

**Ademir Francisco de Souza**  
UNESA  
**Bruno Matos de Farias**  
UNESA

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo demonstrar as vantagens da resistência à água da obra por meio de um estudo de capilaridade em vigas baldrame, utilizando-se de somatória de técnicas distintas para a construção de uma estrutura de concreto. Como problema de pesquisa, buscou-se analisar as falhas de impermeabilização das vigas baldrames que podem levar a uma série de patologias e problemas em outros elementos da residência. Para tanto, o presente trabalho teve como objetivo tornar conhecido a importância da impermeabilização nas vigas baldrames, apresentando formas e análises das consequências de sua ausência ou procedimentos errôneos. A metodologia utilizada nesta pesquisa foi a bibliográfica, que se refere a um estudo sistemático desenvolvido com base em materiais publicados em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, ou seja, materiais acessíveis ao público em geral. A fase exploratória teve como objetivo principal apresentar uma análise do problema, tendo como principal forma a pesquisa bibliográfica. Foi observado que para a elaboração de um bom projeto de impermeabilização é necessário identificar quais partes construtivas estão sujeitas aos ataques da ação da água e o tipo de solicitação, pois a vida útil de uma construção e até mesmo o conforto dos usuários podem ser afetados pela ausência ou a má execução do sistema de impermeabilização, além de ocasionar reparos e reformas com custos dispendiosos. Portanto, este trabalho visa-se a melhorar a qualidade das residências ao se efetuar a etapa responsável pela impermeabilização, e de forma correta, através de informações que levem, além da conscientização dos profissionais envolvidos na construção civil, apresentar também conhecimento técnico para o entendimento da necessidade de se planejar e executar esta importante etapa construtiva.

**Palavras-chave:** resistência à água; feixe baldrame; protótipo; absorção.

## INTRODUÇÃO

Os conjuntos de elementos construtivos para impermeabilização de forma simplória, como a adoção de técnicas e metas com o objetivo de formar uma barreira química/física, contra a passagem da água. A

impermeabilização tem uma função muito mais importante, que é a de proteger as estruturas de concreto, contra a agressão provocada pela água, visto elas serem suscetíveis a esta degradação.

Desta forma, a somatória de técnicas distintas para a construção de uma estrutura de concreto, cada uma com propriedades diferentes, muitas vezes acarretam em problemas de patologia construtivas, que incidem diretamente no desempenho da impermeabilização e, se a mesma não estiver adequadamente dimensionada, poderá falhar por não resistir aos esforços impostos.

As principais manifestações patológicas relacionadas com a impermeabilização podem ser divididas em dois grupos: Manifestações patológicas provocadas pela infiltração d'água ou originárias do processo construtivo.

Atribui-se a penetração indesejada de água no interior de uma residência com certa razão, já que pode causar a formação de mofo, efluorescências, degradação da estrutura, por isso debate-se o conjunto de elementos construtivos. Nesse sentido, quando uma habitação não é impermeabilizada está sujeita a incidências de umidade. Outro fator que também pode ser considerado é o desconforto estético, problemas respiratórios e alergias.

O objetivo é apresentar de forma geral que a impermeabilização entre outros fatores garante a qualidade, durabilidade e conforto. Portanto, se a obra está pronta e há grande ou por vezes ocorrências de chuvas, já existem no mercado opções de impermeabilizantes para reparos imediatos e produtos adequados para cada tipo de problema.

Os transtornos causados nas manifestações patológicas provocadas pela pouca ou falta de impermeabilização das construções e a avaliação da correta impermeabilização desde a escolha do produto até a técnica de aplicação.

A impermeabilização não é coisa só de cobertura, como muitos acreditam, e deve ser realizada já nas fundações. Existem diversas técnicas e produtos, mas o básico é que deve haver algum isolamento entre os baldrame (as vigas de fundação) e as paredes da construção.

Como a água tende a descer muita gente nunca pensa nisso, mas existe um fenômeno chamado capilaridade, que é a capacidade da água de subir um pouco pela terra e pela parede, por conta de aspectos microscópicos dos materiais que os compõem. Muitos daqueles problemas da base da parede, o famoso rodapé esverdeado, são causados por problemas de impermeabilização nas fundações. É claro que o tipo de impermeabilização varia conforme o sistema de fundações, mas é sempre necessário.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizadas pesquisas bibliográficas na base de consulta do Google livros, além do estudo de cenário. Devido a sua base teórica ser necessário para se ter um ponto de partida da tecnologia, a classificação da pesquisa será exploratória. Visto que iremos relacionar impermeabilização com infiltrações por capilaridade. Precisaremos descrever os resultados obtidos, por isso, essa pesquisa tem

classificação descritiva. Com base na classificação exploratória descritiva. É possível realizar a base teórica e trazer o que tem de mais recente no assunto descrevendo como isso está relacionado de forma correta.

O trabalho de conclusão de curso estrutura-se em cinco capítulos, apresentando-se no primeiro a introdução, objetivos gerais e específicos, problemática sobre o tema em questão, problemática e hipóteses relacionado ao assunto. No segundo, visão sobre mecânica dos solos e definições acerca de fundações baseado em vários autores, além da impermeabilização e do projeto de impermeabilização.

O terceiro capítulo, a metodologia adotada. No quarto capítulo desenvolveremos o estudo de cenário seguindo vários modelos e ideias de patologias relacionados à umidade por capilaridade e infiltrações. No quinto capítulo, considerações finais relacionadas a discussões propostas.

No Brasil, as primeiras normas foram elaboradas por técnicos em impermeabilização em 1977, mesmo período da criação do IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização. A partir daí surgiu o CB-022, Comitê Brasileiro de Impermeabilização.

As normas de execução abordam desde como preparar o substrato até a aplicação e proteção de cada tipo de impermeabilização, apresentando, também como deve ser o projeto, que é dividido em três fases; estudo preliminar, projeto básico de impermeabilização e projeto executivo de impermeabilização e o que cada um deve conter.

Entretanto, o IBI aconselha que nenhum projeto de impermeabilização deve ser feito sem a orientação de um profissional qualificado.

Sendo esta residência um elemento de proteção contra os ataques da umidade do solo, a impermeabilização dos baldrames é uma das etapas mais importantes de todo o processo.

Para garantir a espessura das argamassas impermeáveis, os baldrames devem ter pelo menos 1,5 cm de comprimento e pelo menos 15 cm de altura do lado claro. O produto deve ser sempre usado continuamente. O tempo de tratamento da argamassa deve ser estritamente cumprido.

O tema proposto é principalmente a impermeabilização de vigas de baldrames para residências unifamiliares.

O uso de impermeabilizantes incontáveis ou superficiais para evitar efeitos adversos devido à ausência deste processo.

Falhas impermeáveis das vigas baldrames podem levar a patologias e problemas em outros elementos da casa. Portanto, é importante seguir as recomendações das normas, entender os conceitos e aplicar as melhores práticas.

O concreto não é um material condutor e não pode garantir que a água não vazará.

Devido às suas propriedades físicas, é "elevado" principalmente através de células capilares de elementos água-concreto.

Por isso, esse fenômeno é denominado aumento de umidade e se intensifica no período das chuvas, quando o nível de saturação do solo é maior.

Soares (2014) explica que em locais muito úmidos a conservação das edificações é prejudicada devido ao agravamento da ação da água agindo sobre os materiais e intempéries físicas e químicas. Como a água age de várias maneiras em uma construção, protegê-la da umidade é essencial para prolongar sua vida útil e preservar seu uso. Saber como a água funciona em um determinado ambiente torna mais fácil determinar que tipos de resistência à água devem ser aplicada, pois o mesmo edifício pode sofrer diferentes tipos de atividade fluida.

A água é, portanto, um poderoso agente vil e atua com essa finalidade direta ou indiretamente (quando atua como meio para instalar outros recursos degradantes).

Assim, a água é considerada um dos grandes geradores de patologias, seja atuando direta ou indiretamente (QUERUZ, 2007).

A umidade ascendente nas paredes é uma patologia bastante comum e é um sinal de que os baldrames não foram devidamente impermeabilizados.

Os sinais clássicos são:

- Descascamento da pintura;
- Manchas de bolor;
- Fungos e mofo na parede à uma altura normalmente de até 50cm do chão.

De maneira geral, a impermeabilização, quando realizada ainda na fase de obra, ajuda a evitar grande parte das patologias nas estruturas de concreto armado e representam uma porcentagem muita baixa em termos de custos dentro do orçamento total de obra.

- A necessidade da impermeabilização de vigas baldrames

Como as vigas baldrames servem, entre outras funções, para proteger a construção contra os efeitos prejudiciais da umidade, impermeabilizá-las é essencial.

Além disso, leva-se em consideração que por ser um elemento da obra que está em contato direto com o solo, fazer qualquer reparo ou manutenção é, muitas vezes, dispendioso.

Há sempre o risco de que o concreto, que não é impermeável, venha a sofrer com a entrada de água nos seus poros, ainda mais em períodos chuvosos, o que é chamado de umidade ascendente.

Sempre que uma viga baldrame não for impermeabilizada corretamente, esse tipo de problema vai surgir e colocar em risco a saúde do empreendimento.

O tipo de solo da área estudada, é propício para infiltração ascendente, a geometria do solo interfere na infiltração e percolação de água no solo facilitando a passagem pela falta da impermeabilização.

## Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral, conceituar a impermeabilização enfatizando sua importância, apresentando formas e análises das consequências de sua ausência ou procedimentos errôneos que são obtidos quando, à falta do acompanhamento de um responsável técnico no projeto/execução, tendo como benefício uma residência otimizada e econômica, pois manifestações patológicas serão evitadas.

## Objetivos específicos

- Descrever os tipos de impermeabilizantes.
- Descrever os elementos estruturais que necessitam de impermeabilização.
- Demonstrar os tipos de impermeabilização mais comuns em construções do tipo residências unifamiliares.
- Estruturar informações que possam demonstrar a importância do projeto de impermeabilização.
- Elencar diretrizes para execução do projeto de impermeabilização em conformidade com a ABNT NBR 9574 (2008) norma brasileira referente a execução de impermeabilização.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Visão Sobre Mecânica dos Solos

Pode-se dizer que a mecânica dos solos é o ramo da geotecnia que trata das propriedades de engenharia dos solos. O intuito é prever o comportamento de maciços terrosos quando sujeitos a solicitações. Neste contexto, para Marlon (2015) fica claro sua origem conhecendo sua resistência, deformabilidade, conteúdo e percolação de água através deles. O mais preocupante, contudo, é constatar que a falta de conhecimento dos mecanismos pode gerar transtornos nas construções civis.

Como bem nos assegura Queiroz (2016), os solos possuem três fases (sólida, líquida e gasosa), e seu comportamento é dependente da quantidade relativa dessas três fases. Das relações entre essas fases surgem os índices físicos, como teor de umidade ( $h$ ), porosidade ( $n$ ), índice de vazios ( $e$ ), grau de saturação ( $S$ ), peso específico ( $\gamma_n$ ), peso específico seco ( $\gamma_d$ ), peso específico saturado ( $\gamma_{sat}$ ) e peso específico submerso ( $\gamma_{sub}$ ).

É interessante que se faça a exploração do terreno, o autor deixa claro que através da sondagem os dados me fornecerão a definição da

resistência ao cisalhamento do solo, nível do lençol freático, a atração físico-química entre as partículas ou de sua cimentação. Esses dados correlacionados entre outros parâmetros.... Conforme explicado acima.

