

A importância dos Sistemas de Impermeabilização

Hugo Rachadel Teixeira¹
Auro Cândido Marcolan Júnior²

RESUMO

Com o objetivo de apresentar uma visão abrangente dos sistemas de impermeabilização, sua importância e impactos na construção de uma edificação foi realizada uma revisão bibliográfica qualitativa a qual consolidou as informações sobre os principais conceitos e normas apontados pela literatura. Na sequência é apresentado um estudo de caso em que se acompanhou uma obra de construção de uma residência unifamiliar na qual seu projeto de impermeabilização foi elaborado e executado de maneira correta segundo a literatura. Com a realização do trabalho foi possível observar como a integração da impermeabilização com as demais atividades construtivas pode evitar retrabalhos. Com a realização deste trabalho, conclui-se que o sistema de impermeabilização, é responsável por evitar grande parte das patologias provocadas por infiltração e aumentar a vida útil da edificação. Para isso deve-se ter seu projeto executivo elaborado junto aos demais projetos complementares, seguindo as normas brasileira e manuais dos fornecedores dos produtos escolhidos para que se garanta a efetividade tanto na aplicação quanto no desempenho do sistema impermeabilizante.

Palavras-chave: Sistemas de Impermeabilização; Patologias; Normas técnicas; Projeto.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Cunha (2017) os materiais betuminosos, asfaltos e alcatrões, foram os primeiros materiais utilizados para impermeabilização pelas civilizações egípcia, grega e romana. Suas propriedades aglomerantes que evitam a passagem da água e sua sensibilidade a temperatura que facilita a aplicação e dão a propriedade de estanqueidade a estrutura a qual foram aplicadas como por exemplo aos banhos romanos e as estacas de madeira. Já no Brasil o óleo de baleia foi um dos primeiros impermeabilizantes, sendo adicionado às argamassas e revestimentos de paredes.

Os sistemas de impermeabilização representam, conforme Storte (2019), a proteção contra água dos elementos construtivos já que esta pode ser considerada uma das maiores causadoras de patologias em uma edificação. Estas patologias trazem prejuízos relativo a comprometimento estrutural e ao conforto dos usuários, demandando investimentos de tempo e recursos para solucioná-los. Reparos estes que podem chegar a superar em 15 vezes o valor da implantação de um projeto de impermeabilização, como descrito por Cunha (2017), que ainda complementa apresentando que o valor

¹ Graduando em Engenharia Civil. – E-mail: hugorteixeira@gmail.com.com.br

² Professor orientador. Engenheiro Civil. Docente na Faculdade Unisociesc. E-mail: auro.marcolan@yahoo.com.br

médio do projeto de impermeabilização é de 1 a 3% do valor global de uma obra, desde projetos até a entrega, justificando assim o valor do investimento.

Apresentado por Cunha (2017) uma das dificuldades encontradas em projetos de impermeabilização está na terceirização das atividades de impermeabilização, deixando a cargo da empresa terceirizada que acabam por entrar no processo apenas quando será aplicado o sistema, não havendo uma integração saudável. Desta forma este artigo visa colaborar no processo de divulgação e trazer conceitos gerais sobre os sistemas de impermeabilização e demonstrando a necessidade da compatibilização do projeto de impermeabilização juntos aos demais projetos complementares para que sejam alcançados os resultados esperados de uma edificação com vida longa e saudável.

Desta forma o artigo está composto pela revisão bibliográfica que aborda os principais conceitos citados pelos autores consultados e apresentação das normas técnicas envolvidas. Dentro da revisão serão abordadas as patologias decorrentes da presença ou infiltração da água nas estruturas e os sistemas de impermeabilização mais utilizados no Brasil. Por último será apresentado um estudo de caso onde se acompanhou a etapa de implantação do sistema de impermeabilização em uma residência onde o projeto de impermeabilização foi elaborado junto aos projetos complementares sendo possível observar a dinâmica positiva entre os estágios de construção da edificação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo a ABNT NBR 9575:2010 a elaboração de um projeto de impermeabilização possui três estágios:

- Estudo Preliminar: onde se combinam os dados da estrutura com as condições a que será exposta em sua vida útil e identificando as áreas a serem impermeabilizadas.
- Projeto Básico de Impermeabilização: este projeto preliminar é apresentado na etapa de coordenação geral das atividades de projeto e deve conter a soluções propostas já definidas e discretizadas.
- Projeto Executivo de Impermeabilização: este deve conter o memorial descritivo com detalhamento gráfico e descritivo e deve ser compatibilizado aos demais projetos executivos da estrutura.

Desta forma, para compreender os fatores que influenciam na definição do sistema de impermeabilização a ser utilizado e elaboração do Estudo Preliminar, serão apresentados os conceitos das principais patologias a serem evitadas, condições de uso das áreas, os tipos de impermeabilização rígidos e flexíveis. Explorados estes assuntos serão apresentadas as definições e detalhamentos relativos aos projetos de impermeabilização.

2.1 Sistemas de Impermeabilização

Definido na ABNT NBR 9575 como “conjunto de produtos e serviços (insumos) dispostos em camadas ordenadas, destinado a conferir estanqueidade a uma construção”, é possível dividir em dois grupos principais segundo Pinto (2016): impermeabilizantes rígidos ou flexíveis.

Os impermeabilizantes rígidos são indicados para locais onde a estrutura irá ter pequena variação térmica pois em caso de dilatação ou retração da estrutura o sistema não acompanha esta movimentação podendo

fraturar. Já os impermeabilizantes flexíveis trabalham junto a estrutura em caso de dilatação ou retração sendo indicado para as partes da estrutura que sofrem mais influência térmica.

