



15º Simpósio Brasileiro
de Impermeabilização 2018



Instituto de
Impermeabilização

ANAIS DO 15º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

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

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS DE MEMBRANA DE POLIURETANO X MANTAS ASFÁLTICAS PARA ÁREAS DE ESTACIONAMENTOS

SONCINI, Alexandre

Engenheiro Civil

Detalhes Serviços Técnicos

Arujá, SP

alexandre@detalhesimper.com.br

MENEZES, Maressa

Eng^a Civil, Graduação em Eng^a de Materiais

Impersolutions Projetos, Pesquisa e Consult.

Mogi das Cruzes, SP

maressa.menezes@impersolutions.com.br

RESUMO

Os sistemas de membranas de poliuretano para áreas com tráfego vêm ganhando cada vez mais espaço no mercado de impermeabilização. Dentre as vantagens deste sistema podemos citar a aplicação à frio, menor sobrecarga nas estruturas, fácil manutenção e a dispensa da proteção mecânica. O sistema apresenta flexibilidade para acomodar movimentações das lajes devido à variação térmica, resistência à abrasão para tráfego de veículos e pessoas e elevada durabilidade. Além das vantagens apresentadas, o sistema comparado à um sistema tradicional de impermeabilização pode vir a apresentar também melhor custo x benefício. O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo comparativo de viabilidade econômica e técnica entre os sistemas de membrana de PU e manta asfáltica para áreas com tráfego de veículos. O artigo teve como base o estudo de viabilidade de uma construtora de SP para troca dos sistemas tradicionais de impermeabilização por sistemas de membranas com PU nas áreas citadas.

Palavras-chave: Impermeabilização; poliuretano; estacionamentos.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como foco principal verificar a viabilidade técnica e econômica de um sistema de impermeabilização com membrana à base de poliuretano, comparado com um sistema de impermeabilização de manta asfáltica aderida com maçarico e aplicados em áreas com tráfego de veículos.

O estudo foi feito com base em uma análise realizada por uma construtora residencial em SP, visando a substituição de um sistema de dupla manta asfáltica aderida com maçarico por um sistema de membrana à base de poliuretano para áreas de estacionamento. Os principais motivos que levaram à construtora a fazer a análise e teste em campo foram: menor tempo de execução e eliminação de etapas construtivas (regularização e proteção mecânica). Além dos motivos citados podemos ressaltar ainda com relação ao sistema de poliuretano, a facilidade na manutenção do sistema, estética e menor espessura (viabilizando impermeabilizar áreas com tráfego com limitação de cotas).

Para o estudo feito pela construtora, foram realizadas análises comparativas de custos de materiais e serviços necessários para aplicação de ambos os sistemas e executado teste em campo em uma laje elevada em concreto armado, sujeita à intempéries, com área de 45 m², em empreendimento residencial. Para o teste, o sistema à base de poliuretano foi aplicado diretamente sobre laje de concreto (laje zero, não havia disponibilidade de cota para regularização).

O sistema de manta asfáltica vem sendo nos últimos anos o sistema mais utilizado para impermeabilização de estruturas sujeitas à movimentações. Isto ocorre por ser um sistema robusto, pré-fabricado e com espessura controlada. Entretanto, exige um maior número de camadas para composição do sistema de impermeabilização, consequentemente maior disponibilidade de cota e maior período de execução, principalmente em áreas de tráfego de veículos onde geralmente são necessárias as camadas de regularização + camada dupla de manta asfáltica + camada separadora + camada amortecedora + proteção mecânica em concreto armado). Estima-se com base nestas camadas, necessidade de no mínimo 13 cm de cota somente para o sistema de impermeabilização (sem considerar o acabamento).

Já o sistema à base de poliuretano, é relativamente novo no nosso mercado e vem ganhando espaço no segmento. Isso tem ocorrido devido às características de menor espessura, fácil manutenção e menor tempo de execução. O sistema de poliuretano pode ser aplicado diretamente sobre o concreto (desde que este tenha caimento mínimo adequado) ou sobre camada de regularização. Os sistemas em poliuretanos são moldados no local, à frio, dispensam proteção mecânica e são compostos por camadas sucessivas de materiais que dão espessura entre 2 a 4 mm ao sistema, em função do consumo por m².

