias	%	0	0	0	0	0

A tensão na ruptura também aumentou conforme o aumento da concentração de polímero, porém não foi tão impactante como no caso do alongamento. Todas as membranas tiveram excelentes resultados nos testes de deformação após ruptura e de absorção de água. Com as medidas iniciais e finais, foi possível determinar o percentual de absorção de água de cada filme. Outro ponto importante é que praticamente não houve diferença de resultados entre as mesmas membranas com 7 e 28 dias de cura nas relações polímero/cimento até 0,30. As membranas flexíveis são normalmente formuladas também com polímeros acrílicos estirenados, porém com componente elastomérico. Esses polímeros proporcionam flexibilidade às membranas e argamassas, mesmo quando usados em baixa concentração.

### Aderência

As Tabelas 8 e 9 apresentam os resultados dos testes de aderência das duas membranas após 28 dias de cura.



Tabela 8: Resultados dos testes de aderência da membrana semi-flexível

Emulsão ASF - Membrana Cimentícia Impermeabilizante Semi Flexível								
Corpo de Prova	Especificação NBR 15885	Tensão	Forma de Ruptura (%)					Espessura do Revestimento
	(MPa)	(MPa)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(mm)
0,10	0,50	<b>0,70</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3
0,20	0,50	<b>1,50</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3
0,30	0,50	<b>1,30</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3
0,40	0,50	<b>1,40</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3
0,50	0,50	<b>1,50</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3

Tabela 9: Resultado dos testes de aderência da membrana flexível

Emulsão AF - Membrana Cimentícia Impermeabilizante Flexível								
Corpo de Prova	Especificação NBR 15885	Tensão	Forma de Ruptura (%)					Espessura do Revestimento
	(MPa)	(MPa)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(mm)
0,10	0,50	<b>0,80</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3
0,20	0,50	<b>0,80</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3
0,30	0,50	<b>0,80</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3
0,40	0,50	<b>1,00</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3
0,50	0,50	<b>0,80</b>	----	<b>100</b>	----	----	----	3

Nota de ruptura :

- (a) ruptura na interface revestimento/substrato;
- (b) ruptura da argamassa de revestimento;
- (c) ruptura do substrato;
- (d) ruptura na interface revestimento/cola;
- (e) ruptura na interface cola/pastilha.

As propriedades de aderência variaram entre as duas membranas devido ao tipo de polímero acrílico utilizado em suas fórmulas. Na norma ABNT NBR 15885 – Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização, o valor mínimo requerido de aderência é de 0,5 MPa. De acordo com os resultados acima, ambas as membranas atendem à especificação dessa norma.

As membranas flexíveis apresentaram um mesmo valor de aderência independente da relação polímero cimento. A membrana semi-flexível obteve um bom valor de aderência na relação de 0,10, e dobrou este valor na relação seguinte de 0,2. Nas demais relações, a membrana semi-flexível apresentou praticamente o mesmo resultado da relação 0,2.

## Estanqueidade

As Tabelas 10 e 11 apresentam os resultados dos testes de estanqueidade das duas membranas nas diversas relações polímero/cimento avaliadas.

Tabela 10: Resultado dos testes de estanqueidade da membrana semi-flexível

Emulsão ASF- Membrana Cimentícia Impermeabilizante Semi Flexível						
Pressão (m.c.a)	Especificação NBR 15885	10		25	50	70
Tempo (h)	min. 25	24 hrs	24 hrs	24 hrs	24 hrs	24 hrs
0,10%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque
0,20%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque
0,30%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque
0,40%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque
0,50%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque

Tabela 11: Resultado dos testes de estanqueidade da membrana flexível

Emulsão AF - Membrana Cimentícia Impermeabilizante Flexível						
Pressão (m.c.a)	Especificação NBR 15885	10		25	50	70
Tempo (h)	min. 25	24 hrs	24 hrs	24 hrs	24 hrs	24 hrs
0,10%	Estanque	Houve infiltração de água	Houve infiltração de água	NA	NA	NA
0,20%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque
0,30%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque
0,40%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque
0,50%	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque	Estanque

A membrana semi-flexível teve maior resistência à penetração de água sob pressão do que a membrana flexível na relação polímero/cimento de 0,10. Porém em todas as outras relações de polímero/cimento, as membranas foram estanques à penetração de água sobre pressão. Na norma ABNT NBR 15885 – Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização, o valor mínimo requerido de estanqueidade é de 0,25 MPa.

