



ANAIS DO 15º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2018 - São Paulo / SP

INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SUBSTRATO NA ADERÊNCIA DE SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ASFÁLTICA ADERIDA À MAÇARICO

MENEZES, Maressa

Engenheira Civil, Pós-Graduada em Engenharia de Materiais, Tecnologia da Impermeabilização e MBA em Gestão Empresarial.

Impersolutions, Projetos, Pesquisa e Consultoria Ltda – SP

Mogi das Cruzes - SP

maressa.menezes@impersolutions.com.br

RESUMO

Os sistemas de manta asfáltica são os mais utilizados na impermeabilização de lajes e estruturas sujeitas à deformações. Se tratando de produtos pré-fabricados, o desempenho está diretamente ligado à qualidade da aplicação. Preparo do substrato, cura adequada da camada de regularização e controle do consumo dos materiais utilizados são alguns dos fatores críticos de sucesso para uma eficiente impermeabilização com este sistema. Segundo a ABNT - NBR 9574 – Execução de impermeabilização (2008), para sistemas de impermeabilização que requeiram substrato seco para aplicação, deve-se aguardar no mínimo 7 dias de cura da camada de regularização para posterior aplicação, o que normalmente não ocorre nas obras. Diante disto, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da umidade da camada de regularização na aderência do sistema de impermeabilização com manta asfáltica aderida à maçarico. O estudo faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação do curso de Tecnologia da Impermeabilização do Instituto IDD-SP. O método de pesquisa utilizado foi o de programa experimental, executado em laboratório, através de protótipos que simulam o sistema de impermeabilização (base, regularização, imprimação e manta asfáltica). Para o estudo, além da umidade superficial, também foi considerado como variável o tipo de primer utilizado no sistema (emulsão e solução). Com os resultados obtidos, ficou comprovado a influência da umidade na aderência do sistema de impermeabilização avaliado.

Palavras-chave: **Impermeabilização; manta asfáltica; primer; aderência.**

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como foco principal verificar a influência da umidade da regularização na aderência de sistemas de impermeabilização de manta asfáltica aderida à maçarico.

A manta asfáltica foi aplicada sobre a camada de regularização com idades de 1,2,3 e 7 dias respectivamente com primer asfáltico base água e base solvente. Como referência, também foi aplicada em placas saturadas (100% de umidade) e totalmente secas (0% de umidade). O desempenho do sistema foi verificado através de ensaios de aderência – adaptação da ABNT – NBR 13528 – Revestimentos de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação de resistência de aderência à tração (2010). A pesquisa restringe-se a sistema de manta asfáltica colada com maçarico.

O sistema de impermeabilização mais utilizado atualmente é o sistema de manta asfáltica. Com mais de 30 anos de credibilidade no mercado é o sistema que tem apresentado melhor custo x benefício, principalmente para lajes e estruturas com maior movimentação. Entretanto, como toda impermeabilização, a aplicação exige cuidados e preparo adequado da superfície para eficiência do sistema.

Segundo Neto (2014), o preparo adequado do substrato equivale à 60% do sucesso da impermeabilização. A ABNT – NBR 9574 (2008), estabelece procedimentos como limpeza da superfície, recuperação de ninhos e falhas de concretagem e execução de regularização com caimento mínimo em direção aos coletores. Estabelece ainda que para sistemas que requeiram substrato seco (como o caso do sistema de manta asfáltica), a regularização deve ter idade mínima de 7 dias. Mello (2005) afirma que a aplicação do sistema de manta asfáltica sobre substrato úmido compromete a aderência, pois gera bolhas que provocam deslocamento e ruptura da camada impermeável.

Desta forma, através de programa experimental desenvolvido em laboratório, a pesquisa tem objetivo de verificar a influência da umidade da regularização na aderência do sistema de manta asfáltica aderida à maçarico, bem como o comportamento e influência do tipo de primer.

Impermeabilização

Impermeabilização consiste no conjunto de operações e técnicas construtivas que pode ser constituído de uma ou mais camadas, a qual tem finalidade de proteger as edificações contra ação deletéria de fluidos, umidade ou vapores (ABNT – NBR 9575 – Impermeabilização, seleção e projeto, 2010). É fundamental para o aumento de durabilidade e vida útil das edificações, principalmente na proteção contra à passagem indesejável da água, fluidos e vapores. (STORTE, 2015).