1.1 Sistemas flexíveis de impermeabilização

Sistemas flexíveis são sistemas compostos por materiais e/ou conjuntos de materiais que apresentam características de flexibilidade e são compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo (ABNT – NBR 9574 - Execução de impermeabilização ,2008).

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

Tabela 1 – Sistemas flexíveis de impermeabilização

| Sistemas | |
|------------------|--|
| | 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 |
| Flexíveis | 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-dieno-monômero – EPDM |
| | Manta elastomérica de polisobutileno isopreno (IIR) |

Fonte: ABNT – NBR 9574 (2008)

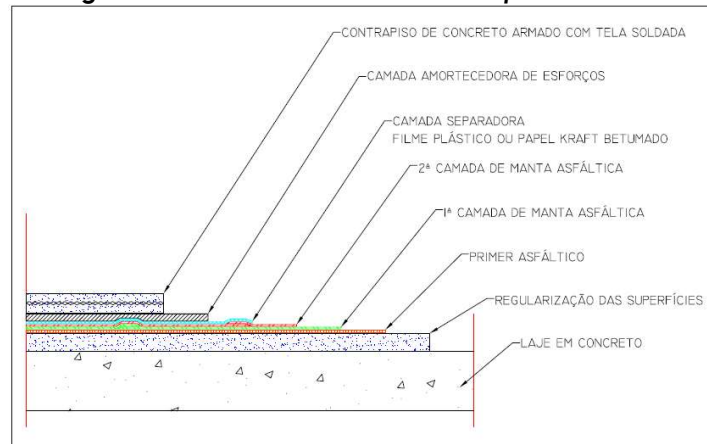
2 SISTEMAS FLEXÍVEIS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTACIONAMENTOS

Apresenta-se a seguir a descrição, bem como características técnicas e procedimentos de execução dos sistemas de impermeabilização para áreas de estacionamento de manta asfáltica dupla aderida com maçarico e sistema de membrana de poliuretano.

2.1 Sistema de mantas asfálticas

Trata-se de sistema de impermeabilização flexível composto por camada de regularização, imprimação, manta asfáltica e proteção mecânica (para o caso de mantas pós-protegidas).

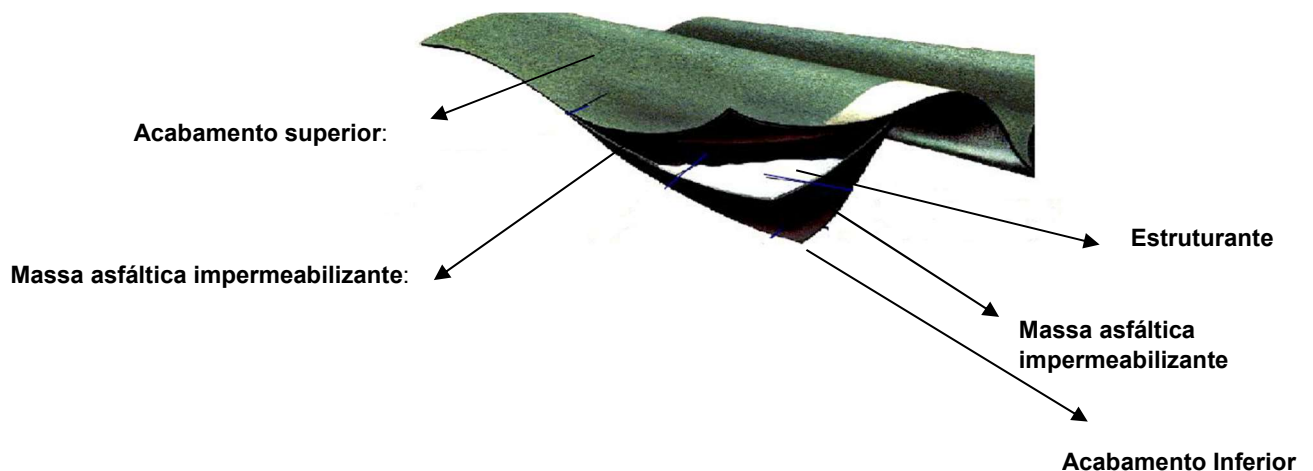
Figura 1 – Sistema de manta asfáltica para estacionamento



