



DURABILIDADE DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO – ENSAIO DE ADERÊNCIA

Elisa Sertório Vieira

elisasertorio@id.uff.br

Ana Lucia Torres Seroa da Motta

anaseroa@hotmail.com

Resumo

O objetivo desse trabalho é avaliar a importância do estudo e analisar a eficiência, por meio de ensaios laboratoriais, de sistemas de impermeabilização a base polimérica, realizando testes com argamassa polimérica sem fibras e com a substituição do estruturante de tela de poliéster por fibras de sisal na membrana polimérica. Para esse trabalho foi adotado o ensaio de aderência. A realização deste trabalho confirma, experimentalmente, a possibilidade de obtenção de uma nova estruturação dos sistemas de impermeabilização. Os resultados indicaram que o sisal aumenta a aderência do impermeabilizante com o substrato em comparação com os sistemas de impermeabilização polimérica estruturados com tela de poliéster.

Palavras-chave: Engenharia Civil
Impermeabilização
Material Alternativo
Ensaio de Aderência



DURABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE SELLADO POLIMÉRICO - ENSAYO COMPARATIVO DE ADHERENCIA

Elisa Sertório Vieira

elisasertorio@id.uff.br

Ana Lucia Torres Seroa da Motta

anaseroa@hotmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar la importancia del estudio y analizar la eficiencia, a través de ensayos de laboratorio, de sistemas de impermeabilización a base polimérica, realizando pruebas con mortero polimérico sin fibras y con la sustitución del estructurante de tela de poliéster por fibras de sisal en la membrana polimérica. Para este trabajo se adoptó el ensayo de adherencia. La realización de este trabajo confirma, experimentalmente, la posibilidad de obtener una nueva estructuración de los sistemas de impermeabilización. Los resultados indicaron que el sisal aumenta la adherencia del impermeabilizante con el sustrato en comparación con los sistemas de impermeabilización polimérica estructurados con tela de poliéster.

Palabras clave: Ingeniería Civil

Impermeabilización

Material Alternativo

Ensayo de Adherencia

Introdução

Sabendo da importância de se ter um sistema de impermeabilização adequado, a fim de prevenir patologias nas edificações decorrentes da passagem indesejável de fluidos e da ação de agentes agressivos presentes na atmosfera; e visando a proteção do meio ambiente de possíveis vazamentos e contaminações.

Portanto as patologias podem ocorrer devido à má qualidade dos materiais ou porque os técnicos não seguem corretamente as normas, utilizando materiais inadequados, adulterados e sem controle de qualidade. Além dos aspectos patológicos das edificações, os tratamentos impermeabilizantes também estão relacionados ao bem-estar, à saúde dos usuários das edificações, pois visam impedir a proliferação de fungos e microrganismos que causam enfermidades nas pessoas.

Diante desse cenário, se tem, portanto, a necessidade de se verificar, por meio de ensaios experimentais, a qualidade quanto da aderência ao substrato de sistemas de impermeabilização de base polimérica, garantindo um maior controle na sua utilização e sua melhor caracterização. Logo, com essa finalidade, através desse estudo, foram feitos ensaios laboratoriais de forma comparativa (vantagens e desvantagens) dos sistemas de impermeabilização polimérica, sendo eles os seguintes: 1. Argamassa polimérica; 2. Membrana polimérica com estruturante em tela de poliéster; 3. Membrana polimérica com estruturante em fibras de sisal.

Neste trabalho avaliou-se o comportamento dos sistemas de impermeabilização à base polimérica, segundo, a avaliação quantitativa do tema, ou seja, com intuito de se avaliar o atendimento dos materiais constituintes, no que se refere às propriedades físico-químicas e mecânicas, que são obtidas por meio do ensaio laboratorial de aderência, elaborado segundo exemplares de materiais, conforme o processo de amostragem.

Métodos Utilizados

Todo o texto desse artigo foi extraído e adaptado de Vieira (2008). Para verificar a aderência do impermeabilizante ao substrato, realizou-se o ensaio de aderência, de acordo com a norma NBR 12171 (1992) e a norma NBR 13528 (1995).

