

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

RAFAELA OLIVEIRA DA SILVA

**CUSTOS DE MANUTENÇÃO E REFORMAS DE ESTRUTURAS POR FALTA DO
SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

Cajazeiras-PB, 2021

RAFAELA OLIVEIRA DA SILVA

**CUSTOS DE MANUTENÇÃO E REFORMAS DE ESTRUTURAS POR FALTA DO
SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Me. Cicero Joelson Vieira da Silva.

Cajazeiras-PB, 2021

Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593

S586c

Silva, Rafaela Oliveira da

Custos de manutenção e reformas de estruturas por falta do sistema de impermeabilização / Rafaela Oliveira da Silva; orientador Cicero Joelson Vieira da Silva.- 2021.

45 f.: il.

Orientador: Cicero Joelson Vieira da Silva.

TCC(Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021.

1. Edificações 2. Manifestações patológicas 3. Impermeabilização
Título

CDU 721(0.067)

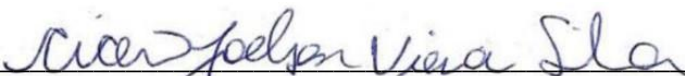
RAFAELA OLIVEIRA DA SILVA

CUSTOS DE MANUTENÇÃO E REFORMAS DE ESTRUTURAS POR FALTA DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

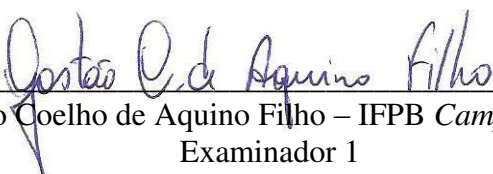
Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 27 de abril de 2021.

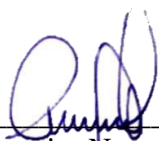
BANCA EXAMINADORA



Me. Cicero Joelson Vieira da Silva – IFPB *Campus* Cajazeiras
Orientador



Me. Gastão Coelho de Aquino Filho – IFPB *Campus* Cajazeiras
Examinador 1



Me. Cícero de Souza Nogueira Neto – IFPB *Campus* Cajazeiras
Examinador 2

Aos meus pais, por todo amor, apoio e proteçãõ.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Jeová Deus, o Criador de todas as coisas, pela dádiva da vida.

À minha família, pelo apoio e fortalecimento nos momentos mais difíceis, em especial aos meus pais, José Ribamar da Silva e Maria Alzeni Oliveira da Silva.

Aos meus amigos, Alan Cabral, Francisco Ygor, Karlos Marx, Letícia Tavares, Ranielson Oliveira, Rondinely Pinheiro, Samara Milene, Sara Jamille e Wamon Salomão, pelo companheirismo durante os anos de curso.

Ao professor Cicero Joelson Vieira da Silva, pelas valorosas orientações para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Federal da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, por possibilitar acesso à educação gratuita e de qualidade.

RESUMO

A ação de fluidos, vapores e umidade, é uma das principais causadoras de patologias nas edificações, sendo a execução da impermeabilização a etapa responsável por proteger uma edificação contra esses agentes. A impermeabilização executada de forma planejada representa cerca de 3% do valor total das construções, e evita reparos com patologias que podem chegar até 15% do custo total da obra. Neste trabalho foram apresentados quatro elementos estruturais de uma edificação que necessitam de impermeabilização, e avaliação de formas de correção para as manifestações patológicas que podem surgir quando da não realização das devidas etapas de impermeabilização, no qual objetivou-se a realização de um levantamento de custos gerados na reforma e manutenção destas estruturas nos casos em que não é realizado este procedimento, e em seguida uma comparação entre os custos gerados com sua realização durante a execução da obra. Concluindo-se que a execução da impermeabilização é uma etapa indispensável para garantia de vida útil da edificação, contribuindo para a preservação de ambientes salubres e seguros, e evitando prejuízos financeiros.

Palavras-Chave: Patologias. Impermeabilização. Custos.

ABSTRACT

The action of fluids, vapors and humidity is one of the main causes of buildings pathologies as waterproofing is the stage responsible for protecting a building against these agents. Waterproofing carried out in a planned manner represents about 3% of the total value of the buildings avoiding repairs that can reach up to 15% of the total cost of the construction. In this study, four structural elements of a building that need waterproofing were presented, as well as an evaluation of ways of correcting pathological manifestations that may arise when the proper waterproofing steps are not carried out. This study also made a cost survey generated by the renovation and maintenance of these structures in the cases that the waterproofing was not correctly made, and a comparison between the costs generated when the waterproofing was correctly applied. This study concluded that waterproofing is an indispensable step to guarantee the useful life of the building, contributing to the preservation of healthy and safe environments, and avoiding financial losses.

Keywords: Pathologies. Waterproofing. Costs

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Porcentagem de investimento nas edificações.....	15
Figura 2 - Classificação da impermeabilização quanto à movimentação das estruturas.....	19
Figura 3 – Manchas e fungos devido à umidade ascensional.....	22
Figura 4 - Espaçamento dos furos para a aplicação do cristalizante.	23
Figura 5 - Exemplo de parede enterrada.....	25
Figura 6 - Esquema de uma barreira estanque associada a um sistema drenante/filtrante.	25
Figura 7 - Estrutura de concreto armado sem impermeabilização.	26
Figura 8 - Detalhe dos cantos arredondados.....	28
Figura 9 - Estalactite em fundo de caixa d'água.	28
Figura 10 - Corrosão de armaduras em fundo de caixa d'água.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo com impermeabilização da viga baldrame.....	31
Tabela 2 – Custo com reforma devido falta da impermeabilização da viga baldrame.....	32
Tabela 3 – Custo com impermeabilização de paredes enterradas.	34
Tabela 4 – Custo com reforma devido falta da impermeabilização de paredes enterradas.....	35
Tabela 5 - Custo com impermeabilização de lajes.	36
Tabela 6 - Custo com reforma devido falta da impermeabilização de lajes.....	37
Tabela 7 - Custo com impermeabilização de reservatório.	39
Tabela 8 - Custos com reforma devido falta da impermeabilização de reservatório.	39
Tabela 9 - Impermeabilização x Reforma.	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Reforma x Impermeabilização de vigas baldrame (R\$/m ²).	33
Gráfico 2 - Reforma x Impermeabilização de paredes enterradas (R\$/m ²).	36
Gráfico 3 - Reforma x Impermeabilização de lajes (R\$/m ²).	38
Gráfico 4 - Reforma x Impermeabilização de reservatório (R\$/m ²).	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização.

m² – Metro quadrado.

R\$/m² – Real por metro quadrado.

SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura do Ceará.

