



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

PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO: ANÁLISE DA SUA RELEVÂNCIA E IMPACTOS NA DURABILIDADE DA EDIFICAÇÃO

CAMPOS, Bruno Espírito Santo Cordeiro ⁽¹⁾

Engenheiro Civil

Centro Universitário Newton Paiva

Belo Horizonte/ Minas Gerais

brunocampos-es@hotmail.com

FERREIRA, José Paulo ⁽²⁾

Engenheiro Civil

Centro Universitário Newton Paiva

Belo Horizonte/ Minas Gerais

josep.paulus@hotmail.com

SANTOS, Julie Anne Braun ⁽³⁾

Engenheira Civil

São Paulo/ São Paulo

Universidade Federal de São Paulo

braun.anne@ymail.com

SILVA, Wendel Mendes ⁽⁴⁾

Engenheiro Civil

Belo Horizonte/ Minas Gerais

Centro Universitário Newton Paiva

delmswendel@yahoo.com.br

RESUMO

As edificações devem ser protegidas, quando em presença aos meios agressivos da atmosfera, por isso cada vez mais os projetos e detalhamentos de impermeabilização vem sendo solicitados nas construções. A vida útil de uma construção é diretamente influenciada pela presença dos sistemas impermeabilizantes, que previnem o aparecimento de inúmeros problemas patológicos decorrentes da presença da água, em seus diversos estados, integrada aos componentes agressivos da atmosfera. De todos os aspectos envolvidos à impermeabilização, a ausência de projetos específicos parece ser a raiz principal do problema. No Brasil, as recomendações relativas à impermeabilização em edificações são baseadas na norma prescritiva da ABNT NBR 9575 Impermeabilização - Seleção e Projeto. O projeto de impermeabilização deve fazer parte integrante dos projetos de uma edificação, necessitando este ser compatibilizado com os outros sistemas estruturais, a fim de que não haja negligência em nenhuma de suas etapas. O presente trabalho aborda a importância da elaboração do projeto de impermeabilização (com detalhamentos) e sua influência frente à execução do sistema. Serão analisados qualitativamente estudos de casos de duas edificações, objetivando demonstrar a relevância do projeto e sua relação com o surgimento de patologias que impactam na durabilidade da edificação.

Palavras chave: Projeto de impermeabilização, sistemas de impermeabilização, patologias, durabilidade.

1. INTRODUÇÃO

As edificações estão a todo o momento expostas às ações das intempéries, como a chuva, radiação solar e os ventos, estando, assim, vulneráveis à ocorrência de falhas. Em face de tais exposições, Yazigi (2011) define impermeabilização como a proteção das construções contra a infiltração de água, sendo esta, parte integrante do projeto.

A elaboração do projeto é atividade predecessora da etapa de aquisição de materiais e de execução dos serviços, visto ser nela que é elucidado o tipo de sistema mais adequado ao local e seus métodos executivos. O surgimento de patologias causadas por umidade pode ter relação direta com a elaboração do projeto e seus detalhamentos como por procedimentos incorretos de execução. Lima, Passos e Costa (2002, *apud* MORAES, 2013, P.62) apontam que "as falhas no sistema de impermeabilização podem ser decorrentes de deficiências no processo de projeto, como ausência do próprio projeto, especificação inadequada dos materiais e falta de análise das interferências de outros projetos no projeto de impermeabilização".

Com base no exposto neste trabalho, será abordada a importância de se elaborar o projeto de impermeabilização (com seus detalhamentos) e sua influência frente à execução do sistema. Serão apresentados estudos de caso de duas coberturas visando analisar o projeto de impermeabilização, bem como a execução dos sistemas e relacioná-los com a durabilidade dessas edificações.

2. PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Proteger as edificações, prolongar sua vida útil e proporcionar conforto e segurança ao usuário é o foco da técnica de impermeabilizar. Embora haja uma variedade extensa de alternativas tecnológicas para os sistemas de impermeabilização, vale ressaltar que se eles não forem especificados e projetados corretamente, não será obtido resultado satisfatório no quesito proteção da edificação.

O Projeto de impermeabilização faz-se necessário, segundo a ABNT NBR 9575:2010, para a união das várias informações dos processos de impermeabilização utilizadas em uma construção, objetivando orientar a seleção, evitando erros, desperdícios e alto custo de execução. Além do respeito às normas, classificação dos tipos de impermeabilização, análise dos tipos de substrato, forma de atuação da água sobre a superfície, dilatações do terreno, meios químicos, físicos e biológicos os quais o ambiente estará exposto, prazo de execução e custo/benefício, são alguns aspectos levados em consideração pelo profissional responsável durante a elaboração do projeto de impermeabilização, segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2009).