Descrição dos Sistemas de Impermeabilização Adotados nos Ensaio

Os sistemas de impermeabilização adotados nos ensaios foram os seguintes:

1. Argamassa polimérica;
2. Membrana polimérica, com estruturante em tela de poliéster;
3. Membrana polimérica, com estruturante em sisal.

Segundo a norma NBR 9575 (2003), definimos membrana polimérica como sendo um produto impermeabilizante, moldado no local com ou sem estruturante e a argamassa polimérica, como sendo uma argamassa industrializada, modificada com polímeros, constituída de agregados minerais inertes, cimento e polímeros, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes.

Para caracterizar o estruturante, este também pode ser chamado de armadura, que é um elemento flexível, de forma plana, destinado a absorver esforços, conferindo resistência mecânica aos diferentes tipos de impermeabilização. Já, para caracterizar os polímeros, definem-se estes como sendo uma substância constituída de moléculas caracterizadas pela repetição de um ou diversos tipos de manômetros (negligenciando-se os extremos de cadeias, os pontos entre cadeias e outras pequenas irregularidades).

Dentre os sistemas descritos acima e adotados nos ensaios, sabe-se que, atualmente, somente são adotados comercialmente no mercado da construção civil dois desses sistemas: o de membrana polimérica, com estruturante em tela de poliéster, e o de argamassa polimérica. Tais sistemas são usualmente executados da seguinte forma:

- Membrana polimérica, com estruturante em tela de poliéster;

1º passo – é feita uma imprimação (cuja função é proporcionar uma melhor aderência do substrato com o impermeabilizante) com a proporção de 1:4, sendo 1 parte do produto impermeabilizante, para 4 partes de água;

2º passo – aplica-se a primeira camada de membrana, na proporção de 1:1, sendo 1 parte do produto impermeabilizante, para 1 parte de cimento;

3º passo – aplica-se a segunda demão de membrana, na mesma proporção da etapa anterior, sendo que sobre esta é fixada a tela de poliéster;

4º passo – aplica-se uma terceira demão da membrana, na mesma proporção;

5º passo – aplica-se uma quarta demão da membrana, na mesma proporção, a fim de obter um total cobertura da tela de poliéster.

Deve-se levar em consideração o tempo de secagem da membrana, que varia de 2 a 3 horas. A cura é de, no mínimo, 14 dias.

- Argamassa polimérica;

1º passo – é feita uma imprimação, com a proporção de 1:4, sendo 1 parte do produto impermeabilizante, para 4 partes de água;

2º passo – é feita a aplicação da argamassa polimérica na proporção de 1:3, sendo 1 parte de cimento para 3 partes de areia e acréscimos de vinte por cento (20%), em peso, do produto impermeabilizante, em relação ao peso do cimento e a relação água/cimento é igual a 0,47.

Deve-se levar em consideração o tempo de secagem da argamassa, que é em torno de 5 horas. A cura é de, no mínimo, 14 dias.

Já os demais sistemas adotados nos ensaios, foram os seguintes:

- Para os corpos-de-prova prismáticos, utilizou-se:
 - Membrana polimérica, com estruturante em tela de poliéster, executada como descrita anteriormente;
 - Membrana polimérica, com estruturante em sisal, executada como a membrana estruturada com tela de poliéster, sendo que, ao invés de se estruturar com tela de poliéster, foi utilizada a fibra de sisal, cortada na dimensão de 1,5 cm;
 - Argamassa polimérica, executada como descrita anteriormente.

Foram confeccionados corpos-de-prova prismáticos conforme sistemas de impermeabilização relatados anteriormente, para os ensaios de aderência.

Descrição do Ensaio Realizado e Métodos Empregados

Ensaio de Aderência

Foram confeccionados dez corpos-de-prova prismáticos, em fôrmas. Neste caso, dez caixotes de madeira, com dimensões internas de 25,0 cm x 25,0 cm x 12,5 cm, em conformidade com a norma NBR 12171(1992).

Os caixotes foram preenchidos com concreto, com o devido adensamento e nivelamento, de acordo com a norma NBR 12171 (1992), sendo adotado o seguinte traço, descrito na tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Traço adotado no ensaio de aderência

Cimento Portland Comum 32	1
Areia Zona 4 (grossa)	2,44
Brita 1	2,14
Brita 2	1,43
Água	0,6
Consumo de Cimento	308 kg/m ³

Fonte: NBR 12171 (1992)

Também em conformidade com a mesma norma, as amostras (caixotes concretados), após 24 horas de moldagem, foram curadas por quatorze dias.