Segundo Fernandes (2011), este fenômeno, tendo sido desencadeado, torna-se extremamente perigoso, porque ao propiciar escoamentos concentrados, aumenta extraordinariamente o potencial erosivo da água, pelo que, na generalidade dos casos, a erosão interna tenderá a acelerar-se e a amplificar-se. O autor deixa claro, a isto acresce que o fenômeno se pode desenvolver até tomar proporções dificilmente controláveis sem significativas manifestações no exterior.

Ora, em tese, conforme citado acima, os autores terem 5 anos nas publicações, percebemos a mesma ideia. É preciso, porém, ir mais além, pois o comportamento do solo é dependente da quantidade relativa das três fases. Conforme mencionado pelo autor, por todas essas razões, o fenômeno é notório e isso resulta na generalidade dos casos. O que importa, portanto, é modificar a erosão interna. "Essa, porém, é uma tarefa de diferença de potencial. Vê-se, pois, que haverá manifestações no exterior" (PINTO, 2006, p. 10).

É importante ressaltar que devido o transtorno, não só para o cliente, mas para o construtor, os custos se elevam devido as manifestações patológicas, mas, em cima disso, provocadas pela poro-pressão do solo. Finalmente, se justifica através de métodos. Ora, um conjunto de elementos construtivos, nesse sentido, tem por objetivo contribuir por exemplo aos usuários e clientes de moradias residenciais. Essa versão não é a única pela qual cabe dizer que haverá maior proveito e durabilidade das residências e edificações fins. Conforme explicado acima, atribui-se ao construtor com certa razão, já que a ele caberá, por exemplo, a escolha do melhor método a combater a causa da patologia.

Dependendo do local da aplicação e dos custos, podem ser utilizados os seguintes sistemas de impermeabilização: manta asfáltica, solução asfáltica, cimento polimérico, argamassa polimérica flexível, argamassa impermeável, cristalização, poliuretano bicomponente, membrana de látex, membrana à base de copolímeros, e aditivo impermeabilizante para concreto Penetron Admix. Esse sistema deve ser escolhido e projetado por um especialista. (CORRÊA, 2019, p. 102).

Conforme explicado acima, o autor deixa claro, o que importa, portanto, é conhecermos os mecanismos do solo. Essa, porém, é uma tarefa que será fornecida através dos dados em ensaios geotécnicos. Vê-se, pois, que uma das grandes dificuldades dessa laboração é o fluxo da água no solo. É preciso ressaltar, o estudo da percolação que é uma das variáveis essenciais.

Por final, o comportamento dos solos é estudado com as informações de permeabilidade quando tensões são aplicadas, aliviadas ou perante o escoamento de água nos seus vazios. Este ramo da engenharia, mais conhecido como Engenharia dos Solos, costuma empolgar os seus

praticantes pela diversidade e peculiaridades que o material apresenta em suas atividades.

## **Impermeabilização**

Segundo a NBR 15.575, impermeabilização é uma técnica que consiste na aplicação de produtos específicos com o objetivo de proteger as diversas áreas de um imóvel contra ação de águas. Neste contexto, para Mohamad (2015) [...] as infiltrações causam manchas de umidade, corrosão, desenvolvimento de fungos, algas e até eflorescências.

Segundo Cardoso (2010), no Brasil, o custo da impermeabilização bem-feita de uma casa ou apartamento fica em torno de 3% do valor total da obra. O da reforma, porém, pode custar oito vezes mais, chegando a 25% do valor do imóvel.

O conjunto de providências conforme explicado acima, mostra que a infiltração são manifestações patológicas. Por essa razão, tem particular relevância quando se trata de um projeto de construção civil, esse deverá contemplar igualmente um projeto de impermeabilização. Mesmo porque debate-se partindo da ideia que o projetista deve analisar os projetos básicos da obra procurando evidenciar as áreas sujeitas à infiltração. O autor deixa claro, o custo com a impermeabilização se eleva quando não seguido os sistemas ideais. É importante considerar que a qualidade do processo são fatores que proporcionarão melhoria contínua.

Segundo Guerrin e Lavour (2002), a impermeabilização só deve ser aplicada sobre um suporte que apresente todas as garantias desejadas, de rigidez suficiente, e com uma superfície lisa bastante para evitar toda deterioração da impermeabilidade, tanto por deformação do suporte como por perfuração intempestiva na superfície muito rugosa; as arestas devem ser arredondadas com pelo menos 4 cm de raio.

Ora, em tese, conforme citado acima, mesmo tendo publicado em 8 anos de diferença, os autores concordam com o projeto de impermeabilização, pois afirmam que em caso contrário, em qualquer atividade que envolve canalização de recursos financeiros, temos que analisar a chamada relação custo/benefício. (CARDOSO, 2010).

É interessante, aliás, as infiltrações são problemas desagradáveis que surgem quando menos se espera, devido à falta de um projeto específico e exigem uma análise precisa para que possa se chegar numa solução ideal, mas há um fato que se sobrepõe a analisar o local a ser tratado, para que seja especificado corretamente o tratamento. Enfim.... No mercado atual, há técnicas de ponta para cada processo a ser analisado. Conforme explicado acima, no geral, as áreas mais afetadas são as constantemente molhadas com encanamentos e desprovidas de coberturas, por exemplo, os banheiros, são locais que têm grande chance de ter problemas que não ficam tão visíveis ao olho nu, por causa dos acabamentos em cerâmica.

Piscinas de concreto necessitam de impermeabilização para impedir que as estruturas sejam 'atacadas' pela umidade e fazer com que fiquem

protegidas contra desgastes, fissuras, trincas, fungos, corrosão das armaduras, deterioração do concreto, descolamento de revestimentos, entre outras consequências. “Nas piscinas, os vazamentos afetam a estrutura de concreto e também resultam em elevado consumo de água, podendo comprometer a estrutura do imóvel por infiltrações no subsolo”. (SILVEIRA, 2017, p. 22).

Conforme explicado acima, o que importa, portanto, é se tratando de impermeabilização, mesmo adotando material adequado e de boa procedência, precisamos estar atentos aos procedimentos na aplicação. Essa, porém, é uma tarefa que precisa ser exaustivamente treinada. Vê-se, pois, que a área a ser impermeabilizada sofrerá intervenções por outras equipes. É preciso ressaltar que sendo necessário, os colaboradores precisarão passar por constantes treinamentos e reciclagens. O autor deixa claro, embora este assunto não seja tratado com a frequência e seriedade que deveria e infelizmente, ocasionando retrabalhos e prejuízos.

Por final, impermeabilização é um aspecto muito importante em quase todas as construções. Responsável por manter a estanqueidade (ou seja, por deixar a sua moradia seca, livre de infiltrações), ora que, é uma questão básica de obra, e sempre requer muito cuidado e atenção por assim, assegurar a salubridade e a durabilidade das estruturas.

### **Definições: viga baldrame e Impermeabilização**

Segundo Barros (2011), a viga baldrame é classificada como um dos vários tipos de fundação. É usado como um tipo básico econômico e raso em solos firmes e pequenos projetos de carregamento. A viga baldrame consiste em uma viga sobre uma base elástica, embutida em uma calha rasa que suporta todas as cargas das paredes de uma residência. A viga baldrame transfere todas essas cargas para o solo.

Ertel (2016) explica que a viga baldrame é um tipo de elemento de construção estrutural geralmente localizado abaixo do nível do solo. Pode ser feito de concreto armado, concreto simples ou blocos maciços. Em edifícios pequenos e com cargas baixas, são utilizados como alicerce, dependendo da resiliência do solo.

A viga do baldrame é feita de concreto armado e usada como fundação, erroneamente tem sinônimo de Sapata Corrida. Além disso, por vezes, a viga baldrame tem a função de travar a estrutura “amarrando” os pilares, sapatas ou os blocos de fundação. Nas obras acabadas, as vigas baldrames são “invisíveis” e, quando não existem paredes por cima delas, apenas os pilares são visíveis no piso térreo (garagens).

Saber escolher o sistema de impermeabilização a ser implantado nas vigas baldrame é fundamental para evitar situações indesejáveis durante a fase de uso. O aparecimento de patologias é um desses fatores, sendo denominadas “bolor do pé”, que nada mais é do que o efeito da umidade do solo, que atua pelo levantamento capilar e se revela nas superfícies de alvenaria. Esse tipo de patologia costuma causar desconforto visual e

agravos à saúde, além de depreciação de bens, entre outras perdas (BARROS, 2011).

Na Figura 01, é possível observar a representação da etapa de impermeabilização da viga baldrame.

Figura 1: Viga baldrame impermeabilizada



Fonte: Canal do Engenheiro (2018).

## Conhecendo tipos de impermeabilizantes

Pode-se dizer que aditivos incorporadores de ar são empregados como impermeabilizantes. Neste contexto, para Recena (2011), fica claro que possibilita a redução de água e promovem a interrupção dos canais capilares. O mais preocupante, contudo, é constatar que a redução de água pode ocorrer em misturas realizadas a partir de traços deficientes em pasta aumentando a trabalhabilidade, pois o aumento da pasta é obtido através do aumento de bolhas.

Os tipos mais comuns de aditivos, que se observa serem empregados em pequenas obras, são os plastificantes redutores de água, os impermeabilizantes de massa e os incorporadores de ar. (RECENA, 2011, p. 52).

A melhor maneira de compreender esse processo é considerar os fenômenos relacionados com a tensão superficial do líquido. Conforme citado acima, em contato com uma parede/estrutura sólida, seja porque sabemos da hidrostática que, quando se preenchem vários vasos comunicantes com um determinado líquido, este sempre atinge a mesma altura em todos os ramos, contudo, o autor deixa claro que essa teoria não é única, pela qual cabe dizer que o mais importante é tratarmos da permeabilidade do solo, que é a estimativa da vazão que percolará através do maciço.

A impermeabilização da superfície da alvenaria (das lajes ou de outros elementos construtivos) visa a evitar a absorção tanto da água líquida como do vapor de água. Para isso, utilizam-se materiais poliméricos naturais ou sintéticos, caracterizados por uma permeabilidade muito baixa à água;

estes materiais são, por outro lado, caracterizados também por uma baixa permeabilidade ao vapor e, assim, impedem a secagem da alvenaria (BERTOLINI, 2016).

Conforme citado acima, a impermeabilização é a barreira que impede o trânsito da água, seja por meio líquido ou vapor. Trata-se inegavelmente que a grande maioria dos materiais utilizados na construção civil são porosos, cada um em determinado grau. Assim, reveste-se de particular importância o dimensionamento correto dos elementos, acompanhado por profissionais capacitados. Sob essa ótica, ganha particular relevância uma boa impermeabilização (BERTOLINI, 2016).

É importante ressaltar que apesar da infiltração se manifestar visualmente em um local da residência, como, por exemplo, na parede, o sinal que se manifesta nela é resultado de uma infiltração em outro lugar, mas, em cima disso, impermeabilizar a parede nesses casos não irá resolver a causa do problema. Ora, para se resolver o problema da infiltração e percolação da água preciso identificar a causa, nesse sentido, as fissuras nas estruturas me dão a pista de entrada da infiltração e percolação de água. Essa versão não é a única pela qual cabe dizer que o problema nas paredes só será resolvido de maneira definitiva quando as fissuras e rachaduras forem devidamente tratadas.