2.1 A relevância do projeto de impermeabilização

A elaboração do projeto de impermeabilização é de considerável relevância, por ser fundamental para se obter maior relação custo benefício e garantir melhor qualidade na execução dos serviços, lembrando que além de permitir uma melhor escolha dos tipos de impermeabilização para cada tipo de situação, permite um

melhor planejamento de sua execução como descreve o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2009). Picchi (1986) aprofunda ainda mais na relevância do projeto, bem como as consequências que podem decorrer da ausência deste “ a falta de um projeto específico de impermeabilização, especificando os detalhes necessários que tenham sido desenvolvidos de maneira coordenada com o projeto do edifício, prevendo-se as interações com a estrutura, instalações, etc. implica uma série de improvisações na obra, que além de bastante onerosa leva geralmente a soluções que não satisfatórias”. (PICCHI, 1986, p.49)

O projeto de impermeabilização, segundo a norma ABNT NBR 9575 (2010, p.6), deve ser realizado a fim evitar a passagem de fluidos e vapores pelos locais que precisam de estanqueidade, protegendo os elementos da construção contra agentes agressores do intemperismo, proteger o meio ambiente de contaminações através do uso de sistemas de impermeabilização, dando possibilidades de acesso ao sistema, de modo a facilitar a manutenção, evitando falhas precoces na impermeabilização.

2.2 Impermeabilização relacionada à durabilidade da edificação

As edificações são construídas, via de regra, para serem duráveis, oferecendo aos usuários o conforto e segurança quando do uso das suas instalações. A preocupação com a durabilidade das edificações vem sendo abordada pela Norma de Desempenho, ABNT NBR 15575:2013. A durabilidade é definida pela ABNT NBR 15575-1 (2013, p.7) como a “capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso”.

A durabilidade de um sistema de impermeabilização depende, além de um projeto em conformidade com as normas, que sejam feitas manutenções após a instalação. “Para que se atinja a durabilidade desejada da construção antes de mais nada há necessidade de que sejam atendidos os critérios de estanqueidade à água” (CBIC, 2013, p.203), o que é viabilizado através do conjunto projeto, execução e manutenção dos sistemas de impermeabilização.

2.3 Manifestações patológicas de impermeabilização

As manifestações patológicas podem diminuir a durabilidade das estruturas e dos sistemas construtivos, reduzindo conseqüentemente a sua vida útil. A ausência ou execução incorreta nos sistemas de impermeabilização em laje de cobertura pode acarretar o surgimento de fissuras, trincas, infiltrações por capilaridade ascendente, manchas por eflorescência e infiltrações em juntas, abrindo caminho para que a água caminhe para dentro da estrutura.

Para evitar que ocorra o aparecimento de falhas no sistema de impermeabilização e que estas venham a provocar manifestações patológicas na edificação, o IBI (2009) afirma que “a correta impermeabilização é suficiente para evitar esse transtorno. Para lajes, os sistemas flexíveis são mais indicados, uma vez que as lajes tendem a se deformar tanto em função do gradiente térmico quanto em razão das cargas e dos vãos envolvidos. Portanto, impermeabilizantes rígidos jamais devem ser utilizados em tais elementos”. Conforme orientado pelo IBI (2009), projetar corretamente o sistema de impermeabilização, respeitando a relação entre os tipos de impermeabilizantes e a estrutura, é possível mitigar o aparecimento de patologias oferecendo maior segurança aos usuários e garantindo a durabilidade da edificação.

3. ESTUDO DE CASO

O Estudo de Caso I, obra da Moradia Estudantil Ouro Preto III, gerenciada pela Fundação Mendes Pimentel, pertencente à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), localizada na Av. Fleming nº 926, no bairro Ouro Preto em Belo Horizonte, MG. As atividades de impermeabilização na laje de cobertura tiveram início em 01/03/2016 e previsão de término em 24/10/2016. O Estudo de Caso II, reforma da laje de cobertura de uma edificação, também em Belo Horizonte, MG, será representada neste trabalho como Instituição "A", por solicitação da empresa.

Em ambas as edificações foi observado o sistema de impermeabilização aplicado na laje de cobertura, com foco em analisar o projeto e sua execução no Estudo de Caso 1 e analisar as especificações técnicas propostas para implantação na laje assim como as patologias ocorridas na camada de impermeabilização no período de pós-execução do sistema no Estudo de Caso 2.

3.1 Obra Moradia Estudantil da UFMG: Projeto e detalhamento

Em projeto foram previstos dois sistemas de impermeabilização: manta asfáltica e membrana acrílica, conforme demonstrado em alguns dos seus detalhamentos nas Figuras 01, 02 e 03.

