

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHANGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA MEMBRANA DE
POLIURETANO NA IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES E POÇOS DE
ELEVADOR**

JEFERSON HUSSEIN DE ALMEIDA

GOIÂNIA
Junho/2019

JEFERSON HUSSEIN DE ALMEIDA

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA MEMBRANA DE
POLIURETANO NA IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES E POÇOS DE
ELEVADOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni ANHANGUERA, sob orientação da Professora convidada Dra. Cristiane Rachel de Paiva Felipe, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em engenharia civil.

GOIÂNIA
Junho/2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

JEFERSON HUSSEIN DE ALMEIDA

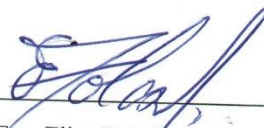
VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA MEMBRANA DE POLIURETANO
NA IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES E POÇOS DE ELEVADOR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 03 de junho de 2019 pela banca examinadora constituída por:



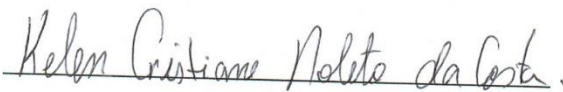
Prof. Dra. Cristiane Rachel de Paiva Felipe

Orientadora



Prof. Esp. Elias Toledo

Membro



Profa. Me. Kelen Cristiane Noletto da Costa

Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me fortalecido e ajudado até este momento, à minha esposa Sarah pela compreensão e apoio durante todo o curso, e minha orientadora Dra. Cristiane Rachel de Paiva Felipe pela paciência e dedicação em me ajudar.

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA MEMBRANA DE POLIURETANO NA IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES E POÇOS DE ELEVADOR

A busca do homem em garantir e prolongar a vida útil das edificações levou-o a preocupar-se em prever medidas de controle e manutenção de infiltrações. Buscando-se assegurar a durabilidade da edificação, implementou-se alternativas impermeabilizantes que impedem a passagem de fluídos e que protegem contra intempéries. A impermeabilização é uma das etapas mais importantes dentro da construção, ao mesmo tempo em que seu custo é inferior aos componentes no orçamento de uma edificação. Mas o que muitas vezes representa economia para os profissionais e responsáveis, acaba se tornando uma grande dor de cabeça devido a problemas que ocorrem no pós-obra devido a falhas de execução e emprego de produtos em situações indevidas. O presente projeto tem por intuito explicar a aplicação e caracterização da membrana de poliuretano como alternativa impermeabilizante em vista das metodologias mais conhecidas pelo mercado da construção civil. Através da análise de dados comparativos e acompanhamento dos procedimentos no processo de impermeabilização de lajes e poços de elevador dos serviços da empresa X nos edifícios A, B, C, D, E, F, e G. Com este estudo foi verificado que a Membrana de Poliuretano em vista das metodologias de impermeabilização existentes no mercado, obteve um aumento no orçamento de 14% em lajes e 82% em poços de elevador. Na execução de impermeabilização, o uso da Membrana de Poliuretano sendo comparada com utilização de Manta Asfáltica 4 mm, deixa claro que existe mais vantagens em se utilizar a Membrana de Poliuretano.

PALAVRAS-CHAVE: Vida útil. Infiltração. Pressão hidrostática. Isolamento.

1 INTRODUÇÃO

Os romanos e os incas já empregavam albumina (clara de ovo, sangue, óleos, etc.) para impermeabilizar saunas e aquedutos. Também no Brasil, nas cidades históricas, existem igrejas e pontes em perfeito estado de conservação, nas quais a argamassa de assentamento das pedras foi aditivada com óleo de baleia, utilizado como plastificante, visando a obtenção de estruturas menos permeáveis. Atualmente, dispomos de produtos desenvolvidos especialmente para evitar a ação indesejada da água. Com o auxílio de tais produtos, a impermeabilização representa uma pequena fração do custo e do volume de uma obra, quando planejada anteriormente. (VEDACIT, 2013)

A impermeabilização é uma etapa muito importante na construção civil, mas vem sendo relegada, na maioria das vezes por contenção de custos e desinformação, resultando no aparecimento de patologias de impermeabilização. Os custos do reparo dessas patologias podem ser até quinze vezes maiores do que se fosse executado no andamento da obra (RIGHI, 2009).

Sendo uma das principais etapas na construção, a impermeabilização propicia conforto aos usuários finais das mesmas. Uma eficiente proteção deve ser oferecida aos diversos elementos de uma obra sujeita às ações das intempéries, com o intuito de proteger a edificação de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração de água, integradas ao oxigênio e outros componentes agressivos da atmosfera. A vida útil de uma edificação depende diretamente de uma eficiente realização da impermeabilização (RIGHI, 2009).

Quini (2013) afirma que a construção civil, bem como outras atividades industriais, encontra desafios como a busca pela qualidade, redução dos prazos de entrega e redução de emissão de compostos orgânicos voláteis que somente poderão ser alcançados pela quebra de paradigmas antigos presentes na impermeabilização. Diante deste cenário, os sistemas tradicionais não são mais adequados devido as situações onde se necessita de impermeabilização, abrindo possibilidade para novas tecnologias como o uso de polímeros termofixos, especialmente desenvolvidos pela engenharia de materiais.