Um dos problemas mais comuns em construções é a umidade que se verifica na parte inferior das paredes junto ao piso. Uma das principais causas possíveis é a falta de uma barreira de proteção contra a umidade ascendente do solo, que passa pelo baldrame, e atinge as alvenarias proporcionando um aspecto de degradação dos revestimentos e da pintura (SALGADO, 2014, p. 3-21).

Portanto, torna-se evidente que a infiltração é um dos maiores problemas na construção civil. Vê-se, pois, o autor deixa claro, a falta da impermeabilização poderá gerar vários tipos de patologias. Logo, é indiscutível o fato que o projeto de impermeabilização deverá ser considerado conforme explicado acima e acompanhado por profissionais treinados e capacitados para uma ótima execução. Conforme explicado acima o que importa, portanto, é minimizar ao máximo a incidência de infiltração. Essa, porém, é uma tarefa que cabe aos profissionais capacitados que poderão entender por meio de conhecimento técnico e experiência os ambientes que serão tratados.

### Classificação dos impermeabilizantes

Basicamente, os tipos de impermeabilização existentes estão divididos em dois grupos principais: impermeabilização rígida e impermeabilização flexível. Nesta seção, algumas das definições desses tipos de impermeabilização e as vantagens e desvantagens atuais da aplicação de impermeabilização serão discutidas.

### *Resistência rígida à água e resistência flexível à água*

Impermeabilização rígida, conforme prescrito pela NBR 9575/2003, é o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não suprimidas. Isso significa que os produtos impermeáveis rígidos não apresentam nenhuma trabalhabilidade, o que acarreta a exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura. Em outras palavras, deve ser aplicado a elementos de construção que não se movem (temperatura e ação funcional). A impermeabilização rígida trata os seguintes tipos de materiais em sua composição:

- Argamassa polimérica;
- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida;
- Cristalizantes.

Righi (2007) determina que a impermeabilização flexível é aplicável a peças de construção com fissuras. Além disso, este tipo de impermeabilização pode ser pré-fabricado (mantas) ou moldado no local (membranas).

O autor ressalta que, dependendo do local da impermeabilização, as membranas são mais vantajosas do que as mantas por falta de costuras, mas requerem um rígido controle de espessura, pois depende da quantidade de produto aplicada por metro quadrado. Alguns tipos de materiais usados na impermeabilização flexível são descritos a seguir:

- manta de PVC;
- Coberturas asfálticas;
- Membrana polimérica modificada com cimento;
- Membranas asfálticas;
- Membrana acrílica;

Na Figura 02 é possível ver a representação dos dois tipos de impermeabilização descritos acima: Resistência rígida e flexível. O exemplo de impermeabilização flexível representado é a cobertura asfáltica, enquanto a impermeabilização rígida mostrada é a cobertura líquida (membrana).

**Figura 2:** Impermeabilização Flexível X Impermeabilização Rígida.



Fonte: Adaptado pelo Autor de Casimper e Advance (2018).

### *Circunstâncias da aplicação da impermeabilização*

Rodrigues e Mendes (2017) explicam que a escolha do tipo de impermeabilização é feita de acordo com as circunstâncias em que será utilizado, pois cada produto tem uma função específica.

Cunha e Neumann (1979) apontam que os principais pontos que necessitam de resistência à água são: coberturas planas e coberturas; Terraços e áreas descobertas; Drenos de água da chuva; Cisternas de água, piscinas e mangueiras hidráulicas; Pisos molhados como banheiros e lavanderias; Paredes por onde corre a água e recebe a chuva do vento, coifas e coifas para fachadas; Molduras e soleiras de janelas; Peitoris das portas que abrem para fora; Água contida na terra que sobe por capilaridade, ou se infiltra no subsolo, abaixo do nível da água.

O autor Salgado (2009) aborda os principais e mais comuns problemas encontrados quando há água encanada em edifícios e que precisam ser resolvidos por sistemas de impermeabilização. São eles: Presença de umidade nas estruturas executadas no terreno; Presença de umidade nas paredes próximas ao piso; Escoamento de água em lajes; Escoamento de água em caixas d'água; Escoamento de água em piscinas; Umidade nos pisos.

### **Vantagens e desvantagens da aplicação da impermeabilização**

Rodrigues e Mendes (2017) explicam que para obter vantagens em relação ao uso de impermeabilizantes é necessário implementá-lo de forma correta e completa. Além disso, o sistema a ser implantado deve ser escolhido de acordo com as necessidades apresentadas.

O número de impermeabilizantes cresce cada vez mais no mercado de construção civil. Esse fator permite um leque mais amplo de alternativas e soluções para cada caso específico. Além disso, permite que a impermeabilização apareça em várias etapas na mesma obra. É justamente por isso que uma construção impermeável favorece a estética e a segurança da edificação, por impedir a ocorrência de problemas com infiltrações (RODRIGUES E MENDES, 2017).

Citando as desvantagens da implantação da impermeabilização, vale ressaltar que sua implantação é imprescindível e garante maior longevidade da edificação por proporcionar bloqueio de degradação ocasionado pela presença de umidade em suas diversas formas.

Todas as desvantagens da impermeabilização devem ser consideradas como dificuldades e não justificam a ausência da sua implementação, visto que as vantagens que proporciona são consideravelmente maiores do que as dificuldades da sua implementação.

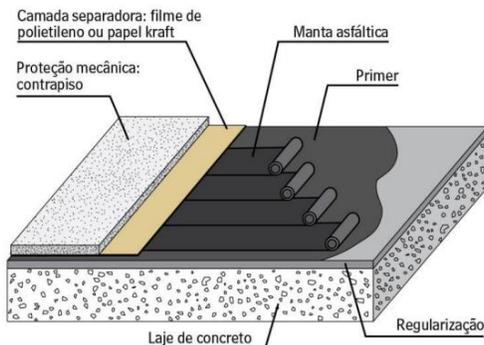
Rodrigues e Mendes (2017) explicam que o principal obstáculo aos insumos impermeabilizantes é a necessidade de obras especiais. Vale ressaltar que atualmente é evidente a carência de cursos profissionalizantes no Brasil e que a pouca mão de obra que existia era qualificada pela experiência (experiência em canteiros de obras).

As mantas asfálticas são um dos casos mais específicos e mais utilizados na impermeabilização. Eles precisam de seus próprios equipamentos para execução e segurança. Para a sua implementação é necessário consultar o fornecedor do material (pois existe um tipo de produto específico para cada situação) e contratar trabalhos especiais na execução destes serviços.

Além disso, quanto aos telhados impermeáveis, exigem cuidados especiais para que não sejam danificados, tomando muito cuidado quando é necessário instalar antenas, grades, tubos de ventilação e etc. E evitando furar a membrana ou capa impermeável. Ressalta que se deve ter cuidado para não danificar as camadas impermeabilizadas, após a aplicação, para garantir a impermeabilização (RODRIGUES E MENDES, 2017).

Na Figura 03 é possível ver a representação das camadas necessárias para cumprir com a impermeabilização de uma cobertura. A propósito, é possível afirmar que atrás da laje de concreto existe uma camada lisa que serve para nivelar possíveis irregularidades na mesma. Acima é aplicada a introdução, seguida da manta asfáltica, da camada separadora e por fim da proteção mecânica (contrapiso).

Figura 3: Impermeabilização de Coberturas.



Fonte: Ativos Engenharia (2018).

## **Impermeabilização de vigas baldrame**

Como o foco principal do desenvolvimento desta pesquisa é o estudo do desempenho impermeabilizante de vigas baldrame, esta seção apresenta alguns pontos importantes em relação à obra necessária, o tempo de aplicação e os custos gerados.

Infelizmente, é conhecida a falta de trabalho especializado na área da impermeabilização no Brasil, e o trabalho existente ganhou e continua ganhando qualificação com a prática nessa área. Não existem cursos especializados e profissionais de impermeabilização. Esse déficit existe por causa da cultura dos leigos, que muitas vezes veem a resistência à água como um “gasto desnecessário” a ser evitado e não como um investimento que prolonga a vida útil das residências.

Primeiramente, segundo Rodrigues e Mendes (2017), para a implantação da impermeabilização é necessário o uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual) por mão de obra qualificada, além do uso correto das ferramentas necessárias (como a tocha para a impermeabilização).

Alguns exemplos de ferramentas utilizadas na aplicação de impermeabilizantes são: escovas, paletes, soprador, rolo de pintura, vassoura, espátula (RODRIGUES E MENDES, 2017).

Rodrigues e Mendes (2017) destacam que o tempo de aplicação da impermeabilização varia de acordo com o sistema de impermeabilização e os produtos aplicados. Também é importante verificar as informações dos fabricantes, pois há produtos que precisam de até dois dias para aplicar na íntegra, dependendo da necessidade de revestimentos e do tempo de espera para secagem.

É importante também enfatizar que o tempo de aplicação da impermeabilização irá variar dependendo do sistema escolhido, da localização da impermeabilização, da quantidade de mão de obra qualificada disponível, da qualidade do projeto de impermeabilização, das condições climáticas e do tipo de produto escolhido.

Hoje, muitas pessoas ainda veem os custos gerados pela impermeabilização de uma obra como um gasto desnecessário a ser evitado. Porém, como pode ser assimilado a seguir, esses custos são relativamente baixos e promovem um prolongamento da vida útil da estrutura devido à proteção do edifício contra a ação deteriorante da água transformada em umidade.

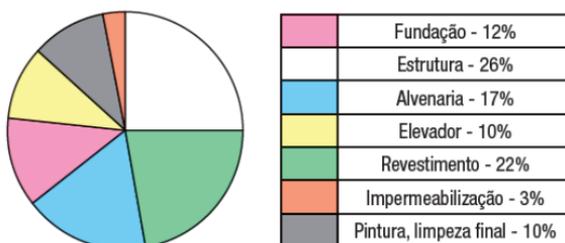
Apolinário (2013) explica que entre os custos gerados pela impermeabilização de uma obra, compreende-se os custos com a impermeabilização da fundação, infraestrutura, cavaliças e laje da caixa d'água. As instruções da Norma Brasileira (NBR), exigem que a previsão desses custos seja feita para que determinado financiamento seja aprovado. São as planilhas de memória descritiva e as fichas de especificações técnicas que tratam das quantidades, especificações dos materiais a serem adotados, orçamento de síntese e análise e cronograma.

Uma das etapas incluídas na impermeabilização geral de uma estrutura definida é a impermeabilização das vigas, estudo principal presente no desenvolvimento deste trabalho. Apolinário (2013) descreve que, segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), os edifícios residenciais unifamiliares têm um custo médio aproximado de 0,21% com fundações impermeabilizantes (geralmente vigas) em relação ao custo total da obra. Ou seja, estimando que o custo aproximado de uma obra de oitenta metros quadrados é de R\$ 76.148,00; o gasto com impermeabilização da infraestrutura em contato com o solo equivale a R\$ 159,91; tendo como referência o CUB (Custo Unitário Básico).

Portanto, pelo exposto, os custos gerados pela impermeabilização da fundação, especificamente das faces expostas ao solo, são consideravelmente reduzidos, porém é uma das etapas mais importantes da obra, pois evita danos futuros que demandam elevados custos dispendiosos na realização de reparos de patologias causadas por vigas mal impermeabilizadas ou mesmo pela ausência desse tipo de impermeabilização.

Na Figura 04 é possível visualizar a representação dos custos médios gerados a cada etapa de uma edificação.

Figura 4: Custos das etapas de uma Edificação em relação ao Custo Total da Obra.