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	17
3.2 TIPOS DE SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES	19
3.3 PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA FALTA OU FALHA NA IMPERMEABILIZAÇÃO	20
3.4 SISTEMAS QUE REQUEREM IMPERMEABILIZAÇÃO	21
3.4.1 Vigas baldrames – Tratamento para umidade ascendente em paredes	21
3.4.2 Vigas baldrames – Formas de correção	23
3.4.3 Paredes enterradas – Formas de correção	24
3.4.4 Lajes – Formas de correção	26
3.4.5 Reservatórios – Formas de correção	28
4 METODOLOGIA.....	30
4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	30
4.2 ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO.....	30
5 RESULTADOS E ANÁLISES	31
5.1 VIGAS BALDRAMES	31
5.2 PAREDES ENTERRADAS	34
5.3 LAJES.....	36
5.4 RESERVATÓRIOS	38
5.5 IMPERMEABILIZAÇÃO E REFORMA.....	40
6 CONCLUSÃO.....	42

REFERÊNCIAS 43

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos maiores inimigos das construções, e para proteger os ambientes contra a ação deste fluido é necessário a execução da impermeabilização para garantir a vida útil da edificação e eliminar retrabalhos que causam prejuízos financeiros a até mesmo danos à saúde e bem estar dos usuários. É indispensável prever todos os sistemas que podem propiciar o aparecimento de umidade e acúmulo de água e adotar os procedimentos necessários.

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização é um conjunto de operações e técnicas construtivas, composto por uma ou mais camadas, na qual sua finalidade é proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade.

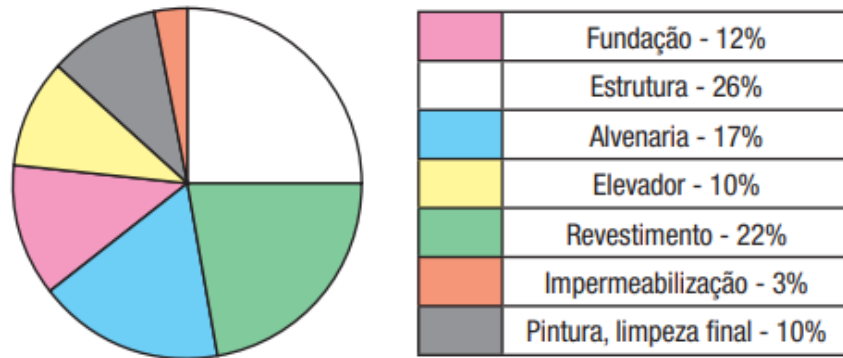
A impermeabilização é a etapa responsável por proteger a edificação contra as ações deletérias da água, tornando-se uma atividade da engenharia que está diretamente ligada a durabilidade das edificações (IBI, [2020?]).

Para garantir a proteção das construções contra esse tipo de patologia, é necessário realizar manutenção nas áreas impermeabilizadas e nos revestimentos de acabamento. Sendo que esta manutenção não pode ser executada de maneira improvisada, e sim realizada por empresas capacitadas ou especializadas (IBI, [2020?]).

Muitas obras, frequentemente são iniciadas sem que se possuam todos os projetos complementares, e ao chegar na etapa de impermeabilização, aparecem as interferências que atrapalham sua execução sendo necessário, em certos casos, realizar intervenções para garantir o bom desempenho e segurança da impermeabilização, que resulta em uma elevação no custo da construção (SENA *et al*, 2020).

Os problemas ocasionados pela ação da água em estruturas se dão principalmente pela ausência da impermeabilização ou a má qualidade de execução da mesma. Sendo este serviço deixado de ser realizado devido à falta de conhecimento sobre sua devida importância, ou, de acordo com Righi (2009), por ser considerado um serviço de alto custo, sendo na maioria das vezes desprezado, contudo, os custos de reparos destas patologias podem se tornar até quinze vezes maiores que o valor gasto caso fosse executado durante o andamento da obra.

Uma impermeabilização feita de forma planejada representa uma pequena parcela do custo total de uma obra, e torna os ambientes salubres contribuindo para a prevenção de doenças respiratórias. Um levantamento realizado pela Vedacit (2010), conforme a Figura 1, mostra que os custos gastos com a impermeabilização representam cerca de 3% do valor total da obra.

Figura 1 - Porcentagem de investimento nas edificações.

Fonte: Vedacit, 2010.

A grande relevância de um projeto de impermeabilização se dá devido ao fato de que, segundo o IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização ([2020?]), os serviços executados após os problemas aparecerem, podem representar de 10 a 15% do custo total da obra, e ainda que, levantamentos de construtoras na cidade de São Paulo, revelam que a impermeabilização representa cerca de 32% dos problemas construtivos.

Fazer a impermeabilização durante a obra é mais barato do que executá-la após os problemas aparecerem, pois sobre a impermeabilização ainda existem outros materiais, como argamassas, pisos cerâmicos e pinturas, que acabam tendo que ser substituídos para que ocorra a recuperação nestas estruturas. Neste contexto, o presente trabalho tem a finalidade de identificar os custos que serão empregados caso a impermeabilização não tenha sido desempenhada durante a construção das edificações.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estimar o custo gerado em manutenções e reformas de edificações devido à falta do sistema de impermeabilização e comparar com os valores gerados na execução desse sistema durante a execução da obra.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever os elementos estruturais que necessitam de impermeabilização;
- Apresentar quais patologias causadas nestas estruturas por falta da impermeabilização;
- Avaliar formas de correção para as manifestações patológicas descritas;
- Identificar os custos e elaborar o orçamento de intervenção de impermeabilização para as estruturas apresentadas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 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.

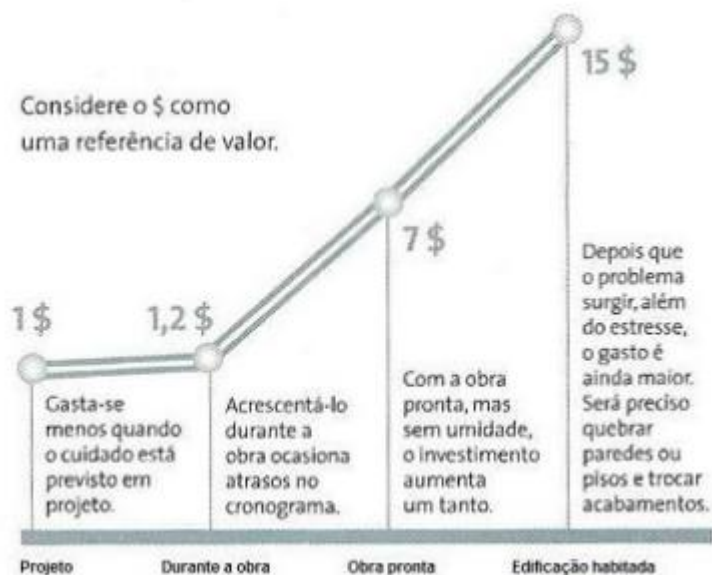
Para se identificar os possíveis problemas que podem surgir durante e após a execução da obra é necessário desempenhar de forma rigorosa o detalhamento do projeto de impermeabilização. Segundo Righi (2009) deve-se verificar a preparação da estrutura que irá receber a impermeabilização, se o material 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 2 relaciona o tempo de execução de uma obra com os gastos com impermeabilização.