Segundo ABNT – NBR 9574 (2008), os sistemas de impermeabilização são divididos em dois tipos:

Sistemas rígidos: são conjuntos de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade e são compatíveis e aplicáveis às partes construtivas não sujeitas à movimentação do elemento construtivo.

Sistemas flexíveis: são considerados conjuntos de materiais ou produtos, que por sua vez, apresentam características de flexibilidade e são compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo.

Na tabela 1 são apresentados exemplos de sistemas rígidos e flexíveis, conforme ABNT – NBR 9574

Tabela 1 – Sistemas rígidos e flexíveis de impermeabilização

Sistemas	
Rígidos	Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo
	Argamassa modificada com polímero
	Argamassa polimérica
	Cimento cristalizante para pressão negativa
	Cimento modificado com polímero
	Membrana epoxidica
Flexíveis	Membrana de asfalto modificado sem adição de polímero
	Membrana de asfalto modificado com adição de polímero
	Membrana de emulsão asfáltica
	Membrana de asfalto elastomérico em solução
	Membrana elastomérica de polisobutileno isopreno (I.I.R), em solução
	Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S)
	Membrana elastomérica de estireno-butadieno-ruber (S.B.R)
	Membrana de poliuretano
	Membrana de poliuretano modificada com asfalto
	Membrana de polímero com cimento
	Membrana acrílica
	Mantas asfálticas
	Manta de policloreto de vinila (PVC)
Manta de polietileno de alta densidade (PEAD)	
Manta elastomérica de etileno-cleno-monômero – EPDM	
Manta elastomérica de polisobutileno isopreno (IIR)	

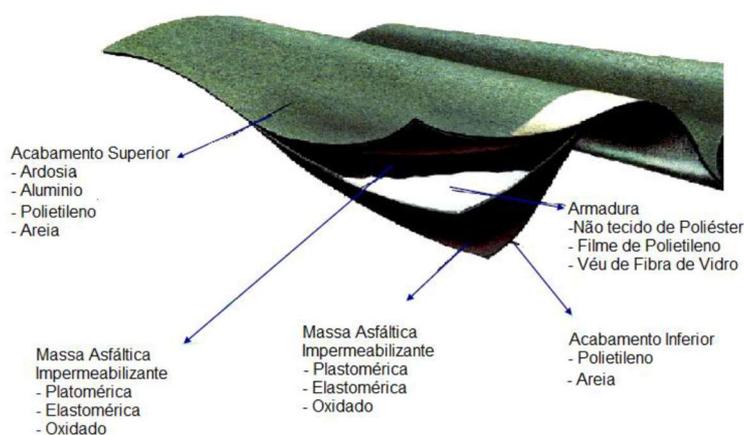
Fonte: ABNT – NBR 9574 (2008)

1.1 Mantas asfálticas

A manta asfáltica é o material mais utilizado para impermeabilização de lajes tendo variação em sua composição, espessura e estruturante (PEZZOLO, 2007). O material, por ser termoplástico, acompanha a movimentação estrutural e não perde suas propriedades mesmo sob elevadas solicitações o que o torna mais seguro na impermeabilização de áreas sujeitas à movimentação (CUNHA & NEUMAN, 1979).

São compostas basicamente por massa asfáltica, estruturante ou armadura e acabamento superficial (superior e inferior), conforme apresentado na Figura 1:

Figura 1 – Composição da manta asfáltica



Fonte: Granato, 2013

O acabamento superior pode ser em ardósia, alumínio, polietileno ou areia, sendo que os acabamentos considerados autoprotégidos (ardósia e alumínio) dispensam a proteção mecânica. Já o acabamento inferior pode ser em polietileno, indicado para mantas que são coladas com maçarico, ou areia indicados para mantas coladas com asfalto quente. A massa asfáltica é produzida a partir do CAP (cimento asfáltico de petróleo) e pode receber ou não durante o processo de produção adição de polímeros elastoméricos ou plastoméricos.