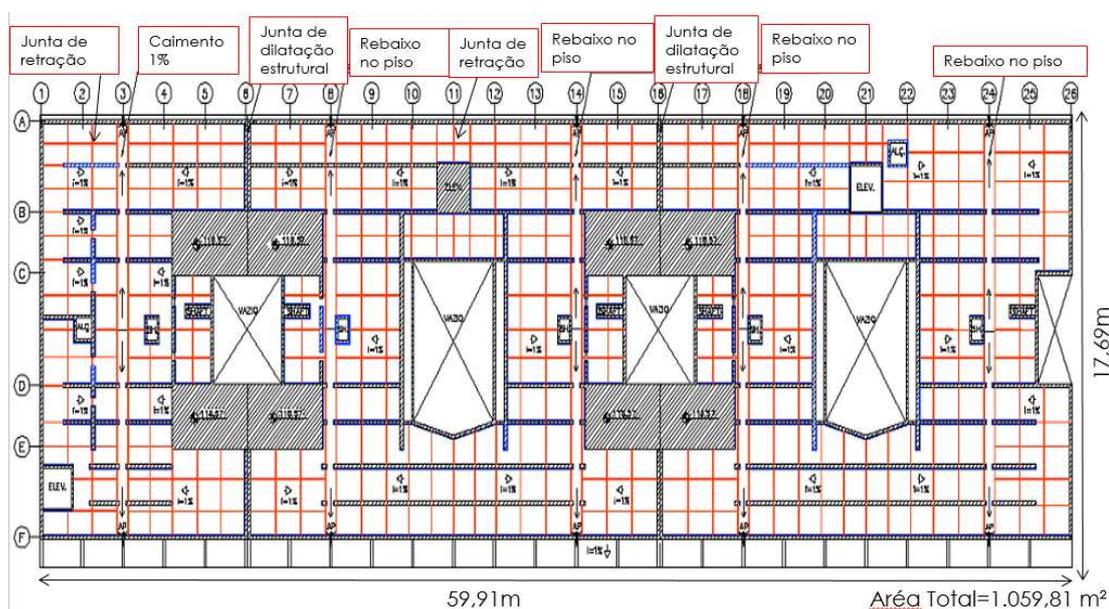
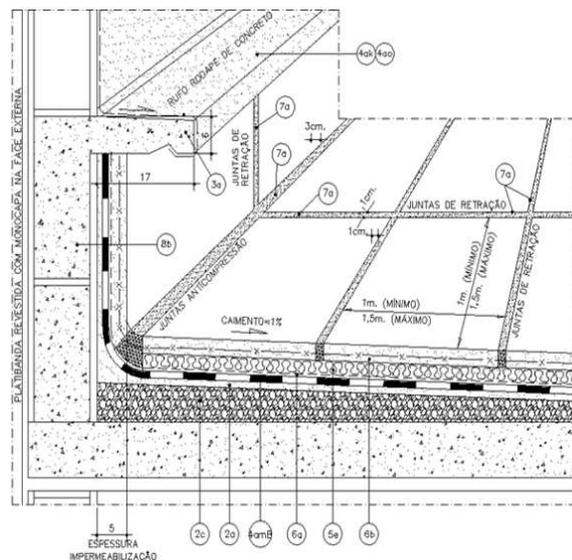
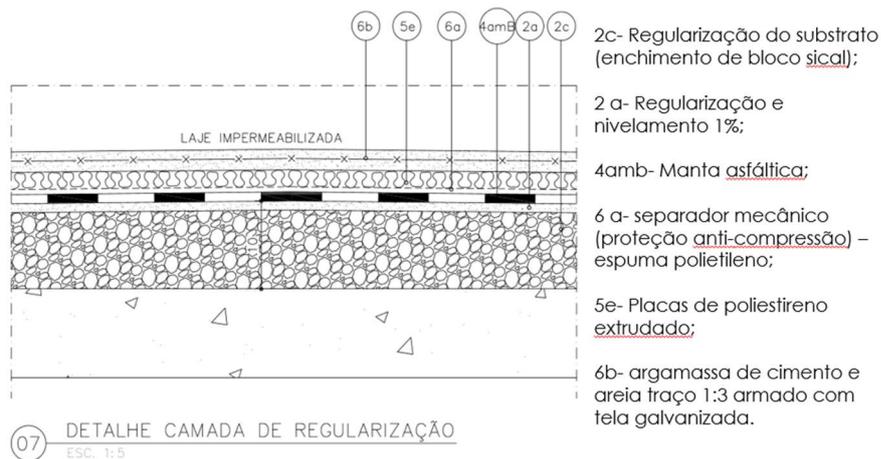


FIGURA 1- Planta da laje de cobertura e mapa das juntas. (Fonte: Arquitetos Juliano Cavaliere e Ana Luisa Reis/ UFMG)



- 8 a- platibanda;
- 7 a- Mástique com emulsão hidroasfáltica e areia para juntas de anti-compressão e retração;
- 3 a- Rufo/rodapé com pingadeira;
- 4k- Membrana acrílica com tela de poliéster;
- 4ao- Acabamento com tinta acrílica;

FIGURA 2- Detalhamento da platibanda e juntas. (Fonte: Arquitetos Juliano Cavaliere e Ana Luisa Reis/UFMG)



- 2c- Regularização do substrato (enchimento de bloco sical);
- 2 a- Regularização e nivelamento 1%;
- 4amb- Manta asfáltica;
- 6 a- separador mecânico (proteção anti-compressão) – espuma polietileno;
- 5e- Placas de poliestireno extrudado;
- 6b- argamassa de cimento e areia traço 1:3 armado com tela galvanizada.