2.1.1 Impermeabilizações Rígidas

Aplicado a estruturas que em seu regime de uso normal não preveem fissuração, os impermeabilizantes rígidos são aditivos que ocupam os espaços vazios deixados pela água no processo de cura do concreto ou argamassa, impedindo a passagem da água. Estes aditivos se comportam do mesmo modo que as estruturas nas quais são aplicados, sendo passíveis de fraturar em caso de movimentação da estrutura (CUNHA,2017).

Ainda segundo Cunha (2017), os fabricantes de impermeabilizantes rígidos devem seguir os requisitos de desempenho estabelecidos pelas normas ABNT NBR 11905:2015 e ABNT NBR 16072:2012 para as argamassas industrializadas e argamassas dosadas e preparadas in loco respectivamente.

A Tabela 1, a seguir, apresenta os tipos de impermeabilizantes rígidos mais utilizados no Brasil de acordo com Storte (2019):

Tabela 1 - Impermeabilizantes Rígidos (Parte 1).

Impermeabilizante	Descrição
Argamassa impermeável	Argamassa produzida com aditivo impermeabilizante que reage com o cimento, bloqueando os capilares da estrutura.
	Utilização: Piscina enterrada, subsolo, poço de elevador, alicerce e baldrame, muro de contenção, reboco externo, caixa-d'água enterrada.
	Observações: O aditivo é incorporado na massa de cimento e areia.
Argamassa modificada com polímero	Argamassa moldada no local, no qual a camada de impermeabilização é um revestimento produzido a partir de dois componentes, polímero acrílico em emulsão aquosa e cimento Portland.
	Utilização: Subsolo, cortina, poço de elevador, muro de arrimo, baldrame, parede, piso frio em contato com o solo, reservatório de água potável, piscina em concreto enterrada e estruturas sujeitas à infiltração do lençol freático.
	Observações: O polímero acrílico em emulsão aquosa, é incorporado ao cimento na própria obra.

Tabela 1 - Impermeabilizantes Rígidos (Parte 2).

<p>Argamassa polimérica</p>	<p>Revestimento impermeabilizante, industrializado, bicomponente (A+B), à base de cimentos especiais, aditivos minerais e polímeros de características impermeabilizantes, aderência e resistência mecânica.</p> <p>Utilização: Subsolo, cortina, poço de elevador, muro de arrimo, baldrame, parede interna e externa, piso frio em contato com o solo, reservatório de água potável, piscina em concreto enterrada e estrutura sujeita à infiltração do lençol freático. Indicado como revestimento para ser utilizado antes do assentamento de piso cerâmico, evitando a ação de umidade proveniente do solo.</p> <p>Observações: Cimentos especiais, aditivos minerais e polímeros são misturados na indústria, garantindo as mesmas características técnicas em todos os lotes.</p>
<p>Cimento cristalizante para pressão negativa</p>	<p>Tipo de impermeabilização por cristalização para áreas sujeitas à pressão hidrostática negativa proveniente do lençol freático, composto por três produtos: pó rápido, material de base cimentícia, minerais e aditivos, com pega rápida; pó ultrarrápido, cristalizante ultrarrápido, com início de pega em sete segundos e endurecimento em até 90 segundos, isento de cloretos; e líquido selador, à base de silicatos.</p> <p>Utilização: Estruturas enterradas em concreto com presença constante de lençol freático, tais como: subsolo, reservatório de água e piscina, túnel, silo, poço de elevador, galeria.</p> <p>Observações: O sistema deve ser aplicado em estruturas de concreto enterradas e sujeitas à ação constante de lençol freático.</p>

Tabela 1 - Impermeabilizantes Rígidos (Parte 3).

Membrana epoxídica	Membrana de epóxi poliamida, flexibilizado, isento de solvente, bicomponente, com resistência química, impermeável à água e ao vapor.
	Utilização: Proteção e acabamento impermeável anticorrosivo em ambientes agressivos em estrutura de concreto e metálica; pisos sujeitos ao ataque de produtos químicos.
	Observações: Moldada in loco, isenta de água e de solvente.

Fonte: Adaptada de Storte (2019).

Considerando as características deste sistema Pereira (2017) conclui que a impermeabilização rígida é principalmente utilizada em elementos enterrados o que dificulta o acesso e possíveis ações corretivas, é um sistema a ser implantando onde não será exposto ao sol devido a expansão e retração por dilatação térmica.

2.1.2 Impermeabilizações Flexíveis

É um sistema indicado para áreas de grande movimentação por serem elásticos, acompanhando o processo de dilatação por temperatura sem fissurar (JUNIOR, 2019). A adição de polímeros, elastômeros entre outros aditivos alteram suas características iniciais permitindo tolerar uma considerável movimentação da estrutura conforme Salgado (2014).

Salgado (2014) ainda divide os impermeabilizantes flexíveis em emulsões e mantas, sendo as emulsões moldadas *in loco*, aplicadas a quente ou a frio formando uma membrana impermeabilizante, que deve ser protegida dos raios violetas que afetam diretamente sua durabilidade. As mantas são mais comuns, sendo pré-fabricadas e disponibilizadas em rolos, que garantem a espessura definida pelo projeto em toda a área aplicada. Segundo Cunha (2017) as mantas podem ser asfálticas ou sintéticas e podem receber camadas adicionais para apresentar resistência a raios ultravioletas e a ataques químicos.

A Tabela 2, a seguir, apresenta os tipos de impermeabilizantes flexíveis mais utilizados no Brasil de acordo com Storte (2019):

Tabela 2 - Impermeabilizantes Flexíveis (Parte 1).