De forma a estabelecer padrão e um melhor controle de qualidade das diversas mantas disponíveis no mercado, a ABNT - NBR 9952 – Manta asfáltica para impermeabilização (2014) estabelece parâmetros mínimos para as mantas asfálticas, conforme apresentado na Tabela 2:

Tabela 2 – Parâmetros para manta asfáltica

Ensaio			Unidade	Tipo			
				I	II	III	IV
1.Espessura (mínimo)			Mm	3	3	3	4
2. Resistência à tração e alongamento (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)		N	80	180	400	500
	Alongamento (mínimo)		%	2	2	30	35
3.Absorção d'água – Variação em massa (máximo)			%	1,5	1,5	1,5	1,5
4.Flexibilidade a baixa temperatura ^{a e}	Classe	A	°C	-10	-10	-10	-10
		B		-5	-5	-5	-5
		C		0	0	0	0
5.Resistência ao impacto ^b a 0 °C (mínimo)			J	2,45	2,45	4,90	4,90
6.Escorrimento (mínimo)			°C	95	95	95	95
7. Estabilidade dimensional (máximo)			%	1	1	1	1
8.Envelhecimento acelerado	Mantas asfálticas expostas ^c			Os corpos de prova, após ensaio, não podem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação.			
	Mantas asfálticas protegidas ou autoprotégidas ^d						
		A		0	0	0	0

9. Flexibilidade após envelhecimento acelerado ^e	Classe	B	°C	5	5	5	5
		C		10	10	10	10
10. Estanqueidade (mínimo)			Mca	5	10	15	20
11. Resistência ao rasgo (mínimo)			N	50	100	120	140
<p>a. Em mantas asfálticas autoprotelidas, o ensaio de flexibilidade é feito dobrando-se a amostra de forma a manter a face autoprotelida em contato com o mandril e verificando-se a ocorrência de fissuras no lado da massa asfáltica.</p> <p>b. Quando as mantas asfálticas forem aplicadas sobre o substrato rígido (por exemplo, concreto), utilizar a base de aço; quando forem aplicadas sobre substrato flexível (por exemplo, isolações térmicas deformáveis), utilizar a base de poliestireno ou a base em que efetivamente for aplicada a manta asfáltica.</p> <p>c. Exposição do corpo de prova a 400h de intemperismo, ciclos de 4h de ultravioleta a 60 °C e 4h de condensação de água a 50 °C.</p> <p>d. Desconsiderar envelhecimento que possa ocorrer na camada antiaderente</p> <p>e. Os ensaios de flexibilidade devem ser efetuados nas temperaturas estabelecidas na tabela.</p>							

Fonte: ABNT – NBR 9952 (2014)

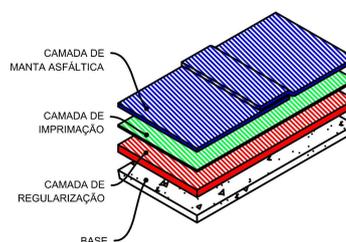
Observa-se que a classificação de tipo I a tipo IV é feita de acordo com a resistência à tração e alongamento os quais estão relacionados diretamente com o tipo de estruturante. Já a classificação de tipo A, B ou C é feita de acordo com a flexibilidade à baixa temperatura da manta, relacionada diretamente com o tipo de massa asfáltica.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Baseado nas recomendações da Norma de execução de impermeabilização – ABNT – NBR 9574 (2008) e no manual técnico do fabricante das amostradas utilizadas na pesquisa, são apresentados a seguir os procedimentos adotados para preparação das amostras e execução dos ensaios. As amostras de mantas utilizadas são do tipo II (estruturante poliéster) e massa asfáltica C, conforme classificação da ABNT – NBR 9952(2014).

A pesquisa foi realizada em laboratório através de protótipos que simulam um sistema completo (base, regularização, primer e manta), conforme apresentado na figura 2:

Figura 2 – Protótipo utilizado



Fonte: Maressa, 2016

O sistema foi aplicado sobre 24 placas de substrato padrão confeccionadas conforme ABNT - NBR 14082 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Execução de substrato-padrão e aplicação de argamassa para ensaio (2004) por laboratório terceiro. Conforme prescrito na ABNT, NBR 9574

(2008) para aplicação do sistema foi feita regularização da superfície com argamassa de cimento e areia no traço em volume 1:3 sobre chapisco "vassourado" e aditivado com adesivo polimérico.

Para verificação da influência da umidade, o sistema de manta asfáltica foi aplicado em placas com idades da regularização de 1,2,3 e 7 dias. Como referência foi aplicado também em placas totalmente secas (0%w) e totalmente saturadas (100%w).