FIGURA 3- Detalhamento do sistema impermeabilizante. (Fonte: Arquitetos Juliano Cavaliere e Ana Luisa Reis/ UFMG)

A laje é em concreto armado moldada in loco que possui grande extensão. Por isso projetou-se a manta asfáltica de 4 mm com proteção térmica e mecânica para o sistema. A proteção térmica idealizada proporcionará um maior conforto para os usuários, visto que, esse isolamento tende a diminuir a temperatura interna. Quando da elaboração do projeto básico e executivo, foi observado quais seriam os outros sistemas da edificação que interceptariam o projeto de impermeabilização. Entre os sistemas cita-se: implantação de painéis solares, prevenção e combate a incêndio e instalações hidráulicas e elétricas, por isso foi projetado a proteção mecânica da manta asfáltica, visando diminuir os impactos de locomoção de pessoal e até mesmo deposição de peças que possam perfurar ou danificar o sistema.

Para que não houvesse interferência entre o sistema de impermeabilização e o de energia solar foram projetadas banquetas sobre a laje, as quais receberam os suportes para instalação de painéis solares, eliminando assim a necessidade de

perfurar a camada de impermeabilização ao se fixar as placas sobre ela. Com relação ao sistema de prevenção e combate a incêndio, foi previsto em projeto, um detalhamento para o encontro da tubulação de saída do reservatório de água e a laje de cobertura, conforme demonstrado na Figura 4 a seguir:



FIGURA 4 - Detalhamentos: suportes para instalação dos painéis de energia solar sistema de prevenção e combate ao incêndio. Fonte: RESENDE, 2016 (Adaptado)

Para o sistema de instalações hidráulicas e elétricas foi previsto um detalhamento de impermeabilização por membrana acrílica para a proteção do shaft por onde passarão os condutores elétricos que alimentarão as bombas de recalque e a tubulação de água quente (aquecida pelo sistema solar) e fria que sairá pelo barrilete dos reservatórios superior, conforme demonstra a Figura 5 que se segue:



FIGURA 5 – Detalhamento do sistema de instalação hidráulica. (Fonte: os autores, 2016)

A laje possui, ao longo de sua borda, platibanda de 40 cm de largura em bloco de concreto. Como proteção à umidade nesta parte da estrutura, foi adotado o sistema de membrana acrílica. Essa opção foi selecionada, pois nesta área não haverá trânsito de pessoas, não necessitando assim de proteção mecânica. Foi previsto em projeto pintar a membrana com tinta acrílica para melhorar o aspecto estético bem como para prolongar sua vida útil. O projeto de impermeabilização foi elaborado conforme a norma NBR 9575:2010 Seleção e Projeto, contendo os detalhes necessários para a execução dos serviços, bem como a especificação dos materiais e sua descrição em caderno de memorial descritivo.

3.1.1 Execução do sistema por Manta Asfáltica

A implantação do sistema em manta asfáltica resultou nas seguintes especificações e ordem de execução, conforme descrito em projeto:



FIGURA 6- Regularização e preparação do substrato. (Fonte: os autores ,2016)



FIGURA 7- Aplicação da manta asfáltica. (Fonte: os autores, 2016)

1) Regularização e Preparação do substrato com caimento de 1% previsto em projeto, cantos e quinas arredondadas e feltrado. Pintura com solução asfáltica (primer) à base de asfalto oxidado plastificante e solventes orgânicos

2) Impermeabilização: manta do tipo IV B de asfalto modificado por polímeros, e= 4 mm. Elevação vertical da manta em 30 cm na parede da platibanda. Realização do teste de estanqueidade durante 72 horas.



Figura 8 - Aplicação da espuma de polietileno expandido. (Fonte: RESENDE, 2016, Adaptado)

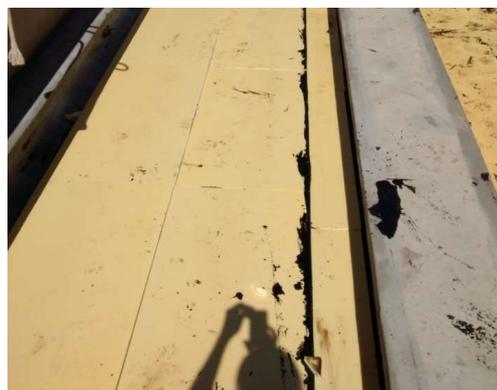


Figura 9 - Aplicação de camada de proteção térmica. (Fonte: RESENDE, 2016, Adaptado)

3) Separador mecânico: manta de espuma de polietileno expandido, e= 2 mm. Este material trabalha com a função de proteção de anti-compressão, lançado diretamente sobre a manta.

4) Isolamento térmico: placas de poliestireno extrudado aplicado sobre a camada de separação mecânica, densidade de 38 kg/m³, condutibilidade térmica a 23° c de 0, 027 W/m. K , 60 x 120 x 0, 25 cm.



Figura 10 - Proteção mecânica com juntas de retração e anti-compressão.

(Fonte: RESENDE, 2016, Adaptado)

5) Proteção mecânica e juntas de anti-compressão e de retração: Argamassa de cimento e areia no traço 1:3 estruturada por tela de aço galvanizada na horizontal e na vertical. As juntas foram executadas através da colocação de tiras de isopor nos locais de maior solicitação da estrutura.



