

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ARTHUR TAVARES DELFINO
IVALSON LIRA DA SILVA
MATHEUS NUNES SILVESTRE
RAILSON GOMES DE SOUZA**

**ANÁLISE E DISCUSSÃO DE SOLUÇÃO PARA MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÃO - ESTUDO DE CASO EM OBRA
DE AGÊNCIA BANCÁRIA LOCALIZADA NA CIDADE DE PORTO VELHO,
RONDÔNIA**

**RECIFE
2022**

**ARTHUR TAVARES DELFINO
IVALSON LIRA DA SILVA
MATHEUS NUNES SILVESTRE
RAILSON GOMES DE SOUZA**

**ANÁLISE E DISCUSSÃO DE SOLUÇÃO PARA MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÃO - ESTUDO DE CASO EM OBRA
DE AGÊNCIA BANCÁRIA LOCALIZADA NA CIDADE DE PORTO VELHO,
RONDÔNIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso de Graduação em
Engenharia Civil do Centro Universitário Brasileiro -
UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão
do curso.

Orientador(a): Prof. Dr. Paulo Fernando Silva Sousa

RECIFE
2022

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

A532 Análise e discussão de solução para manifestações patológicas causadas por infiltração - estudo de caso em obra de agência bancária localizada na cidade de Porto Velho, Rondônia / Arthur Tavares Delfino [et al]. - Recife: O Autor, 2022.

40 p.

Orientador(a): Dr. Paulo Fernando Silva Sousa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2022.

Inclui Referências.

1. Investigação. 2. Capilaridade. 3. Impermeabilização. I. Silva, Ivalson Lira da. II. Silvestre, Matheus Nunes. III. Souza, Railson Gomes de. IV. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. V. Título.

CDU: 624

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos nossos votos a Deus, pois sem ele nós não teríamos forças nesta caminhada.

A todos os nossos familiares, esposas, filhos e namoradas por sempre estarem nos apoiando e nos motivando a nunca desistir dos nossos objetivos.

Agradecemos ao nosso professor e orientado Prof. Me. Dr. Paulo Fernando Silva Sousa pela paciência e que nos ajudou a concluir este trabalho. A todos os professores que nos ensinou o quanto é bom e importante o estudo em nossas vidas.

Nosso muito obrigado a todas essas pessoas que contribuíram de alguma forma no nosso crescimento no período da nossa graduação.

RESUMO

Apesar dos avanços na construção civil e materiais, as manifestações patológicas ainda são comuns em algumas edificações. A patologia da construção civil é a parte da engenharia que estuda os sintomas, origens, mecanismos e consequências dos defeitos encontrados na construção, ou seja, o diagnóstico do problema. Segundo estudos, no Brasil a incidência das origens das enfermidades é decorrente da execução da obra. Os sintomas mais comuns são: carbonatação, bolhas, pintura descascada, rachaduras, rachaduras, rachaduras, mofo, bolor e intempéries. O objetivo deste estudo foi analisar os achados patológicos encontrados em uma agência bancária da cidade de porto velho e propor uma solução. Para isso, são avaliados os tipos de manifestações patológicas, determinada a origem do problema, com vistas a eliminá-lo com o tratamento necessário. Neste caso, foi verificado que a agência continha infiltrações ativas provenientes da laje técnica e foi constatado que sua origem era devido a fragilidade da impermeabilização da laje, surgindo manchas e descascamento da pintura no pavimento de 1^o andar da agência. Para o tratamento das patologias foi realizado a intervenção com a remoção da impermeabilização existente e aplicada uma nova impermeabilização com emulsão betuminosa e manta poliéster betuminosa de 3 mm, juntamente com a proteção mecânica da laje, e para tratamento de área interna, foi necessário a remoção de todo revestimento de massa acrílica danificado, aplicação de nova massa corrida e pintura com tinta acrílica. Essa impermeabilização apresentou resultados satisfatórios, visto que desde a finalização da obra em outubro de 2020 até o presente momento, julho de 2022, o local não apresentou reincidência das manifestações patológicas, onde o acompanhamento foi realizado através de manutenções preventivas. A qualidade dos materiais utilizados e a aplicação com equipe qualificada trouxe um resultado excelente. Portanto, é necessário ressaltar que a análise criteriosa para cada patologia é necessária para definir um plano de intervenção adequado de forma que se obtenha os resultados esperados.

Palavras-chave: Investigação. Capilaridade. Impermeabilização.

ABSTRACT

Despite advances in civil construction and materials, pathological manifestations are still common in some buildings. The pathology of civil construction is the part of engineering that studies the symptoms, origins, mechanisms and consequences of defects found in construction, that is, the diagnosis of the problem. According to studies, in Brazil the incidence of the origins of diseases is due to the execution of the work. The most common symptoms are: carbonation, blistering, peeling paint, cracking, splitting, cracking, mold, mildew and weathering. The objective of this study was to analyze the pathological findings found in a bank branch in the city of Porto Velho and propose a solution. For this, the types of pathological manifestations are evaluated, determining the origin of the problem, with a view to eliminating it with the necessary treatment. In this case, it was verified that the branch contained active infiltrations from the technical slab and it was found that its origin was due to the fragility of the waterproofing of the slab, with stains and peeling of the paint on the 1st floor of the branch. For the treatment of the pathologies, an intervention was carried out with the removal of the existing waterproofing and a new waterproofing with bituminous emulsion and a 3 mm bituminous polyester blanket was applied, together with the mechanical protection of the slab, and for the treatment of the internal area, it was necessary to remove of any damaged acrylic putty coating, application of new putty and painting with acrylic paint. This waterproofing showed satisfactory results, since since the completion of the work in October 2020 until the present moment, July 2022, the site has not presented a recurrence of pathological manifestations, where the follow-up was carried out through preventive maintenance. The quality of the materials used and the application with a qualified team brought an excellent result. Therefore, it is necessary to emphasize that a careful analysis for each pathology is necessary to define an adequate intervention plan in order to obtain the expected results.