Após a regularização, aplicou-se o sistema de impermeabilização conforme recomendação do fabricante, nas respectivas idades. A aplicação foi iniciada pelo primer, sendo aplicado com consumo de 0,400L/m², conforme manual técnico do fabricante, e aguardando-se período de secagem mínima de 6 horas. Foram aplicados sistema com primer base água em 12 placas e sistema com base solvente nas 12 placas remanescentes.

Após secagem do primer, a manta foi colada com maçarico tomando-se o cuidado de manter a chama adequada e verificando-se o encolhimento do filme de polietileno para colagem adequada no substrato.

Figura 3: Regularização e aplicação do sistema de manta nas placas



Fonte: Maressa, 2016

Para aferição da umidade superficial, foi regularizada uma placa de substrato padrão com as mesmas características e curada nas mesmas condições das placas do ensaio. Para cada idade, antes da aplicação do sistema, foi coletado uma amostra da placa, pesada e colocada em estufa por quatro horas.

Figura 4: Placa para aferição de umidade



Fonte: Maressa, 2016

Após este período foi feito novamente a pesagem para cálculo da umidade, conforme equação abaixo:

$$W = [(P_{sat} - P_{sec}) / P_{sat}] * 100$$

Onde:

P_{sat} = Peso da amostra com umidade (g)

P_{sec} = Peso da amostra após secagem em estufa (g)

Posteriormente à aferição da umidade superficial e aplicação dos sistemas, as amostras foram submetidas a testes de estanqueidade e de aderência. Neste artigo, em função do tema abordado, será detalhado o programa experimental e resultados obtidos bem como pontos relevantes para o ensaio de aderência. O ensaio de aderência foi adaptado da ABNT - NBR 13528 (2010). Para execução do teste, o filme de polietileno foi extinguido e o corte foi feito com auxílio de serra copo de bancada de baixa rotação. Após os cortes, as pastilhas foram coladas com adesivo epóxi de alta viscosidade e aguardou-se o tempo de secagem do adesivo para início do ensaio, conforme apresentado na figura 5:

Figura 5: Preparo para teste de aderência



Fonte: Maressa, 2016

Após secagem do adesivo, conforme recomendação do fabricante, iniciou-se os testes de aderência com dinamômetro de tração da marca SOLOTEST, com precisão de $\pm 1\%$ e capacidade de carga de 5000N conforme apresentado da figura 6:

Figura 6: Execução de teste de aderência



Fonte: Maressa, 2016

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir são apresentados resultados dos testes de aderência.

3.1 Sistema de manta asfáltica com primer base solvente

Abaixo apresenta-se os resultados obtidos nos testes de aderência dos sistemas de manta asfáltica com primer base solvente:

Tabela 3 – Resultados obtidos no sistema com primer solvente – Amostras 1 dia

PRIMER SOLVENTE					
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)		Forma de Ruptura
1 DIA	1	553	0,19558372		60% primer / 40% Manta
	2	797	0,281881057		Cola
	3	405	0,143239433		60% manta / 40% primer
	4	449	0,158801248		60% manta e primer / 40% manta
	5	961	0,339884185		70% manta 30% manta e primer
	6	1009	0,356860711		70% manta 30% manta e primer
	7	625	0,221048508		80% primer / 20% manta
	8	1092	0,386215953		80% primer / 20% manta
Média		727,71	0,257		
DP			0,00874		
Umidade			4,96%		

Tabela 4 – Resultados obtidos no sistema com primer solvente – Amostras 2 dias

PRIMER SOLVENTE				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
2 DIAS	1	832	0,294259773	100% manta
	2	887	0,313712042	80% manta / 20% primer
	3	845	0,298857582	80% manta e 20% primer
	4	655	0,231658836	80% primer / 20% manta
	5	454	0,160569636	60% primer 40% manta
	6	595	0,210438179	70% primer / 30% manta
	7	698	0,246866973	50% manta / 30% manta e primer / 20% primer
	8	722	0,255355236	90% manta / 10% primer
Média		711,00	0,251	
DP			0,00181	
Umidade			4,50%	