Segundo a NBR 9575:2010 define-se como impermeabilização o conjunto de operações e técnicas construtivas, compostas por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções pelas ações de fluídos em forma de vapor ou umidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

De acordo com IBI (2019) diz que negligenciar a impermeabilização tem como resultado a infiltração de água em primeiro instante, seguida de uma série de consequências

patológicas sérias, como eflorescência, degradação do concreto e da argamassa, empolamento e bolhas em revestimentos, curtos-circuitos, além da já citada corrosão de armaduras. Tudo isso implica em altos custos de manutenção e recuperação.

Este trabalho tem por objetivo a análise e uso da membrana de poliuretano na impermeabilização de lajes e poços de elevador em edifícios residenciais e comerciais de médio e grande porte, com ênfase nos aspectos técnicos e econômicos da tecnologia. Devido à grande quantidade de patologias existentes em lajes e poços de elevador, em virtude da percolação de água pela pressão hidrostática positiva em lajes e pressão hidrostática negativa em poços de elevador.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado a partir da coleta de informações disponibilizadas por uma empresa no Centro Oeste do Brasil, bem como pelo acompanhamento *in loco* da execução de impermeabilização em lajes e poços de elevador (Figura 4) em sete edifícios da região.

Os produtos utilizados na impermeabilização são o MP 200 (membrana de poliuretano com 200% de flexibilidade) e MP 250 (membrana de poliuretano com 250% de flexibilidade), ambos que atendem os requisitos da NBR 15.487/2007 – membrana de poliuretano para impermeabilização, bem como a NBR 12.170/1992 – potabilidade de água aplicável em sistemas de impermeabilização. Logo o sistema impermeabilizante também está citado e classificado na NBR 9575/2010 como um tipo de impermeabilização polimérica.

Foram acompanhadas obras dos edifícios C, D, F, G, (nomenclatura adotada devido a não autorização da identificação dos edifícios) em que observou-se o desempenho do produto após menos de 12 meses da aplicação, ou seja, após a interferência humana e intempéries. Também foi acompanhado o processo de remoção e substituição de impermeabilização existente (Figura 1 e 2), pela membrana de poliuretano, nos edifícios A, B, E, em que observou-se toda a concepção da impermeabilização, desde o projeto a preparação do substrato e posteriormente a impermeabilização.



Figura 1. Vista superior da laje de cobertura com impermeabilização existente ineficiente do edifício A.



Figura 2. Remoção de impermeabilização existente da laje de cobertura do edifício A.

Foi averiguado se os produtos atendiam os requisitos mínimos exigidos pela NBR 15.487:2007 – Membrana de Poliuretano para impermeabilização, bem como a NBR 12.170:1992 – Potabilidade de água aplicável em sistemas de impermeabilização. De modo a comprovar que o produto também pode ser aplicado em reservatórios sem nenhum tipo de contaminação ou repassar suas características que possa alterar a potabilidade da água. O ensaio de desempenho foi feito pelo Centro Tecnológico de Controle da Qualidade – Falcão Bauer, e o relatório de potabilidade foi feito pelo laboratório RR ACQUA SERVICE COLETA E ANÁLISE DE ÁGUA LTDA-ME.

Para avaliar o quesito econômico da membrana foram utilizados orçamentos existentes utilizando a membrana de poliuretano e dados de área e detalhamento. Assim elaborou-se outros orçamentos com produtos típicos de mercado para lajes e poços de elevador, que são respectivamente a manta asfáltica no caso de lajes e a argamassa polimérica em poços de elevador.

Tabela 1. Características dos edifícios utilizados para avaliação do uso de Membrana de Poliuretano.

Edifício	Tipo	Porte	Área (m ²) * Total impermeabilizada	Estrutura
A	Comercial	Grande	1.020,95	Laje de cobertura
B	Residencial	Médio	1.933,00	Laje de cobertura
C	Residencial	Médio	306,28	Laje de cobertura
D	Residencial	Médio	919,06	Laje de cobertura
E	Comercial	Grande	1.849,69	Laje de cobertura
F	Residencial	Médio	108,00	Poços de elevador
G	Residencial	Médio	27,00	Poço de elevador

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto membrana de poliuretano ou comumente chamado neste trabalho de MP, foi aplicado da seguinte forma sobre as lajes:

-Preparação da superfície:

No caso de obras em que já exista impermeabilização existente (Figura 1), foi necessário a remoção completa de toda camada impermeabilizante e proteção mecânica (caso exista), de forma manual ou mecânica.

Seguindo o processo para obras recentes e já impermeabilizadas, houve o lixamento através de maquinário com pedras diamantadas para remoção de partes soltas e imperfeições no piso e abertura dos poros do concreto.

Após o lixamento foram feitos tratamentos no substrato, sendo estes: trincas e fissuras existentes. Foi necessário em todos os casos uma atenção especial a preparação do rodapé para ancoragem da impermeabilização, conforme previsto na NBR 9575:2010, tendo a variação de altura de acordo com a área existente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010). No geral é importante ressaltar que a maioria dos profissionais da área sempre adotam a altura mínima de 40 (cm) centímetros como padrão para ancoragem da impermeabilização.