Fonte : Detalhes, 2018

Segundo a ABNT - NBR 9952 – Manta asfáltica para impermeabilização, 2014 – a manta asfáltica é um “ produto pré-fabricado composto por asfalto como elemento predominante, reforçado com armadura e obtido por calandragem, extensão ou outros processos com características definidas. ” São compostas basicamente por massa asfáltica, estruturante e acabamento superficial (superior e inferior), conforme apresentado na figura 2:

Figura 2 : Manta asfáltica - composição



Fonte : Granato, 2013

O sistema de manta asfáltica é aplicado à quente e pode ser aplicado de duas maneiras:

Aplicação com asfalto à quente: A manta é aderida ao substrato com asfalto aquecido em equipamento adequado numa temperatura de 180 °C a 220 °C para asfalto sem adição de polímeros e à temperatura de 160°C a 180 °C para asfalto com adição de polímeros (ABNT – NBR 9574, 2008).

Aplicação com maçarico: Neste sistema a chama do maçarico é o que promove aderência entre a manta e a superfície imprimada. A chama do maçarico é direcionada de forma a aquecer a face inferior da manta e simultaneamente o substrato imprimado, promovendo a colagem (Oliveira *et.al*, 2017).

Neste artigo, será apresentado com maior detalhe o sistema de aplicação com maçarico, uma vez que foi o sistema adotado no estudo comparativo.

2.1.1 Procedimento de aplicação – Sistema de manta asfáltica com maçarico

Para aplicação do sistema de manta asfáltica com maçarico, inicialmente é necessário execução de camada de regularização com espessura mínima de 20mm e com caimento de 1% em direção aos coletores. Para execução da regularização o substrato deve estar íntegro, limpo, seco e isento de materiais que possam prejudicar a aderência do sistema. A regularização, conforme recomendação da ABNT – NBR 9574 (2008), deve ser executada com argamassa de cimento e areia com proporção de 1: 3 (cimento:areia) em volume. Deve-se aguardar um período de cura mínimo de 72 horas para redução da umidade superficial, segundo fabricantes, para posterior aplicação do sistema.

Figura 3 – Execução de camada de regularização



Fonte : Detalhes, 2015

Após cura da argamassa de regularização, é aplicado primer asfáltico (base água ou solvente) com consumo mínimo de 0,400L/m² e esperado no mínimo 6 horas para iniciar a aplicação da manta. Este período pode variar em função da temperatura ambiente e umidade relativa do ar.

Figura 4 – Aplicação de primer



Fonte : Detalhes, 2014

Após secagem do primer, inicia-se o processo de aplicação da manta com o maçarico, iniciando-se sempre da cota mais baixa (coletores) para a cota mais alta. A chama do maçarico é direcionada de forma a aquecer a face inferior da manta e simultaneamente o substrato imprimado. A manta deve ser pressionada com rolete metálico do centro para as bordas de forma a evitar

aprisionamento de bolhas de ar. A manta deve ser aquecida até o ponto de derretimento/encolhimento do filme de polietileno, sendo este o ponto de aquecimento para a colagem.

No caso de estacionamentos, usando-se dupla camada no sistema, após a colagem da primeira camada é feita a colagem da segunda. A colagem da segunda camada é feita no mesmo sentido da primeira sempre se evitando sobreposição de emendas.

Figura 5 – Colagem de manta asfáltica com maçarico



Fonte :Viapol

Em seguida é instalado a camada separadora, geralmente com filme de polietileno, que impede a aderência das outras camadas do sistema na manta asfáltica.

Figura 6 – Instalação de camada separadora



Fonte IBI, 2016

Posteriormente, é executado uma camada amortecedora com finalidade de amortecer as cargas dinâmicas que chegam até o sistema de manta asfáltica. A camada é feita normalmente com argamassa composta de cimento e areia, traço 1:8 e água de amassamento com 10% de emulsão asfáltica.

Figura 7 – Camada amortecedora



Fonte: Detalhes, 2014

Como proteção mecânica para área de tráfego de veículos, é recomendado proteção em concreto armado com espessura mínima de 70mm com tela de aço soldada tipo Q-92.