Tabela 5 – Resultados obtidos no sistema com primer solvente – Amostras 3 dias

PRIMER SOLVENTE				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
3 DIAS	1	698	0,246866973	100% manta
	2	609	0,215389666	98% manta / 2% manta e primer
	3	544	0,192400621	70% manta e primer / 30% manta
	4	240	0,084882627	80% manta / 20% primer
	5	949	0,335640054	98% manta e primer / 2% manta
	6	1032	0,364995296	80% manta / 20% manta e primer
	7	786	0,277990603	85% manta e primer / 10% primer/5% manta
	8	882	0,311943654	75% manta / 25% primer
Média		717,50	0,254	
DP			0,00692	
Umidade			3,90%	

Tabela 6 – Resultados obtidos no sistema com primer solvente – Amostras 7 dias

PRIMER SOLVENTE				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
7 DIAS	1	752	0,265965564	80% manta e primer / 20% primer
	2	784	0,277283248	80% manta / 20% primer
	3	758	0,26808763	50% manta / 50% primer
	4	885	0,313004687	90% manta / 10% primer
	5	786	0,277990603	60% primer / 40% manta
	6	695	0,245805941	80% manta e primer / 20% primer
	7	640	0,226353672	80% primer / 20% manta
Média		757,14	0,268	
DP			0,00951	
Umidade			3,15%	

Tabela 7 – Resultados obtidos no sistema com primer solvente – Amostras 0% W

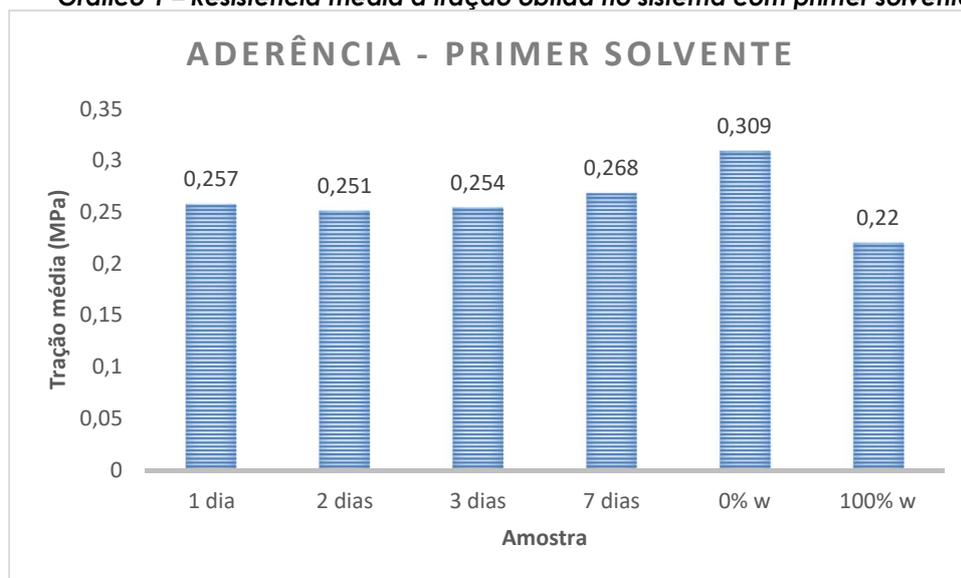
PRIMER SOLVENTE				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
0%W	1	800	0,28294209	90% manta / 5% promer / 5% primer e manta
	2	1064	0,37631298	50% manta / 30% primer / 20% manta e primer
	3	811	0,286832544	80% manta / 15% primer / 5% manta e primer
	4	876	0,309821588	80% manta / 15% primer / 5% manta e primer
	5	893	0,315834108	80% manta / 20% primer
	6	862	0,304870102	70% manta / 20% primer / 10% manta e primer
	7	829	0,293198741	80% manta / 20% primer
	8	845	0,298857582	100% manta
Média		766,88	0,309	
DP			0,00019	
Umidade			0,00%	

Tabela 8 – Resultados obtidos no sistema com primer solvente – Amostras 100% W

PRIMER SOLVENTE				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
100%W	1	786	0,277990603	100% manta
	2	685	0,242269164	60% manta / 40% primer e manta
	3	968	0,342359929	80% manta / 20% manta e primer
	4	411	0,145361499	98% manta / 2% manta e primer
	5	261	0,092309857	100% primer e manta
	6	354	0,125201875	60% manta / 40% manta e primer
	7	701	0,247928006	100% primer e manta
	8	802	0,283649445	90% primer e manta / 10% manta
Média		520,75	0,220	
DP			0,00675	
Umidade			Aprox 100%	