Impermeabilizante	Descrição
<p>Asfalto modificado sem adição de polímero</p>	<p>Cimento asfáltico obtido pela destilação de petróleo, que, no processo de industrialização, adquire propriedades específicas para as exigências de desempenho solicitadas na impermeabilização, tais como: propriedades aglutinantes, flexibilidade e durabilidade. Em temperatura ambiente, possui característica semissólida; sua consistência varia em função da temperatura de aquecimento, podendo ser mais, ou menos, fluido.</p>
	<p>Utilização: Garantir aderência de mantas asfálticas. Em câmara frigorífica é utilizado para colagem de isopor e barreira de vapor.</p>
	<p>Observações: É adequada para estruturas sujeitas a fissuras dinâmicas, com algumas limitações, entre elas a necessidade de armadura de reforço, pois o asfalto não tem adição de polímero. Seu uso mais comum é para colagem de mantas asfálticas.</p>
<p>Membrana de asfalto modificado com ou sem adição de polímero</p>	<p>Membrana impermeabilizante de asfalto modificado sem adição de polímeros (ABNT NBR 9910:2017) ou elastomérico (ABNT NBR 13121:2009), aplicada a quente, tendo três tipos de armadura: armadura tecida, sintética, de poliéster, resinada e termoestabilizada; armadura não tecida, sintética, de poliéster; e armadura não tecida, inorgânica, de fibras de vidro. Essas armaduras conferem à membrana a resistência mecânica requerida, enquanto o efeito impermeabilizante é dado pelo asfalto.</p>
	<p>Utilização: Áreas externas estruturalmente estáveis, com trânsito de pedestre e trânsito ocasional de veículo leve, exceto área em contato com água potável.</p>
	<p>Observações: Moldada in loco, com aquecimento do asfalto. Na aplicação se deve obedecer às prescrições de segurança estabelecidas na NR 18, sendo adequada para estruturas sujeitas a fissuras dinâmicas.</p>

Tabela 2 - Impermeabilizantes Flexíveis (Parte 2).

<p>Membrana de emulsão asfáltica</p>	<p>Membrana impermeabilizante à base de asfalto, composto com cargas minerais neutras, emulsionado em água. Produto que, depois de curado, forma uma membrana asfáltica com elasticidade. Pronto para o uso e para ser aplicado a frio.</p>
	<p>Utilização: Para áreas como terraço, jardineira e floreira, muro de contenção (lado da terra), sauna, câmara frigorífica, calha, marquise, colagem de placa de isolantes acústicos e térmicos, laje de pequena dimensão, piso frio.</p>
	<p>Observações: É uma impermeabilização flexível, moldada in loco, base água, adequada para estruturas sujeitas a fissuras dinâmicas, com algumas limitações.</p>
<p>Mantas asfálticas</p>	<p>Manta asfáltica produzida a partir da modificação física do asfalto com ou sem polímeros, estruturada com um não tecido de filamentos contínuos de poliéster previamente estabilizado atendendo aos tipos III e IV, com véu de fibra de vidro atendendo ao tipo II ou com filme de polietileno atendendo ao tipo I, considerando a classificação quanto à resistência à tração e alongamento. A classificação é complementada quanto à flexibilidade à baixa temperatura em tipo A até -10 °C; tipo B até -5 °C; e tipo C até 0 °C. Disponíveis nas espessuras de 3, 4 e 5 mm.</p>
	<p>Utilização: Manta 3 mm: varanda, terraço e laje maciça de pequenas dimensões, laje sob telhado, calha, espelho de água elevado de pequenas dimensões e barrilete. Manta 4 mm: laje térrea, laje de cobertura, playground, laje de estacionamento, vigas-calhas, reservatório elevado de concreto, piscina elevada, espelho de água elevado, rampa, cortina em contato com o solo (face externa). Manta 5 mm: lajes pré-moldadas, laje de estacionamento, rampa, heliponto e heliporto, piscina elevada e cortina (face externa).</p>
	<p>Observações: Pré-fabricada na indústria, garantindo as mesmas características técnicas em todos os lotes. É o tipo de impermeabilização com maior volume de utilização no País.</p>

Tabela 2 - Impermeabilizantes Flexíveis (Parte 3).

Fita asfáltica autoadesiva	Fitas asfálticas pré-fabricadas autoadesivas, produzidas a partir da modificação física do asfalto com polímeros especiais em dois tipos: com ou sem estruturante interno. A incorporação de polímeros especiais proporciona à massa asfáltica excelente poder de aderência. Pode ter na face exposta uma película aluminizada.
	Utilização: Fitas asfálticas pré-fabricadas autoadesivas com estruturante interno são indicadas para aplicação em laje não transitável de pequena dimensão, cobertura com telhas de fibrocimento, de cerâmica ou metálica, calha de concreto e <i>sheds</i> . Já as fitas asfálticas pré-fabricadas autoadesivas, sem estruturante, são indicadas como camada de vedação com função de formar barreira contra a passagem de água de modo pontual e localizada, tais como reparos em calhas e em telhas.
	Observações: É uma vedação flexível e autoadesiva, pré-fabricada na indústria, garantindo as mesmas características técnicas em todos os lotes. Sua maior característica, além de ser autoadesiva, disponível em várias larguras, está na baixa espessura, ou seja, até 1,2 mm.
Manta de policloreto de vinila – PVC	Manta de policloreto de vinila (PVC) flexível, fixada mecanicamente e soldada com ar quente para impermeabilização de estruturas de concreto.
	Utilização: Laje com trânsito de pedestre ou de veículo; túnel, canal de irrigação, lagoa, tanque com aplicação diretamente sobre o solo ou sobre base de concreto.
	Observações: Adequada para estruturas sujeitas a fissuras dinâmicas, por ser flutuante.
Manta de polietileno de alta densidade (PEAD)	Manta de polietileno de alta densidade (PEAD) elaborada com base em uma resina virgem, 100 % pura, específica para uso na produção de geomembrana flexível para revestimentos impermeabilizantes.
	Utilização: Aterro sanitário e tanque de resíduos sólidos ou de líquidos agressivos; canal de irrigação, lagoa, tanque com aplicação diretamente sobre o solo ou sobre base de concreto ou solo-cimento.
	Observações: Pré-fabricada na indústria. Sua maior aplicação tem sido em aterros sanitários, por suportar a agressão química, e em canais de irrigação.