Foi feita a limpeza dos locais com uma hidro lavadora de alta pressão (3500 psi) para remoção de sujeiras e pó existente, por meio de rodo e pano de chão garantindo uma limpeza adequada. Todo esse cuidado não é pouco, pois o produto aqui estudado tem que aderir

totalmente ao substrato, caso haja a presença de partes soltas, o mesmo pode não aderir ou deslocar do substrato, gerando grande transtorno ao usuário, contratante e contratada.

- Impermeabilização:

Antes da impermeabilização acontecer existe uma preparação prévia no caso de superfícies úmidas (sem lâmina d'água), deve-se utilizar com antecedência primer epóxi que contém a barreira de vapor presente. Em cantos, rodapés e ralos e necessário uso de estruturante devido à grande movimentação presente nestes locais, sendo assim o uso de véu de poliéster.

Após atendido as possíveis características do local de impermeabilização, o poliuretano líquido ou membrana (Figura 3) pode ser aplicado de duas maneiras: pelo uso de máquina airless com aspersão do produto ou com rolo lã de carneiro, ambos sendo aplicado em demãos até atingida a espessura necessária. A quantidade de produto a ser aplicado é medida em kg/m² podendo variar de 2,5 a 3,0 por causa da presença da primeira camada de primer epóxi que onera o custo do serviço.

O intervalo entre demãos é de 4 a 6 horas ao toque (cura parcial) e 24 horas cura total, sendo que passado este tempo toda a área deve ser lixada até que a superfície esteja opaca para dar o seguimento da impermeabilização. O produto possui o que chamamos de Pot Life (tempo de manuseio do produto após mistura) que é de aproximadamente 30 minutos a uma temperatura média de 25 Graus Célsius.

Existe a opção de aspersão de Areia de Quartzo nas última demãos com o intuito de promover uma camada antiderrapante em caso de tráfego ou de assentamento de revestimento. Estas etapas citadas nos parágrafos acima podem ser visualizadas em sua fase final e acabada conforme Apendice A, demonstrando o antes e depois da aplicação do produto.



Figura 3. Vista Superior de laje de cobertura com impermeabilização refeita com membrana de poliuretano do edifício A.

Em Poços de Elevador o produto foi aplicado da seguinte forma:

-Preparação da superfície:

No caso de obras em que havia impermeabilização existente, foi necessária a remoção completa de toda camada impermeabilizante, geralmente sendo usado como produto impermeabilizante a argamassa polimérica. Seguindo o processo para obras recentes e já impermeabilizadas, houve o lixamento através de maquinário com pedras diamantadas para remoção de partes soltas e imperfeições no piso e abertura dos poros do concreto. Deve-se ressaltar que durante o processo de lixamento por estar em espaço confinado (Figura 4), os profissionais devem ser acompanhados externamente de modo a ajudar em casos emergenciais, além de haver um exaustor de ar para minimizar a poeira existente.

Um ponto de observação nos poços de elevadores é a presença de lençol freático próximo a estrutura, ocasionando uma grande quantidade de infiltrações e conseqüentemente deterioração da estrutura de concreto do elevador. Nesse tipo de caso é comum encontrar “nichos” ou “ brocas” dentro da estrutura, ocasionando um tratamento anterior a impermeabilização com membrana de poliuretano, que é a injeção de espuma expansível de

poliuretano e o gel hidro ativo, não sendo estes objetos do trabalho, não será dada nenhuma ênfase aos mesmos neste momento. Depois de preparado o piso e as paredes e feita a limpeza dos mesmos, a superfície está pronta para receber a impermeabilização.



Figura 4. Preparação de superfície interna de poço de elevador em edifício F.

- Impermeabilização:

Antes da impermeabilização acontecer existe uma pré-preparação no caso de superfícies úmidas (sem lâmina d'água), deve-se utilizar com antecedência primer epóxi que contém a barreira de vapor presente. Em cantos, rodapés e ralos e necessário uso de estruturante devido à grande movimentação presente nestes locais, sendo assim o uso de véu de poliéster.

Após atendido as possíveis características do local de impermeabilização, o poliuretano líquido (membrana) pode ser aplicado de duas maneiras: pelo uso de máquina airless com aspersão do produto ou com rolo lã de carneiro, ambos sendo aplicado em demãos até atingida a espessura necessária. A quantidade de produto a ser aplicado é medida em kg/m^2 podendo variar de 2,5 a 3,0 por causa da presença da primeira camada de primer epóxi que onera o custo do serviço.

O intervalo entre demãos é de 4 a 6 horas ao toque (cura parcial) e 24 horas cura total, sendo que passado este tempo toda a área deve ser lixada até que a superfície esteja opaca para dar o seguimento da impermeabilização. O produto possui o que chamamos de *Pot Life* (tempo de manuseio do produto após mistura) que é de aproximadamente 30 minutos a uma temperatura média de 25 Graus Célsius.