FIGURA 11- Proteção mecânica finalizada.
(Fonte: RESENDE, 2016, Adaptado)



FIGURA 12 - Mastique nas juntas da proteção mecânica. (Fonte: os autores, 2016)

Após a cura da argamassa, as tiras foram removidas e o local preenchido com material flexível, mastique e emulsão hidroasfáltica, feito em canteiro.

3.1.2 Execução do sistema por Emulsão acrílica

Rufos feitos em concreto armado moldado in loco, com pingadeiras feitas em fôrma, protegido com três demãos de membrana de polímeros acrílicos (0,5 kg/m²), armada com tela de poliéster foram projetados na periferia da platibanda (Figura 13).



FIGURA 13- Emulsão acrílica sobre rufos da platibanda. (Fonte: os autores, 2016)



FIGURA 14- Laje da cobertura finalizada (Fonte: os autores, 2016)

Como acabamento final de proteção, foi projetado a aplicação de 2 demãos de tinta acrílica para piso, em cor cinza-claro (Figura 14).

3.1.3 Análise quanto ao projeto

Na etapa de concepção do projeto, foi feita a avaliação preliminar do sistema de impermeabilização e técnica de proteção mais adequado a ser aplicado. Foi analisado, em primeira etapa, o tipo de substrato a adquirir estanqueidade, bem como seu comportamento estrutural. Foi avaliada a aplicação, ao longo da laje, de um material flexível sendo este a Manta asfáltica modificada por polímeros plastômero (PL) e elastômero (EL), estruturada com não tecido de filamentos contínuos de poliéster, previamente estabilizado, espessura de 4 mm. Yazigi (2011, p.537) recomenda este sistema moldados no local para aplicação em lajes de cobertura.

No momento da elaboração do projeto, foi levado em consideração a existência de outros projetos da edificação que entrariam em incompatibilidade com o de impermeabilização, em conformidade ao item 6.2.2 da ABNT NBR 9575:2010. Entre os projetos que conflitariam com a impermeabilização na laje de cobertura citam-se o de implantação de painéis solares, prevenção e combate a incêndio, instalações elétrica e hidráulicas, conforme demonstrado nas Figuras 04 e 05. Como foi feita a compatibilização dos projetos na obra em estudo, o surgimento de problemas durante a etapa de execução ou até mesmo retrabalhos foram evitados.

3.1.4 Análise quanto a execução

A norma ABNT NBR 9575:2010, item 6.2.3, salienta que deve ser elaborado o projeto básico e executivo, por conseguinte, conforme já demonstrado no estudo de caso os serviços de impermeabilização foram executados seguindo as diretrizes parametrizadas por tais projetos. De acordo com o acompanhado nas visitas técnicas feitas em obra e demonstrado nos registros fotográficos, o processo de execução das etapas de impermeabilização desde a preparação do substrato até a finalização da camada de proteção mecânica teve procedência segundo a norma ABNT NBR 9574:2008.

3.2 OBRA INSTITUIÇÃO “A”

Objetivando sanar as possíveis infiltrações advindas da laje de cobertura (dimensões 22,90 x 9,09 m, concreto armado, espessura 10 cm), a equipe técnica de engenharia propôs a aplicação do sistema de impermeabilização flexível, tipo membrana acrílica estruturada com tela de poliéster, a fim de selar os a superfície porosa e as falhas decorrentes do uso e tempo da laje de cobertura. Conforme o cronograma físico, o período para a execução dos serviços era de sessenta dias. Foi formulado o caderno de projeto básico e especificações técnicas visando orientar sua execução, não havendo portanto uma elaboração mais criteriosa do projeto no quesito avaliação do tipo de sistema estrutural, detalhamentos do sistema de impermeabilização e suas representações gráficas.

3.2.1 Execução do sistema de impermeabilização por Membrana Acrílica

O sistema deveria ser executado conforme descrito no documento de especificações técnicas, elaborado pela equipe de engenharia, e conforme a ABNT NBR 13321:2008- Membrana acrílica para impermeabilização. Cabe ressaltar que o critério de escolha do sistema foi baseado em normas e na literatura disponível na área de impermeabilização, contudo não foi elaborado projeto com desenhos e detalhes executivos do sistema.

3.2.2 Surgimento de Manifestações patológicas

Mesmo após ter sido executado o sistema de impermeabilização descrito anteriormente no ano de 2013, o problema de infiltração começou a ser percebido novamente em 2015. Em visita realizada ao prédio na laje de cobertura foram observadas manifestações patológicas tanto na laje de cobertura quanto no pavimento inferior. As novas ocorrências de infiltrações foram identificadas em um grande período de chuvas, provocando danos nas paredes e forro do pavimento inferior, conforme ilustrado na Figura 15 a e b:



FIGURA 15 a e b-Patologias nos revestimentos. (Fonte: os autores, 2016)

A Figura 16 demonstrada a seguir, apresenta fissuramento em torno do ralo de água pluvial.



Figura 16- Fissuras nas proximidades do ralo (Fonte: os autores, 2016)



Figura 17- Manchas de contaminação de resíduos de óleo (Fonte: os autores, 2016)

Observando a Figura 17, constata-se a presença de manchas na impermeabilização de uma possível contaminação, ocorrida ao longo do tempo, no contato da membrana com os resíduos químicos que são liberados na manutenção dos sistemas do ar condicionado. A membrana acrílica com a tela de poliéster apresenta-se com destacamento em alguns trechos, como demonstrado na Figura 18 a e b.