Fonte: Adaptada de Storte,2019.

Cunha (2017) destaca que devem ser consultadas, pois orientam os padrões de qualidade e uso dos sistemas de impermeabilização flexível, as seguintes normas:

- ABNT NBR 9952:2014: Manta asfáltica para impermeabilização;

- ABNT NBR 9952:2014: Membrana asfáltica para impermeabilização com estrutura aplicada a quente;
- ABNT NBR 9685:2005: Emulsão asfáltica para impermeabilização;
- ABNT NBR 9685:2005: Membrana de poliuretano para impermeabilização;
- ABNT NBR 9685:2005: Membrana de poliuretano com asfalto para impermeabilização.

Devido a comercialização de uma grande variedade de produtos impermeabilizantes, Salgado (2018) recomenda que seja consultado o manual do fornecedor, observando singularidades de modo de manuseio, aplicação e finalidade de cada produto.

2.2 Áreas de Aplicação

São definidas pela ABNT NBR 15575-3:2013 três cenários onde são definidos os critérios de impermeabilização das estruturas, sendo estas:

Estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente. Onde as estruturas afetadas devem ser estanques à umidade ascendente, levando-se em consideração o maior nível do lençol freático. Como exemplo, o conceito deve ser aplicado a estruturas e pisos executados ao nível do solo e vigas baldrame (Salgado,2018).

Estanqueidade de sistemas de piso de áreas molháveis da habitação. São áreas que estão sujeitas a respingos de água que não resultem na formação de lâmina de água. Como exemplo, o conceito deve ser aplicado a banheiros, cozinhas, sacadas cobertas (Storte, 2019).

Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas. Segundo Storte (2019) são áreas que estão submetidas a condições de exposição e respingos de água que ocasionem formação de lâmina de água. O sistema deve impedir que a água atinja outras partes da estrutura. Como exemplo, o conceito deve ser aplicado a banheiro com chuveiro, área de serviço áreas, descobertas (Storte, 2019).

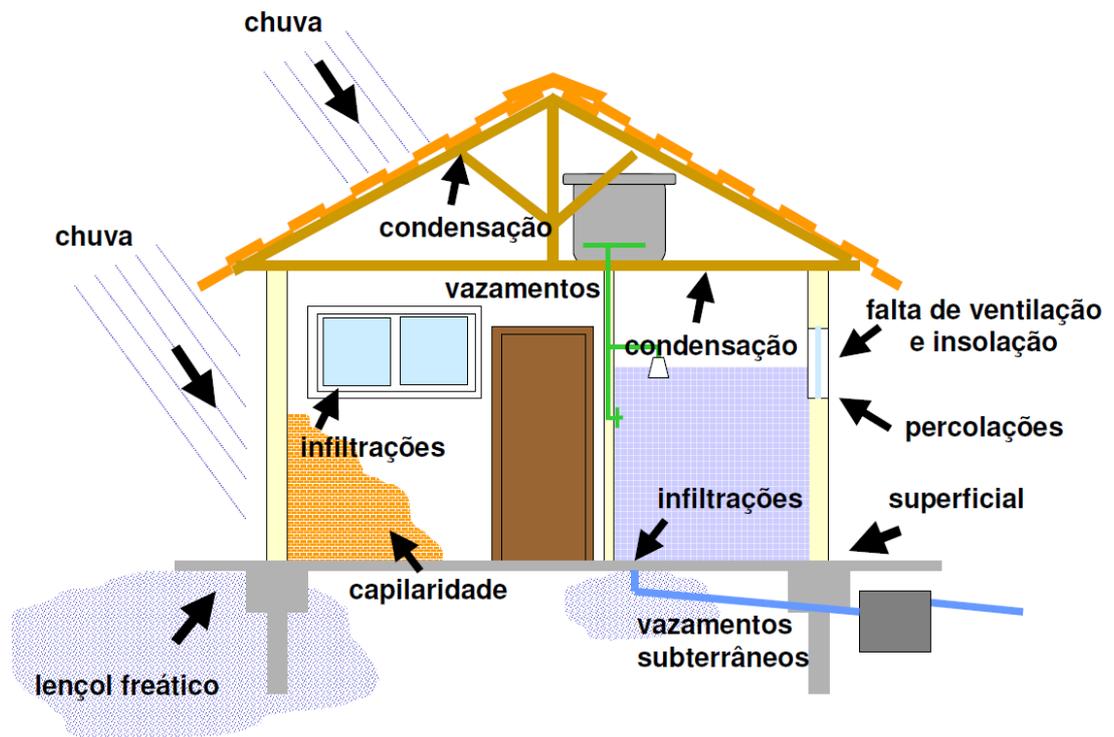
2.3 Patologias

As patologias provocadas pela falha ou ausência do sistema de impermeabilização tem suas origens em 4 formas distintas apresentadas na ABNT NBR 9575:2010:

1. Imposta pela água de percolação;
2. Imposta pela água de condensação;
3. Imposta pela umidade do solo;
4. Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

Segundo Cunha (2017), a água que comumente afeta uma edificação é proveniente de uma ou mais fontes, sendo estas: umidade da atmosfera, umidade do solo, umidade vinda de obras vizinhas e a umidade vinda da própria construção. Estes fatores estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1 - Formas de ação da água na edificação.