Uma das principais diferenças entre a impermeabilização de lajes e poços de elevador, é o tipo de pressão hidrostática atuante sobre a estrutura, no caso das lajes em que a pressão é positiva (atua direto sobre a impermeabilização) e nos poços de elevador (Figura 4) em que a pressão hidrostática é negativa (atua de fora para dentro, empurrando a impermeabilização).

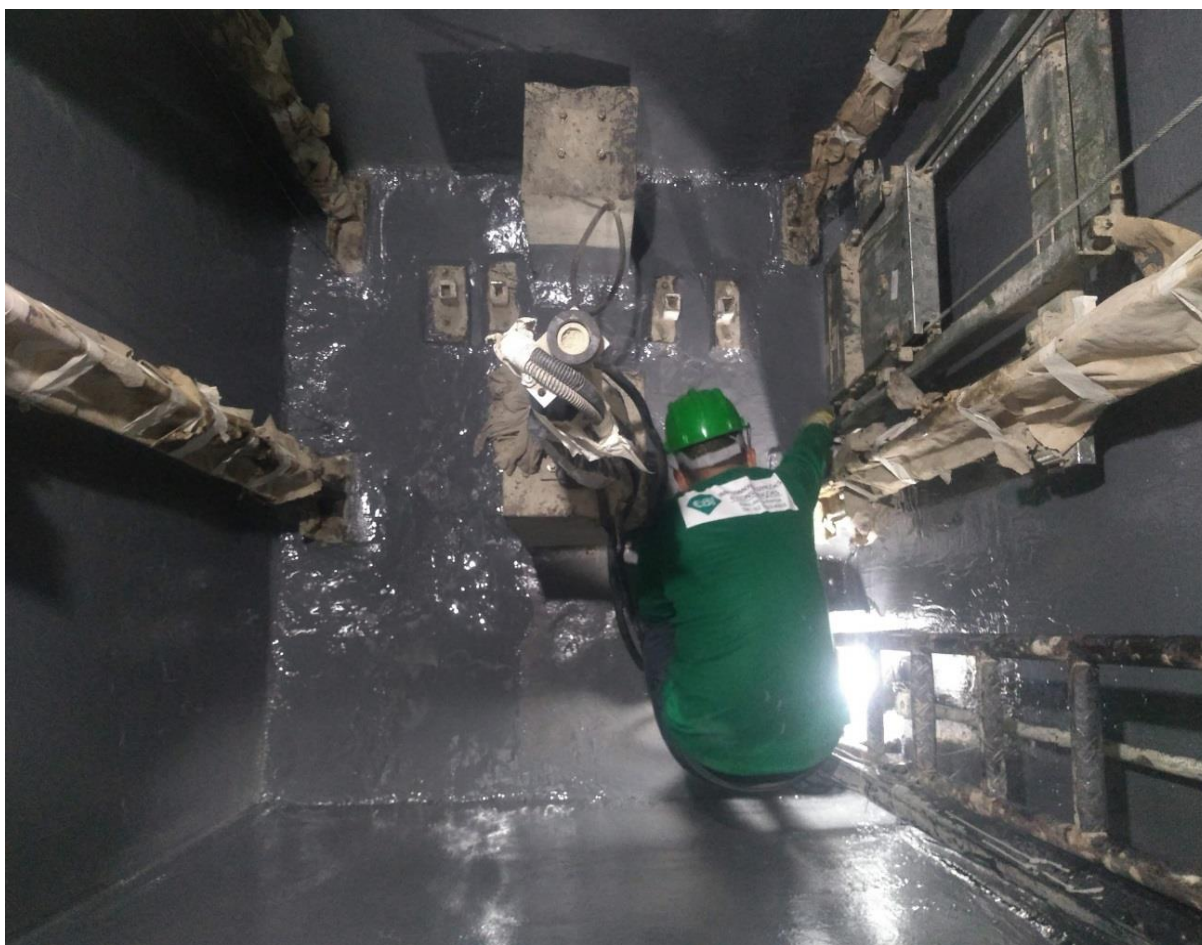


Figura 5. Vista Superior de poço de elevador impermeabilizado com Membrana de Poliuretano no edifício residencial F.

Após submetido a ensaios exigidos pela norma, o produto atendeu aos parâmetros exigidos e até superou em alguns quesitos conforme Tabela 2, significando sua real viabilidade técnica na impermeabilização.

Tabela 2. Ensaio de requisitos da Membrana de Poliuretano sem estruturante.

Item	Requisitos	Unidade	Parâmetros	Método de ensaio	Valores Encontrados MP 200	Valores Encontrados MP 250
1	Resistência à tração - mínima	MPa	2	ABNT NBR 7462	2,1	4,5
2	Alongamento na ruptura - mínimo	%	50	ABNT NBR 7462	92	58
3	Deformação permanente – máxima	%	30	ABNT NBR 10025	18	12
4	Resistência ao rasgo	kN/m	2	ASTM D-624	23	14,7
5	Flexibilidade a baixa temperatura (-5 °C)	–	Atende	ABNT NBR 9952	NÃO HOUE	NÃO HOUE
6	Dureza Shore A	–	60 -90	ABNT NBR 7456	65	79
7	Escorrimento (120 °C)	–	Atende	ABNT NBR 9952	NÃO HOUE	NÃO HOUE
8	Tração e alongamento após intemperismo - 500 h ₍₁₎ - Perda máxima	%	25%	ASTM G-154	15 % - TENSÃO DE RUPTURA ; 22 % - ALONGAMENTO DE RUPTURA ;	5 % - TENSÃO DE RUPTURA ; 19 % - ALONGAMENTO DE RUPTURA ;
9	Flexibilidade (5 °C) após envelhecimento acelerado (4 semanas a 80 °C)	–	Atende	ABNT NBR 9952	ATENDE	ATENDE
10	Determinação de resistência de aderência á tração - mínima	MPa	0,3	ABNT NBR 13538	RESISTENCIA POTENCIAL MEDIA (10 AMOSTRAS) :0,4 CLASSE A3	ATENDE

