



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES EM LAJES DE CONCRETO ARMADO

CRUZ, Rafael Barreto Castelo da (1); PAULA, Letícia Silva de (2)

(1) Centro Universitário da FEI, rafaelcastelo@fei.edu.br

(2) Centro Universitário da FEI, leticiaspaula1@hotmail.com

RESUMO

A umidade acelera alguns mecanismos de deterioração, tais como a corrosão das armaduras, lixiviação, eflorescência, carbonatação, descolamentos, e ainda outras consequências em função do bolor, gerando problemas de saúde, entre outros. Para proteger os ambientes da ação da água, que pode ocorrer por capilaridade, percolação, condensação, etc., é necessário que durante a obra seja feita a impermeabilização, a qual consiste na aplicação de produtos específicos para proteger estas áreas. Neste projeto foram realizados testes de estanqueidade em quatorze lajes de concreto armado, onde quatro delas foram impermeabilizadas com uma membrana acrílica, quatro com uma membrana asfáltica e quatro com uma emulsão asfáltica, todas variando os números de camadas de uma a quatro demãos, as últimas duas lajes não foram impermeabilizadas e foram colocadas nas mesmas condições que as anteriores para mostrar o que ocorre na falta destes e avaliar a eficácia dos métodos de impermeabilização com membranas acrílicas e asfálticas e emulsão asfáltica em lajes de concreto armado, em função do número e da espessura das camadas de aplicação.

Palavras-chave: Impermeabilização. Concreto. Estanqueidade.

ABSTRACT

Moisture accelerates some deterioration mechanisms, such as reinforcement corrosion, leaching, efflorescence, carbonation, detachments, and other consequences due to mold, causing health problems, among others. To protect the environments from the action of water, which can occur due to capillarity, percolation, condensation, etc., it is necessary that waterproofing be carried out during the work, which consists in the application of specific products to protect these areas. In this project, waterproofing tests were carried out on fourteen reinforced concrete slabs, where four of them were waterproofed with an acrylic membrane, four with an asphalt membrane and four with an asphalt emulsion, all varying the number of layers from one to four coats, the last two slabs were not waterproofed and were placed in the same conditions as the previous ones to show what happens in the absence of these and to evaluate the effectiveness of waterproofing methods with acrylic and asphalt membranes and asphalt emulsion in reinforced concrete slabs, depending on the number and the thickness of application layers.

Keywords: Waterproofing. Concrete. Watertightness.

1 INTRODUÇÃO

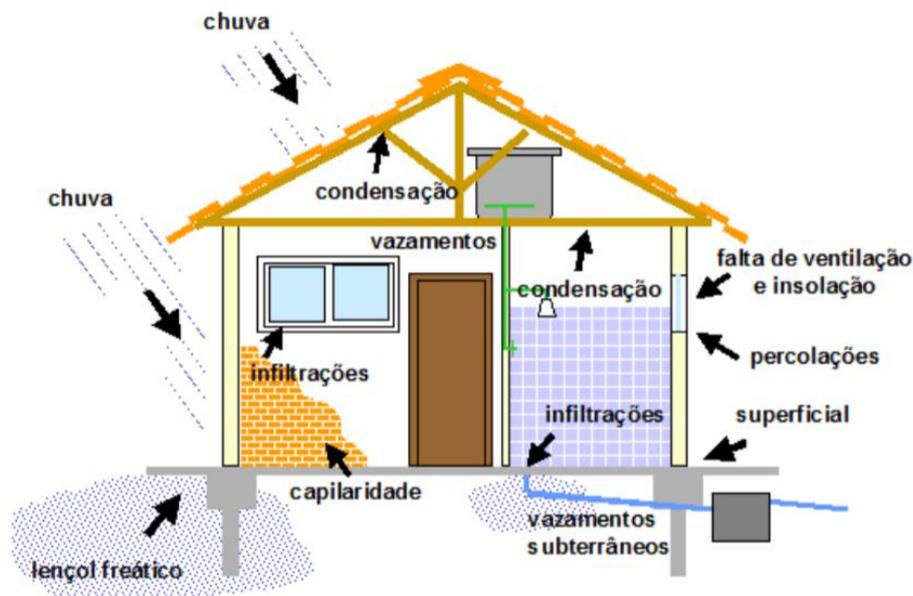
Historicamente a umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil, em trabalhos com mais de 30 anos, como é o caso de Perez (1985) já se apontavam à complexidade dos fenômenos envolvendo a ação da água nas construções.