Ambas as membranas cumprem bem o seu papel como impermeabilizantes para estruturas que sofram com o constante ataque da água, como reservatórios de água, caixas de água e piscinas.

## Teste de Potabilidade da Água

Os resultados dos testes de potabilidade da água, realizados pelo Instituto Adolfo Lutz, ainda não estavam disponíveis quando do envio desta versão do trabalho. Esses resultados serão publicados futuramente.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho, pôde-se concluir que existe uma diferença significativa de flexibilidade entre as duas membranas cimentícias impermeabilizantes. Em conformidade com a norma ABNT NBR 9575, as membranas semi flexíveis devem ser chamadas de argamassas poliméricas, por não terem nenhuma flexibilidade. A diferença de desempenho está diretamente ligada ao tipo de polímero com que as membranas são formuladas. A flexibilidade somente pode ser conseguida por meio de polímeros com característica elastomérica, ou seja, essa característica depende da combinação de monômeros definida durante o desenvolvimento e síntese das cadeias poliméricas.

As membranas cimentícias flexíveis apresentaram flexibilidade em todas as relações polímero/cimento, sendo possível o aumento de alongamento conforme aumenta a quantidade de polímero elastomérico nas formulações. As membranas conhecidas como semi-flexíveis não apresentaram flexibilidade, mesmo com uma alta concentração de polímero na formulação. Porém, neste trabalho constatou-se que, apesar da falta de flexibilidade das membranas semi-flexíveis, estas atingiram o desempenho de estanqueidade e aderência ao concreto requeridos.

As membranas semi-flexíveis apresentaram melhores resultados de estanqueidade e de aderência do que as membranas flexíveis. As membranas flexíveis devem ser formuladas com uma relação mínima de 0,20 de polímero/cimento para atender o mínimo de desempenho dos requisitos da norma ABNT NBR 15885.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

POERSCH-PANKE, Hans-Guenter. 2K Cementitious Waterproofing Membranes – Orotan 850 ER LO for Prolonged Pot Life. Dow Internal Report - CRI-2012011961.

BOWE, Michael D DR, EVANS, Ann e FABER, Katherine, FREEMAN, Adam, LENDZINSKI, Amy. Solving the Pot Life Issue of Rhoplex™ AS-8008 in Flexible Cement Mortars. Dow Internal Report - CRI-2012001088.

POERSCH-PANKE, Hans-Guenter. Flexible Cementitious Waterproofing Membranes – Review and Discussion of Test Methods. Dow Internal Report - CRI-2010004417.

POERSCH-PANKE, Hans-Guenter. Flexible Cementitious Waterproofing Membranes - Benchmark of DCC and Competitive Products. Dow Internal Report - CRI-2010003166.

SABBATINI, Fernando Henrique, CARDOSO, Francisco Ferreira, FRANCO, Luiz Sérgio, BARROS, Mercia Maria S.B.. Aula 24 – Impermeabilização – Sistemas e Execução. PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II Outubro 2003. Escola Politécnica da USP - Depto. de Engenharia de Construção Civil.

SILVEIRA, M.A. Impermeabilizações com cimentos poliméricos. Técnica, São Paulo, n. 54, p. 108-110, set. 2001.

VERÇOZA, E.J. Impermeabilização na construção. Porto Alegre: Editora Sagra, 1983. 151p.

RIGHI, Geovane Venturini. ESTUDO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO: PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES – ANÁLISE DE CASOS. Santa Maria,

RS, Brasil. 2009. 94p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15885:2010: Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização. São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10787:2011: Concreto endurecido — Determinação da penetração de água sob pressão. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12170:2009: Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização - Método de ensaio. São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12170:2009: Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização - Método de ensaio. São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12171:1992: Aderência aplicável em sistema de impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros - Método de ensaio. São Paulo, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9575:2010: Impermeabilização - Seleção e projeto. São Paulo, 2010.