NOTA 1 Ensaio aplicável somente para membranas sujeitas à exposição as intempéries.

Fonte: Falcão Bauer.

Outro ponto levantado neste trabalho foi quanto a potabilidade do produto, ou seja a sua capacidade de ser submetido a carga hidráulica ou pressão presente em reservatórios, protegendo a estrutura contra eventuais vazamentos e não transferindo as características químicas do produto a água.

Tabela 3. Ensaio de Potabilidade do MP (Membrana de Poliuretano).

Item	Parâmetro	V.M.P	L.Q	Unidade	Método	Valores Encontrados MP 250
1	Cor aparente (ac)*	15,00	1,00	mg/L Pt-Co	SM 22 ed, 2012 - 2120 C	10,00
2	Dureza total (ac)*	500,00	5,00	mg/L CaCO ₃	SM 22 ed, 2012 - 2340 C	20,44
3	Gosto (ac)*	6,00	0,00	Intensidade	SM 22 ed, 2012 - 2170 A e B	0,00
4	Odor (ac)*	6,00	0,00	Intensidade	SM 22 ^a ed, 2012 - 2170A e B	0,00
5	Sódio (ac) *	200,00	0,50	mg/L	SM 22 ^a ed, 2012 - 3120B	3,30
6	Sólidos Totais Dissolvidos	1000,00	10,00	mg/L	SM 22 ^a ed, 2012 - 2540C, D, E	43,00
7	Surfactantes (ac) *	0,50	0,15	mg/L	SM 22 ^a ed, 2012 - 5540C	< 0,15
8	Tolueno (ac) *	0,17	0,00	mg/L	EPA 8260 C	< 0,001
9	Turbidez (ac)*	5,00	0,02	NTU	SM 22 ^a ed, 2012 - 2130B	< 0,020

V.M.P: Valor Máximo Permitido - conforme Portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011.

N/A: Não se Aplica N/I: Não Informado N/O: Não Objetável N/P: Não Pesquisado LQ: Limite de Quantificação AP: Ausência ou Presença

(ac): Ensaio acreditado conforme Norma ISO/IEC 17025:2005

Com base nos dados internos e preços disponibilizados pelo orçamentista da empresa X, realizou-se orçamentos para as lajes dos edifícios A, B, C, D, E (Tabela 4) utilizando os impermeabilizantes (MP) Membrana de Poliuretano e Manta Asfáltica 4mm.

Tabela 4. Orçamento comparativo entre a Membrana de Poliuretano e Manta Asfáltica 4mm na impermeabilização de Lajes.

Edifício	Local	Tipo	Porte	Área (M ²) *	Custo: Impermeabilização com Manta Asfáltica 4mm	Custo : Impermeabilização com Membrana de Poliuretano
				Total a ser impermeabilizada		
A	Laje	Comercial	Grande	1020,95	R\$ 186.793,12	R\$ 206.946,57
B	Laje	Residencial	Médio	1933	R\$ 183.635,00	R\$ 208.358,07
C	Laje	Residencial	Médio	306,28	R\$ 28.876,08	R\$ 31.366,13
D	Laje	Residencial	Médio	919,06	R\$ 77.714,03	R\$ 121.554,31
E	Laje	Residencial	Grande	1849,69	R\$ 188.816,36	R\$ 197.000,00

O mesmo foi feito nos edifícios F e G, só que na impermeabilização de Poços de Elevador e utilizando os impermeabilizantes (MP) Membrana de Poliuretano e Argamassa Polimérica.

Tabela 5. Orçamento comparativo entre a Membrana de Poliuretano e Argamassa Polimérica na impermeabilização de Poços de Elevador.

Edifício	Local	Tipo	Porte	Área (M ²) *	Custo: Impermeabilização com Argamassa Polimérica	Custo : Impermeabilização com Membrana de Poliuretano
				Total a ser impermeabilizada		
F	Poço de elevador	Residencial	Médio	108	R\$ 4.173,12	R\$ 22.974,84
G	Poço de elevador	Residencial	Médio	27	R\$ 1.043,28	R\$ 5.743,71

Com base nos dados obtidos com os orçamentos realizados para cada edifício (A, B, C, D, E, F e G) utilizando os impermeabilizantes citados acima, montou-se gráficos (Figura 5 e 6) comparando o custo entre eles. Percebeu-se uma disparidade maior no orçamento referente a impermeabilização de poços de elevador, podendo tornar-se inviável o uso da membrana de poliuretano. No caso de lajes a diferença pode ser diluída ao longo dos anos, com o produto mostrando sua eficiência técnica e minimizando o número de reparos no decorrer do tempo.