Desde Verçoza (1991) até Alves (2013), a umidade é um fator essencial para o desencadeamento de diversas manifestações patológicas tais como aparecimento de eflorescências, lixiviação, corrosão das armaduras, reações álcali-agregados, expansão ou ataque por sulfatos, carbonatação, mofo, bolores, deslocamento de pintura e de revestimentos, podendo em caso mais extremos atuar como fator determinante para acidentes estruturais.

Carvalho (2018) aponta que os problemas com a umidade são comuns em edificações novas e antigas, dessa maneira, o conhecimento acerca das falhas que podem ocorrer em sistemas de impermeabilizações é importante pois, conhecer os mecanismos causadores de manifestações patológicas, bem como as suas consequências, pode auxiliar na prevenção de problemas.

Para proteger os ambientes da ação da água, que pode ocorrer por capilaridade, percolação, condensação, entre outras formas, como mostra a Figura 1, é necessário que durante a obra seja feita a impermeabilização, na qual consiste na aplicação de produtos específicos para proteger estas áreas, e restringir o acesso da água nos sistemas de construção (RIGHI, 2009).

Figura 1 – Ações da água na construção.



Fonte: (Sabbatini et. al, 2006).

A NBR 9575/2010 define a impermeabilização como o conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluídos, de vapores e da umidade. Portanto a má execução, ou a falta da impermeabilização, segundo Silva e Oliveira (2018), é um catalisador de mecanismos de deterioração das estruturas, e algumas destas geram consequências que propiciam problemas de

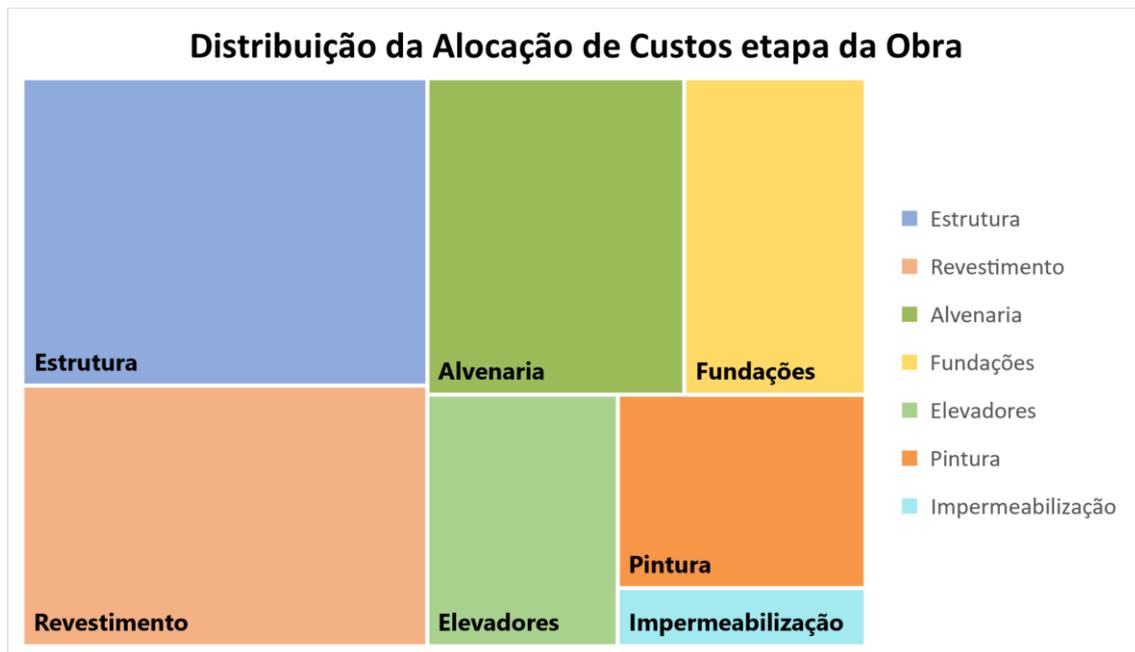
saúde e afetam o desempenho e a durabilidade das construções e assim podem afetar até a qualidade de vida dos usuários.