Figura 2 - Custos da impermeabilização em relação ao tempo da obra.

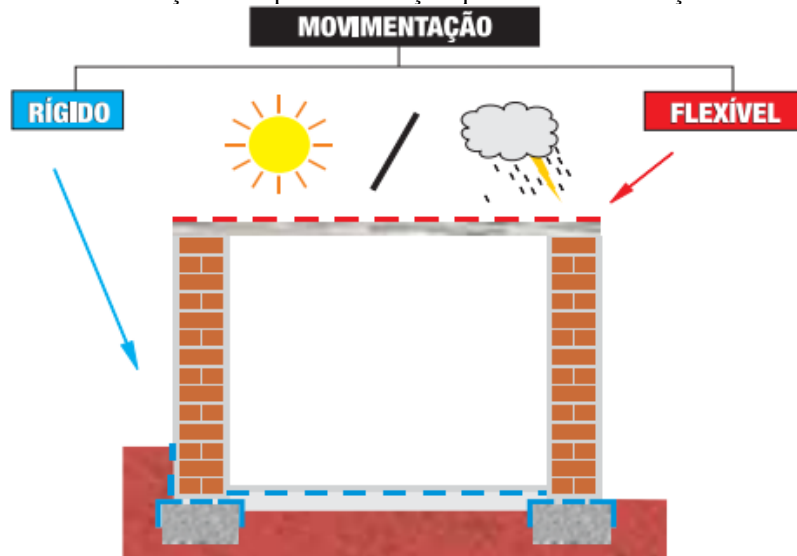


Fonte: Arquitetura e Construção (2005, *apud* RIGHI, 2009).

3.2 TIPOS DE SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES

Os sistemas de impermeabilização podem ser classificados de acordo com a sua flexibilidade, em sistemas rígidos ou flexíveis, Figura 3. 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 3 - 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.

3.3 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.

3.4 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?]).

3.4.1 Vigas baldrame – Tratamento para umidade ascendente em paredes

As vigas baldrame 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 baldrame 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, Figura 4 (SENA *et al*, 2020).

Figura 4 – Manchas e fungos devido à umidade ascensional.



Fonte: Sena *et al*, 2020.

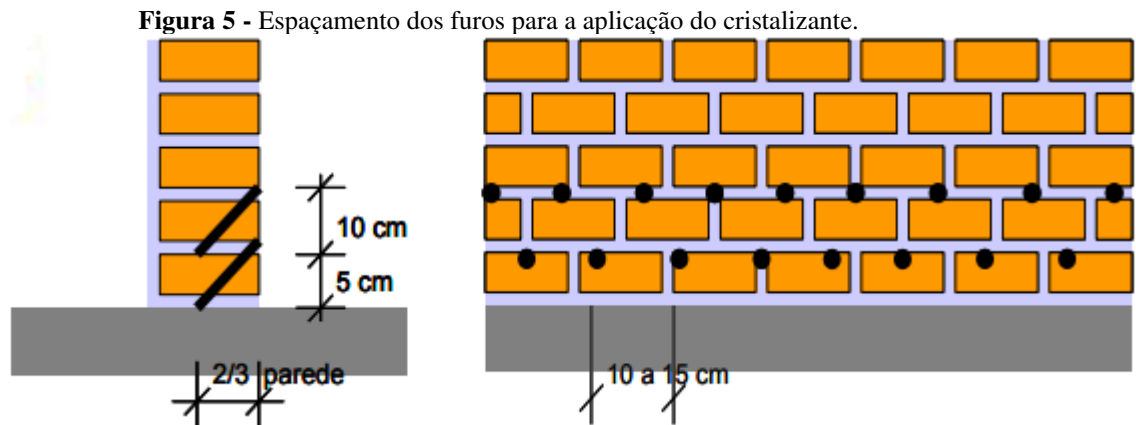
Righi (2009) apresenta duas soluções a serem utilizadas quando não existir impermeabilização na viga baldrame ou por falhas na impermeabilização da mesma, que são: correção para alvenaria de tijolos maciços e correção para alvenaria de tijolos furados.

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°;
- satura-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 5 apresenta a sequência e espaçamentos das perfurações onde serão aplicados os cristalizantes.



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.

3.4.2 Vigas baldrame – 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 baldrame, 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:

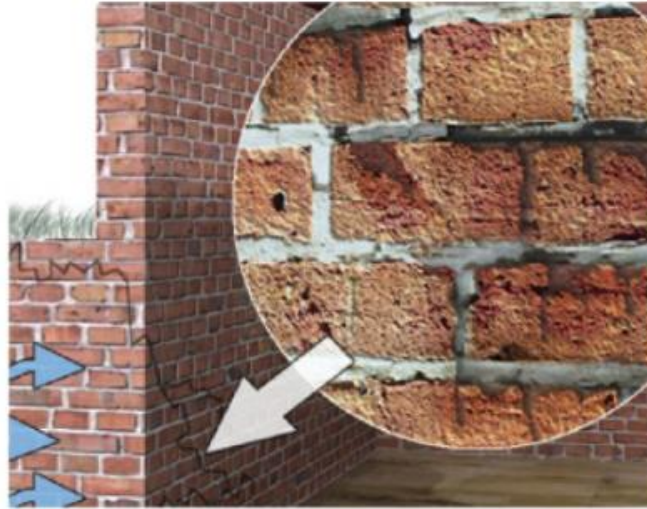
- executa-se rasgos na alvenaria de aproximadamente 15 cm de altura e 1m de comprimento alternando com 80 cm de distância entre cada rasgo;
- retira-se a impermeabilização existente, fazendo a limpeza e regularizando os alicerces (vigas baldrame, fundações, ou qualquer base da alvenaria);
- aplica-se 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.

3.4.3 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 6, 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 6 - Exemplo de parede enterrada.

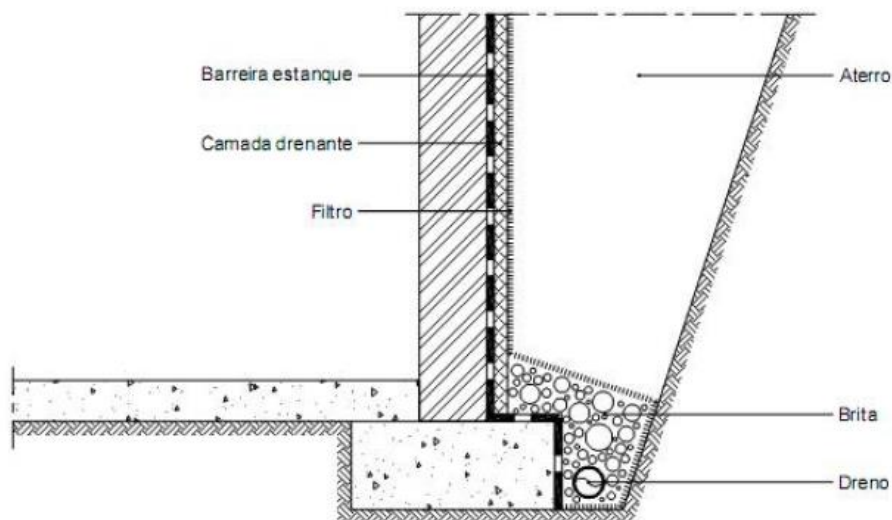


Fonte: Quartzolit, [2020?].