Figura 6. Comparativo de custo de impermeabilização em lajes de cobertura.

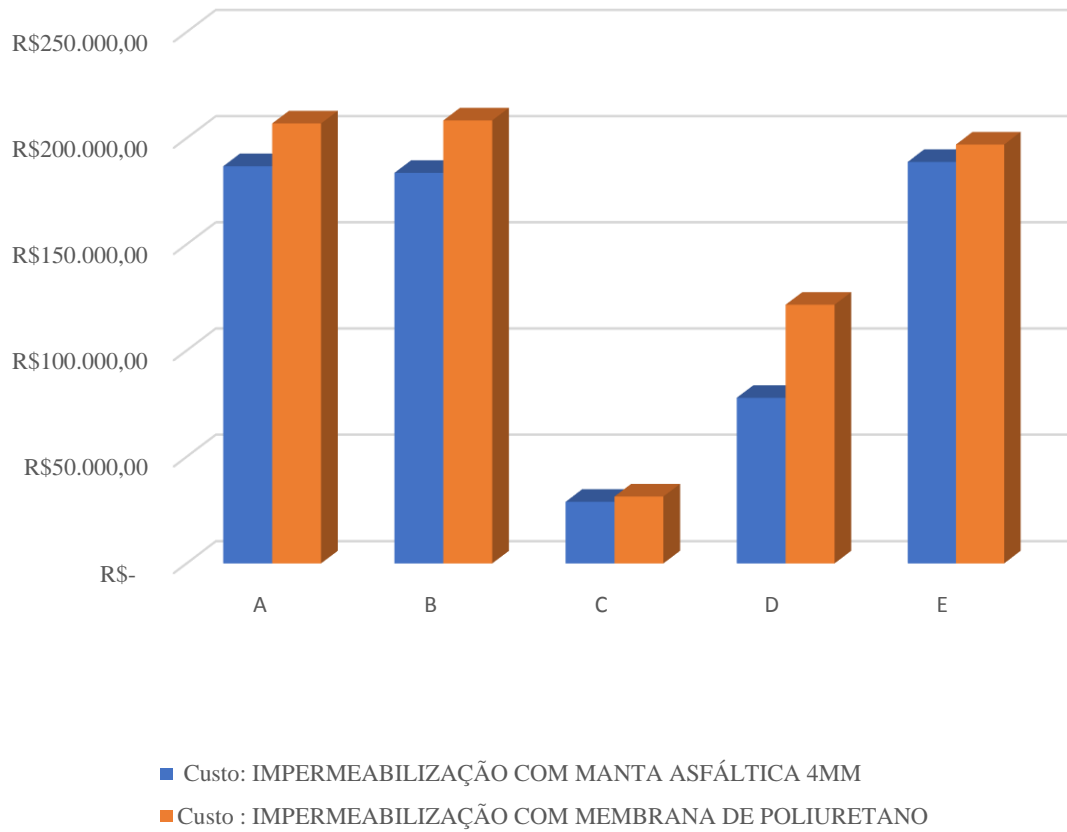
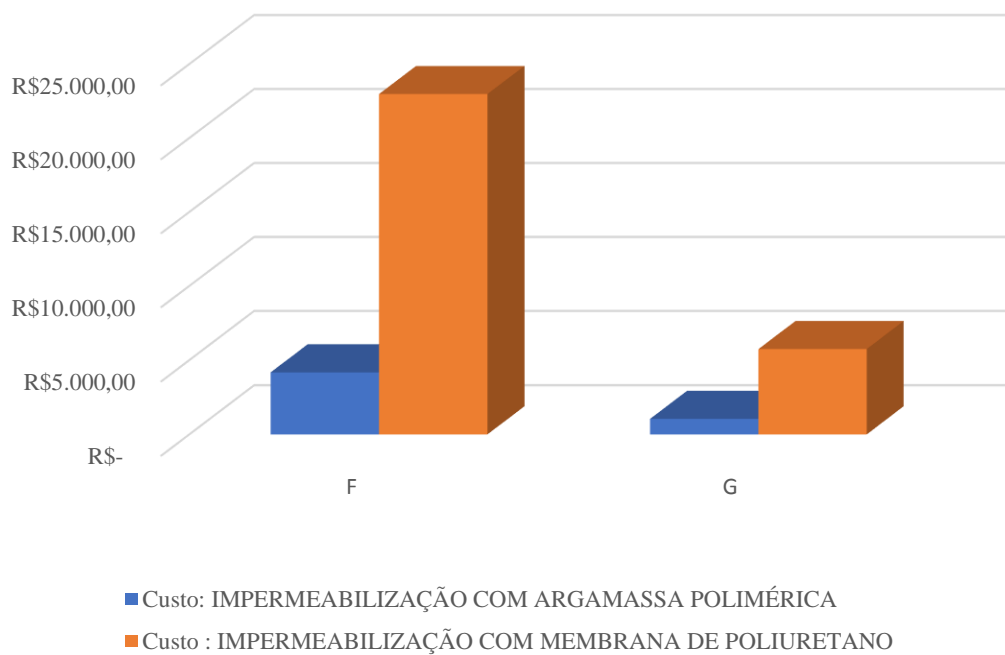


Figura 7. Comparativo de custo de impermeabilização em Poços de Elevador.