Fonte: Vedacit (2010).

## Principais causas de infiltração: como reparar

A NBR 9575 de 2010 define que infiltração é a penetração indesejável de fluidos na construção.

Dependendo dos elementos construtivos presentes em um edifício, a água se manifesta de uma certa forma, geralmente como umidade. A água atua como fator de deterioração e acaba reduzindo a vida útil da edificação. Portanto, alguns cuidados são necessários quando patologias de infiltração são identificadas. Aqui estão algumas das causas da ocorrência de infiltração e quais medidas devem ser tomadas para corrigi-las.

## Ausência de Ventilação

De acordo com o manual técnico de Vedacit (2010), a ausência de ventilação adequada em um determinado ambiente provoca infiltrações

geradas pela condensação. Isso porque a circulação do ar é o principal fator necessário para tornar os ambientes saudáveis, evitando a propagação do mofo. Esse tipo de infiltração não é resolvido apenas por sistemas de impermeabilização, pois isso só é resolvido pela atividade de ventilação do ambiente. Vale ressaltar também que a presença de umidade nas residências, além de desconforto, causa doenças respiratórias aos usuários. Na Figura 05 é possível ver a representação da eminência da umidade devido à falta de ventilação. Esse tipo de umidade é popularmente conhecido como mofo.

Figura 5: Presença de Umidade devido à ausência de Ventilação.



Fonte: Projetos Habitissimo (2018).

## Falhas de Projeto

O autor Porciúncula (2013) explica que a impermeabilização é um processo que requer um planejamento preciso, que se inicia com o estudo do terreno, analisando suas características geomorfológicas e químicas, bem como o que constitui seu ambiente. Além disso, é necessário verificar a situação do aqueduto presente no local. É também fundamental compreender os projetos de arquitetura e todos os outros que integram a obra, de forma a tentar conciliar as indicações dos sistemas de impermeabilização e os sistemas construtivos adotados.

Rodrigues e Mendes (2017) afirmam que projetos de impermeabilização são essenciais para garantir e gerar uma boa implantação desses sistemas. A ausência ou falta desses projetos acarreta problemas de difícil solução e, portanto, geram prejuízos. A escolha incorreta de um sistema de impermeabilização a ser implantado em um ambiente definido acarreta deficiências nas especificações de aplicação, falta de detalhamento prévio à execução e não cumprimento das normas de impermeabilização.

## Erros de execução

Não é porque qualquer edifício possui sistemas de impermeabilização em todas as etapas necessárias que a estrutura ficará

protegida pela ação deteriorante da umidade. Além da data de validade, esses sistemas, se executados incorretamente, permitem que a água danifique a estrutura.

Os erros de execução de sistemas de impermeabilização ocorrem por diversos fatores. Alguns desses fatores são a falta de fiscalização e a falta de mão de obra qualificada para realizar esses serviços. Além disso, alterar algo especificado no projeto dentro da obra sem consultar o projetista, na maioria das vezes causa falhas comprometedoras nos sistemas de impermeabilização. Por fim, o controle de qualidade também é necessário nesse processo, pois deve ser extremamente rigoroso para não levar a falhas futuras (RODRIGUES E MENDES, 2017).

## **Fluxos em tubos**

Rodrigues e Mendes (2017) explicam que vazamentos em tubulações são difíceis de sanar, geralmente por ocorrerem no interior das paredes de banheiros e cozinhas e por apresentarem fluxo constante de água fria. Esses vazamentos geralmente ocorrem devido aos seguintes fatores:

- Perfuração externa (nas paredes por onde passa o tubo);
- Canais mal executados;
- Uso de cola em canos.

Além desses fatores causadores de vazamentos, também ocorrem falhas nos sistemas de captação de água, geralmente devido aos tipos de ralos e aos produtos utilizados para vedá-los. Além disso, os chuveiros também são geradores de vazamentos quando suas extremidades não são devidamente atendidas.

Por fim, os pisos que transportam água da chuva também podem se tornar geradores de infiltração quando não possuem declividade mínima e acabam causando o acúmulo indevido de água.

## **Aberturas em concreto**

As estruturas de concreto são excelentes geradoras de infiltração, pois o concreto corrói a armadura, o que põe em risco a segurança da estrutura. A principal causa da infiltração no concreto é a falha na existência do recobrimento mínimo da armadura (camada de concreto sobre a armadura) e as falhas de concretagem como fôrma adequada, vazamento do concreto, endurecimento e cura da mesma.

Além disso, o déficit na supervisão e comando dos equipamentos associado à baixa qualidade da formação profissional do engenheiro e do chefe leva a graves erros no desempenho das atividades de execução da obra, apoio, execução de cofres, posicionamento, avaliação da qualidade da armadura e do concreto (RODRIGUES E MENDES, 2017).

## Infiltração blindada

Cunha e Neumann (1979) afirmam que estruturas de concreto armado geralmente antigas (acima de 30 anos) expostas à umidade ambiental apresentam um processo inicial ou moderado de deterioração de suas armaduras.

A corrosão da armadura de construção é classificada como um processo eletroquímico, enquanto a corrosão do concreto é um processo puramente químico que ocorre devido à reação da pasta de cimento com elementos químicos, causando a formação de compostos de expansão ou a dissolução da ligação. Porém, um fator importante que danifica o concreto é a carbonatação, que é causada pela ação dissolvente do gás carbônico presente na atmosfera sobre o cimento hidratado. Isso causa uma forma de carbonato de cálcio, que torna o concreto mais ácido, atingindo valores de pH abaixo de 9 (SOUZA E RIPPER, 1998).

Na Figura 06 é possível observar um caso de infiltração nos reforços de uma residência. Observa-se corrosão da armadura devido a irregularidades na execução da capa da armadura. Nesse caso, a armadura, em contato com o gesso, ficou ainda mais sujeita à ação da umidade e sofreu corrosão.

**Figura 6:** Corrosão da Armadura de um Pilar Estrutural devido à Infiltração.



**Fonte:** Imagem disponibilizada pela Engenheira Civil Sabrina Aguiar (2018).

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi a bibliográfica, que se refere a um estudo sistemático desenvolvido com base em materiais publicados em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, ou seja, materiais acessíveis ao público em geral. Após a escolha do tema, definição do levantamento bibliográfico preliminar e formulação do problema, foi elaborado um projeto provisório sobre o tema. A fase exploratória teve como objetivo

principal apresentar uma análise do problema, tendo como principal forma a pesquisa bibliográfica.

A pesquisa científica está presente em todos os campos da ciência, no campo da educação encontramos vários publicados ou em andamento. É um processo de investigação para resolver, responder ou investigar uma questão no estudo de um fenômeno. Bastos e Keller (1995, p. 53) definem: “A pesquisa científica é uma investigação metódica sobre um determinado tema com o objetivo de esclarecer os aspectos em estudo”.

Para Gil (2002, p. 17) “A pesquisa é necessária quando não há informações suficientes para responder ao problema, ou quando a informação disponível está em tal estado de desordem que não pode ser adequadamente relacionada ao problema”.

A pesquisa científica possui diferentes modalidades, uma das quais é a pesquisa bibliográfica que será abordada neste artigo, expondo todas as etapas que devem ser seguidas em sua realização. Este tipo de pesquisa é idealizado por diversos autores, incluindo Marconi e Lakatos (2003) e Gil (2002).

A pesquisa bibliográfica está inserida principalmente no meio acadêmico e visa aprimorar e atualizar conhecimentos, por meio de uma investigação científica de trabalhos publicados.

Essa estratégia assumida foi o ponto de partida do projeto de pesquisa que, gradativamente, assumirá o perfil definitivo a partir das mudanças absorvidas com o aprofundamento da leitura e com o consequente amadurecimento dos entendimentos e demandas em torno da pesquisa.

A pesquisa será realizada em fontes que destacam, além dos livros de leitura atual, outras fontes de interesse para a pesquisa bibliográfica: obras de referência, teses e dissertações, periódicos científicos e indexação de periódicos e resumos. Essas fontes serão utilizadas em pesquisas, sendo incorporadas à bibliografia.

A leitura de partes do material bibliográfico terá por objetivo verificar as obras que interessam à obra. A partir desse momento, procederemos à leitura analítica dos textos selecionados, identificando as ideias-chave, classificando-as e sintetizando-as.

Por fim, e de forma mais complexa, as leituras serão interpretadas, em relação umas às outras e ao problema a ser resolvido com a pesquisa, consolidando os raciocínios e argumentos baseados em elementos bem definidos. Portanto, o método a ser aplicado à pesquisa bibliográfica por meio da leitura do material escolhido partirá da organização lógica do tema, garantindo que a escrita textual seja tratada de forma gradativa e equilibrada, para então passar ao mais formato consolidado do texto, a partir do aprofundamento das análises, das mudanças de alguns paradigmas e, sobretudo, do maior conhecimento inerente ao assunto.

Para Prodanov e Freitas (2013, p. 24) o método é considerado o caminho para se chegar a um determinado fim. No passado muitos pensadores defenderam a existência de apenas um método que servissem para todas as áreas do conhecimento. Defendiam “um método que fosse

universal”. Porém, muitos outros métodos são defendidos por cientistas e filósofos da ciência. Esses métodos devem ser utilizados de acordo com o que se pretende investigar e também pela classe de proposições. No entanto, para Lakatos e Marconi (2003, p. 84) o que interessa é o conceito moderno de método. Para tal as autoras “consideram, como Bunge, que o método científico é a teoria da investigação”.

Para Prodanov e Freitas (2013, p.24) se método “é um procedimento ou caminho para alcançar determinado fim e que a finalidade da ciência é a busca do conhecimento”, pode-se dizer que o método científico “é um conjunto de procedimentos adotados com o propósito de atingir o conhecimento”. Já de acordo com Trujillo Ferrari (1974 apud Prodanov e Freitas), o método científico é “um traço característico da ciência, constituindo-se em instrumento básico que ordena, inicialmente, o pensamento em sistemas e traça os procedimentos do cientista ao longo do caminho até atingir o objetivo científico”.

A pesquisa qualitativa discute os resultados do estudo por meio de análises e percepções. Primeiramente é necessário descrever o problema, que geralmente possui interpretações mais subjetivas, tais como: sentimentos; pensamentos; opiniões; sentimentos; percepções. Nesse processo de pesquisa acadêmica, os números não buscam compor um resultado efetivo, mas sim a compreensão de uma trajetória que deu origem ao problema do trabalho.

É por isso que se baseia em uma profundidade de dados que chamamos de incomensurável. Isso porque os resultados de uma pesquisa qualitativa enfocam o ponto de vista do entrevistado.

Para Deslauriers e Kérisit (2008), na pesquisa qualitativa, o aluno é ao mesmo tempo sujeito e objetivo de sua pesquisa. Isso porque o conhecimento deve ser parcial e limitado, pois pesquisar é algo imprevisível. Assim, o resultado deve ser capaz de produzir novas informações.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Projeto de impermeabilização**

A NBR 9575 (ABNT, 2010), traz como requisito geral o projeto de impermeabilização, na qual especifica que este projeto deve ser desenvolvido em conjunto e compatibilizado com o projeto de arquitetura e os demais projetos complementares para se obter e prever as respectivas especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos.