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 7.

Figura 7 - Esquema de uma barreira estanque associada a um sistema drenante/filtrante.



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

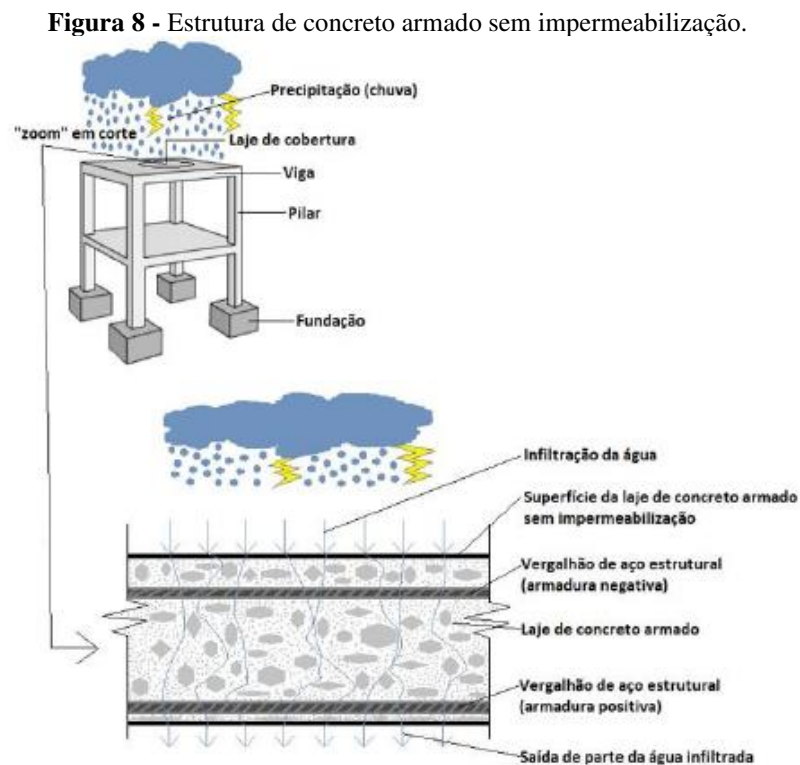
3.4.4 Lajes – Formas de correção

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 8 (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.



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:

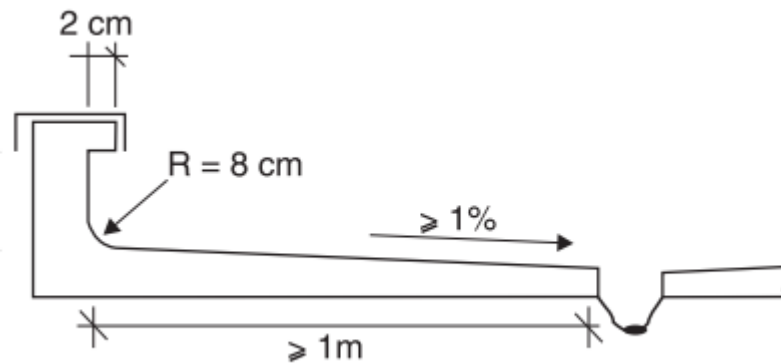
- remoção do piso da laje;
- remoção da impermeabilização antiga até atingir a laje;
- regularização e arremates necessários;
- execução de juntas necessárias;
- nova impermeabilização;
- teste de estanqueidade;
- execução de proteção mecânica;
- novo piso;
- reposição dos revestimentos danificados.

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 9;
- 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 9 - Detalhe dos cantos arredondados.



Fonte: Vedacit, 2010.

3.4.5 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 10, 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 apresentem 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 11, tornando assim, a impermeabilização nestas estruturas indispensável para evitar as infiltrações e a formação de fissuras e vazamentos.

Figura 10 - Estalactite em fundo de caixa d'água.



Fonte: Sena *et al.*, 2020.

Figura 11 - 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.

4 METODOLOGIA

Este trabalho tem como método de pesquisa um estudo bibliográfico, com abordagem de pesquisa quantitativa, no qual foram orçados os custos realizados com o emprego de sistemas impermeabilizantes e os custos obtidos devido à falta ou falha desta etapa construtiva, das seguintes estruturas: vigas baldrame, paredes enterradas, lajes e reservatórios. Desenvolvido conforme os itens seguintes.

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente foram realizadas pesquisas em textos técnicos com o intuito de obter as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho, realizadas em artigos científicos, dissertações, normas, livros e manuais técnicos. Sendo esta etapa, produzida através de plataformas de pesquisas científicas e acadêmicas.

Na revisão bibliográfica deste trabalho buscou-se uma descrição das patologias surgidas nas vigas baldrame, paredes enterradas, lajes e reservatórios, devido à falta de sistemas de impermeabilização e quais formas de correção para cada tipo de estrutura citada.

4.2 ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Foram realizados os orçamentos sintéticos com o custo total da impermeabilização executada durante a obra e o orçamento sintético de reforma e recuperação das estruturas devido falhas ou ausência do sistema impermeabilizante. Para a composição dos custos foi utilizado um BDI de 25%. Os orçamentos foram elaborados com base nas seguintes tabelas de custos: SINAPI – Sistema Nacional de Preços e Índices da Construção Civil e SEINFRA – Tabela de Custos da Secretaria de Infraestrutura do Ceará.

O SINAPI é um sistema de pesquisa de preços da construção civil, elaborado por trabalhos técnicos da CAIXA e do IBGE, este sistema foi criado em 1969 e está previsto pela Lei 11.439/06. As tabelas estão disponibilizadas no site da Caixa Econômica Federal. Para este trabalho foi utilizado como base a tabela do estado da Paraíba, com referência do mês de março do ano de 2021, não desonerado (CAIXA, 2021).

A SEINFRA foi criada pela Lei 12.961/99, após processo de Reforma Administrativa do Governo de Estado do Ceará. As tabelas do SEINFRA estão disponibilizadas no site da Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará, sendo utilizadas para o presente trabalho, a tabela referente ao ano de 2021, sem desoneração (CEARÁ, 2021).

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção mostra-se a relação de custos entre o orçamento da impermeabilização realizada durante a execução da obra e os custos para correção das patologias relacionadas à falta ou má aplicação da impermeabilização das seguintes estruturas: vigas baldrames, paredes enterradas, lajes e reservatórios.