Fonte: Casa d'água

Na falha ou ausência do sistema de impermeabilização, água irá permear a estrutura por diferentes processos de infiltração. Cunha (2017) cita como sendo os principais meios:

Água sob pressão hidrostática: quando um volume de água exerce pressão superior a 1kPa, podendo ser positiva, quando esta pressão é exercida diretamente sobre a impermeabilização ou negativa quando no lado oposto a impermeabilização. Usando uma piscina como exemplo, a impermeabilização é feita nas paredes internas, desta forma temos pressão hidrostática positiva.

Percolação: quando a água está em contato com a superfície e com pressão inferior a 1kPa onde a umidade é levada para dentro da estrutura pelo contato entre as partículas.

Capilaridade: quando a água encontra material poroso e desta forma cria caminhos no interior da estrutura podendo transpassá-la chegando ao lado oposto. Devido a porosidade do material a umidade pode ascender a estrutura por entre 70 a 80 cm.

Segundo Pinto (2016) as infiltrações provenientes de falha na impermeabilização podem ocasionar patologias como goteiras, manchas, mofos e deterioração dos componentes da estrutura.

Goteiras e manchas são ocasionadas pela água que transpõe a paredes e lajes, quando em pouca quantidade, o carreamento de finos costuma alterar a cor do local afetado causando manchas na superfície oposta. Quando a

quantidade de água é suficiente para gotejar ou escorrer temos as goteiras que também retiram os finos da estrutura depositando uma parte na superfície por onde está extravasando e causando manchas que são chamadas de eflorescências.

O Mofo é oriundo do desenvolvimento de fungos que ocasionam manchas escuras e a desagregação dos elementos de revestimento como o reboco e embolso.

A deterioração é causada pela presença constante da água causando oxidação da armadura que perde seção e sua conseqüente expansão causando fissuras e deslocamentos. A presença constante da água, de acordo com Cunha (2017), pode causar a criptoflorescência onde cristais se formam no interior da estrutura causando o aumento do volume e desagregação dos materiais.

Os custos para corrigir as avarias causadas pelas patologias são 15 vezes o valor da implantação correta segundo Cunha (2017) que compara a impermeabilização a um “envelope” que visa garantir três aspectos fundamentais: durabilidade da edificação, conforto e saúde do usuário e proteção contra o meio ambiente.

2.4 Aspecto Gerais de Projetos dos Sistemas de Impermeabilização

São estabelecidas pela ABNT NBR 9575:2010 as exigências e recomendações relacionadas a escolha do sistema de impermeabilização e seus projetos, buscando garantir os requisitos mínimos de proteção da construção e conforto, segurança e salubridade do usuário. Esta norma é aplicável tanto para obras novas ou em execução, quanto para obras de acréscimo, reconstrução ou reformas. Outros sistemas construtivos podem ser integrados para garantir a estanqueidade, devendo observar as suas normas específicas de controle e construção.

A norma ABNT NBR 9575:2010 ainda define como objetivos básicos de um projeto:

- a) Evitar a passagem de fluidos evaporados nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade;
- b) Proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- c) Proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- d) Possibilitar sempre que possível acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos.

Seguindo a ordem proposta pela norma ABNT NBR 9575:2010 inicia-se o projeto pelo Estudo Preliminar onde deve ser elaborado um relatório

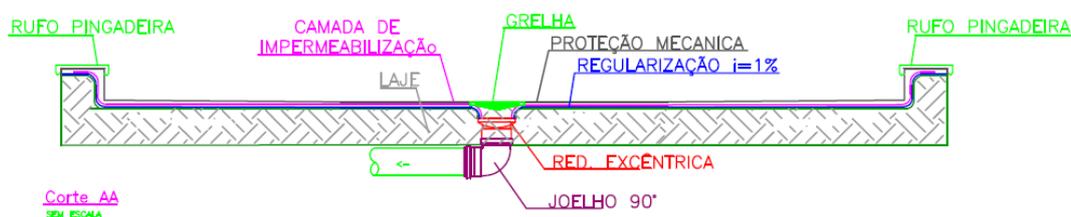
contendo a qualificação das áreas e uma planilha contendo os tipos de impermeabilização a serem utilizados. Segundo Cunha (2017) os principais locais a serem considerados são subsolos, *playgrounds*, lajes internas de cozinha, lajes internas de área de serviço, lajes internas de banheiros, lajes superiores, lajes permanentes, caixa de água, cisterna, piscina, calhas, banheiras, terraços e marquises.

O segundo passo proposto pela norma ABNT NBR 9575:2010 se refere ao projeto básico onde deve constar as áreas a serem impermeabilizadas e discretização das interferências como hastes radioproteção atmosférica, encanamentos, ralos e outros. Deve-se ter definido os sistemas de impermeabilização e as áreas em que serão implantados com a referida planilha de quantidades, relativo ao material a ser utilizado. Também devem constar no projeto básico o estudo de desempenho e estimativa de custos.