Figura 8 – Proteção mecânica armada



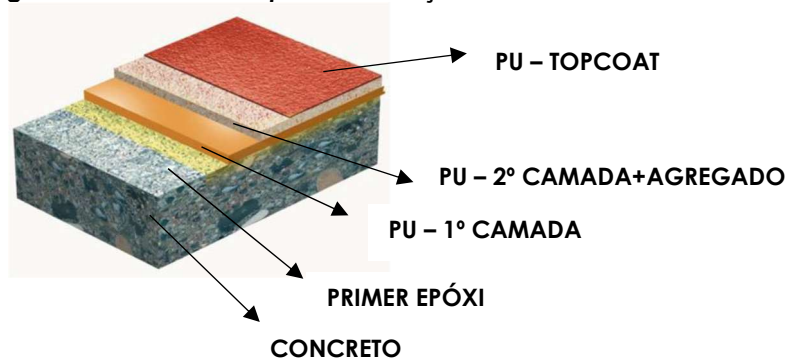
Fonte: Granato, 2015

O sistema completo atinge espessura de 13 cm e estima-se, dependendo das condições de tráfego, exposição e estrutura, expectativa de vida útil de 20 anos. Vale lembrar que é considerado um sistema manutenível somente com quebra de revestimento.

2.2 Sistema de poliuretano

Trata-se de sistema de impermeabilização flexível constituído por camada de regularização (opcional), primer à base de epóxi, revestimento flexível à base de poliuretano e agregados.

Figura 9 – Sistema de impermeabilização PU



Fonte: SIKA, 2017

O sistema é aplicado à frio por camadas, respeitando-se o consumo por m² e o intervalo entre demãos definidos pelo fabricante junto ao projetista.

Por ser à base de poliuretano, o sistema apresenta elevada resistência à abrasão, resistência química e à raios ultravioletas mantendo características de flexibilidade para impermeabilização de estruturas sujeitas à movimentações.

2.2.1 Procedimento de aplicação – Sistema de poliuretano

O sistema de poliuretano para impermeabilização de áreas com tráfego pode ser aplicado diretamente sobre o concreto, quando este já tem caimento mínimo, ou sobre camada de regularização. O substrato deve estar íntegro, limpo, seco e isento de materiais que possam prejudicar a aderência do sistema. Caso haja fissuras no substrato, estas devem ser avaliadas e devidamente tratadas antes da aplicação do sistema. Deve-se promover o lixamento superficial de forma a remover a nata superficial do cimento e abrir porosidade da superfície:

Figura 10 – Lixamento superficial



Fonte: SIKA, 2016

Para aplicação do sistema de poliuretano, o substrato deve estar seco e não apresentar umidade superficial. Recomenda-se como teste em campo o teste do filme plástico antes da aplicação. O teste consiste na colagem de um filme plástico sobre a superfície, totalmente vedado, por um período de 8 horas. Após este período, se o filme plástico apresentar vapor ou gotas de água deve-se aguardar secagem da superfície para posterior aplicação do sistema.

Figura 11 – Teste de umidade superficial com filme plástico



Fonte: SIKA, 2016

Recomenda-se também para aferição de umidade superficial, quando se tem disponibilidade, medição com equipamento TRAMEX (umidade superficial deve ser inferior a 4%).

Com o substrato íntegro, limpo e seco, aplica-se sobre a superfície um primer à base de resina epóxi com consumo de 0,350kg/m² e aguarda-se secagem por no mínimo de 8 horas (este período pode variar em função da temperatura ambiente e umidade relativa do ar) não ultrapassando o período de 48 horas.

Figura 12 – Aplicação de primer à base de epóxi



Fonte: SIKA, 2016

Após secagem do primer à base de epóxi, é aplicado a primeira camada do revestimento à base de poliuretano. Este revestimento é à base de poliuretano alifático e o consumo mínimo adotado nesta camada deve ser de 0,900 a 1,00 kg/m².