Diante de divergências existente entre os construtores e profissionais da área, diante dos produtos impermeabilizantes oferecidos pelo mercado, elaborou-se uma comparação (Tabela 5) entre impermeabilização flexível (Membrana de Poliuretano) e a base de asfalto (Manta Asfáltica).

Tabela 5. Vantagens e Desvantagens da Membrana de Poliuretano (MP) x Manta Asfáltica.

Item	Quesito Técnico	Membrana de Poliuretano (MP)	Manta Asfáltica
1	Aplicação	Limpa, rápida e segura	Lenta, perigosa (depende do maçarico)
2	Disposição no substrato	Não tem emendas, formando uma peça monolítica; Moldada exatamente igual a superfície aplicada;	Muitos recortes em: rodapés, cantos e ralos; A cada metro uma emenda em toda a sua extensão;
3	Resistência	Alta resistência ao calor (maior que 90°C); Alta resistência ao frio (-30°C) mantêm-se flexível;	Baixa resistência ao calor, derretendo facilmente ao entrar em contato com o forte calor do sol; Torna-se um produto rígido com o risco de trincar;
4	Imperfeições / Patologias existentes	Penetra em todas as fissuras, trincas e tampa toda porosidade.	Não penetra em trincas, fissuras ou porosidades.
5	Proteção	Dispensa proteção mecânica, pois, o produto suporta até mesmo o peso de um automóvel. Obs.: é adicionado Areia de Quartzo ao MP como forma de promover uma cama antiderrapante.	Para não rasgar ou romper deve receber uma proteção mecânica de argamassa ou concreto, de no mínimo 3cm.
6	Cura	Potlife (Avaliação do tempo de vida útil da mistura): aproximadamente 40 minutos á 25 °C.	Deve ser colada imediatamente após a queima do filme de polietileno para colagem. Devendo-se não queimar demais, pois diminuirá a espessura da manta e sua respectiva proteção.

4 CONCLUSÃO

No acompanhamento das obras com impermeabilização existente ineficiente verificou-se uma preocupação com a estrutura (desgaste do concreto, patologias) e assim feita a nova impermeabilização do local. Nas obras novas o trabalho é mais simplificado e com menor custo ao contratante, garantindo um processo ágil e eficiente. Conforme comprovado através dos ensaios laboratoriais, a membrana de poliuretano atende e supera os requisitos de ambas as normas NBR 15.487/2007 e NBR 12.170/1992. Em termos econômicos, a MP pode ser 14 % mais cara para impermeabilização em lajes, e 82 % mais caro na impermeabilização de poços de elevador, dependendo da estrutura e local. Na execução de impermeabilização, o uso da membrana de poliuretano sendo comparada com utilização de manta asfáltica 4 mm, deixa claro que existe mais vantagens em se utilizar a membrana de poliuretano.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575** – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575** – Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12170**: Materiais de impermeabilização: potabilidade de água aplicável em sistemas de impermeabilização. Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15487**: membrana de poliuretano para impermeabilização. Rio de Janeiro. 2007.

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

Poxpur – **Informativo Técnico Poxpur**, 2016.

QUINI, J. G. **Polímeros termofixos para impermeabilização moldada in loco**. 13 Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, 2013. 1 p.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização**: Patologias, prevenções e correções – Análise de casos, 2009. 14 p.

Sika. **Manual Técnico**, 2018.

SILVA, M. C. R.; VIEIRA, J. K.; GALLI, L. A.; DONATONI, J. B. **Aplicação de mantas asfálticas na impermeabilização de lajes de cobertura**. In: IV ENCONTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 2003. 1 p.

VASCONCELOS, P. H. C. **Correlação entre as propriedades mecânicas de materiais impermeabilizantes a base de elastômeros de poliuréia e poliuretano com o desempenho do Sistema aplicado em lajes estruturais**. Universidade de Brasília, 2015. 28 p.

VEDACIT. **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**, 7º Edição, 6 p. 2013.
Disponível em: <<http://www.vedacit.com.br>> Acessado em: 31 mar. 2019.

VIAPOL. **Manual Viapol**, 236 p. 2015.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 14ª Edição, 571 p. São Paulo, 2014.

APÊNDICE A. FOTOS DE ESTRUTURAS QUE FORAM IMPERMEABILIZADAS COM A MEMBRANA DE POLIURETANO.



Figura 8. Laje do edifício A impermeabilizada com poliuréia, que apresentou patologias.