O terceiro passo proposto é o Projeto Executivo de Impermeabilização que segundo a norma ABNT NBR 9575:2010 deve apresentar:

- a) plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
- b) detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização;
- c) detalhes construtivos que descrevam graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura;
- d) memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- e) memorial descritivo de procedimentos de execução;
- f) planilha de quantitativos de materiais e serviços.

Figura 2 - Representação gráfica em corte do projeto de impermeabilização.



Fonte: 1 Fonte: Figueredo, Rinaldi e Abi-Ackel (2017).

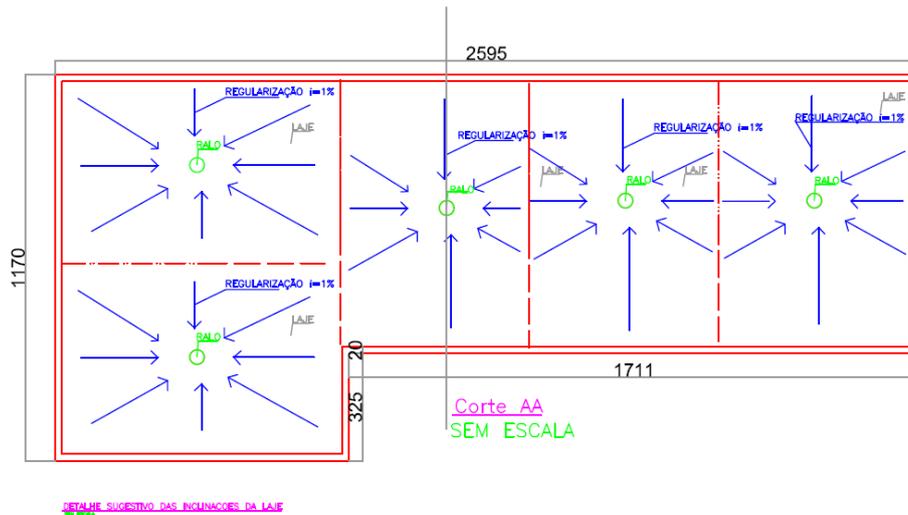
Conforme Cunha (2017) o projeto de impermeabilização de ser elaborado de forma conjunto aos projetos complementares, avaliando as compatibilidades, tendo início logo após a conclusão do projeto arquitetônico.

2.4.1 Detalhamento do Projeto de Impermeabilização

A norma ABNT NBR 9575:2010 ainda defini os detalhes construtivos que devem ser atendidos. Storte (2019) elenca alguns dos detalhamentos que dever ser observados:

As áreas horizontais devem possuir inclinação mínima de 1% em direção aos coletores, conforme a Figura 3, podendo ser reduzido para inclinação de 0,5% para calhas e áreas internas.

Figura 3 - Detalhe da laje impermeabilizada e direção dos caimentos.



Fonte: Figueredo, Rinaldi e Abi-Ackel (2017).

Os coletores/tubulações devem ser rigidamente fixados à estrutura. As tubulações externas às paredes devem ser afastadas, entre elas ou dos planos verticais, com no mínimo 10 cm (STORTE, 2019).

Para o embutimento da impermeabilização deve-se prever um rodapé de uma altura mínima de 20 cm conforme Storte, 2019. A Figura 4 ilustra a preparação para esta finalidade.

Figura 4 - Detalhamento de preparação para o rodapé.



Fonte: Próprio Autor.

As tubulações de hidráulica, elétrica, gás e outras, que passam paralelamente sobre a laje, devem ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela. A impermeabilização deve ser executada em todas as áreas sob enchimento. Recomenda-se também executá-la sobre o enchimento (STORTE,2019).

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento da pesquisa foi de caráter qualitativo, usando a pesquisa bibliográfica, definida como método de investigação e uso de fontes secundária por Marconi (2017). Para elaboração deste artigo buscou-se por artigos na plataforma Google Acadêmico, onde foram inseridas as palavras relevantes ao tema escolhido, sendo estas: Impermeabilização; Terraços; Lages Impermeabilizadas.

A pesquisa resultou em vários artigos relacionados ao tema que contribuíram na consolidação dos conceitos relevantes e colaborando na determinação do tema deste artigo.

Foram selecionados destes 5 artigos, que apresentaram relevância quanto ao tema e apresentaram de forma objetiva os elementos que constituem os Sistemas de Impermeabilização, assim como Normas e estudos de desempenho. A partir da análise dos artigos selecionados, serão apresentados conceitos, importância e diferenças relativos aos sistemas de impermeabilização, assim como seus elementos e normas as quais devem ser observadas em projeto, na execução e do material a ser utilizado.

4 Estudo de Caso

Com o objetivo de trazer entendimento prático para o material coletado no referencial teórico buscou-se uma empresa para acompanhar o processo de implantação do sistema de impermeabilização. A Empresa Improjel Impermeabilizações permitiu a realização de uma visita técnica à uma residência domiciliar de alto padrão localizada no Bairro Jurerê Internacional em Florianópolis (SC). A visita foi acompanhada pelo Gestor de Obra o qual apresentou os diferentes sistemas de impermeabilização utilizados.

A visita iniciou-se pelo subsolo onde fica localizada a garagem onde foram corretamente aplicados os sistemas de impermeabilização rígido do tipo cristalizante para atuar sobre a pressão negativa do lençol freático (Figura 5).

Figura 5 - Impermeabilização rígida no subsolo.



Fonte: O Autor.

A Figura 6 apresenta a camada de impermeabilizante cristalizante aplicada à viga baldrame e posteriormente aplicada à camada de emboço. Posteriormente será dada continuidade na camada impermeabilizante até o final do comprimento da estrutura.