Figura 13 – Aplicação de primeira camada de PU



Fonte: SIKA, 2016

Após aplicação desta camada, aguarda-se o intervalo suficiente para que a camada entre em “estado de gel”, ou seja, ela não deve estar totalmente curada, mas também não pode estar fresca. Este período pode variar em função da temperatura ambiente e umidade relativa do ar de 10 à 60 minutos. Este período se faz necessário pois a próxima etapa do sistema consiste na aspersão de agregados de areia de quartzo, com granulometria de 0,180 a 1,000 mm.

O agregado tem a função de dar maior espessura ao sistema e proporcionar maior resistência à abrasão. Porém, ele não deve ser incorporado à primeira camada de poliuretano e sim ficar “flutuante” entre as duas camadas, para não comprometer a flexibilidade do sistema. Por esta razão, o período de gel é importante durante a aplicação. O agregado é aspergido de forma contínua e uniforme, com consumo de 2,50 a 4,00 kg/m², de forma a cobrir toda a superfície.

Figura 14 – Aspersão de agregado após período de “gel”



Fonte: Detalhes, 2017

Após 12 horas da aspersão do agregado, com auxílio de vassoura e aspirador de pó, é removido o excesso da superfície e aplicado a segunda camada de poliuretano, esta com consumo de 0,500kg/m².

Figura 15 – Aplicação da segunda camada de PU



Fonte: SIKA, 2016

Finalizada a aplicação da segunda camada de poliuretano, aguarda-se um período mínimo de 8 horas (conforme temperatura ambiente e umidade relativa do ar) e aplica-se uma camada de poliuretano alifático também chama da de “top coat” para retenção de cor e brilho do sistema com consumo de 0,400kg/m².

Figura 16 – Aplicação da camada “topcoat”



Fonte: Detalhes, 2017

O sistema total atinge espessura entre 2 e 4 mm e, dependendo do tipo de tráfego, exposição e tipo de estrutura, tem expectativa de vida útil em torno de 20 anos com manutenção periódica. É considerado um sistema manutenível e de fácil reparo localizado.

3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Para o estudo, foram considerados os dois sistemas descritos no item 2 com as respectivas camadas e consumos. Foram levantados custos para aplicação de ambos os sistemas bem como tempo para execução.

3.1 Custo

Para análise de custo, foram considerados mais duas fontes, além da construtora, a tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e empresa especializada na aplicação de ambos os sistemas.

3.1.1 Sistema de manta asfáltica dupla aderida com maçarico

Tabela 1: Custo por m² de sistema duplo de manta asfáltica aplicado para estacionamentos

| ETAPAS DE EXECUÇÃO MANTA ASFÁLTICA | APLICADOR | SINAPI | CONSTRUTORA |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| Limpeza do Concreto | R\$ 9,42 | R\$ 10,35 | - |
| Regularização das Superfícies | R\$ 43,20 | R\$ 25,00 | R\$ 25,00 |
| Manta 3mm, tipo III, aderida com maçarico | R\$ 57,40 | R\$ 66,04 | R\$ 60,00 |
| Manta 4mm, tipo III, aderida com maçarico | R\$ 59,20 | R\$ 81,47 | R\$ 70,00 |
| Camada Separadora Filme plástico | R\$ 2,00 | R\$ 5,83 | R\$ 2,00 |
| Camada Anticompressão com emulsão | R\$ 17,10 | R\$ 15,00 | R\$ 18,00 |
| Contrapiso em concreto armado. | R\$ 58,80 | R\$ 70,36 | R\$ 35,00 |
| TOTAL (m²)* | R\$ 247,12 | R\$ 274,05 | R\$ 210,00 |

**Custo com impostos – Data de pesquisa: fevereiro 2018*

3.1.2 Sistema de poliuretano

Tabela 2: Custo por m² de sistema de PU aplicado para estacionamentos

| ETAPAS DE EXECUÇÃO POLIURETANO | APLICADOR | SINAPI | CONSTRUTORA |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Lixamento do Concreto | R\$ 24,76 | R\$ 36,03 | - |
| Preparação e Limpeza do Concreto | R\$ 9,42 | R\$ 10,35 | R\$ 25,00 |
| Primer Epóxi | R\$ 21,50 | R\$ 39,54 | - |
| Primeira Camada + Aspersão de Agregado | R\$ 78,80 | R\$ 61,39 | - |
| Segunda Camada de Poliuretano | R\$ 38,00 | R\$ 38,00 | - |
| Top Coat | R\$ 18,80 | R\$ 18,80 | R\$ 185,00 |
| TOTAL (m²)* | R\$ 191,28 | R\$ 204,11 | R\$ 210,00 |

**Custo com imposto – Data de pesquisa: fevereiro 2018*

3.2 Tempo de execução

Para execução foi considerado para ambos os sistemas uma laje plana, sem interferências com área de 1000m², com 4 operadores para aplicação.

