

CONTROLE TECNOLÓGICO

Anderson Mendes de Oliveira; José Leonel Alves dos Santos

Sika Química Ltda.
Rodovia Marechal Rondon, km 303,5
CEP 18985-900 Lençóis Paulista SP

1. RESUMO

A utilização de metodologias de controle tecnológico é importante para garantir a conformidade necessária nas obras com finalidade de assegurar a qualidade do serviço ou produto. Quando se fala em impermeabilização as normas técnicas de produtos tecem diversos ensaios realizados nos produtos nos processos de fabricação, buscando fornecer produtos que atendam as normas técnicas. Entretanto nas obras esta realidade ainda é pouco comum.

Atualmente, com a exigência cada vez maior por parte dos consumidores, as empresas buscam garantir o melhor desempenho da impermeabilização. Isto é possível, devido aos avanços tecnológicos que permitem levar para as obras alguns ensaios básicos realizados como forma de assegurar a qualidade final da impermeabilização.

Neste trabalho abordaremos ensaios realizados em diversas obras onde as construtoras, com a utilização de equipamentos de laboratórios móveis adotaram procedimentos para realizar in loco, ensaios básicos, como tração nas emendas, aderência, espessura, etc..

Ampliando assim o espectro do controle de qualidade além das fábricas, assegurando que as demais interfaces do processo sigam os procedimentos e recomendações de projeto e normas vigentes.

PALAVRA CHAVE: Desempenho, Ensaios, Impermeabilizante, manta asfáltica.

2. INTRODUÇÃO

A Cadeia da Construção Civil é um dos mais importantes setores econômicos brasileiros. Além da importância econômica, a atividade da construção civil no país tem relevante papel social, pois se relaciona também ao elevado déficit habitacional no Brasil, chegando a 6,940 milhões de moradias, sendo 85% delas em área urbana, segundo dados da Pesquisa Déficit Habitacional Municipal no Brasil 2010 realizada pela Fundação João Pinheiro, em parceria com o Ministério das Cidades. A maior parte das famílias que necessitam de novas residências concentra-se em famílias com renda de até cinco salários mínimos, que representa 96,3% do total (FJP, 2006).

O grande desafio que se coloca na gestão de empreendimentos habitacionais, portanto, é a necessidade de se construir um grande número de unidades a um baixo custo, com o mínimo de desperdício, boa qualidade construtiva, em curto espaço de tempo e que

sejam atendidos adequadamente pelos serviços básicos de infraestrutura (ABIKO, 1995).

Segundo Abiko e Ornstein (2002), a melhoria da qualidade das edificações e o incremento da produtividade, dada a importância do setor, podem ser alcançados por meio do desenvolvimento de planos organizacionais e inovações tecnológicas.

A impermeabilização, como um setor da engenharia destinada a tornar estanques as estruturas e garantir a proteção do patrimônio contra a ação deletéria da água e da umidade, tem um importante papel na durabilidade e vida útil do empreendimento.

Entretanto a impermeabilização costuma ser avaliada apenas em duas fases, na manufatura (fabricante), que avalia cada produto frente às normas técnicas específicas de cada produto, e na obra quanto a estanqueidade do sistema já aplicado. Importante lembrar que estes testes não asseguram a qualidade do serviço executado, e podem falsear o resultado mostrando uma estanqueidade imediata, porém a má qualidade da execução pode fazer com que esta impermeabilidade tenha uma vida útil curta.

Desta forma, é indispensável o profundo conhecimento e aplicação das metodologias e do controle na execução dos serviços de aplicação, com o objetivo de garantir a segurança e a viabilidade técnico-econômica dos projetos.

Neste contexto, o presente trabalho, se propõe demonstrar através de um estudo de caso, técnicas para avaliação *in loco*, através de ensaios e utilização de equipamentos para avaliação da qualidade do serviço executado, durante a fase de aplicação do sistema impermeabilizante.

3. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar elementos e técnicas que contribuam para um diagnóstico capaz evitar futuras patologias, durante a execução da obra e não apenas após o serviço estar pronto, permitindo assim que o empreiteiro/aplicador possa identificar e corrigir possíveis falhas na aplicação antes mesmo do teste de estanqueidade, que normalmente é realizado quando a impermeabilização da área está pronta.

4. METODOLOGIA

Inicialmente procedeu-se uma revisão bibliográfica, de modo a fornecer as bases teóricas para a condução da pesquisa. Nesta etapa foram consultados artigos, normas técnicas, dissertações, livros e sites da internet, tanto nacionais como internacionais. Os temas pesquisados dizem respeito a valores de referência, quando não existentes nas normas brasileiras, a metodologias disponíveis e técnicas de avaliação.

5. CONTEXTUALIZAÇÃO

O setor da construção civil desde os primórdios exerce um papel importantíssimo na concepção da própria sociedade. Desde a utilização do espaço geográfico, a fixação do

homem no mesmo, a exploração do espaço e da habitação como elemento renda e investimento. Desde os primórdios o fato de “ter posses” dá ao indivíduo à condição de poder.

Nos últimos anos, a política econômica brasileira e os subsídios para aquisição de moradia acabaram por gerar um grande desenvolvimento imobiliário, movimentando a indústria da construção. Foi um momento onde pequenas construtoras cresceram médias tornaram-se grandes e grandes foram para o mercado de ações, formaram joint ventures, aquisições, etc.

Neste cenário de busca por captar clientes ou investidores as empresas partiram para técnicas de construções rápidas, baratas. Neste mesmo período surgiu a **ABNT NBR 15575** buscando garantir requisitos mínimos de desempenho nas construções. Nesta busca por qualidade e desempenho, as empresas construtoras procuram tecnologias e investem em sistemas de controle e monitoramento a fim de reduzir o índice de patologias.

Na impermeabilização, existem vários sistemas e produtos, a maioria tem desempenhos mensurados ou determinados por normas da ABNT. As normas de produtos focam no controle de qualidade na manufatura, ou seja, no processo de fabricação e desempenho de produtos. Entretanto, o desempenho do produto em laboratório, com consumo controlado e aplicado corretamente é uma realidade por vezes distante das obras. Entendendo que parte da responsabilidade pelo desempenho do sistema impermeabilizante depende da forma de aplicação e as demais etapas posteriores, regularização e proteção, existe a necessidade de avaliações no decorrer da obra para monitorar e garantir que os resultados in loco atendem às especificações de projeto. Estes controles tecnológicos são cada vez mais frequentes em obras de todo o país quando existe a busca pela excelência da qualidade da obra.

Este trabalho foca na necessidade de realização de estudos nas mensurações qualitativas das aplicações com mantas asfálticas sejam mantas aplicadas com maçarico ou com asfalto a quente, buscando mostrar técnicas que podem ser utilizadas na obra como controle tecnológico, com objetivo de validar a aplicação durante a execução do sistema impermeabilizante. Foram realizados ensaios de aderência da manta asfáltica ao substrato, espessura da manta asfáltica, tração nas emendas entre mantas asfálticas já aplicadas, etc.

Apesar de este trabalho representar procedimentos de controle tecnológico realizados em diversas obras pelo país. Neste apresentaremos o estudo de caso de uma das visitas de monitoramento realizada no Edifício Comercial Capri da Sinco Engenharia Ltda. na cidade de São Paulo.

6. ENSAIOS

Para a realização dos ensaios foram usados os seguintes equipamentos:

- Dinamômetro portátil;
- Aparato para o rasgamento;
- Dinamômetro de tração para teste de arrancamento.



1- Dinamômetro portátil



2- Aparatos para rasgamento



3- Dinamômetro de tração

O procedimento de análise inclui coletar amostras da manta asfáltica no estoque da obra e amostras da manta asfáltica já aplicada, e realização os seguintes ensaios:

- Resistência à tração e alongamento;
- Resistência ao rasgo;
- Resistência à tração da emenda;
- Aderência da manta no substrato;
- Espessura.