Para a elaboração de um bom projeto de impermeabilização é necessário identificar quais partes construtivas estão sujeitas aos ataques da ação da água e o tipo de forma de solicitação. A NBR 9575 (ABNT,2010) mostra as quatro formas de solicitação da água, a saber:

- Imposta pela água de percolação;

- Imposta pela água de condensação;
- Imposta pela umidade do solo;
- Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

A NBR 9575 (ABNT, 2010), também divide o projeto de impermeabilização em duas partes, que são: projeto básico de impermeabilização e projeto executivo de impermeabilização. Na qual descreve que, no projeto básico devem ser definidas as áreas a serem impermeabilizadas, a definição dos sistemas de impermeabilização, a planilha de levantamento quantitativo, o estudo de desempenho e a estimativa de custos. Já o projeto executivo, é caracterizado pelas plantas de localização e identificação da impermeabilização, os detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização, detalhes construtivos, memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização, memorial descritivo de procedimentos de execução e planilha de quantitativos de materiais e serviços.

Para se identificar os possíveis problemas que podem surgir durante e após a execução da obra é necessário desempenhar de forma rigorosa o detalhamento do projeto de impermeabilização. Segundo Righi (2009) deve-se verificar a preparação da estrutura que irá receber a impermeabilização, se o material está dentro das descrições do projeto, além de analisar outras características, como, espessura, consumo, tempo de secagem, sobreposição, arremates, testes de estanqueidade e métodos de aplicação destes sistemas.

O projeto de impermeabilização deve ser executado de forma a garantir a estanqueidade da água em todas as fases da construção de uma edificação, de maneira que ocorra em harmonia com os demais sistemas construtivos, possibilitando assim, menor chance de surgirem falhas patológicas consequentes da umidade, ressaltando que a implantação de um sistema de impermeabilização deve coexistir com o projeto de manutenção preventiva para garantir que a edificação esteja estanque, atestando a durabilidade do sistema e dos demais componentes construtivos (SANTOS, 2018).

A NBR 9574 (ABNT, 2008), traz como requisitos gerais para aplicação da impermeabilização, que, as áreas que necessitam ser estanques, devem ser totalmente impermeabilizadas, nas quais, para os tipos de impermeabilização que requeiram superfícies secas, a argamassa de regularização deve ter idade mínima de 7 dias, e, em área sujeitas à água sob pressão positiva devem receber a impermeabilização no lado de atuação da água.

De acordo com Soares (2014), na maioria das obras, métodos executivos são transmitidos a partir de conhecimentos empíricos, sem bases ou conhecimentos teóricos, que acarretam nos mais variados erros no decorrer de uma obra, e, como os sistemas de impermeabilização são elementos que ficam encobertos e, muitas vezes, as patologias só aparecem muito tempo depois, se torna um dos sistemas que mais sofrem com os vícios

construtivos. A Figura 7 relaciona o tempo de execução de uma obra com os gastos com impermeabilização.

**Figura 7:** Custos da impermeabilização em relação ao tempo da obra

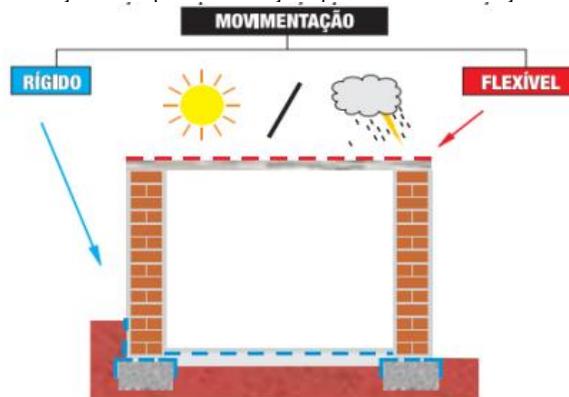


**Fonte:** Arquitetura e Construção (2005, apud RIGHI, 2009).

## Tipos de sistemas impermeabilizantes

Os sistemas de impermeabilização podem ser classificados de acordo com a sua flexibilidade, em sistemas rígidos ou flexíveis, Figura 8. Sendo necessário antes de realizar a impermeabilização, para fazer a escolha correta do sistema, ser considerados as características da estrutura, sua exposição às intempéries e a ação da água sobre a mesma (RIGHI, 2009).

**Figura 8:** Classificação da impermeabilização quanto à movimentação das estruturas.



**Fonte:** Vedacit, 2010.

A impermeabilização rígida é utilizada em estruturas que não estão expostas a mudanças de temperatura, é um sistema que não apresenta flexibilidade, portanto, sendo indicado para estruturas onde não se encontrem fissuras ou trincas, limitando sua utilização a estruturas pequenas ou estáveis, como por exemplo, poço de elevador, vigas baldrames, piscina e reservatório enterrado. É formada por produtos que utilizam cimento, como argamassa ou concreto com aditivos hidrófugos, cimentos cristalizantes, entre outros (SENA et al, 2020).

A impermeabilização flexível é indicada para estruturas que conseguem absorver as movimentações estruturais, de maneira que não sejam capazes de apresentar fissuras ou outras falhas (SENA et al, 2020). Neste grupo se encontram as membranas moldadas no local e as mantas pré-fabricadas.

A NBR 9575 (ABNT, 2010), também classifica os tipos de impermeabilização de acordo com o material constituinte principal da sua camada impermeável:

- cimentícios;
- asfálticos;
- poliméricos.

## **Patologias ocasionadas pela falta ou falha na impermeabilização**

Identificar quais patologias são ocasionadas devido à falta ou falha da impermeabilização é fundamental para determinar quais sistemas serão adotados de forma eficiente e que garanta e prolongue a vida útil de uma edificação. Moraes (2008) cita que realizar a reexecução total da impermeabilização é uma solução mais eficaz, visto que executar reparos localizados podem frequentemente gerar em métodos falhos.

Belon (2019), destaca as principais manifestações patológicas ocasionadas pela umidade:

– Infiltrações

Ocorre quando a água penetra no edifício, por meio do telhado, janelas, paredes, ou abaixo do nível do solo, devido à pressão entre o exterior do edifício e seu interior, que influi na entrada de água, ou ainda, pela ação da gravidade;

– Manchas

Aparecem manchas características devido à saturação de água nos materiais sujeitos a umidade, com posterior deterioração, podem ter várias origens, como, proveniente do telhado, lajes de cobertura e terraços, vazamentos;

– Mofo ou bolor

É a formação de fungos que podem causar a deterioração dos materiais, normalmente são identificados pelo exame visual e geralmente são localizados perto ou na fonte da infiltração. Aparecem e se desenvolvem em

diversos tipos de materiais, como, tintas, vidros, argamassas e materiais cerâmicos;

- Eflorescência

São manchas brancas que se depositam nas superfícies dos materiais, formando sais solúveis, que são conduzidos pela umidade que os atravessa.

- Criptoflorescência

Na criptoflorescência também é ocasionado formações salinas da mesma maneira que na formação das eflorescências. Nesta patologia formam-se grandes cristais que se fixam no interior da estrutura, ocasionando um aumento de volume do material, e por fim, a desagregação dos materiais.

- Corrosão de armaduras

É uma das principais causas de deterioração de armaduras no concreto, ocorre com a liberação de íons no ambiente e com a movimentação de elétrons no material.

## **Sistemas que requerem impermeabilização**

Para garantir a durabilidade de uma edificação e de seus sistemas é necessário que ocorra uma correta execução dos processos de manutenção. De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), a vida útil de uma edificação é o período de tempo que os elementos de um edifício levam para desempenhar as funções para as quais foram projetados.

A vida útil de uma construção e até mesmo o conforto dos usuários podem ser afetadas pela ausência ou a má execução do sistema de impermeabilização, além de ocasionar reparos e reformas com custos altos (IBI, [2020?]).

### Desenvolvimento do projeto de impermeabilização

Realiza-se a análise dos locais mais afetados por fluídos na residência, em seguida executa-se o projeto de impermeabilização dessas áreas a fim de detalhar o processo. Como parte do projeto de impermeabilização será descrito e detalhado os materiais utilizados, bem como suas especificações, recomendações e métodos de aplicação.

Segundo Arantes (2007), ao especialista detalhar o projeto de impermeabilização, não se deve preocupar apenas com o desempenho isoladamente do material que será aplicado, e sim como este material procederá com o conjunto.

O autor supracitado ainda frisa que ao elaborar o projeto, faz-se necessário o fornecimento da maior quantidade possível de dados para quem executar a obra, e o repasse de normas e classificações ao contratante para uma melhor fiscalização das atividades exercidas.

Como já comentado, o projeto de impermeabilização está relacionado à durabilidade da edificação. É necessário o detalhamento dos produtos a

serem utilizados bem como a forma de execução adequada para cada caso na obra, como afirma Righi (2009). O autor alega que o ideal é que o projeto arquitetônico seja desenvolvido em paralelo ao de impermeabilização possibilitando adotar conceitos básicos já no início da concepção da proposta.

Os principais fatores a serem analisados na hora da escolha do sistema de impermeabilização são: pressão hidrostática, frequência de umidade, insolação sobre a superfície, atuação de cargas, movimentação da base e extensão da aplicação. (BARROSO et al. 2015).

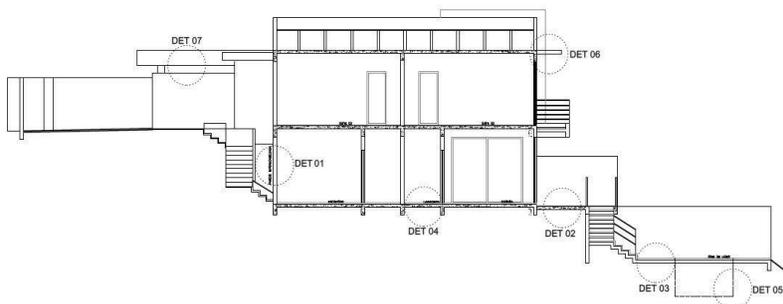
Para especificar os pontos acima elencados são apresentados os cortes das residências onde são detalhados os pontos que requerem um processo de impermeabilização detalhado. Seguindo as recomendações feitas pela ABNT NBR 9575:2010 foram elaborados os seguintes itens de projeto:

- Definição das áreas a serem impermeabilizadas;
- Definição dos sistemas impermeabilizantes a serem aplicados;
- Planta de localização com a demarcação dos sistemas de impermeabilização;
- Detalhes específicos e genéricos das soluções adequadas;
- Memorial descritivo dos materiais utilizados;
- Memorial descritivo dos procedimentos de execução.

Nos capítulos e subitens anteriores foram descritos métodos, materiais e aplicação dos sistemas de impermeabilização e explicado detalhadamente os tipos de impermeabilizantes.

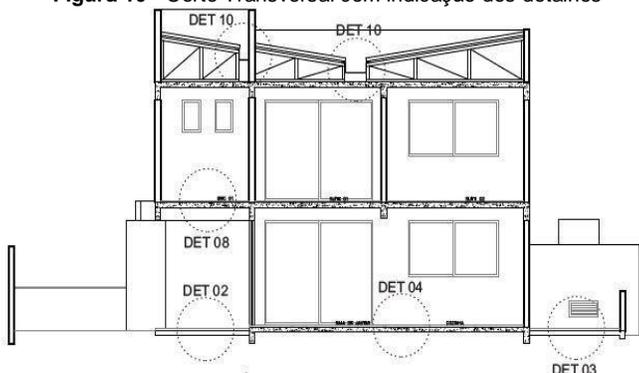
A figura 09 e 10, demonstram que na mesma residência é necessário o uso de vários sistemas de impermeabilização para garantirmos a estanqueidade de toda a estrutura.