3.2.1 Sistema de manta asfáltica dupla aderida com maçarico

Tabela 3: Tempo de execução de sistema duplo de manta asfáltica aplicado para estacionamentos

| ETAPAS DE EXECUÇÃO MANTA ASFÁLTICA | TEMPO (DIAS) |
|--|----------------|
| Limpeza do Concreto | 1 |
| Regularização (execução e secagem) | 8 |
| Aplicação de Primer (execução e secagem) | 2 |
| Manta 3mm, tipo III, maçarico | 5 |
| Manta 4mm, tipo III, maçarico | 5 |
| Teste de estanqueidade (1 dia para fazer as barreiras e encher + 72 horas) | 3 |
| Camada separadora e camada anticompressão com emulsão asfáltica | 6 |
| Contrapiso em concreto armado com tela Q92 ,7 cm, acabamento polido. | 10 |
| TOTAL | 40 DIAS |

Fonte: Aplicador de sistema de manta asfáltica

3.2.2 Sistema de poliuretano

Tabela 4: Tempo de execução sistema de PU aplicado para estacionamentos

| ETAPAS DE EXECUÇÃO POLIURETANO | TEMPO EM (DIAS) |
|--------------------------------------|-----------------|
| Lixamento do Concreto | 7 |
| Limpeza do Concreto | 2 |
| Primer Epóxi | 4 |
| Membrana Base + Aspersão de Agregado | 4 |
| Membrana Cobertura | 4 |
| Top Coat | 4 |
| TOTAL | 25 DIAS |

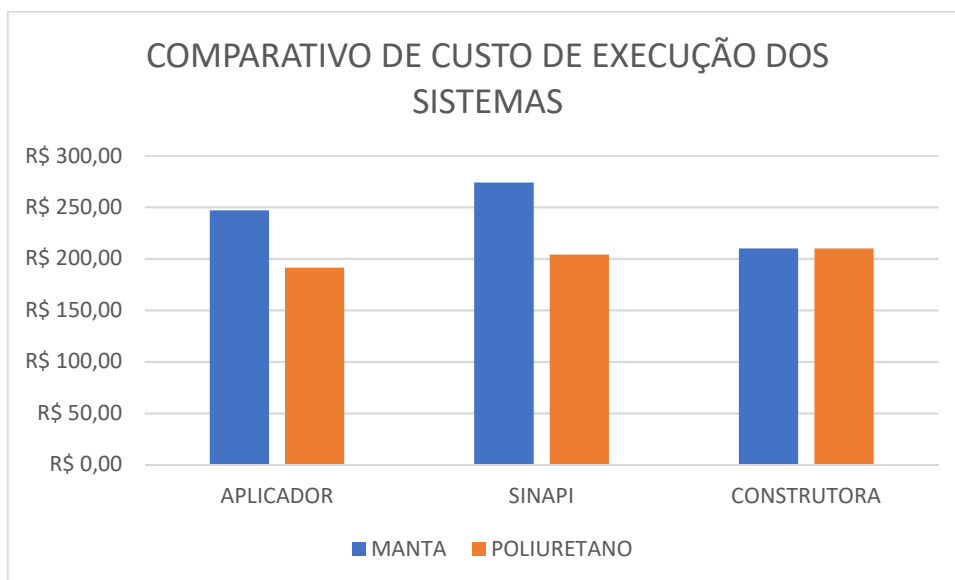
Fonte: Aplicador de sistema de manta asfáltica

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Custos

No Gráfico 1 é possível observar um comparativo dos custos das três fontes consideradas no estudo:

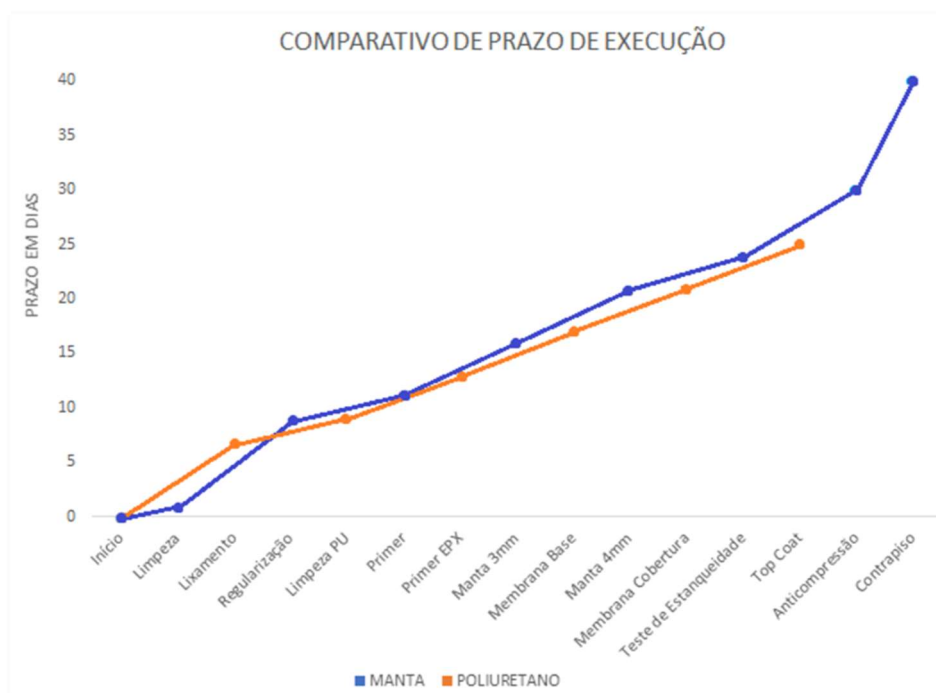
Gráfico 1: Comparativo de custo - sistema de manta asfáltica x PU para estacionamentos



4.2 Tempo de execução

No Gráfico 2 é possível observar um comparativo do tempo de execução dos sistemas:

Gráfico 2: Comparativo de tempo de execução - sistema de manta asfáltica x PU para estacionamentos



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos resultados obtidos, considera-se que o objetivo da pesquisa de fazer um estudo comparativo entre um sistema tradicional de impermeabilização com manta asfáltica e um sistema de membrana de PU para áreas com tráfego foi atingido e ainda pôde-se observar que:

- a) O sistema de poliuretano apresentou custo inferior ao sistema de dupla manta asfáltica com maçarico, quando comparadas todas as etapas de serviços;
- b) O sistema de poliuretano, além das vantagens de praticidade e menor número de camadas comparado ao sistema de manta asfáltica, apresenta menor tempo de execução – o que já havia sido considerado como benefício pela construtora;
- c) Na análise de viabilidade técnica e econômica de qualquer sistema de impermeabilização deve-se considerar todo o processo desde a etapa de projeto, interferências com outras disciplinas, custos, praticidade, expectativa de vida útil e facilidade de manutenção. Somente em posse dessas informações é possível determinar o real custo x benefício de um sistema, evitando-se o tradicional erro de comparar apenas produtos.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas Natan Lima e André Rosa, pela colaboração e informações no desenvolvimento do estudo;

Às colegas Ana Campanili e Nadir Lima pelo apoio durante o estudo junto à construtora;

À equipe da Sika pelo apoio técnico durante o desenvolvimento do estudo e trabalho junto ao cliente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

OLIVEIRA, M.M.F; ANDRADE, A.P; LIMA C.M.M. **Estudo comparativo de aderência à superfície e estanqueidade dos sistemas de manta asfáltica aderido à maçarico e autoadesivo**. TCC (Pós-Graduação de Tecnologia da Impermeabilização) Instituto IDD, São Paulo, 2017.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAPI), **Relatório de Custos de Composição**, São Paulo, fev. 2018.

Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-sp/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_SP_022018_Desonerado.zip>. Acessado em: 03/02/2018 às 16:09 horas.



Instituto de
Impermeabilização

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