Todos os ensaios foram realizados de acordo com a norma **ABNT NBR 9952:2014 Manta asfáltica para impermeabilização** e **ABNT NBR 13528:2010 Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – determinação da resistência de aderência à tração**.

A norma **ABNT NBR 9952:2014 Manta asfáltica para impermeabilização** estabelece os requisitos mínimo necessários para aceitação de mantas asfálticas, bem como estabelece os métodos de ensaio para verificação destes requisitos.

As mantas asfálticas são classificadas de acordo com a tração e alongamento em Tipos I, II, III e IV e flexibilidade a baixa temperatura como Classe A, B e C.

Requisitos da norma ABNT NBR 9952:2014.

Tabela 1 –Parâmetros de ensaio

Ensaio		Unidade	Tipos			
			I	II	III	IV
1. Espessura (mínimo)		mm	3 mm	3 mm	3 mm	4 mm
2. Resistência à tração e alongamento na	Tração	N	80	180	400	550
	Alongamento	%	2	2	30	35
3 Absorção d'água – Variação em massa		%	1,5	1,5	1,5	1,5
4. Flexibilidade à baixa temperatura	Classe	A	- 10	- 10	- 10	- 10
		B	- 5	- 5	- 5	- 5
		C	0	0	0	0
5. Resistência ao impacto 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	Os corpos-de-prova, após ensaio, não devem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação.				
	Mantas asfálticas protegidas ou auto protegidas					
9. Flexibilidade após envelhecimento acelerado	Classe	A	0	0	0	0
		B	5	5	5	5
		C	10	10	10	10
10. Estanqueidade (mínimo)		mca	5	10	15	20
11. Resistência ao rasgo – Carga máxima (mínimo)		N	50	100	120	140

6.1. Amostra do estoque.

Os ensaios foram realizados em obras da Construtora Sinco e em outras obras pelo Brasil e seguiram os procedimentos abaixo descritos.

Foi coletada uma amostra do estoque de manta asfáltica do fabricante A Tipo III 4 mm Classe A, lote 2040594, data de fabricação 11/12/2014.

6.2. Manta do estoque.

Foram realizados os ensaios de resistência à tração e alongamento, resistência ao rasgo e espessura.

Os ensaios foram realizados conforme a metodologia da norma **ABNT NBR 9952:2014 Manta asfáltica para impermeabilização.**

6.3. Resistência à tração e alongamento.

Este método baseia-se na deformação por tração, a velocidade constante, considerando-se a medida da carga e do alongamento no momento da ruptura.

6.3.1. Corpos de prova:

Foram ensaiados nove corpos de prova com dimensões de 50 mm x 300 mm nos sentidos longitudinal e transversal



4- Preparação dos corpos de prova



5- Execução do ensaio resistência à tração e alongamento

6.3.2. Resultados

Os resultados foram apresentados da seguinte forma

Resistência à tração e alongamento.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de tração para manta aplicada a maçarico

Corpo de Prova	Transversal				Longitudinal			
	Resistência à tração- N		Alongamento		Resistência à tração- N		Alongamento	
	Especificação	Resultado	Especificação	Resultado	Especificação	Resultado	Especificação	Resultado
1	Mínimo 400	505,4	Mínimo 30	52,1	Mínimo 400	890,59	Mínimo 30	47,85
2	Mínimo 400	473	Mínimo 30	54,2	Mínimo 400	896,75	Mínimo 30	53,1
3	Mínimo 400	498,2	Mínimo 30	43,2	Mínimo 400	845,82	Mínimo 30	51,45
4	Mínimo 400	459,1	Mínimo 30	49,35	Mínimo 400	737,31	Mínimo 30	46,2
5	Mínimo 400	486,8	Mínimo 30	42,75	Mínimo 400	799,55	Mínimo 30	46,5
6	Mínimo 400	503,3	Mínimo 30	46,5	Mínimo 400	936,1	Mínimo 30	55,35
7	Mínimo 400	486,3	Mínimo 30	47	Mínimo 400	905,23	Mínimo 30	54,3
8	Mínimo 400	487,2	Mínimo 30	50,85	Mínimo 400	835,04	Mínimo 30	49,95
9	Mínimo 400	457,2	Mínimo 30	42,75	Mínimo 400	711,07	Mínimo 30	41,85
Valor Médio	Mínimo 400	484,06	Mínimo 30	48,05	Mínimo 400	839,72	Mínimo 30	49,62