Dias (2008), aponta que são escassos os dados quanto a avaliação da durabilidade de sistemas impermeabilizantes, contudo, no que tange à durabilidade, a NBR 15575-1 (2013) regulamenta essas exigências: os sistemas de fácil manutenção devem possuir vida útil de, no mínimo, 4 a 8 anos; e os sistemas de difícil manutenção, de 20 anos.

A impermeabilização deve ser muito bem escolhida e estudada, pois reparos e uma nova aplicação são dispendiosos, apontam Souza e Ripper (2009). Um fator determinante para os sistemas impermeabilizantes terem um dos maiores custos pós construção é o fato de que os custos de manutenção, renovação e recuperação deles são muito superiores ao inicial, e também muito mais difíceis de valorar, como exemplificado na norma ABNT NBR 15.575-1 (2013)

Em estudos realizados nas últimas décadas, pela Vedacit (2016) apontam sinteticamente que os custos de construção podem ser divididos aproximadamente em 26% do custo total da obra para estruturas, 22% para revestimentos, 17% para alvenarias, 12% para fundações, 10% para elevadores, 10% para pinturas e 3% para impermeabilizações, ilustrados na Figura 2, porém quando é necessário refazer a impermeabilização e as falhas nos sistemas construtivos decorrentes desta necessidade, podem ser gerados acréscimos de 10 a 15% do valor do custo inicial da obra, uma vez que, normalmente, sobre a impermeabilização, existem outros materiais complementares, como por exemplo argamassa e pisos, nos quais são perdidos no momento da falha, além do custo de recuperação estrutural aponta Righi (2009).

Figura 2 - Custos aproximados das etapas de uma obra



Fonte: O Autor (2020) "adaptado de Vedcit, 2016"

Correia e Monteiro (1998), através de entrevistas, concluiu que 88% dos proprietários das edificações vistoriadas não souberam informar quanto à existência ou não de

sistemas impermeabilizantes em seus imóveis, e 62% das edificações pesquisadas sofrem manutenção corretiva, ou seja, quando aparecem os problemas. Portanto o objetivo do trabalho é avaliar a eficácia dos métodos de impermeabilização com membranas acrílicas e asfálticas em lajes de concreto armado, em função do número e da espessura das camadas de aplicação.