5.1 VIGAS BALDRAMES

Para a realização do orçamento de impermeabilização da viga baldrame foi utilizado impermeabilizante com argamassa com aditivo hidrofugante na composição de custos. A Tabela 1 apresenta o custo da impermeabilização durante a execução da obra. Para o levantamento de quantitativo da viga baldrame foi considerado 1,0 m linear de viga, e que esta possua 0,2 m de largura, na qual é executada a impermeabilização estendendo-se 15 cm de cada lado, totalizando 0,5 m² de área impermeabilizada de viga baldrame.

Tabela 1 - Custo com impermeabilização da viga baldrame.

CÓD./BANCO	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNIT. C/BDI	TOTAL	PESO (%)
98562/SINAPI	Impermeabilização de floreira ou viga baldrame com argamassa de cimento e areia, com aditivo impermeabilizante, e = 2 cm. Af_06/2018	m ²	0,5	32,21	40,26	20,13	100,00
TOTAL						20,13	100,00

Fonte: Autoria própria, 2021.

A Tabela 2, apresenta os custos com reparos e recuperação da estrutura, quando esta não foi impermeabilizada ou por falhas no sistema, o tipo de impermeabilização é o mesmo utilizado no orçamento da Tabela 1.

As quantidades referentes as etapas de demolição e construção da alvenaria, referem-se a 1,0 m de comprimento, 0,15 m de altura e 0,15 m de largura, (1,0 m x 0,15 m x 0,15 m), totalizando 0,0225 m³. Para a realização das quantidades referentes a regularização, impermeabilização e proteção mecânica da viga baldrame, foi considerado a execução em 1,0m de comprimento por 0,2 m de largura, totalizando 0,2 m² para estas etapas. Para as demais

etapas, referentes a recuperação da argamassa úmida na base da alvenaria e execução de revestimento, foi considerado sua realização em 1,0 m de comprimento por 1,0 m de altura, nos dois lados da alvenaria, totalizando 2,0 m².

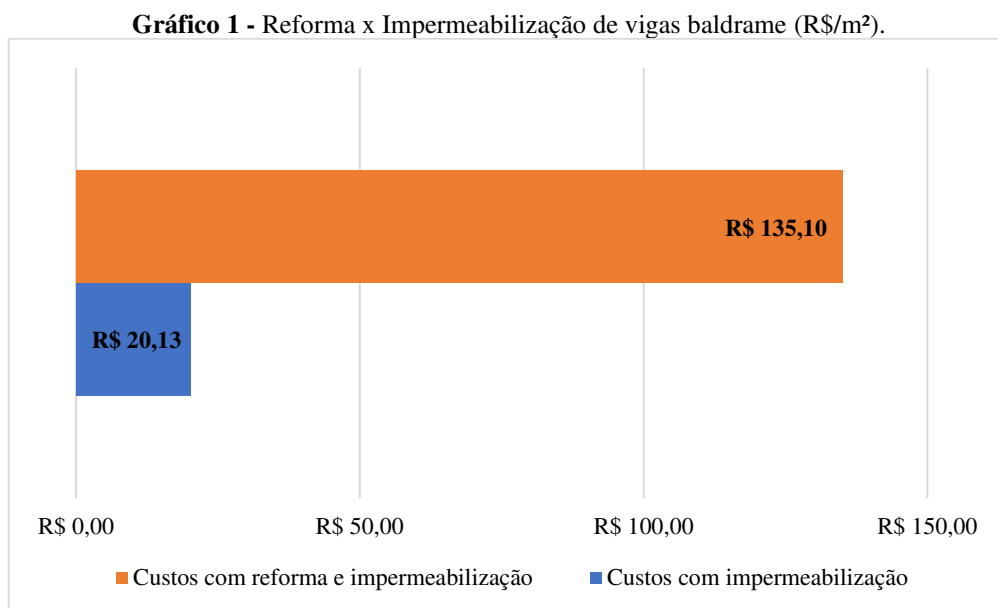
Tabela 2 – Custo com reforma devido falta da impermeabilização da viga baldrame.

CÓD./BANCO	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNIT. C/ BDI	TOTAL	PESO (%)
97622/SINAPI	Demolição de alvenaria de bloco furado, de forma manual, sem reaproveitamento. Af_12/2017	m ³	0,0225	40,71	50,89	1,14	0,85
C2179/SEINFRA	Regularização de base c/ argamassa cimento e areia s/ peneirar, traço 1:4 – Esp. = 3 cm	m ²	0,2	23,88	29,85	5,97	4,42
98562/SINAPI	Impermeabilização de floreira ou viga baldrame com argamassa de cimento e areia, com aditivo impermeabilizante, e = 2 cm. Af_06/2018	m ²	0,2	32,21	40,26	8,05	5,96
C5025/SEINFRA	Proteção mecânica, com argamassa de cimento e areia traço 1:4, e = 2 cm	m ²	0,2	29,31	36,64	7,33	5,42
87503/SINAPI	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6 m ² sem vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira. Af_06/2014	m ²	0,0225	60,77	75,96	1,71	1,27
97631/SINAPI	Demolição de argamassas, de forma manual, sem reaproveitamento. Af_12/2017	m ²	2	2,38	2,98	5,95	4,40
87548/SINAPI	Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente em faces internas de	m ²	2	18,7	23,38	46,75	34,60

	paredes, espessura de 10 mm, com execução de taliscas. Af_06/2014						
C2187/SEINFRA	Regularização de superfície de concreto aparente - 2 demãos – m ²	m ²	2	11,32	14,15	28,30	20,95
88485/SINAPI	Aplicação de fundo selador acrílico em paredes, uma demão. Af_06/2014	m ²	2	2,1	2,63	5,25	3,89
88487/SINAPI	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos. Af_06/2014	m ²	2	9,86	12,33	24,65	18,25
TOTAL						135,10	100,00

Fonte: Autoria própria, 2021.

Os resultados apresentados representam um aumento de aproximadamente 7 vezes maior em relação ao custo inicial de impermeabilização das vigas baldrame, Gráfico 1. O aumento desse valor está relacionado às diversas intervenções necessárias para a execução do serviço, que são: demolição da alvenaria; regularização, impermeabilização e proteção mecânica da viga; demolição da argamassa com infiltração; e execução dos revestimentos. É importante destacar que, os valores podem variar de acordo com o tipo de impermeabilização utilizada e do tipo de revestimento que a parede possui.



Fonte: Autoria própria, 2021.

5.2 PAREDES ENTERRADAS

Para o orçamento realizado para recuperação de patologias em paredes enterradas, foi definido o método de correção da parte exterior da parede, pois é a parte que fica diretamente em contato com o solo e conseqüentemente com a umidade. Foi também foi orçado a recuperação da parede do lado interno, neste caso, sem necessidade de impermeabilização.