Tabela 3 – Resultados do ensaio de tração e para manta aderida com asfalto

Corpo de Prova	Transversal				Longitudinal			
	Resistência à tração- N		Alongamento		Resistência à tração- N		Alongamento	
	Especificação	Resultado	Especificação	Resultado	Especificação	Resultado	Especificação	Resultado
1	Mínimo 400	706,71	Mínimo 35	64,35	Mínimo 400	873,6	Mínimo 35	63,75
2	Mínimo 400	688,71	Mínimo 35	61,95	Mínimo 400	852,01	Mínimo 35	60,3
3	Mínimo 400	705,68	Mínimo 35	61,05	Mínimo 400	898,58	Mínimo 35	57,45
4	Mínimo 400	756,37	Mínimo 35	70,65	Mínimo 400	888,27	Mínimo 35	64,05
5	Mínimo 400	673,81	Mínimo 35	59,1	Mínimo 400	859,23	Mínimo 35	55,05
6	Mínimo 400	720,35	Mínimo 35	68,85	Mínimo 400	856,13	Mínimo 35	56,85
7	Mínimo 400	746,06	Mínimo 35	67,95	Mínimo 400	898,08	Mínimo 35	61,65
8	Mínimo 400	733,72	Mínimo 35	67,05	Mínimo 400	970,06	Mínimo 35	59,55
9	Mínimo 400	699,02	Mínimo 35	61,2	Mínimo 401	899,5	Mínimo 35	60,45
Valor Médio		714,49		64,68		888,38		59,90

6.4. Resistência ao Rasgo:

Este ensaio é para determinar a resistência na carga máxima ao rasgamento de uma manta asfáltica.

6.4.1. Corpos de prova

Foram ensaiados 4 corpos de prova com dimensões de 50 mm x 250 mm nos sentido longitudinal e transversal.



6- Execução do ensaio

6.4.2. Resultados

Tabela 4– Resultados do ensaio de rasgamento

Corpo de Prova	Transversal		Longitudinal	
	Especificação	Resistência ao Rasgo	Especificação	Resistência ao Rasgo
1	Mínimo 120	192	Mínimo 120	203
2	Mínimo 120	184	Mínimo 120	182
3	Mínimo 120	194	Mínimo 120	191
4	Mínimo 120	187	Mínimo 120	157
Valor Médio	Mínimo 120	189,25	Mínimo 120	183,25

6.5. Espessura:

Nas amostras retiradas foi feito a determinação da espessura em diversos pontos.

Tabela 5– Resultados do ensaio de espessura

Ensaio	Especificação -mm	Espessura - mm
Espessura mínima	Mínimo 4	4,01
Espessura máxima	Mínimo 4	4,06
Espessura media	Mínimo 4	4,03

6.6. Ensaio sobre a manta aplicada.

A norma **ABNT NBR 9952:2014 - Manta asfáltica para impermeabilização** prescreve no item 5.2.3 que o ensaio de tração executado sobre a emenda deve apresentar resultado igual ou superior ao especificado na tabela 1 da norma, para o tipo de manta asfáltica utilizada.

Foram ensaiados nove corpos de prova com dimensões de 50 mm x 300 mm, com a emenda da manta localizada no centro do corpo de prova.