Figura 6 - Impermeabilização Rígida Viga Baldrame.



Fonte: O Autor.

No banheiro onde foi possível observar o sistema de impermeabilização rígido em duas condições distintas, área molhada e área molhável, sendo

dentro do box com chuveiro (Figura 7) e no piso do banheiro, respectivamente. Na Figura 8, fica evidenciada a diferença entre a altura da aplicação do impermeabilizante em relação ao piso, considerando o uso da mesma solução para condições de uso diferente.

Figura 7 - Impermeabilizante rígido box com chuveiro.



Fonte: O Autor.

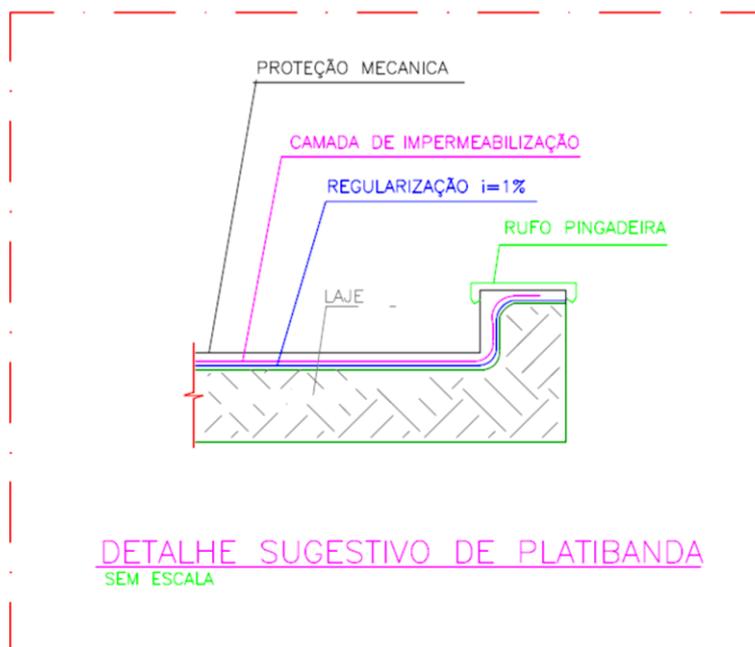
Figura 8 - Impermeabilização rígida aplicada no piso do banheiro.



Fonte: O Autor.

Na fachada da residência, uma grande varanda ficará exposta as intempéries, as vigas que fornecem suporte ao guarda corpo se elevam da altura do piso, formando uma platibanda. Desta forma a chuva irá se acumular na varanda formando uma película de água, caracterizando assim uma área molhada que irá sofrer dilatação térmica. Para estas condições foi escolhido o sistema de impermeabilização com manta asfáltica por ser o sistema que melhor se adapta a grandes movimentações da estrutura. Sobre a camada de impermeabilização será aplicada a camada de proteção mecânica (Figura 9) para posterior aplicação do revestimento cerâmico permitindo o trânsito intenso de pessoas na varanda.

Figura 9 - Detalhamento das Camadas.



Fonte: Figueredo, Rinaldi e Abi-Ackel (2017).

A Figura 10 apresenta a preparação da superfície para aplicação da manta asfáltica, nesta etapa, a superfície passa por uma limpeza na qual é retirada qualquer tipo de sujeira e depois aplicada a emulsão, nesse caso a base de asfalto que irá melhorar a aderência da manta asfáltica. No detalhe da Figura 10 é possível visualizar que o reboco não foi aplicado até o piso de modo que seja possível a aplicação do sistema de impermeabilização nos rodapés em concordância com as normas.

Figura 10 - Impermeabilização flexível preparação com emulsão.



Fonte: O Autor.

Realizada aplicação da emulsão, é realizada na etapa seguinte aplicação da manta asfáltica onde é aplicada a manta a quente com o uso do queimador a gás (Figura 11). Desta maneira, é possível observar na Figura 12, observar a aplicação da manta e detalhes da aplicação como sobreposição de 10cm nas emendas, acabamentos específicos para tubulações que atravessam a camada de impermeabilização e o acabamento da aplicação da manta feito até o interior do coletor.

Figura 11 - Impermeabilização flexível varanda.



Fonte: O Autor.

Figura 12 - Impermeabilização flexível: acabamentos.



Fonte: O Autor.

Sobre a laje que cobre o reservatório de água da residência, foi implantado o sistema de impermeabilização com manta asfáltica aluminizada, pois será uma área com trânsito apenas para manutenção e limpeza, não sendo necessária camada de proteção de mecânica. Para o acabamento dos coletores e emendas foi aplicado o impermeabilizante epóxi que irá proteger a camada asfáltica que foi moldada a quente dos raios ultravioletas que são agressivos ao material causando sua deterioração.

Figura 13 - Impermeabilização Rígida cobertura do reservatório de água.



Fonte: O Autor.

É possível observar na Figura 14 o aumento do nível de complexidade de trabalho no qual é necessário realizar a preparação da superfície, limpeza, aplicação e acabamento tendo pouca mobilidade devido aos outros elementos da estrutura. Desta forma a implantação do sistema de impermeabilização posterior a finalização da obra ou em reformas possui um valor maior devido a quantidade de horas utilizadas pelos profissionais.

Figura 14 - Impermeabilização flexível em calhas.



Fonte: O Autor.

