

## MATERIAIS E TÉCNICAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Mello, Franciele Dalcin <sup>a\*</sup>, de Mello, Karine Signori <sup>b</sup>, Seidler, Nelson <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Aluna do curso de Engenharia Civil – URI, Santo Ângelo, RS, Brasil;

<sup>b</sup> Aluna do curso de Engenharia Civil – URI, Santo Ângelo, RS, Brasil;

<sup>c</sup> Professor do curso de Engenharia Civil – URI, Santo Ângelo, RS, Brasil;

e-mails: francieledm96@gmail.com, karimello\_@hotmail.com, seidler@san.uri.br

---

### Resumo

Patologias advindas da umidade são problemas recorrentes nas edificações brasileiras. A utilização incorreta de impermeabilizantes, principalmente nas fundações e terraços, são causadores de inúmeros problemas. O mercado está mais avançado, trazendo produtos para as diversas necessidades de uma obra. Porém entre tantas opções, não se sabe qual o melhor produto escolher, sendo assim este estudo visa comparar alguns materiais impermeabilizantes, afim de obter a influência dos mesmos nas edificações. A metodologia baseou-se em colocar tijolos maciços em uma mufla a 100°C por 24 horas e posteriormente, aplicou-se quatro diferentes tipos de impermeabilizantes, sendo dois corpos de prova para cada produto para uma, duas, três e quatro demãos. Os impermeabilizantes foram denominados emulsão asfáltica 1, emulsão asfáltica 2, emulsão asfáltica 3 e de base cimentícia. Os corpos de prova receberam as devidas pinturas de cada produto analisado, foram inseridos em uma lâmina de 2cm de água, medidos sua massa a cada 24 horas com o auxílio de uma balança de precisão, definindo assim sua absorção. Os resultados foram obtidos através da análise da média e da variância. O impermeabilizante que apresentou o melhor desempenho foi a emulsão asfáltica 3, considerado por ANOVA de mesmo desempenho do impermeabilizante de base cimentícia.

**Palavras Chave – Impermeabilização; Construção; Técnicas.**

### 1. Introdução

Desde os primórdios a umidade foi fonte de preocupação entre os homens, [1] relata que os primeiros registros da utilização da impermeabilização podem ser vistos na Bíblia, onde Noé utilizou óleos e betumes para impermeabilizar a arca. Nas muralhas da China foram utilizados betume para evitar problemas com a umidade, nos sarcófagos e pirâmides também utilizaram técnicas de impermeabilização. Estas técnicas, foram sendo desenvolvidas e inovadas, resultando nos produtos que podemos encontrar atualmente no mercado.

Impermeabilizar uma construção significa tornar a mesma vedada, isolada, sem contato com agentes exteriores, principalmente a umidade ou água. [2] definem a impermeabilização como o ato ou efeito de colmatar, selar e vedar materiais porosos e as falhas de materiais que podem ser oriundas de movimentos estruturais ou por deficiências em técnicas de execução ou de preparo.

A impermeabilização correta é de extrema importância para a construção civil, pois pode garantir uma vida útil estendida. No entanto, muitas vezes esse processo é o menos acompanhado. A ausência ou a má aplicação pode gerar problemas graves na construção.

## **2. Materiais e Técnicas de Impermeabilização Utilizadas na Construção Civil**

### *2.1 Danos decorrentes da falta de impermeabilização na construção civil*

Segundo a [3], a definição do processo de impermeabilização é um conjunto de produtos e serviços destinados a conferir estanqueidade de determinadas partes de uma estrutura.

A grande maioria dos profissionais não dispõem de um projeto de impermeabilização das edificações, e com as diversas opções de produtos e técnicas disponíveis no mercado, a falta do mesmo pode acarretar em futuras patologias provenientes ao uso incorreto do tipo de impermeabilizante.

Algumas das patologias apontadas sendo as mais comuns são o mofo, bolor, deslocamento de revestimentos, manchas, fissuras e ferrugem. Os efeitos podem apresentar-se no final da obra ou até mesmo durante, sendo assim, a vida útil da edificação tende a ter uma redução e se caso não tratada a tempo, o custo da correção será alto.

[1] as umidades nas edificações podem ser decorrentes da má execução das edificações, ela também pode ser oriunda das chuvas, causando o aparecimento das patologias nos telhados, paredes e nas lajes de terraços, pode ser trazida por capilaridade (umidade ascensional), esta ocorre quando há a presença dos lençóis freáticos muito próximos ou quando o solo no local é muito úmido, essa absorção é originada nas fundações da edificação, e a partir deste ponto migra para as paredes e pisos da obra. Nas paredes em alvenaria a capilaridade pode chegar a alturas de 0,80m até 1,5m, causando manchas nas regiões, junto com eflorescências e bolores. Problemas resultantes de vazamentos na rede de água e esgoto, também podem gerar patologias nas paredes, telhados pisos e etc. Outro problema é a umidade por condensação, esta pode ser vista principalmente em áreas molhadas da edificação, ou em peças com pouca ventilação.