A seguir apresenta-se o gráfico 1 com as resistências médias de aderência obtidas no sistema de manta asfáltica com primer base solvente:

Gráfico 1 – Resistência média à tração obtida no sistema com primer solvente



É possível observar, através do gráfico 1, um acréscimo da resistência de aderência nas placas com menor umidade. No teste observou-se também a forma de ruptura do sistema com o primer solvente. Mesmo nas placas com maior umidade superficial,

a forma de ruptura predominante é na manta asfáltica, conforme apresentado nas figuras 7 e 8:

Figura 7: Forma de ruptura das amostras de 1,2 e 3 dias



Fonte: Maressa, 2016

Figura 8: Forma de ruptura das amostras de 7 dias, 0%w e 100%w



Fonte: Maressa, 2016

Os pontos de sobreposição do sistema com primer solvente apresentaram o mesmo comportamento com relação à tensão e forma de ruptura.

3.2 Sistema de manta asfáltica com primer base água

Abaixo apresenta-se os resultados obtidos nos testes de aderência dos sistemas de manta asfáltica com primer base água:

Tabela 9 – Resultados obtidos no sistema com primer água – Amostras 1 dia

PRIMER ÁGUA				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
1 DIA	1	731	0,258538335	95% manta e primer / 5% primer
	2	829	0,293198741	98% manta e primer / 2% primer
	3	416	0,147129887	100% Manta e primer
	4	483	0,170826287	98% manta e primer / 2% primer
	5	505	0,178607194	100% manta e primer
	6	315	0,111408448	100% manta e primer
	7	600	0,212206567	98% manta e primer / 2% primer
	8	427	0,15102034	100% manta e primer
Média		496,71	0,190	
DP			0,00323	
Umidade			4,96%	

Tabela 10 – Resultados obtidos no sistema com primer água – Amostras 2 dias

PRIMER ÁGUA				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
2 DIAS	1	578	0,20442566	90% manta e primer / 10% primer
	2	435	0,153849761	80% manta e primer / 20% primer
	3	379	0,134043815	80% manta e primer / 20% primer
	4	377	0,13333646	80% manta e primer / 20% primer
	5	574	0,203010949	100% manta e primer
	6	456	0,161276991	100% manta e primer
	7	328	0,116006257	100% manta e primer
	8	306	0,108225349	100% manta e primer
Média		429,13	0,152	
DP			0,00117	
Umidade			4,50%	

Tabela 11 – Resultados obtidos no sistema com primer água – Amostras 3 dias

PRIMER ÁGUA				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
3 DIAS	1	580	0,205133015	98% manta e primer / 2% manta
	2	537	0,189924878	80% manta / 20% manta e primer
	3	784	0,277283248	85% manta e primer / 10% primer/5% manta
	4	815	0,288247254	75% manta / 25% primer
	5	750	0,265258209	70% manta e primer / 10% primer / 20% manta
	6	693	0,245098585	55% manta e primer / 45% manta
	7	781	0,276222215	55% manta / 45% manta e primer
	8	830	0,293552418	90% manta e primer / 10% manta
Média		721,25	0,255	
DP			0,00131	
Umidade			3,90%	

Tabela 12 – Resultados obtidos no sistema com primer água – Amostras 7 dias

PRIMER ÁGUA				
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Forma de Ruptura
7 DIAS	1	788	0,278697959	70% primer / 30% manta e primer
	2	615	0,217511732	50% manta e primer / 50% primer
	3	859	0,303809069	90% manta e primer / 10% primer
	4	799	0,282588412	50% primer / 30% manta e primer / 20% manta
	5	650	0,229890448	100% manta e primer
	6	546	0,193107976	80% primer / 20% manta e primer
	7	587	0,207608758	60% manta / 40% manta e primer
	8	1006	0,355799678	80% primer/ 20% manta
Média		731,25	0,259	
DP			0,00273	
Umidade			3,15%	