**Figura 09** - Corte Longitudinal com indicação dos detalhes



**Fonte:** Cristiane Compagnoni, adaptado pelo autor, 2021

**Figura 10** - Corte Transversal com indicação dos detalhes



**Fonte:** Cristiane Compagnoni, adaptado pelo autor 2021

Nesta etapa do projeto utilizar-se-á dos subitens contidos na ABNT NBR 9574:2008 de Execução da Impermeabilização. Também será empregada as especificações contidas na ficha técnica do produto impermeabilizante.

De acordo com subitem 4.3.13.1 da ABNT NBR 9574:2008, referente a preparação do substrato das mantas asfálticas, tem-se que este deve estar firme, coeso, seco, regular e isento de corpos estranhos.

Tendo como base a Figura 11 deve-se fornecer os detalhes necessários para a correta implementação da impermeabilização na viga baldrame através de um memorial detalhado da aplicação da manta asfáltica.

Na sequência tem-se a aplicação da manta asfáltica de acordo com o manual técnico fornecido pelo fabricante.

#### Fundações – vigas baldrames

As vigas baldrame estando em um nível em que ocorre o constante contato com o solo úmido deve-se realizar a impermeabilização a fim de evitar as infiltrações devido a umidade ascendente do solo, está detalhada anteriormente, a qual pode acarretar insalubridade nos ambientes da residência.

Pelo fato das vigas baldrames estarem constantemente em contato com a umidade proveniente do solo, segundo Queruz (2007), são as principais responsáveis pela propagação desta através das alvenarias por capilaridade.

Esta região a ser impermeabilizada na viga baldrame deve ser estudada de forma detalhada, pois em casos de falhas no processo de impermeabilização descrito, é um local de difícil acesso e após a conclusão da residência, ocasionará dano irreparável.

Neste caso, ao longo do tempo, as impermeabilizações com argamassas rígidas demonstraram resultados insatisfatórios. A umidade por capilaridade advinda de fundações acaba sendo irreparável, assim o

projetista deve especificar uma impermeabilização comprovadamente eficiente. (PIRONDI, 1992).

Assim, adota-se a impermeabilização das vigas baldrame com tinta asfáltica, conforme figura 11, por ser uma impermeabilização flexível, esta trabalha em conjunto com as deformações e movimentações da estrutura.



Fonte: Cristiane Compagnoni, adaptado pelo autor 2021

## Execução do Sistema

A tinta asfáltica protetora e impermeável, é destinada a impermeabilização de estruturas em contato direto com o solo, por isso será utilizada para as vigas baldrames.

Superfícies de concreto ou madeira, devem ser limpas para eliminar qualquer impureza e estarem devidamente secas, para a correta utilização do produto. Para uso como impermeabilizante, a primeira demão deve ser aplicada sem diluição, com auxílio do rolo de lã de carneiro, vassoura de pelo macio ou pincel. A segunda demão deve ser farta, sempre respeitando tempo de secagem de 1 a 2 horas, variando com a ventilação, temperatura local e recomendações do fabricante.

**Vigas baldrames** – Tratamento para umidade ascendente em paredes.

As vigas baldrames são elementos estruturais de concreto armado que tem a função de transferir as cargas dos elementos construtivos para as fundações. Segundo Rosseto (2016), também conhecida como viga de fundação, podem ser consideradas uma fundação direta ou rasa e normalmente encontram-se abaixo do nível do solo, e por esse motivo estão sujeitas a ação da umidade que podem atingir as alvenarias de vedação por capilaridade.

Um dos problemas mais comuns causados pela falha ou inexistência da impermeabilização das vigas baldrames é a ocorrência de manchas e fissurações na base das alvenarias de vedação, sendo este problema causado pela umidade do próprio solo, que percolam as estruturas por ascensão capilar, sendo demonstrado na figura 12 (SENA et al, 2020).

**Figura 12:** Manchas e fungos devido à umidade ascensional



**Fonte:** Sena et al, 2020

Righi (2009) apresenta duas soluções a serem utilizadas quando não existir impermeabilização na viga baldrame ou por falhas na impermeabilização da mesma, que são: correção para alvenaria de tijolos maciços e correção para alvenaria de tijolos furados.

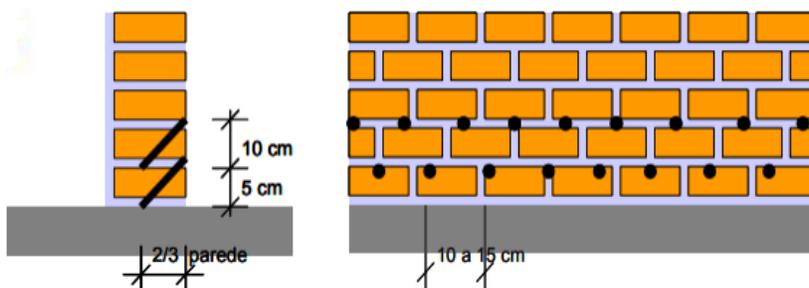
A solução descrita para alvenaria de tijolos maciços é a aplicação de cristalizantes, que terá a função de fechar os poros do substrato e impedir a umidade ascensional. Os cristalizantes são classificados como impermeabilizantes rígidos, são formados à base de cimentos especiais e aditivos minerais que entram nos capilares das estruturas por penetração osmótica, produzindo um gel que se cristaliza, na qual incorporam aos elementos compostos de cálcio estáveis e insolúveis (DENVER, 2008 apud RIGHI, 2009).

De acordo com Abatte (2003, apud RIGHI, 2009), para correção em alvenaria de tijolos maciços, a aplicação do cristalizante deve seguir as seguintes etapas:

- Delimita-se a área a ser tratada, que deve possuir uma altura de 1 m em relação ao piso; – retira-se todo o revestimento da área que será tratada;
- Executa-se duas linhas de furos, uma a 10 cm do piso e outra a 20 cm, sendo que os furos devem apresentar uma inclinação de 45°;
- Saturam-se os furos com água;
- Aplica-se o produto por gravidade;
- Executa-se novamente o revestimento da área tratada, e para obter um melhor desempenho, utiliza argamassa com aditivo hidrófugo.

O manual técnico dos produtos da Denver (2014), apresenta na sua metodologia de aplicação, que o revestimento existente pode ser retirado a uma altura de aproximadamente 50cm do piso, sendo executados com o uso de uma furadeira elétrica, onde a primeira linha de furos deve estar a 5 cm de altura e a segunda linha a 15 cm de altura. A Figura 13 apresenta a seqüência e espaçamentos das perfurações onde serão aplicados os cristalizantes.

**Figura 13:** Espaçamento dos furos para a aplicação do cristalizante



Fonte: Denver, 2014

Para a correção das infiltrações presentes em alvenaria de tijolos furados, utiliza-se argamassa polimérica e argamassa com aditivo hidrófugo. Righi (2009), apresenta o seguinte procedimento:

- Delimita-se a área a ser tratada, que deve possuir uma altura de 30 cm em relação ao piso;
- Retira-se todo o revestimento da área que será tratada;
- Regulariza-se o substrato com argamassa desempenada, e aplica-se uma demão da argamassa polimérica;
- Aplica-se mais três demãos, totalizando quatro demãos ao total, conferindo um intervalo de seis horas entre cada aplicação;
- Executa-se novamente o revestimento da área tratada, e para obter um melhor desempenho, utiliza argamassa com aditivo hidrófugo.

### **Vigas baldrames – Formas de correção**

De acordo com Ripper (1996, apud ALVES; MELO, 2017), para uma efetiva eliminação da umidade decorrente da falta ou falha da impermeabilização das vigas baldrames, a substituição do revestimento por um novo com aditivo impermeabilizante não elimina a umidade, funciona apenas como uma solução de curta duração. Na qual elenca as seguintes etapas de execução para correção:

- Executam-se rasgos na alvenaria de aproximadamente 15 cm de altura e 1m de comprimento alternando com 80 cm de distância entre cada rasgo;

- Retira-se a impermeabilização existente, fazendo a limpeza e regularizando os alicerces (vigas baldrame, fundações, ou qualquer base da alvenaria);
- Aplica-se uma nova impermeabilização em toda a extensão do rasgo;
- Executa-se de camada de proteção de argamassa de cimento e areia, traço 1:4, e reconstrução da alvenaria com tijolos recozidos ou prensados no comprimento do rasgo, atentando para a devida realização do encunhamento com a alvenaria acima;
- Executa-se dos rasgos nos 80 cm alternados entre os espaços já reparados, repetindo-se o procedimento anterior realizando a impermeabilização com um transpasse de 10 cm nas impermeabilizações já executadas, em cada lado;
- Repete-se os procedimentos anteriores realizados nos outros rasgos, concluindo o fechamento da parede;
- Retira-se o revestimento úmido que existe acima da área reconstruída e deixa secar a alvenaria descoberta;
- Realiza-se o revestimento interno com emboço sem aditivo impermeabilizante, para permitir que a alvenaria respire, no revestimento externo recomenda-se utilizar no emboço um aditivo impermeabilizante para melhorar a proteção da alvenaria.

## Paredes enterradas – Formas de correção

As paredes são um tipo de estrutura que podem ser construídas de modo a ficarem em contato direto com o solo, como por exemplo, os muros de arrimo. Este tipo de estrutura enterrada normalmente apresenta muitos problemas relacionados à umidade.

As alvenarias ou o concreto, não possuem propriedades, que por si só, impeçam a ação da água de aterros. Com isso os sais contidos na água do solo se depositam nas paredes, Figura 14, e com o passar do tempo, acumulam-se e cristalizam-se, degradando as paredes e os revestimentos, além de tornar os ambientes insalubres (QUARTZOLIT, 2020).

**Figura 14:** Degradação de alvenaria

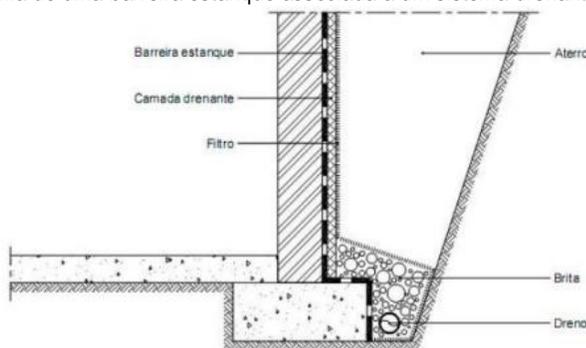


**Fonte:** Quartzolit, 2020

Conforme apresenta Righi (2009), normalmente existe pouco espaço para a execução de impermeabilização em paredes enterradas, logo, os sistemas mais adequados para este tipo de situação, são as membranas acrílicas ou com argamassas modificada com polímeros, ambos os sistemas devem ser aplicados no mínimo em três demãos. Outro sistema que pode ser utilizado, são as mantas asfálticas, tendo neste caso a necessidade de executar proteção mecânica, para proteção da impermeabilização.

Ainda, de acordo com Righi (2009) é necessário executar um sistema de drenagem, criando uma barreira entre o sistema impermeabilizante e o solo, como mostra a Figura 15.

**Figura 15** - Esquema de uma barreira estanque associada a um sistema drenante/filtrante.



**Fonte:** Freitas (2003, apud RIGHI, 2009)

## Lajes – Formas de correção

Lajes são elementos estruturais que tem a função de receber as cargas permanentes e acidentais e transmitir esses esforços para as vigas e pilares. As lajes são elementos mais suscetíveis à infiltração por terem uma área de superfície maior, além de que, em alguns casos podem estar expostas diretamente à umidade, como as lajes de cobertura.