### *2.2 Proteção térmica para lajes de terraços*

De acordo com [4], a proteção térmica consiste em reduzir o gradiente térmico sobre a camada impermeável, tendo por finalidade o aumento da vida útil do elemento, reduzindo os efeitos de dilatações e contrações, que são os causadores de fissuras.

A proteção térmica deve ser aplicada em áreas onde ocorre a exposição direta de chuva ou raios solares, e ambientes com alta variação de temperatura. Além dos benefícios para a estrutura, de acordo com [5] a proteção térmica deixa o ambiente mais aconchegante, sendo muitas vezes dispensado o uso de eletrodomésticos para aquecimento ou resfriamento.

A proteção térmica para lajes de terraços é feita em conjunto com a impermeabilização, dessa forma se faz necessário um projeto de impermeabilização, pois, segundo [6] a camada de isolamento térmica é feita após a camada de impermeabilização.

### *2.2.1 Materiais utilizados*

Para este tipo de proteção, podem ser usados o EPS (poliestireno expandido), muito aplicado em diversas campos da construção civil, principalmente no enchimento de lajes. Também, pode ser utilizado o poliestireno extrudado (XPS), sendo uma espuma rígida onde o isopor é extrudado e empregado gases expansores, diferenciado do EPS, no processo de produção. Este por sua vez é empregado apenas no isolamento térmico, sendo encontrado em forma de placas. [5]

Segundo [5] o uso do EPS (poliestireno expandido) para isolamento térmico de lajes, vem sendo muito empregado devido a sua eficiência em melhorar as condições térmicas e acústicas dos ambientes. Isso acontece porque sua estrutura é formada por células fechadas e cheias de ar, que impedem a passagem de calor ou ruídos, possuindo uma baixa condutividade térmica. [5]

Outro material usado para coberturas é a lã de vidro. Esta auxilia no isolamento térmico e acústico da edificação, podendo ser usada na laje de cobertura como também internamente. Sua composição se dá através de lã de vidro fabricada, aglomera por resinas sintéticas.

### *2.2.2 Técnicas de execução*

Segundo [7] o isolamento térmico de lajes de terraços pode se dar de duas maneiras, em cima da impermeabilização, ou sob a mesma. A técnica de aplicação é feita fixando as placas de EPS ou XPS, com o auxílio de uma emulsão asfáltica, ou com o mesmo material utilizado para a fixação do impermeabilizante. Sobre as placas aplica-se uma camada separadora, que tem a finalidade de proteger o isolante térmico, evitando que as juntas das placas sejam penetradas pela nata de cimento de argamassa da proteção mecânica. Esta camada separadora pode ser um filme plástico, ou véu de poliéster.[6]

Quando o isolamento térmico é feito sob a camada de impermeabilização, se faz necessário aplicar uma camada de pintura impermeável ao vapor da água, fixa-se as placas de proteção térmica, e posteriormente se faz a camada de impermeabilização definitiva, conforme fabricante. Após, ainda se faz necessário a aplicação da proteção mecânica.

[8] apresenta algumas vantagens em dispor a isolação térmica sobre a impermeabilização, dentre elas pode-se destacar a dispensa o uso da barreira de vapor, pois a própria impermeabilização protege o isolante do vapor de água vindo do ambiente interno. Possibilidade do uso de impermeabilização em sistema aderente, facilitando a localização de falhas na mesma, além de proteger a impermeabilização termicamente, aumentando assim, sua vida útil.

### *2.3 Produtos e técnicas utilizadas na impermeabilização*

A impermeabilização consiste em proteger as estruturas sujeitas a umidade, chuva, raios de sol, não permitindo o aparecimento de fissuras e infiltrações nas construções. No mercado, há diversos materiais de diferentes marcas e aplicações para uma boa impermeabilização, podendo ser em formato líquido ou rígidos (massas e mantas), sendo que para cada local a ser impermeabilizado existe um tipo certo de impermeabilizante.

Segundo [9] para que terraços tenham um bom sistema de impermeabilização, a laje deve apresentar uma estrutura de camadas que protejam a camada impermeabilizante e que sejam capazes de drenar a água, não permitindo o acúmulo sobre a mesma. A estrutura pode ser vista na figura 01.



Figura 1. Camadas que compõem um terraço impermeabilizado [9].

### 2.3.1 Materiais utilizados

Atualmente, no mercado, existe uma infinidade de materiais para a impermeabilização, sua escolha deve ser feita através do tipo de local a ser aplicado, as intempéries que serão submetidos.