Tabela 13 – Resultados obtidos no sistema com primer água – Amostras 0%w

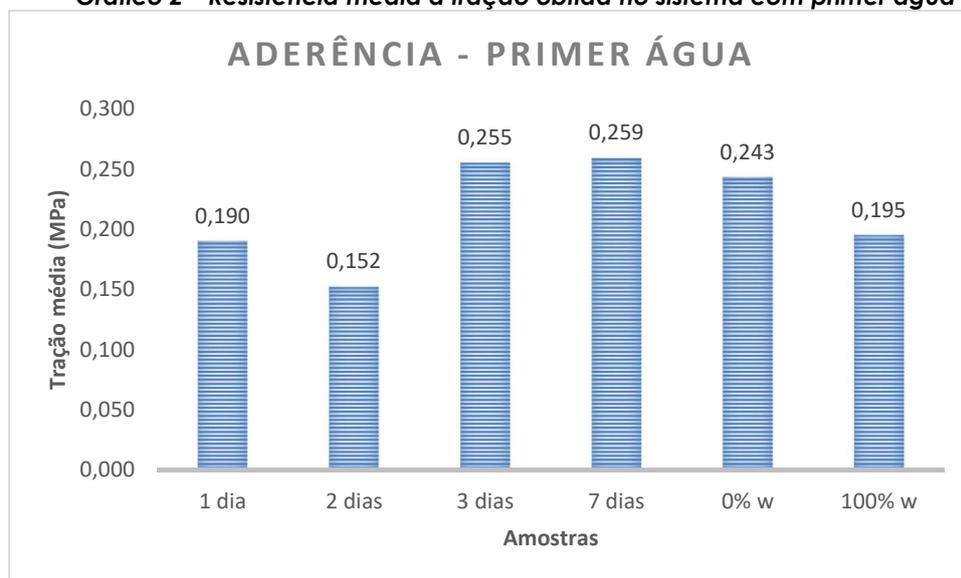
PRIMER ÁGUA					
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)		Forma de Ruptura
0%W	1	610	0,215743344		90% primer / 10% manta e primer
	2	550	0,194522687		85% manta e primer / 15% primer
	3	685	0,242269164		70% manta e primer / 30% primer
	4	732	0,258892012		70% primer / 30% manta e primer
	5	935	0,330688568		80% manta / 10% primer / 10% manta e primer
	6	910	0,321846627		90% manta e primer / 10% primer
	7	545	0,192754299		80% manta e primer / 10% primer / 10% MANTA
	8	525	0,185680746		90% manta e primer / 10% primer
Média		620,88	0,243		
DP			0,00288		
Umidade			0,00%		

Tabela 14 – Resultados obtidos no sistema com primer água – Amostras 100%w

PRIMER ÁGUA					
Amostras	Corpo de prova	Carga (kN)	Resistência de aderência à tração (MPa)		Forma de Ruptura
100%W	1	723	0,255708914		100% primer e manta
	2	618	0,218572764		60% manta / 40% manta e primer
	3	432	0,152788729		100% primer e manta
	4	293	0,10362754		90% primer e manta / 10% manta
	5	705	0,249342717		100% primer e manta
	6	682	0,241208132		100% primer e manta
	7	502	0,177546161		100% primer e manta
	8	455	0,160923314		100% primer e manta
Média		494,38	0,195		
DP			0,00262		
Umidade			Aprox 100%		

A seguir apresenta-se o gráfico 2 com as resistências médias de aderência obtidas no sistema de manta asfáltica com primer base água:

Gráfico 2 – Resistência média à tração obtida no sistema com primer água



É possível observar, através do gráfico 2, que há um acréscimo de resistência em amostras com menor umidade superficial, entretanto, entre as idades de 3 e 7 dias não houve uma diferença significativa para o sistema com primer base água. Observou-se também a forma de ruptura do sistema com primer água. Diferentemente do sistema com primer solvente, o rompimento predominante é na interface manta/primer conforme apresentado nas figuras 09 e 10:

Figura 09: Forma de ruptura das amostras de 1,2 e 3 dias



Fonte: Maressa, 2016

Observa-se ainda que nas amostras com menor umidade superficial, mesmo com pouca diferença na resistência, há alteração significativa na forma de ruptura como pode ser observado na figura 10 na ruptura das amostras de 7 dias e 0% W. Estas amostras já apresentam rompimento no primer e em menor proporção na manta.

Figura 10: Forma de ruptura das amostras de 7 dias, 0%w e 100%w



Fonte: Maressa, 2016

Os pontos de sobreposição do sistema com primer água apresentaram o mesmo comportamento com relação à tensão e forma de ruptura.