A impermeabilização utilizada para este serviço foi a utilização de argamassa polimérica, juntamente com a execução de um sistema de drenagem, a Tabela 3 apresenta o custo da impermeabilização executada durante a obra por metro quadrado de alvenaria.

Tabela 3 – Custo com impermeabilização de paredes enterradas.

CÓD./BANCO	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNIT. C/BDI	TOTAL	PESO (%)
98555/SINAPI	Impermeabilização de superfície com argamassa polimérica / membrana acrílica, 3 demãos. Af_06/2018	m ²	1	21,61	27,01	27,01	49,11
C3076/SEINFRA	Dreno subsuperficial c/enchimento de brita	m	1	22,39	27,99	27,99	50,89
TOTAL						55,00	100

Fonte: Autoria própria, 2021.

A Tabela 4, apresenta os custos com reparos e recuperação da estrutura, quando esta não foi impermeabilizada ou por falhas no sistema, o tipo de impermeabilização é o mesmo utilizado no orçamento durante o executado na etapa de construção da parede enterrada.

Para as etapas de demolição da argamassa úmida e execução dos revestimentos, foram orçados para 1,0 m de profundidade por 1,0 m de comprimento, sendo considerado sua realização para os dois lados da alvenaria, totalizando 2,0 m². A quantidade descrita pra realizar a impermeabilização da alvenaria foi considerado apenas para o lado externo da parede, executada em 1,0 m de largura por 1,0 m de comprimento, totalizando 1,0 m², e a execução do dreno, realizado para 1,0 m de comprimento de alvenaria.

Tabela 4 – Custo com reforma devido falta da impermeabilização de paredes enterradas.

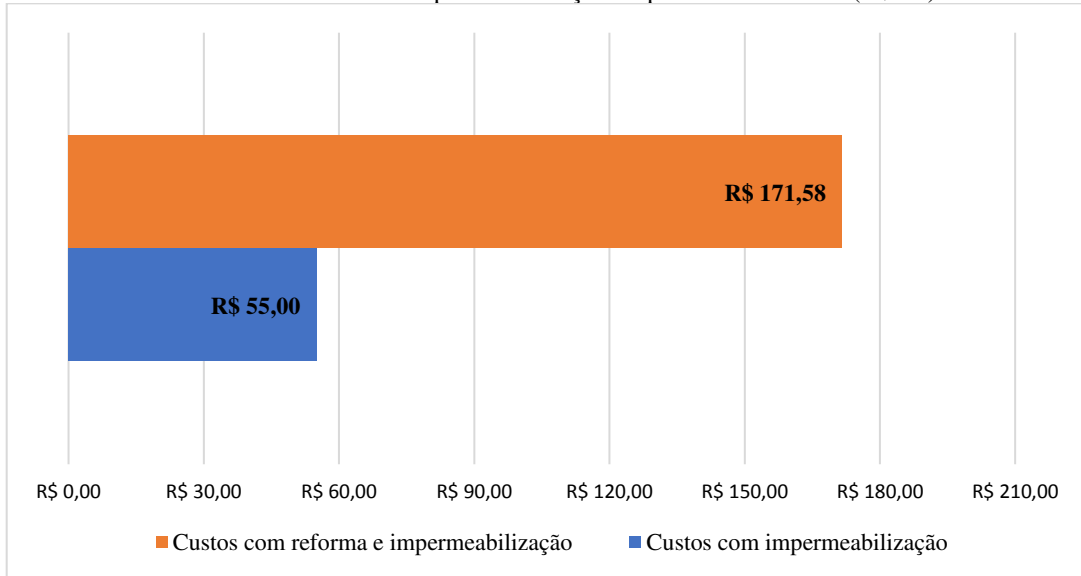
CÓD./BANCO	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNIT. C/ BDI	TOTAL	PESO (%)
97631/SINAPI	Demolição de argamassas, de forma manual, sem reaproveitamento. Af_12/2017	m ²	2	2,38	2,98	5,95	3,47
87879/SINAPI	Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas, com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo em betoneira 400 l. Af_06/2014	m ²	2	3,05	3,81	7,63	4,44
98555/SINAPI	Impermeabilização de superfície com argamassa polimérica / membrana acrílica, 3 demãos. Af_06/2018	m ²	1	21,61	27,01	27,01	15,74
87530/SINAPI	Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente em faces internas de paredes, espessura de 20 mm, com execução de taliscas. Af_06/2014	m ²	2	29,24	36,55	73,10	42,61
88485/SINAPI	Aplicação de fundo selador acrílico em paredes, uma demão. Af_06/2014	m ²	2	2,1	2,63	5,25	3,06
88487/SINAPI	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos. Af_06/2014	m ²	2	9,86	12,33	24,65	14,37
C3076/SEINFRA	Dreno subsuperficial c/enchimento de brita	m	1	22,39	27,99	27,99	16,31
TOTAL						171,58	100

Fonte: Autoria própria, 2021.

Os resultados apresentados representam um aumento de aproximadamente três vezes maior em relação ao custo inicial de impermeabilização das paredes enterradas, Gráfico 2. O aumento desse valor está relacionado às reformas necessárias para a execução do serviço, que são: demolição da argamassa; impermeabilização da parede em contato com o solo; execução de novo revestimento e dreno. Contudo, é importante destacar a possibilidade de execução de

dreno, pois em alguns casos não é possível fazer esse procedimento, visto que a parede pode fazer divisa com outro imóvel, desse modo a escolha do sistema impermeabilizante deve também ser considerada a partir de sua viabilidade de concepção.

Gráfico 2 - Reforma x Impermeabilização de paredes enterradas (R\$/m²).



Fonte: Autoria própria, 2021.

5.3 LAJES

O orçamento para reforma da laje, foi feito com uso da manta asfáltica, considerando lajes do tipo acessível, sendo necessário para estes casos o uso de proteção mecânica. A Tabela 5 apresenta o orçamento do custo por metro quadrado de impermeabilização.

Tabela 5 - Custo com impermeabilização de lajes.

CÓD./BANCO	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNIT. C/ BDI	TOTAL	PESO (%)
98546/SINAPI	Impermeabilização de superfície com manta asfáltica, uma camada, inclusive aplicação de primer asfáltico, e = 3mm. Af_06/2018	m²	1	77,57	96,96	96,96	74,92
98563/SINAPI	Proteção mecânica de superfície horizontal com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, e = 2 cm. Af_06/2018	m²	1	25,97	32,46	32,46	25,08
TOTAL						129,43	100,00

Fonte: Autoria própria, 2021.

Para a construção do orçamento de reparos para a laje, foram utilizados os mesmos procedimentos de impermeabilização descritos no orçamento da Tabela 5. A Tabela 6, apresenta o custo total com os gastos com recuperação e impermeabilização. Para a etapa relacionada à pintura contra corrosão de armaduras, foi considerado que a estrutura apresenta 15 % da área com exposição da armadura. Todas as demais quantidades para reforma foram consideradas para cada 1,0 m² de área de laje.