Com isso, os impermeabilizantes são classificados em dois grupos, sendo eles os rígidos e os flexíveis.

#### 2.3.1.1 Impermeabilizantes rígidos

“Pelo fato dos impermeabilizantes rígidos não suportarem deformações, esses são recomendados para lugares onde não há influência da ação solar ou movimentação estrutural.” [8]

Com isso, o uso desse tipo de impermeabilizante deve ser restritamente a elementos enterrados, podendo ser aplicados em fundações, subsolos, vigas baldrame, muros de arrimos, entre outros elementos.

##### 2.3.1.1.1 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo

Aditivos hidrófugos são compostos de sais metálicos e silicatos. Esses são aditivos impermeabilizantes de pega normal, que quando incorporados na argamassa, reagem com o cimento durante o processo de hidratação.

Segundo [4], esse aditivo incorporado na argamassa é composto por sais metálicos e silicatos. Como esse tipo de impermeabilizante é introduzido na argamassa, não é recomendado para estruturas que ficam em contato com variação de temperatura, pois eles podem ser fissurados ou trincados, caso a ocorrência disso, perde sua função de impermeabilizar.

Os elementos não podem conter trincas e devem ser bem dimensionados, afim de não haver o rompimento do revestimento. Sendo, que os mesmos, não devem conter partículas soltas e os cantos devem ser arredondados, aumentando a aderência da superfície.

“Este tipo de aditivo deve ser dissolvido na água a ser utilizada para a argamassa. A aplicação dessa argamassa aditivada deve ser feita de no mínimo duas demãos de 1 cm de espessura, sempre desempenando a última camada.” [10]

Devido a ser suscetível a movimentações estruturais, para melhor efeito impermeabilizante deve ser usado em conjunto a outro tipo.

#### *2.3.1.1.2 Cristalizantes*

De acordo com [4], cristalizantes são impermeabilizantes de argamassas cimentícias com compostos químicos ativos. Os compostos químicos penetram nos capilares, formando uma pasta que se cristaliza dentro do concreto.

No entanto, existe dois tipos de cristalizantes, onde um são cimentos cristalizantes, sendo que sua aplicação se dá através de pintura sobre superfícies de concreto, argamassa ou alvenaria; e o outro são cristalizantes líquidos a base de silicatos e resinas, que preenchem a porosidade dos tijolos maciços, bloqueando a umidade ascendente.

[4], também aborda em seu estudo modos de preparação. Portanto, a aplicação dos cristalizantes líquidos necessita a retirada de todo o reboco da área a ser tratada, sendo de no mínimo 1m, são feitas 2 linhas de furos na parede, de modo que a primeira linha esteja a uma distância de 10cm do piso e a segunda a 20cm do piso. Sendo que os furos devem ser feitos a 45° e estarem cheios de água.

Pelo fato do produto tem melhor eficiência quando há presença de saturação, este é indicado para áreas onde há infiltração por lençol freático e contrapressão, subsolos, lajes, poços de elevadores, entre outros. Com isso, não há necessidade de rebaixar o lençol freático.

#### *2.3.1.1.3 Impermeabilizantes de pega ultra-rápida*

Produto utilizado para infiltrações em subsolos, poços de elevadores, entre outros, é o impermeabilizante de pega ultra-rápida. É uma solução aquosa de silicato modificado, que quando misturado na argamassa, transforma em hidrosilicato, sendo insolúvel em água e preenchendo os poros da argamassa.

Conforme [4], este impermeabilizante apresenta início de pega entre 10 a 15 segundos e fim entre 20 a 30 segundo. Os pontos de infiltração devem ser alargados até duas vezes seu diâmetro, para a introdução da argamassa. A argamassa deve ser rapidamente colocada nos buracos, afim de criar um tampão e comprimir contra a infiltração, sendo pressionado até o endurecimento por completo do mesmo.

#### *2.3.1.1.4 Argamassa polimérica*

As argamassas poliméricas, ou impermeabilizante semi – flexível, são materiais compostos por cimentos especiais e látex de polímeros, sendo também aplicada como forma de pintura. Por outro lado, pode ser considerada uma argamassa de cimento modifica com polímeros.

Portanto, a mesma pode ser aplicada na forma de pintura, com auxílio de uma trincha, ou em forma de revestimento final, com auxílio de desempenadeira. Podendo ser aplicado em superfícies de concreto, alvenaria ou argamassa.

Este tipo de produto deve ser aplicado em duas demãos, sendo a primeira com auxílio de uma trincha, e após a secagem deve ser colocada uma tela industrial de poliéster resinada e em seguida aplicada a segunda demão no sentido contrário a primeira.

Em seu estudo [11] comparou dois tipos de impermeabilizantes, o flexível e o semi –flexível, onde primeiramente montou 3 casas testes, em proporção 1:30, feita em alvenaria com laje, utilizando bloco cerâmico 9x14x29cm, cimento CP II E 32 com traço 1:3, e os deixou em uma câmara úmida por 10 dias.