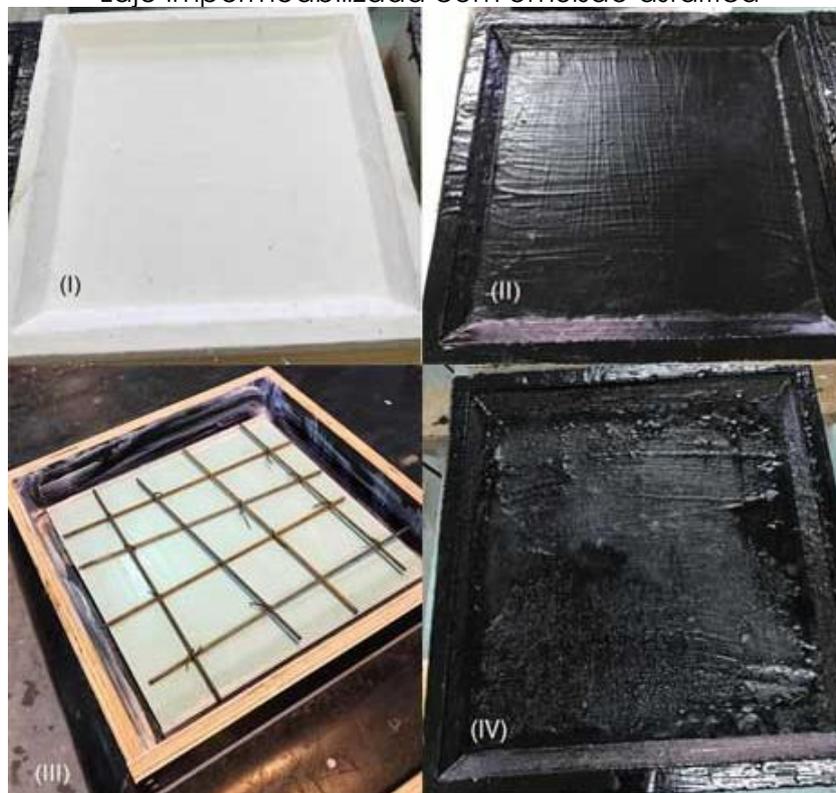
2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste projeto foram realizados testes de estanqueidade em 14 lajes de concreto armado. Foram impermeabilizadas quatro delas com uma membrana acrílica, quatro com uma membrana asfáltica, quatro com uma emulsão asfáltica e duas lajes não foram impermeabilizadas. Variou-se os números de camadas de uma a quatro demãos nas lajes impermeabilizadas.

O ensaio constitui-se em submeter uma lâmina d'água de 10mm na superfície impermeabilizada por 72 horas, em seguida, retirar a lâmina d'água e aguardar mais 24 horas para verificar visualmente a existência de danos como bolhas, fissuras, diferença de tonalidade, desagregação superficial, eflorescências, empolamentos, delaminações, descolamentos e destacamentos. Se informada pelo fabricante, a diferença de tonalidade é permitida (NBR 9575:2010).

As dimensões dos corpos de provas, que simularam uma laje de concreto armado foram 40x40x5cm em molde feito com compensado de madeira fórmica, Figura 3. A armadura proposta foi de aço CA 60 com bitola de 4,2mm de diâmetro.

Figura 3 – (I) Laje impermeabilizada com membrana acrílica (II) Laje impermeabilizada com membrana asfáltica (III) Molde com armadura de aço (IV) Laje impermeabilizada com emulsão asfáltica



Fonte: Autor (2020).