Tabela 6 - Custo com reforma devido falta da impermeabilização de lajes.

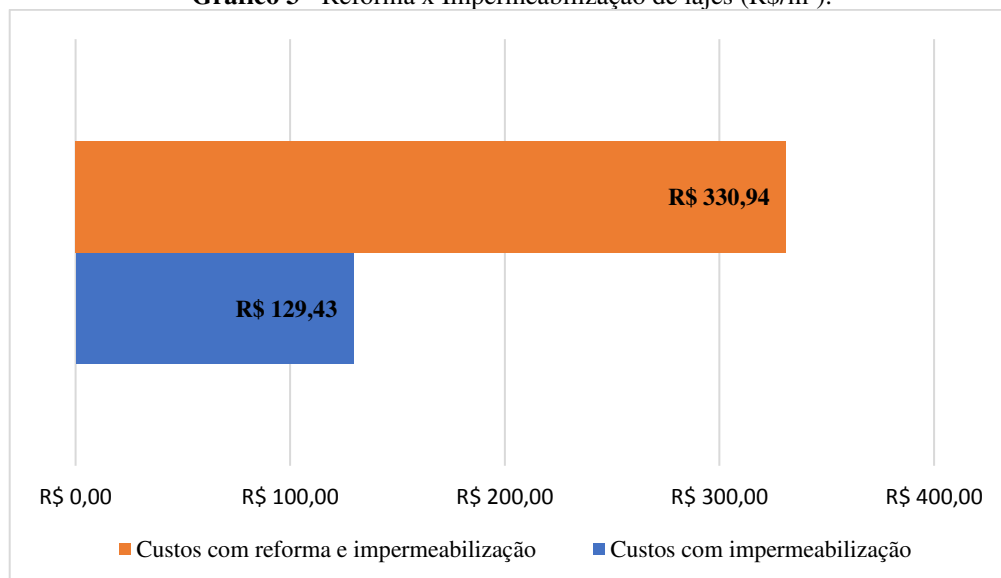
CÓD./BANCO	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNIT. C/ BDI	TOTAL	PESO (%)
97633/SINAPI	Demolição de revestimento cerâmico, de forma manual, sem reaproveitamento. Af_12/2017	m ²	1	17,37	21,71	21,71	6,56
C1066/SEINFRA	Demolição de piso cimentado sobre lastro de concreto	m ²	1	25,29	31,61	31,61	9,55
C2900/SEINFRA	Pintura proteção c/inibidor migratório corrosão, 3 demãos	m ²	0,15	21,96	27,45	4,12	1,24
87735/SINAPI	Contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), preparo mecânico com betoneira 400 l, aplicado em áreas molhadas sobre laje, aderido, espessura 2cm. Af_06/2014	m ²	1	34,98	43,73	43,73	13,21
98546/SINAPI	Impermeabilização de superfície com manta asfáltica, uma camada, inclusive aplicação de primer asfáltico, e = 3 mm. Af_06/2018	m ²	1	77,57	96,96	96,96	29,30
98563/SINAPI	Proteção mecânica de superfície horizontal com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, e = 2 cm. Af_06/2018	m ²	1	25,97	32,46	32,46	9,81
87247/SINAPI	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área	m ²	1	44,81	56,01	56,01	16,93

	entre 5 m ² e 10 m ² . Af_06/2014						
96109/SINAPI	Forro em placas de gesso, para ambientes residenciais. Af_05/2017_p	m ²	1	35,47	44,34	44,34	13,40
TOTAL						330,94	100,00

Fonte: Autoria própria, 2021.

Os resultados apresentados representam um aumento de aproximadamente 2,5 vezes maior em relação ao custo inicial de impermeabilização de lajes, Gráfico 3. O aumento desse valor está relacionado às reformas necessárias para a execução do serviço, que são: demolição de revestimento e piso; tratamento de ferragem, caso houver necessidade de recuperação; nova impermeabilização e proteção mecânica; construção de novo piso, revestimento cerâmico e substituição do forro de gesso na parte inferior da laje. É importante destacar que o valor gasto com a pintura com proteção inibidora de ferragens, vai variar de acordo com a gravidade em que se encontra a estrutura, assim também como o valor varia com o tipo de impermeabilização e revestimento.

Gráfico 3 - Reforma x Impermeabilização de lajes (R\$/m²).



Fonte: Autoria própria, 2021.

5.4 RESERVATÓRIOS

A proposta de recuperação de reservatório, foi realizado para reservatórios elevados, tendo assim a necessidade de utilização de impermeabilização do tipo flexível, na qual foi feita

com o uso da argamassa polimérica reforçada com véu de poliéster. A Tabela 7 apresenta o orçamento do custo por metro quadrado de impermeabilização.

Tabela 7 - Custo com impermeabilização de reservatório.

CÓD./BANCO	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNIT. C/ BDI	TOTAL	PESO (%)
98556/SINAPI	Impermeabilização de superfície com argamassa polimérica / membrana acrílica, 4 demãos, reforçada com véu de poliéster (mav). Af_06/2018	m ²	1	39,75	49,69	49,69	100,00
TOTAL						49,69	100,00

Fonte: Autoria própria, 2021.

A Tabela 8, apresenta os custos com reparos e recuperação da estrutura, quando esta não foi impermeabilizada ou por falhas no sistema, o tipo de impermeabilização é o mesmo utilizado no orçamento da impermeabilização executada durante a construção do reservatório.

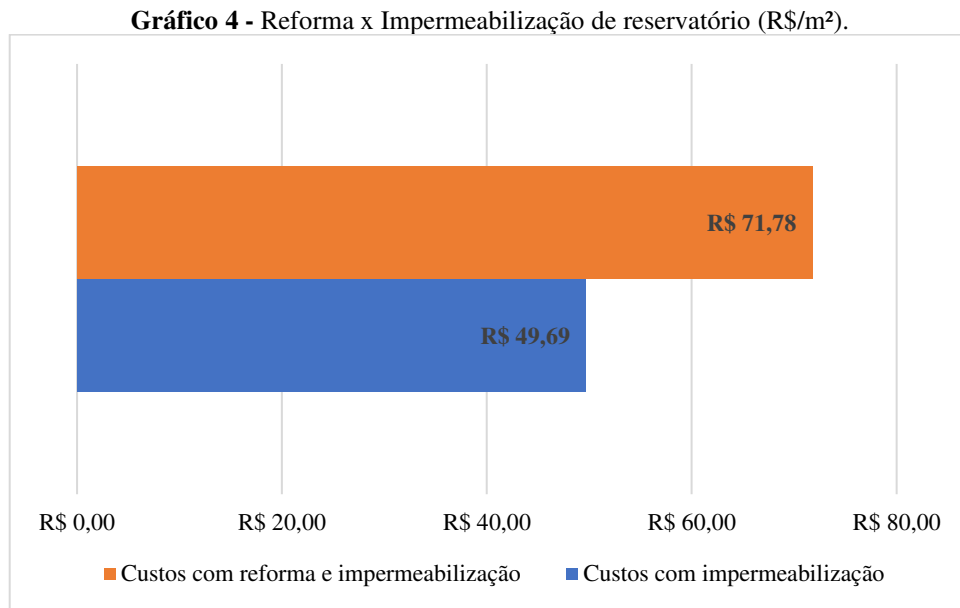
Para a etapa de pintura contra corrosão de armaduras, foi considerado que a estrutura apresenta 15 % de exposição da armadura por m². Todas as demais quantidades para reforma foram consideradas para cada 1,0 m² de área de laje.