Nos primeiros três dias o impermeabilizante semi- flexível apresentou maior resistência a umidade, nos quatro dias seguintes, o flexível apresentou maior resistência, no entanto ao décimo dia percebeu-se que ambos apresentaram o mesmo resultado. Sendo assim concluiu-se que seria vantagem utilizar o impermeabilizante semi- flexível devido ao seu custo benefício, sendo 40% mais barato que o impermeabilizante flexível [11].

#### *2.3.1.2 Impermeabilizantes flexíveis*

Os impermeabilizantes flexíveis são capazes de acompanhar as contrações e dilatações térmicas e movimentos da estrutura. Portanto, esses tipos podem ser usados em elementos em contato com a radiação solar, como lajes de coberturas.

##### *2.3.1.2.1 Membrana Asfáltica*

Derivada do petróleo, as membranas asfálticas são do tipo flexível e moldadas no local. Portanto, sua aplicação pode ser feita a frio ou a quente. Sendo assim, a aplicação da membrana asfáltica a frio é realizada através de um rolo ou trincha, necessitando duas demãos do produto.

Segundo [12], a primeira demão deve ser aplicada de forma de a superfície esteja seca, limpa, regularizada e não deve ter presença de graxas ou óleos. Também é importante ressaltar, que a superfície não deve contar com partes soltas ou falhas de concretagem. Essas orientações devem ser repetidas para a segunda demão.

As membranas asfálticas a quente, devem ser aplicadas com um devido cuidado já que são utilizadas caldeira.

### *2.3.1.2.2 Membrana Acrílicas*

As membranas acrílicas têm sua base como resinas acrílicas elastoméricas, sendo do tipo flexíveis, líquidas e moldadas no local. As mesmas, são resistentes a intempéries e mudanças bruscas da temperatura.

Em virtude de as membranas acrílicas serem um tipo de impermeabilizante de coloração branca, proporciona um conforto térmico a parte interna da edificação. Portanto, são indicadas para utilização em lajes de coberturas.

De acordo com [12], logo após a secagem da primeira demão da membrana acrílica, deve ser colocada uma tela industrial de poliéster como reforço e após aplicada outra demão no sentido contrário a primeira.

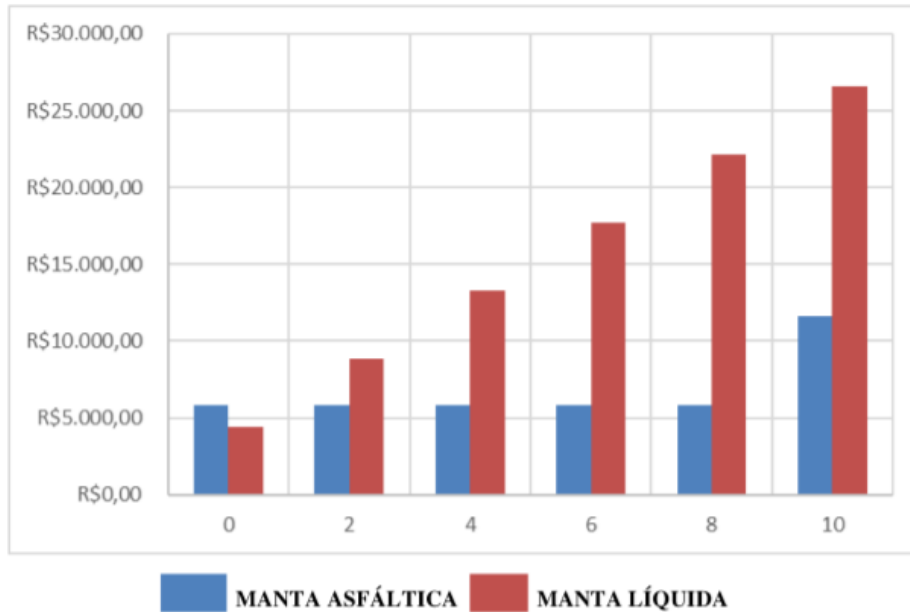
### *2.3.1.2.3 Mantas Asfálticas*

As mantas asfálticas são do tipo flexível e pré-fabricadas, derivadas do petróleo. Sua espessura pode variar de 3mm a 5mm, sendo que a escolha se dá através da utilização.

Na colocação das mantas asfálticas, deve-se preparar a superfície com a aplicação de uma demão de primer, permitindo uma boa aderência, e após a secagem, deve-se distribuir de a mata asfáltica.