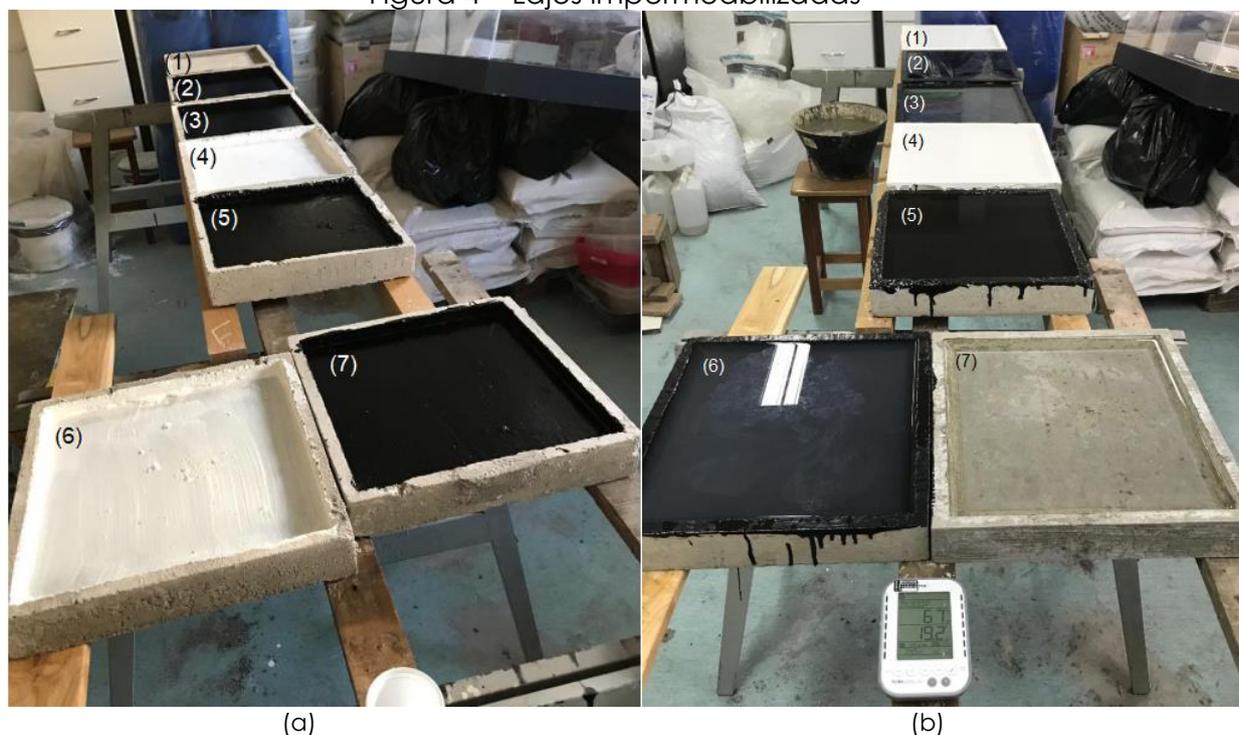
Depois de terminar a concretagem e após um período de 15 dias na cura, duas das lajes foram impermeabilizadas com membrana asfáltica - com uma demão conforme destaque (2) da figura 4 (a) e duas demãos conforme destaque (5) da figura 4 (a); duas lajes foram impermeabilizadas com emulsão asfáltica - com uma demão conforme destaque (3) da figura 4 (a) e com duas demãos conforme destaque (7) da figura 4 (a) ; duas lajes impermeabilizadas com membrana acrílica – com uma demão conforme destaque (4) da figura 4 (a) e com duas demãos conforme destaque (6) da figura 4 (a); e a última laje conforme destaque (1) da figura 4 (a) não foi impermeabilizada para evidenciar o que acontece quando há a falta de impermeabilizantes nas construções.

Terminado o período de cura dos impermeabilizantes, as lajes foram submetidas durante 72 horas sob uma lâmina d'água de 10mm de altura para a realização do teste de estanqueidade.

Após as análises dessas lajes, mais sete foram colocadas nos cavaletes onde uma ficou sem nenhum impermeabilizante detalhe (7) da figura 4 (b) , duas foram impermeabilizadas com emulsão asfáltica, recebendo três demãos conforme detalhe (3) da figura 4 (b) e quatro demãos conforme detalhe (6) da figura 4 (b), duas com a membrana asfáltica, também com o mesmo número de demãos da anterior, três conforme detalhe (2) da figura 4 (b) e quatro conforme detalhe (5) da figura 4 (b) e as últimas duas com membrana acrílica, da mesma forma que as demais, três conforme detalhe(1) da figura 4 (b) e quatro conforme detalhe (4) da figura 4 (b) demãos.

Terminado o período de cura dos impermeabilizantes, uma lâmina de 10mm de água foi colocada nas lajes para a realização do teste de estanqueidade, Figura 4 (b) , destacado na norma ABNT NBR 15575.

Figura 4 – Lajes impermeabilizadas



Fonte: Autor (2020).

As lajes que apresentaram problemas, como o aparecimento de bolhas e a redução do nível d'água, foram as lajes em que não foi utilizada a quantidade de demãos especificada na embalagem do produto e a laje não impermeabilizada (Figura 5).