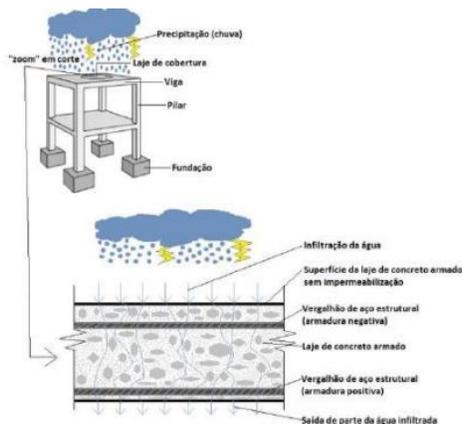
O concreto, por ser um material permeável, permite que água se infiltre caso não possua algum sistema de impermeabilização, tornando essa característica um dos principais problemas em estruturas e coberturas de concreto armado, Figura 13 (SENA et al, 2020).

A corrosão de armaduras é um dos processos com maior incidência nas estruturas de concreto armado, e para que venha acontecer é necessário um conjunto de fatores que tornam o ambiente favorável, que são: presença de água, de ar, área anódica, área catódica, condutor metálico (armadura), e um eletrólito (solução aquosa no concreto) (SENA et al, 2020).

As lajes podem ser do tipo acessíveis ou de cobertura, segundo Righi (2009) em ambos os tipos de lajes, acessíveis ou não, é recomendado o uso de mantas asfálticas, por ser um material pré-fabricado e possuir espessura constante, eliminando a etapa de secagem, e, portanto, acelerando o processo da impermeabilização. Sendo necessário, nas lajes de acesso,

além de utilizar mantas mais resistentes, a colocação de uma proteção mecânica sobre a mesma.

**Figura 16:** Estrutura de concreto armado sem impermeabilização.



**Fonte:** Sena et al, 2020

Segundo Righi (2009), antes de resolver o problema de impermeabilização em lajes de cobertura, deve-se analisar se a falha é localizada ou se houve deterioração total do sistema impermeabilizante, de acordo com o autor, caso o problema for uma falha localizada, utiliza-se o mesmo material que apresenta a falha para corrigir a impermeabilização. Caso haja a necessidade de haver uma reimpermeabilização total na laje, para qualquer tipo de sistema impermeabilizante escolhido, deve-se seguir as seguintes etapas:

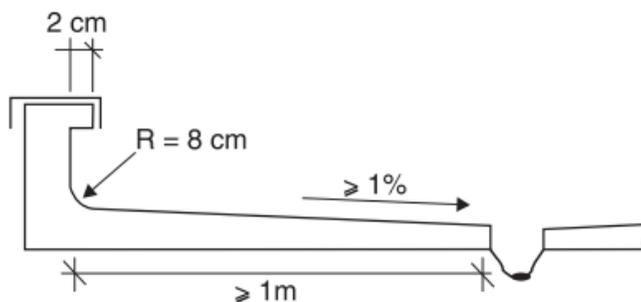
- Remoção do piso da laje;
- Remoção da impermeabilização antiga até atingir a laje;
- Regularização e arremates necessários;
- Execução de juntas necessárias;
- Nova impermeabilização;
- Teste de estanqueidade;
- Execução de proteção mecânica;
- Novo piso;
- Reposição dos revestimentos danificados.

Caso a laje em que apresenta infiltrações ou outros problemas relacionados à umidade não possua um sistema de impermeabilização, as mesmas etapas descritas anteriormente deverão ser seguidas, com exceção da segunda etapa.

De acordo com o IBI (2020), caso apareçam problemas de vazamentos em lajes após concluída a obra, as seguintes etapas devem ser realizadas:

- remover o contrapiso e tratar as trincas;
- retirar o revestimento das paredes até a altura de 30cm para que a impermeabilização suba pelos rodapés;
- regularizar a laje com argamassa impermeabilizada (cimento-areia, traço 1:4);
- executar um caimento mínimo de 1% em direção aos ralos, a impermeabilização deve descer 10 cm nos ralos;
- arredondar os rodapés em forma de meia cana, Figura 17;
- aplicar membrana asfáltica;
- executar proteção mecânica contra raios solares e tráfego de pessoas e veículos, formada por um composto adesivo (cimento, areia, água e adesivo para argamassa) e, após, aplicar argamassa com espessura de 3 cm e juntas de dilatação devidamente espaçadas.

**Figura 17** - Detalhe dos cantos arredondados.



Fonte: Vedacit, 2010.

## Reservatórios – Formas de correção

Os reservatórios são estruturas construídas com o objetivo de armazenar água, podendo ser construídas de concreto armado. Segundo Souza (2008), vazamentos nestes tipos de estruturas frequentemente apresentam manchas ou estalactites de carbonato, figura 18, que podem indicar o local de vazamento, geralmente o fluxo de água irá se apresentar nas juntas de concretagem, ainda segundo o autor, caso as manchas aparentem forma circular ou em elipse, normalmente o vazamento encontra-se no centro do reservatório, e caso surjam manchas lineares é uma indicação de que há fissuras na impermeabilização.

A própria água armazenada nestas estruturas pode danificá-la e penetrar no concreto, e o cloro adicionado no líquido pode prejudicar o aço presente no reservatório, figura 19, tornando assim, a impermeabilização nestas estruturas indispensável para evitar as infiltrações e a formação de fissuras e vazamentos.

**Figura 18:** Estalactite em fundo de caixa d'água.



**Fonte:** Sena *et al*, 2020.

**Figura 19:** Corrosão de armaduras em fundo de caixa d'água.



**Fonte:** Sena *et al*, 2020.

Righi (2009) apresenta que para a solução de vazamentos em reservatórios é importante refazer toda a impermeabilização para garantir sua estanqueidade. Sendo primeiramente necessário analisar qual o tipo de reservatório, se é elevado ou enterrado, para assim definir se a impermeabilização escolhida será flexível ou rígida, visto que, em reservatórios enterrados pode-se empregar impermeabilização do tipo flexível desde que seja executado junto ao sistema uma tela de poliéster para prevenir problemas relacionados a movimentação na estrutura. As etapas seguintes devem ser executadas para qualquer tipo de sistema impermeabilizante adotado:

- Remoção da impermeabilização antiga;
- Limpeza do reservatório;
- Regularização e arremates necessários;

- Nova impermeabilização;
- Recuperação do revestimento danificado

## DISCUSSÕES

A seguir, serão descritos os principais locais que requerem o processo de impermeabilização implantado para evitar problemas de infiltração, bem como as principais aplicações e limitações. Também mencionamos os casos de problemas de impermeabilização que foram estudados, com indicações de causas e soluções, e o processo mais adequado para cada caso.

Tendo uma grande variedade de produtos com características diferentes, é improvável que apenas um tipo de produto possa ter um desempenho satisfatório. As soluções impermeáveis estudadas são apenas algumas das disponíveis, embora sejam as mais comuns e, portanto, as mais utilizadas e difundidas.

### Caso I – Estruturas Subterrâneas

Estruturas enterradas são todas as estruturas que estão em contato permanente com a terra e a contêm. Por exemplo, podemos citar os muros de contenção.

As estruturas subterrâneas geralmente sofrem com a ausência de tratamento eficaz contra a umidade, resultando em infiltração e degeneração do revestimento.

Gabrioli (2002) enfatiza que na maioria das vezes os sistemas de impermeabilização ficarão enterrados, com sérios obstáculos técnicos e funcionais para a correção de defeitos, a impermeabilização deve ser projetada para durar a vida útil prevista para a construção.

Paredes subterrâneas podem, em algumas situações, apresentar problemas causados pela infiltração de água da Terra, que podem ter como consequência, segundo Freitas (2003):

- Degradação do revestimento da parede interna;
- A formação de eflorescências ou criptoflorescências;
- Fluxo e acumulação;
- Corrosão de elementos metálicos;
- Desenvolvimento microbiótico;
- Deterioração dos materiais armazenados.

Soluções a serem utilizadas em problemas de impermeabilização em paredes enterradas

É importante dizer que muitas vezes é impossível realizar a impermeabilização do lado de fora da estrutura, e esta é certamente a solução mais eficaz. Por outro lado, existem produtos que pelas suas propriedades e características não devem ser aplicados no interior das

habitações, pois não suportam pressões negativas, de fora para dentro, resultando no desprendimento do sistema impermeabilizante do suporte.

### **Solução através da parede externa**

Como geralmente há pouco espaço para a impermeabilização, os melhores sistemas são membranas acrílicas ou com argamassa modificada com polímero, devendo ser aplicadas pelo menos três demãos do produto. Podem ser utilizadas tampas asfálticas, tomando-se o cuidado de realizar uma proteção mecânica para que o aterro ou drenagem que se efetua em contato com a parede não danifique o sistema.

Associado ao sistema de impermeabilização, deve ser implantado um sistema de drenagem, que fica localizado entre o aterro e a impermeabilização.

### **Solução através do interior da parede**

No caso de uma solução de dentro, segundo Gabrioli (2002), a drenagem da água subterrânea deve ser feita em conjunto, por meio de pontas de filtro, poços de drenagem, drenos horizontais ou outros meios.

Para eliminar a infiltração, de acordo com IBI (2009), os seguintes procedimentos devem ser realizados:

Limite a área tratada marcando uma faixa com um metro de altura acima do nível do solo ao longo de todo o comprimento da parede onde a umidade aparece;

Nesta área limitada, qualquer revestimento superficial da parede deve ser removido, expondo a alvenaria;

Fechar as irregularidades com argamassa bem tratada;

Com a parede molhada, aplique uma camada de argamassa polimérica.

Após um intervalo de seis horas entre cada demão, aplicar três demãos adicionais, totalizando quatro demãos.

Após a impermeabilização da parede, o revestimento é executado novamente. Para melhor desempenho, uma argamassa com aditivo impermeabilizante deve ser utilizada neste revestimento.

Uma vez resolvido o problema, deve-se evitar perfurações no revestimento tratado, como colocar rodapés no ambiente, pois isso pode danificar a impermeabilização e permitir o retorno do problema.

## **Caso II – Fundações**

Um dos casos mais comuns de problemas relacionados à infiltração de água ocorre através dos capilares das fundações.

O tratamento é necessário apenas em fundações retas, como baldrame e radiadores, para evitar aborrecimentos futuros, especialmente os estéticos.

Segundo Marques (2005), o tratamento cuidadoso das fundações não requer grandes investimentos ou mesmo execuções muito complexas, pois existem diversos materiais no mercado que tornam as opções acessíveis para todos os tipos de fundação.

A aplicação do sistema de impermeabilização deve ser antecipada, evitando imprevistos e garantindo um serviço bem executado.

Soluções para serem utilizadas em problemas de impermeabilização de fundações.

Se não houver boa resistência à água, o custo do reparo será muito mais alto. Segundo Marques (2005), as intervenções mais comuns são feitas por injeção de impermeabilizantes ou por argamassa polimérica, dependendo do material utilizado na execução das paredes, tijolos maciços ou perfurados.

### **Caso III – Boxes de banheiro**

As caixas não estão expostas a grandes variações de temperatura. Na maioria das vezes as únicas medidas são na execução da laje, cuidando para uma boa cura e sua impermeabilização feita somente com cerâmica e um bom acabamento de silicone na borda do tubo de esgoto. Este tipo de execução não deve ser considerado um sistema impermeável, pois se trata de uma área molhada, deve ser impermeável.