3.3 Parâmetros de referência

Atualmente não há uma metodologia específica definida para ensaios de aderência em sistemas de impermeabilização com manta asfáltica, bem como parâmetros de referência com relação aos valores. Entretanto alguns fabricantes de mantas asfálticas estabelecem, com base em experiência de mercado e histórico de obras, alguns valores internos de referência. O Engº Anderson Oliveira - Coordenador da SIKA, por exemplo, cita como parâmetro interno resistência mínima de aderência de 0,1MPa para sistemas de mantas asfálticas.

A ABNT NBR 15575 Edificações Habitacionais - Desempenho(2013) cita ainda, no item 7.1.2.1, que no caso de sistemas de impermeabilização para coberturas com mantas ou membranas totalmente aderidas ao substrato e expostas às intempéries (sem proteção mecânica), a resistência mínima de aderência à tração deve ser de 0,2 MPa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos resultados obtidos, considera-se que o objetivo da pesquisa de verificar a influência da umidade no desempenho de sistema de manta asfáltica aderida à maçarico foi atingido e pôde-se observar que:

- a) O sistema com primer base água sofre influência da umidade superficial com relação à resistência de aderência à tração e forma de ruptura - pôde-se observar o rompimento total na interface entre primer e manta nas amostras com maior umidade superficial na maior parte dos pontos analisados;
- b) O sistema com primer base solvente não sofre influência significativa da umidade superficial - apresentou melhor desempenho com relação à resistência de aderência à tração (pequeno acréscimo nas placas de menor umidade superficial) e forma de aderência entre as camadas;
- c) Para as idades de 3 e 7 dias, com relação à resistência de aderência (MPa), não há diferença significativa entre os sistemas com primer água e primer solvente;
- d) Embora não se tenha parâmetros de valores de resistência de aderência à tração de sistemas de mantas asfálticas definidos por normas, verificou-se que ambos os sistemas, com primer base água e base solvente, superaram em todas as idades a resistência mínima adotada como valor de referência interno de um fabricante. (0,1MPa).

Para verificação dos resultados obtidos, foi feito para ambos os sistemas um estudo estatístico através do método de Análise de Variância (ANOVA), confirmando assim as considerações descritas nos itens **a** e **b**.

AGRADECIMENTOS

Aos amigos Ricardo, Thiago, Izaias e Leonardo que em todo o momento incentivaram e contribuíram de forma extraordinária para realização da pesquisa;

À Universidade São Judas por fornecer toda a estrutura necessária para execução do programa experimental;

Ao professor Dr. Flávio Maranhão pelas orientações e suporte durante desenvolvimento da pesquisa;

À Sra Heloisa e à Concremat que patrocinou todos os ensaios de caracterização das amostras;

Aos coordenadores do Instituto IDD/SP Ricardo e André pelo incentivo e orientações;

À Viapol pelas amostras cedidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574 – Execução de Impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.

NETO, A.C.D. **Impermeabilização Flexível**. Construção Mercado – Negócios de Incorporação e Construção. São Paulo: PINI, 2004. Disponível em <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/156/falta-de-informacao-sobre-comportamento-e-desempenho-dos-materiais-alem-315974-1.aspx> . Acesso em 14/02/2016 às 18:30h.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528 – Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro, 2010.

MELLO, L.S.L. **Impermeabilização – materiais, procedimentos e desempenho.** TCC (Graduação de Engenharia civil com ênfase Ambiental) Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e projeto.** Rio de Janeiro, 2010.

STORTE, M. **Apostila de Impermeabilização.** São Paulo: Notas de aula, 2015.

PEZZOLO, V. **Impermeabilização com manta asfáltica.** Disponível em www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/127/artigo64518-1.asp. Acesso em 09/02/2016 às 18h.

CUNHA, A. G.; NEUMAN, W. **Manual de Impermeabilização e isolamento térmico como projetar e executar.** Texsa, 1979.

GRANATO, J. E. **Tipos e Sistemas de Impermeabilização.** Notas de Aula (Pós-Graduação em Tecnologia da Impermeabilização) - Instituto IDD - São Paulo, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952 – Manta asfáltica para impermeabilização.** Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14082 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Execução de substrato-padrão e aplicação de argamassa para ensaio.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 - Edificações habitacionais – Desempenho.** Rio de Janeiro, 2013.



Instituto de
Impermeabilização

<http://ibibrasil.org.br/>