Após a cura do concreto contido no interior dos caixotes foram aplicados sobre estes três diferentes tipos de sistemas de impermeabilização: (i) membrana polimérica, com estruturação em tela de poliéster (três caixotes); (ii) membrana polimérica, com estruturação em fibras de sisal, aplicadas de forma randômica planar, na dimensão de 1,5 cm (três caixotes) e (iii) o sistema de argamassa polimérica (quatro caixotes). Eles foram identificados da seguinte forma:

- Os três caixotes impermeabilizados, com membrana polimérica, com estruturação em fibras de sisal: 1 SISAL, 2 SISAL, 3 SISAL;
- Os três caixotes impermeabilizados com membrana polimérica, com estruturação em tela de poliéster: 1 POLI, 2 POLI, 3 POLI;
- Os quatro caixotes impermeabilizados com argamassa polimérica: 1 ARG, 2 ARG, 3 ARG, 4 ARG.

O ensaio foi realizado após a cura dos sistemas de impermeabilização (28dias).

Primeiramente, realizou-se o corte do impermeabilizante com serra de copo com 50 mm de diâmetro até atingir a espessura média de 1 cm no concreto, de forma seca (copo cilíndrico, de altura superior à espessura do revestimento, com borda diamantada, provida de eixo central, que garanta a estabilidade do copo durante o corte, de modo a evitar vibrações prejudiciais à integridade do revestimento). Veja figura 1 abaixo, dos caixotes após corte do impermeabilizante.

Em seguida, realizou-se a limpeza e lixamento da superfície dos impermeabilizantes, retirando partículas descartáveis e soltas, com o objetivo de garantir uma melhor aderência entre estes e o suporte.

Dando prosseguimento, colou-se o suporte (pastilha metálica de seção circular, com 50mm de diâmetro, com um dispositivo no centro, para acoplamento do equipamento de tração) sobre a superfície do sistema de impermeabilização, por meio de adesivo à base de resina epóxi ou similar, aplicado com espátula sobre o impermeabilizante, durante cerca de 30 segundos, apertando o suporte sobre o mesmo.

Após 24 horas da fixação do suporte com resina epóxi, nela foi acoplado o equipamento de tração, conforme ilustra a figura 2.



Figura 1: Caixotes apresentando revestimento, após corte



Figura 2: Equipamento usado no Ensaio de Aderência

Fonte: A AUTORA

O equipamento de tração foi apoiado ao corpo de prova, sendo a carga aplicada lenta e progressivamente, sem interrupções, perpendicularmente ao corpo-de-prova, de maneira a não introduzir esforços laterais, até o descolamento do suporte. O equipamento de tração utilizado possui articulação, para assegurar a aplicação do esforço de tração simples e dispositivo para leitura de carga. O esforço de tração foi aplicado com taxa de carregamento escolhida (ver tabela 2), até a ruptura e de tal modo que o ensaio durasse entre 10 s e 80s.

Tabela 2: Taxas de carregamento para a seção circular de 50 mm de diâmetro.

Resistência de Aderência (MPa)	Taxa de Carregamento (N/s)
Até 0,20	5
Acima de 0,20 a 0,50	25
Acima de 0,50 a 1,00	100
Acima de 1,00	200

Fonte: NBR 13528 (1995)

Após o descolamento, a superfície (concreto) foi examinada, para verificação de eventuais falhas de aderência entre o adesivo usado e a superfície do corpo-de-prova. Sendo constatadas falhas deste tipo, o resultado foi desprezado e o procedimento foi repetido em outro corpo-de-prova.

Não havendo falha de aderência do adesivo, realizou-se o registro da resistência de aderência, em MPa.

A figura 2 mostra o equipamento que foi usado no ensaio de aderência e a figura 3 mostra um dos caixotes onde foi realizado o ensaio de aderência. Na figura 4 pode-se observar a forma de ruptura, que praticamente foi a mesma, para a maioria dos corpos-de-prova.