Foi possível observar que durante o processo construtivo, foram tomadas ações para integração do sistema de impermeabilização, permitindo acesso as áreas de aplicação e respeitando as etapas entre fases da obra, onde destaca-se:

- Recorte no reboco dos rodapés, permitindo a aplicação da manta conforme a norma e sem necessitar o retrabalho de quebrar o reboco para a instalação.
- Foi respeitado o tempo de aplicação da camada de impermeabilização, no banheiro antes da aplicação da cerâmica e nas vigas baldrame antes de se iniciar o chapisco e reboco, evidenciando que a impermeabilização não ocorreu somente ao final da obra e evitando retrabalhos.
- Organização e limpeza da varanda, facilitando o livre acesso que permitiu a correta preparação da área.

Estes itens exemplificam a importância de o projeto de impermeabilização ser elaborado em conjunto aos demais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de pesquisa realizado teve como objetivo consolidar os aspectos gerais dos elementos que compõem a impermeabilização de uma edificação. Reunindo os conceitos destacados pela bibliografia consultada de patologias, normas que regem este tema e os principais sistemas de impermeabilização.

Com o referencial teórico foi possível compreender que a impermeabilização tem um papel importante na vida útil da edificação, assim como existe uma grande variedade de materiais a serem aplicados de acordo com as condições que serão impostas durante o seu funcionamento. Ficou evidenciado pelo estudo de caso que o fato de o projeto de impermeabilização ser elaborado junto aos demais projetos complementares é possível evitar retrabalhos e acelerar o processo de implantação, acompanhando as fases de aplicação dos sistemas coordenados com o andamento da obra.

Este estudo contribui para disseminação da importância do sistema de impermeabilização, de seu projeto e da correta escolha do sistema a ser utilizado por trazer de forma simples e objetiva os principais elementos, demonstrando que uma obra que teve o seu sistema de impermeabilização definido desde o projeto, será uma obra onde haverá menos retrabalho, coordenação no cronograma das equipes e um sistema de impermeabilização implantado no estado da arte.

Todavia, não foi possível abranger todos os aspectos envolvidos nos sistemas de impermeabilização, podemos observar no capítulo 2.1.2 Impermeabilizações Flexíveis, onde são apresentadas as mantas asfálticas, que apresentam uma grande gama de variações. Esta variedade de opções também é encontrada em outros sistemas, tendo em vista que os fornecedores dos produtos impermeabilizantes buscam aprimoramentos a fim de conquistar um diferencial no mercado. Assim com a apresentação das normas da ABNT que regem os sistemas de impermeabilização, seus projetos e padrão de qualidade exigidos foram apenas observados pelas referências bibliográficas como as mais relevantes, não sendo então este artigo um guia completo sobre o assunto.

Com o objetivo de dar continuidade aos estudos iniciados neste artigo pode-se buscar estudos de caso com entrevista a profissionais e empresas que executem o serviço de projeto e implantação do sistema de impermeabilização buscando identificar as resistências nos clientes quanto a contratação deste serviço, identificar junto as empreiteiras e construtoras quais são os benefícios de contar com um projeto de impermeabilização e para finalizar, traçar uma estratégia de apresentação ao consumidor final uma relação de custo/benefício que colabore na decisão de optar-se pelo melhor sistema de impermeabilização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, MARCONI, Marina. D.; MARIA, LAKATOS, E. Metodologia do Trabalho Científico, 8ª edição. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012408/>. Acesso em: 05 dez. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9575:2010. Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574:5 Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:3 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

Casa d'água. Disponível em: <<http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/PALESTRA-SISTEMAS-DE-IMPERMEABILIZAcAO.pdf>>. Acesso em: 08/12/2021.

CUNHA, Alessandra. M.; ABITANTE, André. L.; LUCIO, Caroline. S.; AL., et. Construção Civil. Porto Alegre: SAGAH, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595020498/>. Acesso em: 02 dez. 2021.

FIQUEREDO, Vanessa S.; RINALDI, Vinícius S.; ABI-ACKEL, Edmundo. Impermeabilização com manta asfáltica de uma laje plana de cobertura. 2017. 11 f. Revista Construindo, ed. Julho – Dezembro de 2017, Belo Horizonte, 2017.

JUNIOR, João Mario Foganholo. Impermeabilização caracterização, execução e desempenho. Revista Científica Semana Acadêmica - ISSN 2236-6717, 2019. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/impermeabilizacao-caracterizacao-execucao-e-desempenho> Acessado em: 23/04/2021.

PEREIRA, Fernanda dos Santos. Impermeabilização de lajes de cobertura com manta asfáltica. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVIII, Nº. 000148, 23/11/2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/impermeabilizacao-de-lajes-de-cobertura-com-manta-asfaltica> Acessado em: 05/12/2021.

PINTO, Juliana Belchior. Sistema de impermeabilização com manta asfáltica e manta líquida em lajes de coberturas. Revista Projectus. Rio de Janeiro, Nº 3. 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/69358568-Sistema-de-impermeabilizacao-com-manta-asfaltica-e-manta-liquida-em-lajes-de-coberturas.html> Acessado em 05/12/2021.

SALGADO, Julio. Técnicas e Práticas Construtivas Para Edificação - 4ª Edição Revisada e Atualizada. São Paulo: Editora Saraiva, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536528496/>. Acesso em: 07 dez. 2021.

STORTE, Marcos. Materiais de Construção - Vol. 2. Rio de Janeiro LTC, 2019. Pg. 601 a 617. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521636618/>. Acesso em: 05 dez. 2021.

VIEIRA, Lady Fabiany Barreto. Sistemas Impermeabilizantes Na Construção Civil. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 01, pp. 05-17 Dezembro de 2018. ISSN:2448-0959