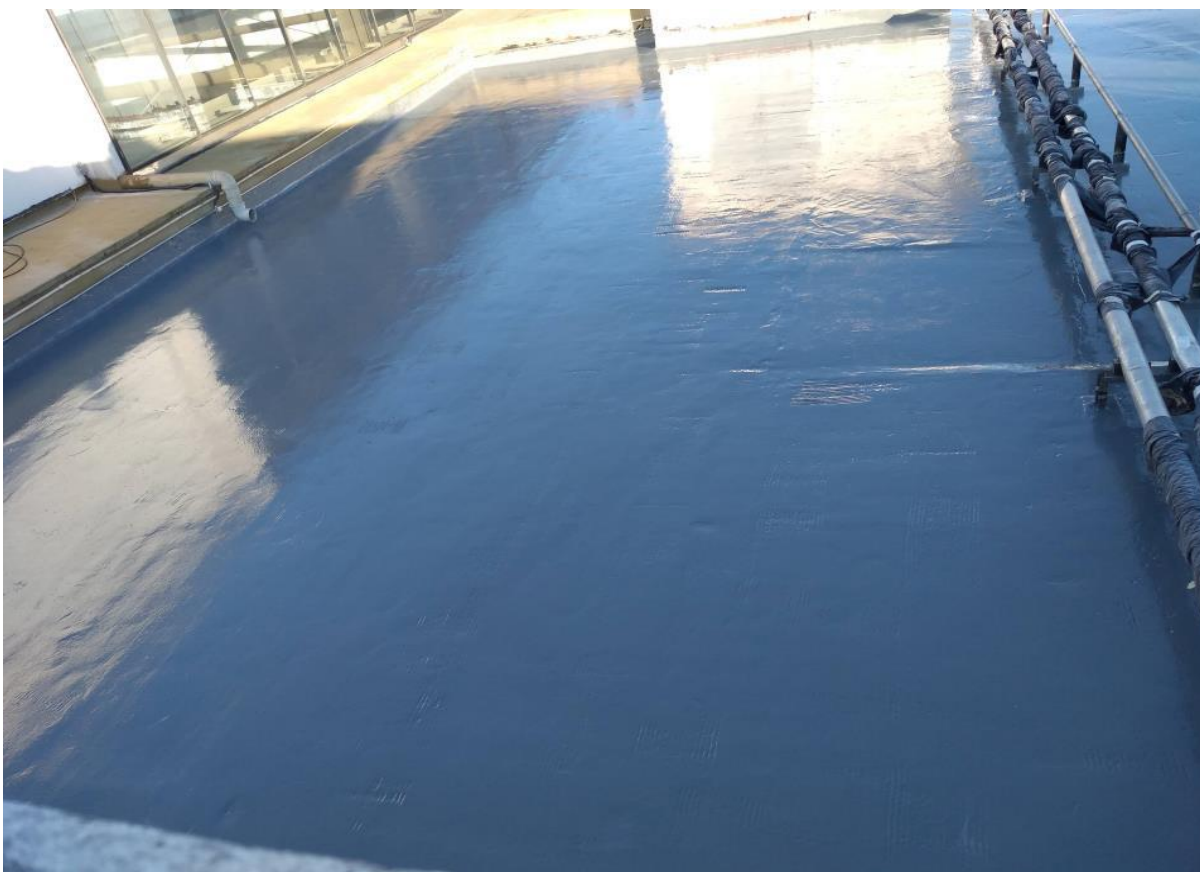


Figura 9. Laje do edifício A impermeabilizada com membrana de poliuretano.



Figura 10. Laje do edifício A impermeabilizada com Membrana de Poliuretano.



Figura 11. Laje do edifício A impermeabilizada com Membrana de Poliuretano.

DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

Eu, Jeferson Hussein de Almeida, portador (a) da Carteira de Identidade nº 5753062 emitida pela Secretária de Segurança Pública, inscrito (a) no CPF sob nº __753.735.481-2__, residente e domiciliado(a) na rua Flemington_Qd03 Lt08 Casa 02, setor Jardim Planalto, na cidade de Goiânia, estado de Goiás, telefone celular (62)9 9153-4643 e-mail: jeferson.eng.civil@hotmail.com, declaro, para os devidos fins e sob-pena da lei, que o Trabalho de Conclusão de Curso: VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA MEMBRANA DE POLIURETANO NA IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES E POÇOS DE ELEVADOR, é uma produção de minha exclusiva autoria e que assumo, portanto, total responsabilidade por seu conteúdo.

Declaro que tenho conhecimento da legislação de Direito Autoral, bem como da obrigatoriedade da autenticidade desta produção científica. Autorizo sua divulgação e publicação, sujeitando-me ao ônus advindo de inverdades ou plágio e uso inadequado de trabalhos de outros autores. Nestes termos, declaro-me ciente que responderei administrativa, civil e penalmente nos termos da Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

Pelo presente instrumento autorizo o Centro Universitário de Goiás, Uni-ANHANGUERA a disponibilizar o texto integral deste trabalho tanto na biblioteca, quanto em publicações impressas, eletrônicas/digitais e pela internet. Declaro ainda, que a presente produção é de minha autoria, responsabilizo-me, portanto, pela originalidade e pela revisão do texto, concedendo ao Uni-ANHANGUERA plenos direitos para escolha do editor, meios de publicação, meios de reprodução, meios de divulgação, tiragem, formato, enfim, tudo o que for necessário para que a publicação seja efetivada.

Goiânia 03 de Junho de 2019

Jeferson Hussein de Almeida.