Figura 3: Caixaote utilizado para o ensaio de aderência



Figura 4: Forma de ruptura dos corpos-de-prova (ruptura na interface impermeabilizante/substrato (concreto))

Fonte: A AUTORA

Apresentação e Análise dos Resultados

Ensaio de Aderência

Apresentação dos resultados obtidos seguindo a norma NBR 13528 (1995):

- os valores das resistências e as formas de rupturas estão representados e as resistências dos corpos de prova, que apresentaram a forma de ruptura de maior ocorrência, estão listadas na tabela 3, conforme determina a norma NBR 13528 (1995).

Tabela 3: Resistência à Aderência



Corpo-de-Prova	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de Ruptura	Espessura do Revestimento (mm)
	1764,00		0,90	(a)	1,5
	1744,40		0,89	(a)	1,5
1 SISAL	1470,00		0,75	(a)	1,5
	1489,60		0,76	(a)	1,5
	1675,80		0,85	(a)	1,5
	1323,00		0,67	(a)	1,5
2 SISAL	1215,20		0,62	(a)	1,5
	1176,00		0,60	(a)	1,5
	249,00		0,13	(b)	2,5
3 SISAL	203,00		0,10	(b)	2,5
	211,00		0,11	(b) e(d)	2,5
	210,00		0,11	(b)	2,5
	901,60		0,46	(a)	1,5
	823,20		0,42	(a)	1,5
1 POLI	1136,80		0,58	(a)	1,5
	744,80		0,38	(a)	1,5
	1205,40		0,61	(a)	1,5
	980,00		0,50	(a)	1,5
	882,00		0,45	(a)	1,5
	950,60		0,48	(a)	1,5
2 POLI	793,80		0,40	(a)	1,5
	1009,40		0,51	(a)	1,5
	833,00		0,42	(a)	1,5
	744,80		0,38	(a)	1,5
	1107,40	1963,50	0,56	(a)	1,5
3 POLI	1283,80		0,65	(a)	1,5
	1146,60		0,58	(a)	1,5
	1205,40		0,61	(a)	1,5
	989,80		0,50	(a)	1,5
	1323,00		0,67	(a)	5
	2175,60		1,11	(a)	10
1 ARG	1783,60		0,91	(a)	8
	2567,60		1,31	(a)	10
	2773,40		1,41	(a)	10
	2401,00		1,22	(a)	10
	2028,60		1,03	(a)	10
	1950,20		0,99	(a)	8
2 ARG	2234,40		1,14	(b)	10
	1519,00		0,77	(b)	6
	1724,80		0,88	(a)	6
	2763,60		1,41	(b)	10
	1234,80		0,63	(a)	6
	1391,60		0,71	(a)	7
3 ARG	1587,60		0,81	(a)	8
	1862,00		0,95	(a)	11
	1734,60		0,88	(a)	10
	1587,60		0,81	(a)	7
	1489,60		0,76	(a)	8
	1176,00		0,60	(a)	6
4 ARG	1381,80		0,70	(a)	10
	2038,40		1,04	(a)	10
	950,60		0,48	(a)	6
	2175,60		1,11	(a)	10

Fonte: A AUTORA

A aderência à tração, quanto à forma de ruptura pode ser:

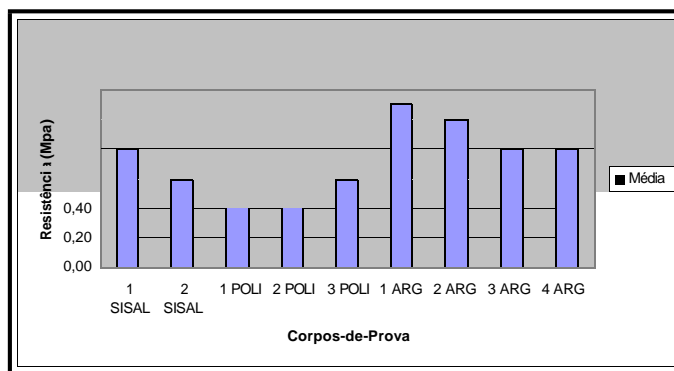
- a – Ruptura na interface impermeabilizante / substrato (concreto); (ver tabela 4)
- b – Ruptura do impermeabilizante;
- c – ruptura do substrato (concreto);
- d – ruptura na interface impermeabilizante / cola;
- e – ruptura na interface cola / pastilha.