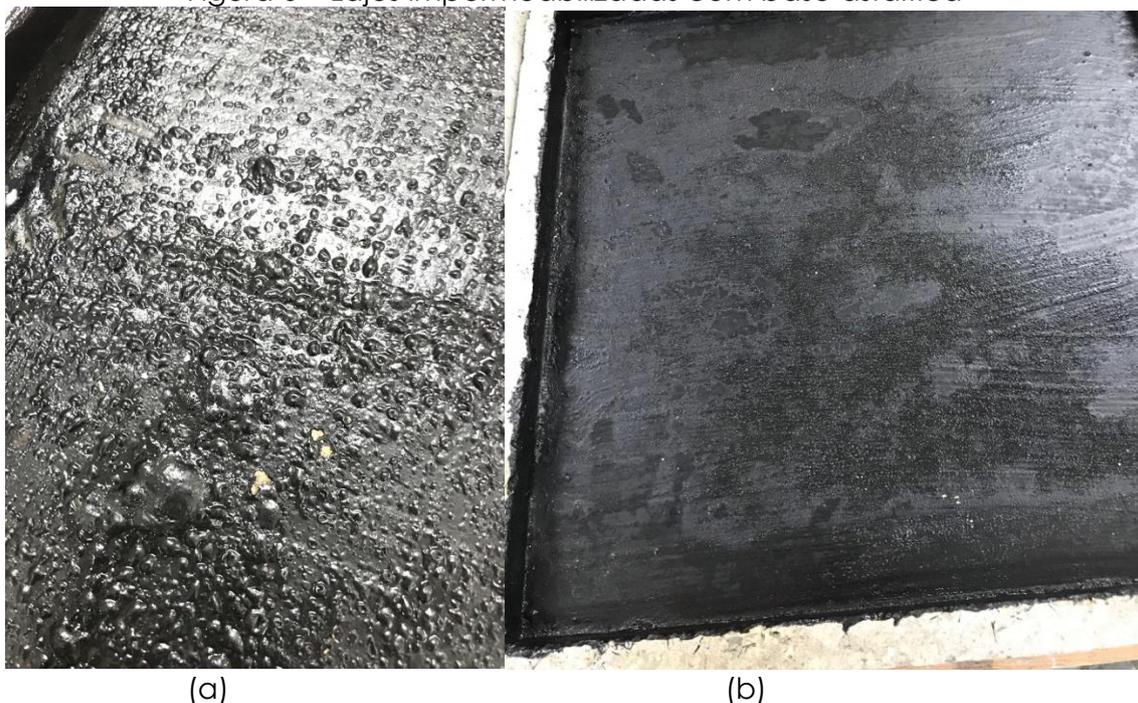
Figura 5 – Comparação das lajes



Fonte: Autor (2020).

Curiosamente, nas lajes impermeabilizadas com membrana asfáltica (a) e emulsão asfáltica (b) surgiram bolhas e manchas na superfície, embora tenha sido utilizada a quantidade de demãos descrita na embalagem do produto, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Lajes impermeabilizadas com base asfáltica



(a)

(b)

Fonte: Autor (2020).

Observando o comportamento das lajes na qual sofreram uma redução do nível d'água e foi perceptível danos no impermeabilizante, é possível notar que nelas o consumo utilizado por m² foi menor do que o recomendado na embalagem, sendo assim, uma possível causa para este problema.

3 RESULTADOS OBTIDOS

A partir da análise experimental o que foi percebido que acima de 2 demãos o comportamento de membranas acrílicas é invariável. Já para o caso das membranas asfálticas acima de 3 demãos o comportamento é invariável, e para as emulsões asfálticas o comportamento continua variando com 1, 2, 3 ou 4 demãos, conforme síntese dos resultados no quadro 1.

Quadro 1 – Resultados obtidos

	1 demão	2 demãos	3 demãos	4 demãos
Membrana acrílica	Redução de 1mm do nível d'água e manchas em cerca de 80% da área impermeabilizada	Nenhum dano ou alteração	Nenhum dano ou alteração	Nenhum dano ou alteração
Membrana asfáltica	Redução de 1mm do nível d'água e surgimento de bolhas	Redução de 1mm do nível d'água e surgimento de bolhas	Surgimento de bolhas	Surgimento de bolhas
Emulsão asfáltica	Redução de 2mm do nível d'água, coloração da água, manchas em cerca de 85% da área impermeabilizada e surgimento de bolhas	Redução de 2mm do nível d'água, coloração da água e surgimento de bolhas	Surgimento de bolhas e manchas em cerca de 90% da área impermeabilizada	Surgimento de bolhas e manchas em cerca de 35% da área impermeabilizada
Lajes não impermeabilizadas	Redução de todo o nível d'água			

Fonte: Autor (2020).