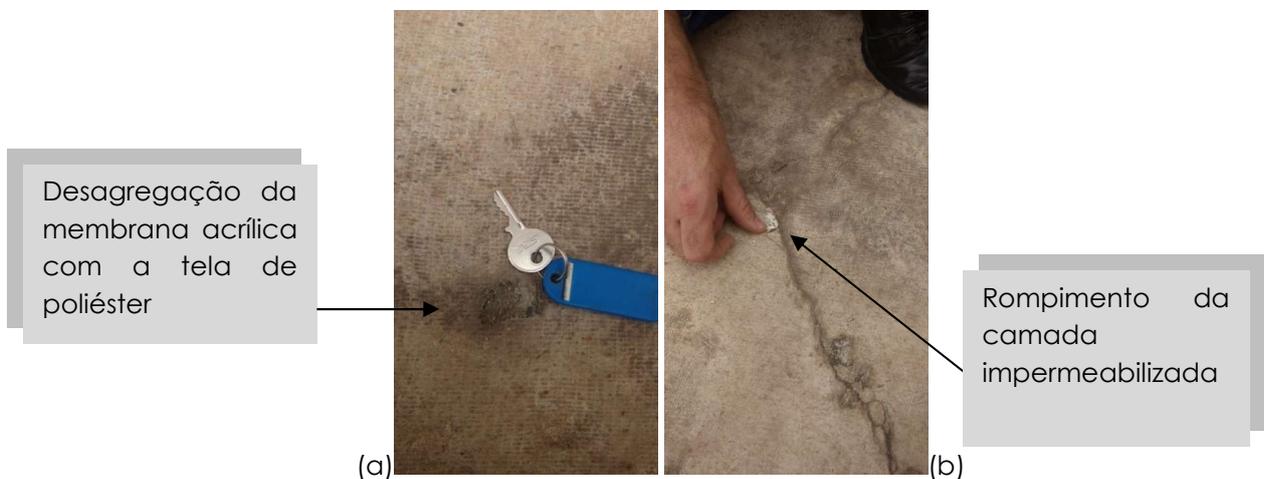


FIGURA 18 a e b- Desprendimento da tela de poliéster. (Fonte: os autores, 2016)

Ao longo da laje, percebem-se fissuras e trincas que proporcionam a infiltração de água. Através do fenômeno de dilatação térmica da laje há uma movimentação da estrutura com aumento de sua extensão, conforme afirma item 2.6.7.2 do presente trabalho. Esta expansão da estrutura, quando da variação térmica, provocou tensões de tração na membrana acrílica com tela de poliéster, levando-a ao rompimento. Tal efeito está retratado nas figuras 19 a e b:

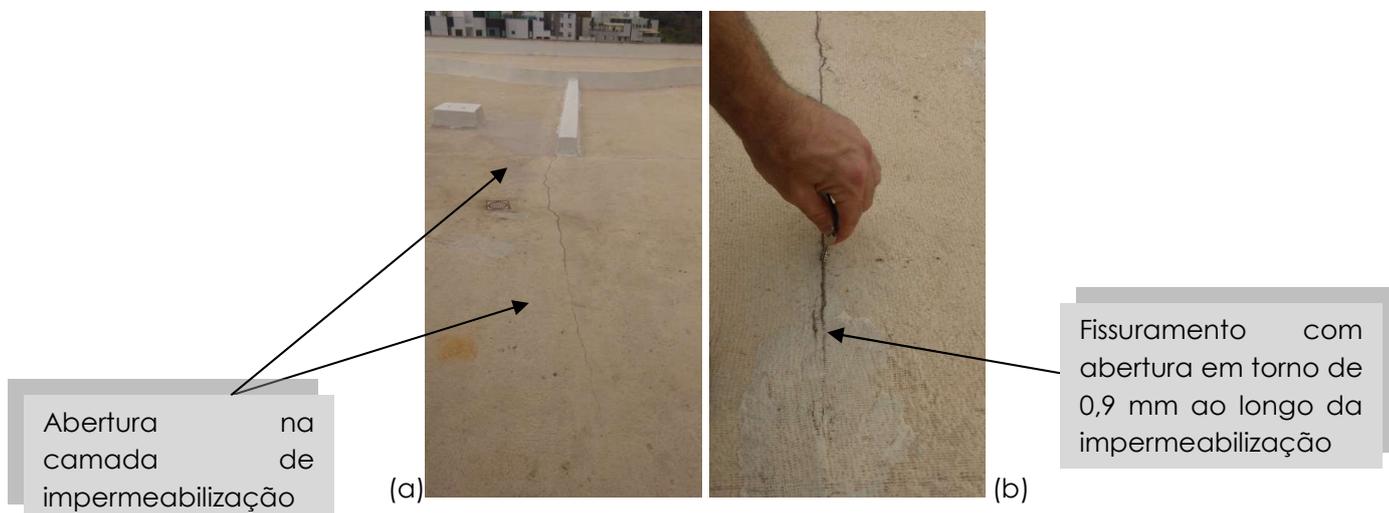


FIGURA 19 a e b- aberturas causada por fissuras e trincas ao longo da laje. (Fonte: os autores, 2016)

Nota-se através das ilustrações 15 e 16 que houve o rompimento da membrana acrílica bem como da camada estruturante de poliéster. Aberturas também são notadas no encontro da laje com a platibanda impermeabilizada, conforme demonstrado na Figura 20 a seguir.