Tabela 4: Resistência à tração para os corpos-de-prova que possuem forma de ruptura “a”

Corpo-de-Prova	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Média (Mpa)
	1764,00		0,90	
	1744,40		0,89	
1 SISAL	1470,00		0,75	0,83
	1489,60		0,76	
	1675,80		0,85	
	1323,00		0,67	
2 SISAL	1215,20		0,62	0,63
	1176,00		0,60	
	901,60		0,46	
	823,20		0,42	
1 POLI	1136,80		0,58	0,49
	744,80		0,38	
	1205,40		0,61	
	980,00		0,50	
	882,00		0,45	
2 POLI	950,60		0,48	0,46
	793,80		0,40	
	1009,40		0,51	
	833,00		0,42	
	744,80		0,38	
	1107,40	1963,50	0,56	
3 POLI	1283,80		0,65	0,55
	1146,60		0,58	
	1205,40		0,61	
	989,80		0,50	
	1323,00		0,67	
	2175,60		1,11	
1 ARG	1783,60		0,91	1,11
	2567,60		1,31	
	2773,40		1,41	
	2401,00		1,22	
	2028,60		1,03	
2 ARG	1950,20		0,99	0,97
	1724,80		0,88	
	1234,80		0,63	
	1391,60		0,71	
3 ARG	1587,60		0,81	0,80
	1862,00		0,95	
	1734,60		0,88	
	1587,60		0,81	
	1489,60		0,76	
	1176,00		0,60	
4 ARG	1381,80		0,70	0,78
	2038,40		1,04	
	950,60		0,48	
	2175,60		1,11	

Fonte: A AUTORA

Gráfico 1: Resistência à aderência média para os corpos-de-prova com ruptura “a”



Fonte: A AUTORA

O gráfico 1 apresenta as resistências médias à aderência dos corpos de prova que romperam na interface argamassa/substrato. Ele demonstra que o sistema de impermeabilização, que apresentou maiores resistências ao arrancamento foram os corpos-de-prova produzidos com argamassa polimérica, seguida pelo sistema de impermeabilização com membrana polimérica, com estruturação em fibra de sisal, e, por último, os produzidos com o sistema de impermeabilização, com estruturação em tela de poliéster.

Conclusões

Ao final deste trabalho, após análise dos resultados oriundos dos experimentos laboratoriais, constatou-se que a utilização do sisal, como estruturante, não é prejudicial à qualidade do sistema em geral. As características para uma boa estruturação foram mantidas, ou seja, as fibras de sisal atuaram como um elemento flexível, de forma plana, destinado a absorver esforços, conferindo resistência mecânica ao sistema de impermeabilização analisado.

Em relação ao atendimento às propriedades físico-químicas e mecânicas, obtidas por meio de estudos experimentais, que avaliaram a capacidade de aderência, observou-se que a fibra de sisal pode substituir a tela de poliéster com resultados bastante satisfatórios.

Quanto dos resultados obtidos com o ensaio de aderência, verificou-se que os sistemas de impermeabilização estruturados com fibras de sisal, em comparação com os estruturados com poliéster, apresentaram maiores valores de aderência com o substrato.

Essa nova alternativa de uso para as fibras de sisal pode contribuir para a abertura de um novo mercado e para um maior desenvolvimento econômico e social das regiões produtoras de sisal no Brasil, ao gerar maior renda e empregos.

Deve-se levar em consideração que o sisal, por ser um resíduo orgânico, não é prejudicial à natureza. Ele é biodegradável. Já os resíduos de poliéster, de origem industrial, são produtos químicos, que podem ser prejudiciais ao meio ambiente.

Bibliografia

- (1) VIEIRA, E.S. *Análise Comparativa de Sistema de Impermeabilização Incorporando como Estruturante Fibras de Sisal e de Poliéster*. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense. Niterói. Rio de Janeiro. 2008.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12171/92 – Aderência Aplicável em Sistema de Impermeabilização Composto por Cimento Impermeabilizante e Polímeros – Método de Ensaio. Rio de Janeiro. 1992.
- (3) _____. NBR 13528/95 – Revestimentos de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Determinação da Resistência de Aderência à Tração. Rio de Janeiro. 1995.
- (4) _____. NBR 9575/2003 – Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro. 2003.