Conforme [12], deve-se ter o cuidado de evitar bolhas na colocação das mantas asfálticas, além disso, deve haver uma sobreposição de 10cm nas emendas das mantas, sendo que as mesmas, devem ser executadas através de maçaricos aplicado a quente. Para finalizar, as mantas devem ser cobertas com uma argamassa de cimento e areia, para sua proteção mecânica.

No seu estudo, [13] analisou dois terraços, um impermeabilizado com manta líquida acrílica e um impermeabilizado com manta asfáltica, ambos foram analisados em relação a custo x durabilidade, o gráfico 01, apresenta os gastos com as mantas, supondo a manutenção da manta líquida seja realizada de dois em dois anos, enquanto que a manta asfáltica que tem uma maior durabilidade, foi considerado manutenção em 10 anos.



**Gráfico 01. Custo ao longo do tempo [13].**

De acordo com o estudo realizado, a manta asfáltica traz mais vantagens em relação a manta líquida, sendo a durabilidade umas das principais vantagens, além da capacidade de acompanhar a dilatação e retração da estrutura, impedindo a infiltração por meio de trincas e fissuras [13]. Outra vantagem é o tempo de manutenção muito maior do que o da manta líquida.

#### 2.3.1.2.4 Mantas de PVC

Segundo o estudo de [12], essas mantas são derivadas do PVC, são do tipo flexível, pré-moldadas, semelhantes ao carpete. Sua espessura varia de 1,3mm a 1,6mm. Suas emendas são feitas por termofusão, conhecido como solda. Já a fixação das mesmas depende de parafusos e arruelas especiais.

No entanto, as mantas de PVC não necessitam de proteção mecânica, devido a sua dureza.

#### 2.3.2 Técnicas utilizada de aplicação

A impermeabilização consiste na técnica de revestir elementos estruturais expostos a água da chuva, umidade do ambiente que está inserido ou até mesmo os raios solares, servindo para a proteção e prevenção de infiltrações e fissuras, sendo prejudiciais às construções.

Para a aplicação das argamassas poliméricas, primeiramente, a superfície a ser recebida a impermeabilização deve ser limpa e totalmente livre de impurezas, sendo umedecidas.



Posteriormente, aplica-se o impermeabilizante na superfície com o auxílio de uma trincha, sendo que os sentidos das demãos devem ser intercalados. Nos cantos, deve-se ter o cuidado de reforçar com telas de poliéster. O modo de preparação deve seguir padrões dos fabricantes.

De acordo com [4], os aditivos hidrófugos, devem ser adicionados a água de amassamento para o preparo da argamassa. Estes são aplicados sobre a camada de chapisco, para melhor fixação e aderência. O mesmo é de fácil aplicação, podendo ser aplicado com colher de pedreiro. No entanto, aditivos cristalizantes devem ser incorporados ao concreto seguindo as especificações dos fabricantes.

Em seu estudo, [14] utilizou um corpo de prova de referência, sem nenhum material impermeabilizante, afim de comparar com os que receberiam alguma técnica. Sendo o mesmo apresentando um índice de absorção igual a 17,83%.

Os tipos de impermeabilizantes utilizados por [14] foram com base asfáltica (hidroasfalto) e com base cimentícia.

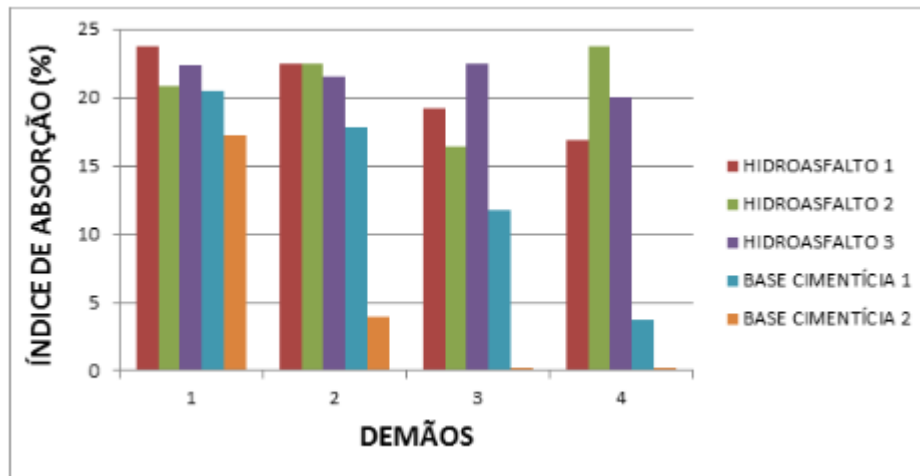
A partir disso, [14] apresentou os dados obtidos pelos corpos de provas com diferentes impermeabilizantes, representados na tabela 1.