7- Execução do ensaio - Resistência à tração na emenda

6.6.1. Resultados

Tabela 6– Resultados do ensaio de tração na manta aplicada

Corpo de prova	Especificação	Resistência à tração- N
1	Mínimo 400	776,20
2	Mínimo 400	771,30
3	Mínimo 400	869,90
4	Mínimo 400	838,50

5	Mínimo 400	797,20
6	Mínimo 400	805,30
7	Mínimo 400	771,10
8	Mínimo 400	753,70
9	Mínimo 400	769,10
Valor médio	Mínimo 400	794,70

6.7. Aderência sobre o substrato

Como a norma **ABNT NBR 9952:2014 - Manta asfáltica para impermeabilização** não prescreve ensaio específico para determinação de aderência da manta no substrato, o ensaio utilizado para avaliação da aderência foi baseado na norma **ABNT NBR 13528:2010 Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração**.

Para a realização do ensaio de resistência de aderência à tração uma pastilha metálica circular com (50 ± 1) mm de diâmetro é colada com uso de adesivo epóxi na manta asfáltica aplicada, após a secagem do adesivo é tracionado com equipamento de tração, este equipamento permite a aplicação contínua de carga e é dotada de dispositivo para leitura de carga, a aplicação da carga é centrada e ortogonal ao plano do revestimento a unidade de medida é Megapascal (MPa).

A manta asfáltica aplicada foi perfurada até o substrato com uma serra copo aquecida, em seguida foi aderido uma pastilha metálica com 50 mm de diâmetro.



8- Perfuração da manta para colagem da pastilha



9- Ensaio de resistência de aderência à tração

6.7.1. Resultado de ensaio.

Abaixo a tabela com os valores encontrados durante os ensaios

Tabela 7– Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração

Ensaio	Resistência de aderência à tração MPa	Forma de ruptura
01	0,248	Substrato
02	0,298	Primer
03	0,155	Substrato
04	0,267	Substrato

7. CONCLUSÃO

O controle tecnológico é uma rotina da obra quando se fala de concreto, terraplenagens, etc. E garante a qualidade da execução durante a própria execução. Entretanto na impermeabilização este procedimento ainda não é comum. Naturalmente, em obras de maior cunho técnico, essa prática está se tornando mais frequente devido a utilização de novos equipamentos desenvolvidos para tal finalidade.

Com as avaliações realizadas em campo é possível aferir se os resultados estão de acordo com as especificações, permitindo ao projetista e a obra ajustes ou alterações em metodologias executivas ou mudanças de sistemas durante a obra, buscando implementar e melhorar o desempenho.

O controle tecnológico em obra permite avaliações quase simultâneas à aplicação tendo um importante papel no desempenho e na expectativa de vida útil do sistema impermeabilizante.

Durante as avaliações realizadas em outras obras, percebemos que no ensaio de arrancamento a maioria dos pontos de ruptura ocorria no substrato, esta estatística se repete na obra deste estudo. Sob este aspecto, devemos interpretar que ao realizar o ensaio de arrancamento o ponto de ruptura é a interface de menor coesão, portanto uma ruptura no substrato indica que a força de aderência entre os elementos está maior que a coesão entre as partículas do próprio substrato. Desta forma o substrato passa a ter um importante papel no sistema impermeabilizante.

Propomos com este trabalho que antes da realização de qualquer serviço de impermeabilização deva ser realizado o teste de arrancamento como forma de mensurar esta coesão minimizando problemas futuros.

8. BIBLIOGRAFIA

ABIKO, A. K; ORNSTEIN, S. W. Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social. São Paulo: FAUUSP, 2002. (Coletânea Habitare/FINEP, 1) 373p.

ABIKO, A. K. Introdução à gestão habitacional. EPUSP, 1995. 31p. Texto Técnico – Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12

FJP - Fundação Joao Pinheiro. Centro de Estatística e Informações. Déficit habitacional no Brasil 2005. Belo Horizonte, 2006. 120p.