Para melhor desempenho, algum tipo de sistema à prova d'água deve ser aplicado na caixa. Não é necessário impermeabilizar o resto do banheiro, exceto no caso das banheiras de hidromassagem, que por ser uma área mais úmida que o chuveiro, requerem maior atenção em relação à impermeabilização.

Pousa (2002) recomenda que antes de iniciar o banheiro impermeabilizante, seja pesquisado o projeto arquitetônico de marcação das paredes, seguido do projeto das instalações hidráulicas e elétricas para marcação e ancoragem de tubulações.

Se o banheiro for fechado com gesso cartonado, os pontos críticos para a impermeabilização são as juntas entre os painéis e o encontro do piso com a parede.

Segundo Pousa (2002), diferentes tipos de impermeabilizantes podem ser utilizados em banheiros, como argamassas poliméricas, asfalto ou membranas acrílicas e mantas asfálticas. No caso de argamassas poliméricas e membranas acrílicas, deve-se utilizar tela de poliéster na aplicação do produto.

Soluções para serem utilizadas em problemas de impermeabilização de cabines de banheiro.

### **CONCLUSÃO**

Este trabalho teve como objetivo a caracterização da ação da água em residências unifamiliares, o que pode ser resultante em ocorrências

patológicas, como forma de justificar a prevenção por meio da impermeabilização das obras.

A grande preocupação no que tange a concepção da impermeabilização, um componente das obras, é o fato de não receber, na maioria dos casos, quando se trata de edificações residenciais, objetivo de nossa pesquisa, a devida importância, resultando em aparições de defeitos que, em grande parte dos casos, são corrigidos, quando possíveis, a um valor superior ao que provavelmente seria gasto no momento de construção, ou seja, é realizada uma tentativa de economia nesta etapa, porém ao se tratar de uma situação errônea, acaba levando a prejuízos financeiros futuros, além de desgastes na relação construtor-cliente e em alguns casos, danos à saúde.

Portanto, este trabalho visa-se a melhorar a qualidade das residências ao se efetuar a etapa responsável pela impermeabilização, e de forma correta, através de informações que levem, além da conscientização dos profissionais envolvidos na construção civil, apresentar também conhecimento técnico para o entendimento da necessidade de se planejar e executar esta importante etapa construtiva.

O usuário final também tem importância na fase de manutenção da impermeabilização, evitando qualquer tipo de utilização que possa danificar a mesma e realizando inspeções periódicas para verificar a estanqueidade do sistema com o passar do tempo. A não realização de manutenções caracteriza-se em uma falha no processo e patologias poderão surgir.

Concluindo, a impermeabilização é uma importante etapa de uma obra e não pode ser relegada, devendo ser prevista em projeto e por um profissional com o conhecimento técnico para poder indicar a melhor solução, executar corretamente e supervisionar o serviço. Se isso não acontecer, será mais oneroso executar a impermeabilização e os possíveis reparos que serão necessários, além de trazer transtornos aos usuários da edificação.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

A. GUERRIN, ROGER C. L. Tratado de Concreto Armado. Tradução de Carlos Antonio Lauan.

ALVES, Leone Silveira; MELO, André Silva de. Patologias em residencial multifamiliar proveniente da ausência de impermeabilização: estudo de caso Edifício Moradas do Sol – Imbituba/SC. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) –Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, Tubarão, 2017.

APOLINÁRIO, M. S. Danos causados por falhas na resistência à água de infraestrutura de residências unifamiliares com área de até oitenta metros quadrados. 2013, 14 p. Artigo (Pós-Graduação em Avaliações e Competências de Engenharia - IPOG). Disponível em: Acesso: 23/09/2021.

ARANTES, Y.K. Uma Visão Geral sobre Impermeabilização na Construção Civil. Belo Horizonte, Brasil, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Elaboração de projetos de Edificações- Arquitetura. NBR13532. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575 - Resistência à água - Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 15575-1: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 9574: Execução de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 9575:

ATIVOS DE ENGENHARIA. Resistência à água da tampa. Goiás, 2018. Disponível em: Acesso em: 23/09/2021.

BARROS, C. Apostila de Fundações - Técnicas Construtivas. Pelotas, 2011. Disponível em: Acesso: 23/09/2021.

BARROSO, G.F.; MENESES F.M.C. Sistemas de Impermeabilização (Ênfase em Manta Asfáltica). Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 5, p. 42-57. Brasil, 2015.

BASTOS, C. L; KELLER, V. Aprendendo a aprender. Petrópolis: Vozes, 1995.

BELON, Karine. Principais manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: uma revisão bibliográfica. In: Simpósio Paranaense de patologia das construções, nº 4, 2019, Curitiba. Artigo. Curitiba: 4SPPC114, 2018, p. 112-123.

BERTOLINI, L. (2016). Materiais de Construção. São Paulo, SP, Brasil: Oficina de Textos.

BOTELHO, M. H. (2015). Concreto armado eu te amo, volume 2. São Paulo: Blucher.

CAIXA. SINAPI – Sistema Nacional de Índices da Construção Civil. Referência CARDOSO, I. (2010). Revista Arqitetonline (3ª ed.). (M. Balzano, Ed.) Arqitetonline.

CASIMPER. Sistemas de Impermeabilização na Construção Civil. 2014. Disponível em: Acesso em: 23/09/2021.

CEARÁ. Secretaria Estadual de Infraestrutura. Tabela de Custos – 2021.

COMPAGNONI, Cristiane. Cris Compagnoni Arquitetura. 2018

CONSELHOS AVANÇADOS. Sistemas de impermeabilização precisam ser considerados desde a fundação do imóvel. Cuiabá, 2018. Disponível em: Acesso: 23/09/2021.

CORRÊA, R. S. (2019). POR QUE ALGUMAS OBRAS DÃO CERTO E OUTRAS NÃO? São Paulo: Oficina de Textos.

CUNHA, A.G.; NEUMANN, W. Resistência à água manual e isolamento térmico. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira, 1979. 227p. Disponível em: Acesso em: 23/09/2021.

DARIDO, S. C., & SOUZA JÚNIOR, O. M. (2007). Para Ensinar Educação Física: possibilidades de intervenção na escola. Campinas: Papirus.

DENVER. Manual técnico – cristalizantes e bloqueadores. 2014. Disponível em: <http://www.denverimper.com.br/>. Acesso em 14 fev. 2021.

DESLAURIERS, J. & KÉRISIT, M. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, Jean et al. A pesquisa qualitativa: Enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008 (p. 127/153).

Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, jul. 2013.

ERTEL, Tiago. Análise do Comportamento Estrutural de Edifícios em Concreto Armado Considerando a Influência do Travamento das Vigas Baldrame. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Tecnologia Curso de Engenharia Civil, Santa Maria – RS, 2016.

FERNANDES, M. d. (2011). Mecânica dos Solos. Porto: FEUP.

GABRIOLI, J.; THOMAZ, E. Impermeabilização de fundações e solos. Técnica, São Paulo, n. 67, p, 77-80, out. 2002.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

IBI. Como evitar vazamento em lajes? Orientação técnica. [202-]. Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/biblioteca-zeno-pirondi/>. Acesso em 19 fev. 2021.

IBI. Diretrizes para elaboração do manual de uso, operação e manutenção da impermeabilização. [202-]. Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/biblioteca-zeno-pirondi/>. Acesso em: 11 fev. 2021.

IBI. Guia de aplicação da norma de desempenho para impermeabilização. [2020?]. Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/biblioteca-zeno-pirondi/>. Acesso em: 11 fev. 2021.

IMPERMEABILIZAÇÃO – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, nov. 2010.

IMPERMEABILIZAÇÃO. Rio de Janeiro, dez. 2008.

INSTITUTO DE PROTEÇÃO DA ÁGUA. As patologias mais comuns devido à falta de resistência à água. São Paulo, 2018. Disponível em: Acesso em: 23/09/2021.

MARLON, K. (s.d.). Fundamentos Da Mecanica Dos Solos. Forte da Casa, Portugal: ESCOLAR.

MARQUES, R. Proteção subterrânea. Técnica, São Paulo, n. 96, p. 48-49, mar. 2005.

MOHAMAD. (2015). CONSTRUÇÕES EM ALVENARIA ESTRUTURAL. São Paulo: Blucher.

MORAES, Claudio Roberto Klein. Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - PPGEC) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2002.

PINTO, Carlos D. S. Curso Básico de Mecânica dos Solos. 3ª. ed.

PINTO, J.A.N. Patologias de impermeabilização. Santa Maria: Multipress, 1996

PIRONDI, Zeno. Manual Prático da Impermeabilização e de Isolamento Térmico. IBI/PINI, 2ª Edição, São Paulo, Brasil, 1992

PORCIUNCULA, E. As patologias de combate começam pela resistência à água. 2013

POUSA, S.C. Impermeabilização de banheiros. Técnica, São Paulo, n. 61, p. 69-71, abr. 2002.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico, 2ª Ed., Novo Hamburgo - RS, Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - ASPEUR Universidade Feevale, 2013.

QUARTZOLIT. Como prevenir umidades em paredes ou estruturas em solos. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/impermeabilizantesquartzolit/como-prevenir-umidade-em-paredes-ou-estruturas-em-solos>. Acesso em: 05 mar. 2021.

QUERUZ, Francisco. CONTRIBUIÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO EM EDIFICAÇÕES DA VILA BELGA. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, Santa Maria, 30 NOVEMBRO 2007. 150.

RECENA, F. A. (2011). Conhecendo Argamassa (2ª ed.). (J. C. Costa, Ed.) Porto Alegre, RS, Brasil: EDIPUCRS.

RECENA, F. A. (2011). Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portland (2ª ed.). Porto Alegre, RS, Brasil: EDIPUCRS.

RIGHI, Geovane Venturini. Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, RIGHI, GV. Estudo de Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Ajustes - Análise de Casos. Santa Maria: UFSM, 2009. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

RODRIGUES, J, P, P; MENDES, M, M. Patologias decorrentes de infiltrações relacionadas a métodos de impermeabilização e correção. Tubarão: UNISUL, 2017.

ROSSETO, Fernando. A importância da impermeabilização das fundações rasas. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP, Caçador, 2006.

SALGADO, J. C. P. Técnicas de construção e práticas de construção. 2. vermelho. rev. São Paulo: Érica, 2009.

SALGADO, J. C. (2014). Técnicas e Práticas Construtivas: Da implantação ao acabamento. Saraiva Educação S.A.

SANTOS, J. A. B. Manifestações patológicas nas edificações: análise de suas ocorrências em relação ao projeto de impermeabilização. In: Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, nº 15, 2018, São Paulo. Anais. São Paulo: IBI, 2018.

SENA, Gildeon Oliveira de et al., (2020). Patologia das Construções. Salvador: 2BSILVEIRA, M. A. (2017). Manual do Construtor Especial (4ª ed.).

SOARES, F. A Importância do Projeto de Impermeabilização em Obras Civis. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014. 120 p. Artigo de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, V.C.M.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas em URZEDO, L. Resistência à água de vigas Baldrame. Brasil, 2017. Disponível em: Acesso: 23/09/2021.

VEDACIT. Manual técnico: estruturas impermeáveis. 6. vermelho. São Paulo, 2010. Disponível em: Acesso: 23/09/2021.

ZOTTIS. Umidade doméstica: que soluções existem? 2018. Disponível em: Acesso: 23/09/2021.