Absorção de água (%)					
Demãos	Emulsão Asfáltica 1	Emulsão Asfáltica 2	Emulsão Asfáltica 3	B Cimentícia 1	B Cimentícia 2
1	23,79	20,91	22,4	20,57	17,3
2	22,55	22,48	21,64	17,89	4,0
3	19,27	16,41	22,55	11,83	0,16
4	16,9	23,84	20,04	3,66	0,21

**Figura 2. Índice médio, para cada demão, de absorção dos materiais [14].**

Analisando a tabela 1, pode-se concluir que impermeabilizantes com emulsão asfáltica 1, 2 e 3 não apresentaram nenhuma eficiência quando comparados com o corpo de prova de referência. No entanto, os impermeabilizantes com base cimentícia mostram-se mais eficientes.

A figura 3, exemplifica melhor os resultados obtidos. Em todos os corpos de prova, foram medidas as absorções com 1 demão, 2 demãos, 3 demãos e 4 demãos, podendo ser comparados os impermeabilizantes utilizados pelo autor.



**Figura 3. Índice de absorção de materiais asfálticos e cimentícios [14].**

Em seu estudo, [15] comparou a absorção de 4 produtos impermeabilizantes, sendo que cada produto foi aplicado aos corpos de provas analisando sua eficiência em 1 demão, 2 demãos, 3 demãos e 4 demãos. A cada aplicação, a autora mediu o peso após o corpo de prova ser submerso a uma lamina de água de aproximadamente 1,5cm.

Após o termino dos ensaios, [15] obteve resultados que são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1. Dados de absorção de água coletados a partir dos ensaios realizados**

Nº demãos	ABSORÇÃO (%)			
	Base asfáltica 1	Base asfáltica 2	Base cimentícia	Base asfáltica 3
4	1,070	1,381	1,764	0,048
3	2,624	11,227	2,705	0,016
2	7,361	3,760	2,986	0,027
1	10,120	11,450	11,885	3,812
<b>Absorção média</b>	<b>5,294</b>	<b>6,956</b>	<b>4,835</b>	<b>0,976</b>

Fonte:[15]

Analisando a tabela, [15], concluiu que o produto que apresentou um melhor desempenho foi a Base asfáltica 3, sendo que entre a 1ª e a 4ª demão teve-se uma diferença significativa. Da mesma forma, o produto da Base cimentícia também obteve bons resultados, sendo importante destacar que entre a 3ª e a 4ª demão não teve uma variação significativa, portanto, estatisticamente são considerados iguais.

### 3. Materiais e Métodos

No presente estudo, foram analisados os comportamentos de materiais a base cimentícia e a base asfáltica, referente a eficiência na impermeabilização das fundações.

#### 3.1 Caracterização dos materiais utilizados

Primeiramente, foram selecionados 4 diferentes impermeabilizantes, sendo que 3 são materiais de base asfáltica e 1 a base cimentícia.

Os impermeabilizantes a base asfáltica foram denominados emulsão asfáltica 1, emulsão asfáltica 2 e emulsão asfáltica 3. Por outro lado, o impermeabilizante a base cimentícia não teve renomeação.

Ambos materiais foram aplicados com auxílio de pinceis, em demãos cruzadas e preparados para a aplicação conforme a instrução do fabricante.

#### 3.2 Procedimento de ensaio e análise dos resultados

Estudou-se os comportamentos dos impermeabilizantes encontrados no mercado, em quatro corpos de prova, respectivamente de base asfáltica e cimentícia em uma, duas, três e quatro demãos, verificando suas influências na impermeabilização. Foram utilizados tijolos maciços, que receberam as devidas pinturas de cada produto analisado. Primeiramente os tijolos maciços foram colocados em uma mufla a temperatura de 100 °C por 24 horas, quando iniciadas a aplicação dos referidos produtos. Antes da aplicação de cada demão, os corpos de prova foram pesados em balança de precisão, recebendo a demão relativa e posteriormente colocadas em lâmina de 2 cm de água. A cada 24 horas foram retirados, secado sua superfície e medido sua massa novamente. O cálculo da capacidade impermeável foi realizado pela absorção pelas equações 1 e 2. Os resultados foram analisados por ANOVA.

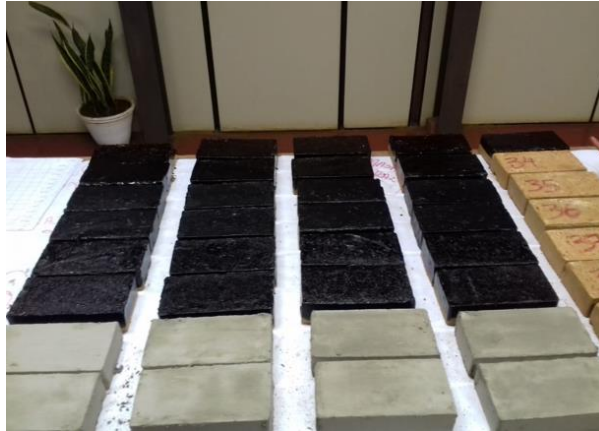
$$M_w = M_{tu} - M_{ts} \quad (1)$$

$$W = \frac{M_w}{M_{ts}} \times 100 \quad (2)$$

Sendo que  $M_w$  é a massa absorvida,  $M_{tu}$  é a massa do corpo de prova úmido,  $M_{ts}$  é a massa do corpo de prova seco e  $W$ , percentual de umidade absorvida.