Por fim, perante os ensaios executados e analisando os resultados obtidos, arremata-se, analisando as lajes impermeabilizadas com emulsão asfáltica e utilizando o consumo na quantidade descrita na embalagem do produto, ou superior, ainda houve o aparecimento de manchas após realizar o teste de estanqueidade, que consistiu em deixar uma lâmina d'água de 10mm durante 72h na área que foi impermeabilizada, este acontecimento supostamente está ligado ao fato de que, de acordo com Sabbatini (2006) este é um impermeabilizante recomendado para áreas e superfícies onde não haverá o empoçamento ou a retenção de água.

É importante observar que a qualidade do material interfere no desempenho do sistema de impermeabilização, por isso, uma etapa importante da avaliação de desempenho é a identificação das características físicas e mecânicas dos materiais.

4 CONCLUSÕES

Curiosamente, a aplicação da membrana asfáltica com três demãos, recomendado na embalagem do produto, e quatro demãos, superior a quantidade de demãos apresentada na embalagem, apresentou o surgimento de bolhas, podendo ter sido ocasionado pelo tempo equivocado de cura do impermeabilizante antes de dar início ao teste de estanqueidade ou pela laje não ter atingido totalmente seu tempo, mesmo que aparentando estar “seca”, antes da aplicação da primeira demão da membrana asfáltica, contudo, na literatura e nos manuais técnicos consultados, ainda não há uma perfeita relação experimental entre a idade de cura do substrato para que não se manifestem bolhas no impermeabilizante, à vista disso, em trabalhos futuros estas variáveis devem ser manipuladas para que se conclua uma relação de causa e efeito.

Considerando que a avaliação da estanqueidade á água de áreas molhadas consiste em expor a laje com lâmina d'água por 72 horas, nesse contexto os resultados das lajes ensaiadas com emulsão asfáltica não apresentam bom comportamento significa que alguma restrição, ou limitação, para o seu uso, ou adoção, precisa ser discutida.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. A.R.L. **Impermeabilização e Isolamento Térmico de Coberturas em Terraço, Sistemas Construtivos e Patologias**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa. 2013
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575 - Impermeabilização** – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Coletânea de Normas Técnicas - Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.
- CARVALHO, W.M. **Patologias de edifícios históricos tombados: Estudo de caso – Convento das Mercês**. Dissertação de Mestrado em Construção Civil. Escola Superior de Tecnologia e Gestão Instituto Politécnico da Guarda. São Luiz/MA. 2018.
- CORREIA, N.C.; SILVA, C.G.V.; MONTEIRO, E.C.B. **Caracterização das manifestações patológicas em serviços de impermeabilização**. Florianópolis, SC. 1998. v.1 p. 305-312. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7o, Florianópolis, 1998.
- DIAS, T. M.O. **Durabilidade de Materiais Utilizados Nos Sistemas de Impermeabilização de Coberturas Planas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade do Porto – FEUP, Portugal, 2008
- PEREZ, A. R. **Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas**. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988. p.571-78.
- RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria.Santa Maria. 2009

SABBATINI, F. BARRO, M.M.B. FRANCO, L.S. MELHADO, S.V. ALY, V.L.C. **Tecnologia da Construção de edifícios II – Impermeabilização**. Aulas USP/DECC-PCC-2436 –, Outubro/2006.

SILVA, F.L. OLIVEIRA, M. P.S. L. Manifestações patológicas causadas pela ausência ou falha de impermeabilização. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 03, Ed. 11, Vol. 01, pp. 76-95 novembro de 2018.

SOUZA, V.C.M.; RIPPER.T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estrutura de Concreto**. São Paulo: Pini, 2009. 262p.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.