Figura 20 - Abertura no encontro da platibanda com a laje. (Fonte: os autores, 2016)

De acordo com a norma ABNT NBR 9574:2008, o encontro do plano horizontal com a vertical deve ser arredondado em meia cana (2008, p.10), devendo a membrana acrílica no devido caso, ser aplicada até a 30 cm na vertical (platibanda). No presente caso, a execução seguiu o preconizado pelo citado trecho da norma. Há, no entanto, a possibilidade do surgimento da fissura ter ocorrido devido à tensão provocada no sistema de impermeabilização, no encontro entre a parte superior

da membrana acrílica estrutura pela tela de poliéster e sua fixação na alvenaria da platibanda.

3.2.3 Análise das patologias

Para o estudo, partiu-se da observação das falhas presentes no sistema de impermeabilização, as quais são demonstradas nas figuras 15 (a e b) a 21 do presente trabalho. Entre as falhas encontradas na laje de cobertura da Instituição "A" citam-se: trincas, fissuras, manchas de contaminação, trechos em convexidades, desprendimento da camada de impermeabilização e desgaste da mesma. As falhas citadas propiciam o caminho da água e umidade para dentro da estrutura.

Entre as manifestações patológicas perceptíveis estão às ocasionadas pela possível infiltração como registrado na Figura 15 a e b, às quais demonstram destacamento do revestimento interno da laje e da parede no piso inferior à laje de cobertura. A infiltração na laje de cobertura pode acarretar também patologias aparentemente imperceptíveis como a oxidação das armaduras (esta situação não foi notada no caso em estudo).

Entre os documentos que foram elaborados para especificação do sistema existem o caderno de especificações técnicas e o caderno de projeto básico que descrevem o sistema e especifica os materiais a serem aplicados bem como o processo de execução. Foi adotado o sistema de membrana acrílica, que é um tipo de impermeabilização polimérica de acordo com o item 4.1.3 da ABNT NBR 9575:2010.

Este sistema é classificado por Cunha e Neumann (1979) como flexível, podendo ser utilizado em locais como laje de cobertura, abóbadas e marquises. Porém, cabe dentro deste contexto a análise do efeito da radiação solar na laje. O produto aplicado é na cor branca que, de acordo com Picchi (1986), apresenta uma boa reflexão aos raios solares, contudo, a temperatura em uma laje em contato direto com a membrana pode atingir 50°C durante o dia e cair a 20°C a noite.

Segundo Cunha e Neumann (1979) o aquecimento da estrutura pode ocasionar alterações dimensionais na laje, naturalmente essa variação pode provocar tensões consideráveis, e consequentes trincas na estrutura. A partir disso pode-se inferir que para impermeabilizar estruturas expostas a constantes radiações solares deve-se ser considerado o uso de sistemas que acompanhem esse tipo de movimentação.

No caso em estudo, houve o rompimento da membrana acrílica em diversos pontos da laje, conforme demonstrado nas Figuras 19 a e b. Pode-se considerar que a variação dimensional da estrutura, provocando a movimentação da laje, tenha sido maior do que a resistência ao alongamento longitudinal e transversal da membrana estruturada, levando-a à ruptura.

Pôde-se perceber na análise da laje de cobertura a presença de desgaste físico da impermeabilização, próximo ao sistema do ar-condicionado, esse fato pode ter ocorrido devido ao tráfego de pessoas quando da necessidade de acessar a cobertura para manutenção. De acordo com o item 4.3.12.3 da norma ABNT NBR 9574:2008, é permitido que a membrana acrílica fique exposta, porém cabe salientar que, segundo Picchi (1986), quando a área impermeabilizada for acessível, deverá a mesma receber uma capa de proteção.

Diante do sistema de impermeabilização implantado foi constatada a ausência do projeto executivo e seus detalhamentos. Conforme o item 6.2.3.3 da ABNT NBR 9575:2010 deve ser elaborada planta de localização que descreva graficamente e identifique as impermeabilizações bem como os locais onde há a necessidade de detalhes específicos e genéricos. Entre os detalhamentos de projeto dever-se-ia ter sido considerado a interferência do sistema de ar-condicionado com o sistema de impermeabilização, visto que na área ao entorno do gerador percebe-se manchas devido exposição da membrana impermeabilizante aos produtos utilizados na manutenção do equipamento.