### 4. Apresentação, Análise e Discussão dos Resultados

Obedecendo a metodologia, após terem ficado 24 horas em uma mufla a 100°C foram realizadas a primeira demão de impermeabilizante em todos os tijolos, na parte superior e lateral dos mesmos, o procedimento pode ser visto na figura 4. Após o período que os mesmos ficaram submersos na lamina de água (o recipiente que os mesmos ficaram, pode ser visto na figura 5), foram feitas as pesagens de todos os tijolos dos diferentes tipos de impermeabilizantes, para cada demão. Após o termino das 4 demãos, foram realizados cálculos para melhor analisar o percentual dos resultados obtidos.



**Fig. 4. Primeira camada de impermeabilização.**



**Fig. 5. Recipiente em que os corpos de prova foram inseridos.**

Para uma melhor comparação de resultados, utilizou-se um corpo de prova testemunho além dos tijolos impermeabilizados, neste não foi utilizado qualquer tipo de impermeabilização.

Após as análises dos resultados, o mesmo apresentou um índice médio de absorção de 11,62%.

Na tabela 02 é possível analisar o percentual de cada corpo de prova de acordo com o tipo de impermeabilizante, para cada demão.

**Tabela 02. Índice de Absorção de cada de mão.**

<b>ÍNDICE DE ABSORÇÃO (%)</b>				
<b>DEMÃOS</b>	<b>EMULSÃO ASFALTICA 1</b>	<b>EMULSÃO ASFALTICA 2</b>	<b>EMULSÃO ASFALTICA 3</b>	<b>BASE CIMENTÍCIA</b>
1	1,53	4,03	3,58	6,03
2	0,24	0,32	0,20	0,60
3	0,04	0,29	0,23	0,18
4	0,64	0,26	0,05	0,15

Percebeu-se que o melhor impermeabilizante analisado, segundo a metodologia adotada, foi a emulsão asfáltica 3, seguida do impermeabilizante de base cimentícia. Percebe-se que não houve diferença significativa da terceira para quarta demão do produto de base cimentícia, mas na emulsão asfáltica 3, há uma significativa diferença quando se aumenta uma demão do produto.

A fim de confirmar o desempenho dos produtos analisados, os resultados da absorção foram testados pela Análise da Variância, que confirmou a não existência de diferenças estatisticamente significativas entre os dois primeiros produtos, sendo, portanto, considerados iguais, conforme apresentados na tabela 3.

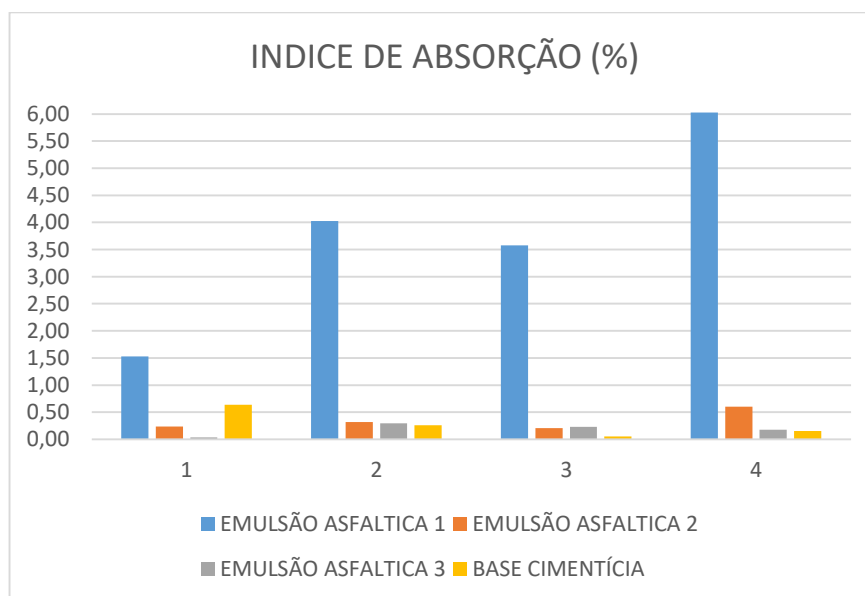
A tabela 3, mostra que o F crítico é maior que o F, concluindo e reafirmando o que foi citado acima, em referência a emulsão asfáltica 3 e a base cimentícia, são estatisticamente iguais.