Tabela 8 - Custos com reforma devido falta da impermeabilização de reservatório.

CÓD./BANCO	DESCRIÇÃO	UNI	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNIT. C/ BDI	TOTAL	PESO (%)
97631/SINAPI	Demolição de argamassas, de forma manual, sem reaproveitamento. Af_12/2017	m ²	1	2,38	2,98	2,98	4,14
C1628/SEINFRA	Limpeza geral – m ²	m ²	1	12	15,00	15,00	20,90
C2900/SEINFRA	Pintura proteção c/inibidor migratório corrosão, 3 demãos	m ²	0,15	21,96	27,45	4,12	5,74
98556/SINAPI	Impermeabilização de superfície com argamassa polimérica / membrana acrílica, 4 demãos, reforçada com véu de poliéster (mav). Af_06/2018	m ²	1	39,75	49,69	49,69	69,22
TOTAL						71,78	100,00

Fonte: Autoria própria, 2021.

Os resultados apresentados representam um aumento de aproximadamente 1,5 vezes maior em relação ao custo inicial de impermeabilização do reservatório, Gráfico 4. O aumento desse valor está relacionado às reformas necessárias para a execução do serviço, que são: demolição da antiga impermeabilização; limpeza; tratamento de ferrugem, caso houver necessidade de recuperação; nova impermeabilização.



Fonte: Autoria própria, 2021.

5.5 IMPERMEABILIZAÇÃO E REFORMA

Os resultados obtidos com o orçamento referem-se aos custos empregados por m² de área de cada estrutura, os quais foram consultados nas tabelas do SINAPI março/2021 e do SEINFRA 2021. A Tabela 9 apresenta um resumo dos resultados.

Tabela 9 - Impermeabilização x Reforma.

Estrutura	Impermeabilização	Reforma
Viga Baldrame	R\$ 20,13	R\$ 135,10
Parede enterrada	R\$ 55,00	R\$ 171,58
Laje	R\$ 129,43	R\$ 330,94
Reservatório	R\$ 49,69	R\$ 71,78

Fonte: Autoria própria, 2021.

As patologias aumentam com o passar dos anos, por isso, é muito importante que a recuperação e reforma sejam realizados o mais rápido possível para evitar que os gastos sejam ainda maiores, sendo também indispensável o acompanhamento de um responsável técnico na execução dos serviços para eliminar possíveis erros construtivos ou a execução de uma impermeabilização inadequada para o sistema.

No Brasil, as obras da construção civil possuem uma garantia, regida pelo Código de Defesa do Consumidor, que garante que as empresas realizem obras de reforma em benefício dos proprietários, salientando que, o consumidor terá direito a indenização desde que seja comprovado que as falhas foram detectadas nos primeiros cinco anos de entrega do imóvel, porém, em se tratando de vício oculto o prazo começará a partir do momento em que se identificar o problema.

Ao mesmo tempo que os usuários dos imóveis necessitam tomar providências em relação a manutenção da impermeabilização, como: cuidados com rupturas nas impermeabilizações, limpezas em ralos e reservatórios, e revisões periódicas em todos os sistemas que podem ser afetados pela ação da água.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como finalidade um levantamento dos custos realizados na manutenção e reforma de estruturas que foram construídas sem a devida impermeabilização, e posterior comparação com valores caso a impermeabilização tivesse sido executada durante a obra. Foi realizado uma pesquisa bibliográfica para identificar os tipos de patologias relacionados à ação de fluídos e o tipo de impermeabilização adequado para cada sistema analisado, para poder obter o orçamento das estruturas.

Os orçamentos foram elaborados a partir de etapas de recuperação para as seguintes estruturas: vigas baldrame, paredes enterradas, lajes e reservatórios, das quais obteve-se que os custos foram de 1,5 a 7 vezes superiores ao orçamento inicial. A ação da umidade é a causa das mais comuns patologias nas edificações, que podem gerar altos gastos com reformas e recuperação das estruturas, sabe-se que a falta de sistema de impermeabilização, vai além de transtornos estéticos, podem causar danos estruturais e até mesmo tornar os ambientes insalubres.

A partir dos resultados obtidos pode-se observar a grande relevância que o sistema de impermeabilização possui para a obtenção de preservação da vida útil das edificações, tratando-se de uma etapa essencial para evitar futuros gastos e transtornos desnecessários, assim como a presença de um responsável técnico durante sua execução para a devida fiscalização, garantindo a segurança e durabilidade das edificações.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9574**: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro, dez. 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, nov. 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, jul. 2013.
- 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.
- CAIXA. SINAPI – Sistema Nacional de Índices da Construção Civil. **Referência de preços e custos**. Paraíba, mar. 2021.
- CEARÁ. Secretaria Estadual de Infraestrutura. **Tabela de Custos** – 2021.
- DENVER. **Manual técnico – cristalizantes e bloqueadores**. 2014. Disponível em: <http://www.denverimper.com.br/>. Acesso em 14 fev. 2021.
- 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.
- 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.
- QUARTZOLIT. **Como prevenir umidades em paredes ou estruturas em subsolos**. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/impermeabilizantes-quartzolit/como-prevenir-umidade-em-paredes-ou-estruturas-em-subsolos>. Acesso em: 05 mar. 2021.
- RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias,**

prevenções e correções – análise de casos. 2009. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2009.

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.

SANTOS, Julie Anne Braun. **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.* **Patologias das construções.** Salvador: 2B Ltda, 2020.

SOARES, Felipe Flores. **A importância de projetos de impermeabilização em obras de construção civil.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade das edificações.** 2008. Monografia (Especialista em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2008.

VEDACIT. **Manual técnico impermeabilização de estruturas.** 6ª edição. Disponível em: <https://www.vedacit.com.br/>. Acesso em: 13 fev. 2021.

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC

Assunto: Entrega de TCC
Assinado por: Rafaela Silva
Tipo do Documento: Dissertação
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Rafaela Oliveira da Silva, ALUNO (201522200126) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS**, em 19/05/2021 16:34:46.

Este documento foi armazenado no SUAP em 19/05/2021. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 232783

Código de Autenticação: e9a106d9f4