Entende-se que a edificação está sensível às intempéries tais como a umidade e água da chuva, visto que o sistema de impermeabilização se apresenta com falhas. Tais manifestações não garantem a estanqueidade do sistema, exigência primária das normas brasileiras de impermeabilização. Para a laje da cobertura da Instituição "A" será necessário projetar um novo sistema de impermeabilização para sanar o risco de ocorrência de infiltrações futuras, mitigando assim o aparecimento de patologias na edificação que possam decorrer da presença de umidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de impermeabilização colaboram para a harmonia e funcionamento dos outros sistemas da edificação, estando essa tecnologia se inovando e tornando-se cada vez mais necessária nos processos construtivos. O presente trabalho destinou-se a apresentar a relevância do projeto de impermeabilização frente à sua execução dentro dos parâmetros normativos e especificações elaboradas na fase de projeto, bem como demonstrar a relação deste com a durabilidade da edificação.

No estudo de caso realizado na obra da moradia estudantil da UFMG, foram analisados os sistemas principais de impermeabilização aplicados, sendo eles a manta asfáltica e a membrana acrílica, apresentando sua execução conforme prevista no projeto. Já no estudo da reforma da laje de cobertura da Instituição "A" foi utilizado o sistema de impermeabilização flexível, tipo membrana acrílica impermeável, estruturada com véu de poliéster, sendo realizado um projeto básico e especificações técnicas, mas não havendo uma elaboração mais criteriosa no projeto e nos detalhamentos do sistema de impermeabilização. Devido à ausência de estudos mais profundos na seleção e elaboração de projeto e detalhamentos, surgiram na camada de impermeabilização falhas que acarretaram infiltrações levando ao aparecimento de patologias na edificação.

Na obra "Moradia Universitária", entretanto, com a elaboração de projeto detalhado e execução na íntegra desse projeto, dificilmente ocorrerão patologias advindas do sistema de impermeabilização. Já as patologias encontradas na Instituição "A" demonstram as degradações que podem ocorrer em uma estrutura, quando o sistema de impermeabilização não é bem planejado e executado.

Mediante análise proporcionada através dos estudos de caso, em ambas as edificações se conclui que é relevante a elaboração de um projeto de impermeabilização frente a uma correta execução e a análise criteriosa sobre o método de impermeabilização mais adequado para a construção que será aplicada. A partir da elaboração do projeto, seguindo criteriosamente os parâmetros normativos, tende-se a obter uma melhor execução do sistema, o que

por sua vez garante à edificação maior proteção através da estanqueidade.

Deve-se sempre detalhar o projeto e estudar os possíveis problemas durante o transcorrer da obra, verificando-se a preparação da estrutura para receber a impermeabilização, se o material aplicado está dentro das especificações no que tange a qualidade, características técnicas, espessura, consumo, tempo de secagem, sobreposição, arremates, testes de estanqueidade, método de aplicação, etc. Tais fatores em conjunto colaboram para a elevação da vida útil dos distintos sistemas que compõem a edificação.

Ao proteger as estruturas, através da técnica de impermeabilizar, há a maior garantia da durabilidade das mesmas, o que por sua vez propicia que sejam atendidos os prazos de vida útil determinados pela norma de desempenho. Diante disso, vale ressaltar a importância da seleção do sistema de impermeabilização assim como a elaboração do projeto básico executivo com seu detalhamento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574:2008: EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO**. RIO DE JANEIRO, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575:2010: Projeto de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1557-1: 2013: Edificações habitacionais- Desempenho Parte1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1557-5: 2013: Edificações habitacionais- Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas**. Rio de Janeiro, 2013.

BAUER, L.A.Falcão. **Materiais de construção**. 5 Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008

CBIC, **Guia Orientativo Norma de Desempenho**. Disponível em <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf>. Acesso em 01 set. 2016.

CUNHA E NEUMANN, Aimar G.da. **Manual de Impermeabilização e Isolamento Térmico**. 4 Ed. Rio de Janeiro: Texsa, 1979

Instituto Brasileiro de Impermeabilização- IBI. **Publicações revistas Construção da Editora Pini**. Disponível em: < <http://www.ibibrasil.org.br/publicacoes-revistas-da-ed-pini/55-publicacoes-revistas-da-ed-pini>>: Acesso em: 29 ago. 2016.

Instituto Brasileiro de Impermeabilização - IBI. "**Informe Orientação Técnica - A importância do projeto de impermeabilização**. " Disponível em: <http://www.ibibrasil.org.br/images/a_importancia_do_projeto.pdf>. Acesso em: 29 ago.2016.

LIMA, Jorge Luiz; PASSOS, Francisco Uchoa; COSTA, Dayana Bastos. Scielo Brasil. **Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais**. Ambiente Construído, Vol. 13: Porto Alegre, set. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000300005> Acesso em: 29 ago.2016

PIRONDI, Zeno. **Manual prático da impermeabilização e de insolação térmica**. 2. Ed. São Paulo: PINI, 1988

PICCHI, Flávio Augusto. **Impermeabilização de coberturas**. São Paulo: PINI, 1986

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. 3. Ed. São Paulo: PINI, 1996.

VERÇOZA, Enio José. **Impermeabilização na Construção**. 2ed. Porto Alegre: Sagra, 1987

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. Ed. São Paulo: Pini- SINDUSCON, 2009.



Instituto de
Impermeabilização

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