**Tabela 03. Análise estatística entre os produtos Emulsão asfáltica 3 e de Base cimentícia .**

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,010	1,000	0,010	14,171	0,064	18,513
Dentro dos grupos	0,001	2,000	0,001			
Total	0,011	3,000				

No entanto, analisando o melhor produto, com a emulsão asfáltica 2, considerada a terceira melhor solução, verificou-se que a partir deste também segundo ANOVA, mostrou a existência de diferenças significativas entre eles, concluindo que segundo desempenho técnico deve-se optar por qualquer um dos dois primeiros.

Para uma melhor compreensão dos resultados segue a figura 6, detalhando graficamente a diferença das médias de absorção entre os produtos para cada demão.



**Fig. 6. Resultados do índice de absorção dos materiais.**

## 5. Conclusão

Com o intuito de mostrar a importância de um projeto adequado de impermeabilizantes, este estudo possibilitou visualizar que se utilizado os produtos corretos, com apenas uma demão, os mesmos já são capazes de absorver uma menor quantidade de água, quando comparados ao testemunho.

No entanto percebe-se que se seguidas as normas disponíveis e as instruções dos fabricantes e, utilizadas as demãos adequadas de cada produto, o nível de qualidade dos mesmos aumenta consideravelmente. Neste estudo a emulsão asfáltica 3, e o impermeabilizante de base cimentícia foram os que apresentaram os resultados mais satisfatórios, na quarta demão.

Sendo assim, quanto mais detalhado for projeto de impermeabilização, melhor será o resultado obtido, evitando problemas patológicos futuros, e aumentando a vida útil das estruturas.

## 6. Referências

- [1] BRUSCHI, André Luiz Zarth. Diretrizes para elaboração de um projeto de impermeabilização aplicado em residência unifamiliar. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. p 9;16, 2018.
- [2] CUNHA, A. G.; CUNHA, R. R. Impermeabilização e isolamento térmico: Materiais e especificações. 1997.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575/2010: Impermeabilização – seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. [online] Disponível em: < <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAg518AH/nbr-9575-2010-impermeabilizacao-selecao-projeto?part=2>>.
- [4] SOARES, F. F. A importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil. Escola Politécnica UFRJ. Rio de Janeiro/2014.
- [5] DALBERTO, Ebrael. Análise comparativa de isolamento térmico entre lajes pré-moldadas e laje painel treliçada com a utilização de tabelas cerâmicas e blocos de poliestireno expandido (EPS) para fins de conforto térmico. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso.
- [6] VIAPOL. Impermeabilização em lajes – mono camada - Manta Asfáltica + isolante térmico aplicação com maçarico. 2017. [online] Disponível em: < <http://www.viapol.com.br/media/211755/01-uma-manta-aplicada-com-ma%C3%A7arico-plana-isolante.pdf>>
- [7] ISÓFERES. Isolamento Térmico de lajes impermeabilizadas. 2012.
- [8] RIGHI, G. V.; Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - análise de casos. Dissertação apresentada ao curso de mestrado da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, 2009.
- [9] NORA, GUSTAVO DALLA. Impermeabilização de Terraços: Materiais Utilizados e Detalhes Construtivos. Monografia da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, 2015. [online] Disponível em: < [http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2015/TCC\\_GUSTAVO%20DALLA%20NORA.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_GUSTAVO%20DALLA%20NORA.pdf)>
- [10] SIKA. 2008 [online] Disponível em:< <https://bra.sika.com/> >.

- [11] TEIXEIRA, BRUNA GOMES; DE JESUS, RONDINELLE WALITTE PEDRO. Impermeabilizantes Flexíveis na Prevenção de Patologias Causadas pela Umidade. 2018. [online] Disponível em:<[http://repositorio.aee.edu.br/jspui/bitstream/aee/371/1/2018\\_1\\_RONDINELLEBRUNA.pdf](http://repositorio.aee.edu.br/jspui/bitstream/aee/371/1/2018_1_RONDINELLEBRUNA.pdf)>.
- [12] SALGADO, M. O. L.; SALES G. V.; A importância da impermeabilização em lajes de cobertura de edificações. Monografia da Faculdade de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Caratinga. DOCTUM, 2013.
- [13] SILVÉRIO, Daniela Joice Alves Fernandes. Comparação de viabilidade econômica da manta asfáltica e manta líquida acrílica para impermeabilização de terraço. 2018.
- [14] KWIATKOWSKI, R. V. Estudo comparativo da eficiência de impermeabilizantes em fundações. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Santo Ângelo/RS, 2014.
- [15] AMARAL, E. DA R. D. Estudo do comportamento de materiais e sistemas na impermeabilização de obras de construção civil. Trabalho de conclusão de curso. Santo Ângelo/2019