Key-words: Investigation. Capillarity. Waterproofing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Infiltração proveniente de capilaridade	14
Figura 2 – Mofos e Bolores	16
Figura 3 – Mofos e Bolores	16
Figura 4 – Eflorescência em encontro de vigas em pavimento de garagem	17
Figura 5 – Manifestação da eflorescência em formação de estalactite.....	17
Figura 6 – Régua de fissura	18
Figura 7 – Demonstração de fissuras e trincas	19
Figura 8 – Corrosão em armadura	20
Figura 9 – Corrosão em armadura	20
Figura 10 – Manta Elastomérica.....	24
Figura 11 – Manta Modificada com Polímeros	25
Figura 12 – Manta Plastomérica.....	25
Figura 13 – Localização da agência bancária	26
Figura 14 – Fachada da agência bancária	26
Figura 15 - Laje Fragilizada.....	27
Figura 16 – Infiltração proveniente da laje.....	28
Figura 17 – Bolhas na pintura	28
Figura 18 – Edificação	29
Figura 19 – Copa	30
Figura 20 – Copa 2	30
Figura 21 – Sanitário feminino	30
Figura 22 – Sanitário masculino.....	30
Figura 23 – Testemunho de Gesso	31
Figura 24 – Testemunho de Gesso 2	31
Figura 25: Laje.....	32
Figura 26 – Etapa 1.....	32
Figura 27 - Etapa 2	33
Figura 28 - Etapa 3	34
Figura 29 – Etapa 4.....	34
Figura 30 - Etapa 5	35

Figura 31 – Etapa 6.....	36
Figura 32 – Etapa 7.....	36
Figura 33 – Resumo orçamentário	37
Figura 34 – Comparativo de custos entre sistema de impermeabilização mais utilizados	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. INFILTRAÇÃO – O QUE É, COMO OCORRE	13
3.1 Infiltração por umidade	13
3.2 Infiltração ascensional por capilaridade	13
3.3 Infiltração por condensação	14
3.4 Infiltração por consequência de materiais utilizados na construção	14
3.5 Infiltração acidental	14
4. PATOLOGIA	15
4.1 Manifestações patológicas	15
4.1.1 Mofos e bolores	15
4.1.2 Eflorescências	17
4.1.3 Fissuras e trincas	18
4.1.4 Corrosão em armaduras	20
5. IMPERMEABILIZAÇÃO	21
5.1 Normas	22
5.2 Tipos de impermeabilização	23
5.2.1 Sistema flexível	23
5.2.2 Sistema rígido	24
5.3 Tipos de manta	24
5.3.1 Manta elastomérica	24
5.3.2 Mantas modificadas com polímeros	25
5.3.3 Mantas plastoméricas	25
6. METODOLOGIA	26
6.1 Área de estudo	26
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
7.1 Identificação e correção do problema	27

8. CUSTOS PARA MEDIDAS ADOTADAS.....37
9. CONCLUSÕES.....39
REFERÊNCIAS40

1. INTRODUÇÃO

Os avanços na tecnologia dos materiais na construção e na engenharia têm levado a um aumento na ocorrência de manifestações patológicas na construção civil. A patologia é o estudo da origem e efeitos de problemas que surgem em determinadas edificações, desenvolvendo diagnósticos para corrigi-los. As principais manifestações são: trincas, fissuras, rachaduras, fendas, mofos, bolores, bolhas e descamação da pintura.

De acordo com a NBR 15575 (2013), as edificações têm vida útil de pelo menos 50 anos, mas muitas vezes os problemas surgem antes disso. No Brasil, os principais motivos do surgimento precoce desses problemas nas construções são: materiais de baixa qualidade, falhas durante a execução, erros de projetos, falta de manutenção preventiva, uso acidental e indevido do imóvel.

Na construção civil o objetivo do sistema de impermeabilização é evitar que líquidos e/ou gases venham a penetrar na estrutura de uma construção. Assim, evitando problemas que possam ser gerados no decorrer da vida da edificação.

No decorrer desse estudo será possível identificar as manifestações patológicas presentes em uma agência bancária na cidade de Porto Velho, Rondônia - RO e quais as medidas de impermeabilização que foram adotadas para solucionar o desenvolvimento das patologias.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as manifestações patológicas encontradas em agência bancária localizada na cidade de Porto velho – Rondônia -RO, bem como, apresentar a execução de sistema de impermeabilização.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar manifestações patológica em agência bancária;
- Identificar principais causas as das patologias observadas;
- Apresentar as soluções tomadas para eliminar as patologias;
- Apresentar os custos para execução das soluções.

3. INFILTRAÇÃO

Entende-se que o estudo das patologias é a área da engenharia que busca entender os sintomas, a causa raiz da falha da construção, o mecanismo, ou seja, é o diagnóstico do problema. As manifestações patológicas estão frequentemente relacionadas à qualidade e, apesar de muitos avanços recentes em qualidade e tecnologia, as manifestações patológicas não diminuíram (BRAGA, 2010.)

Segundo o dicionário Michaelis, a palavra infiltração é “ *Ato ou efeito de infiltrar(-se); ação de líquido ou fluido que se embebe ou penetra nos interstícios dos corpos sólidos; infiltração.*”

De acordo com Sousa (2008), a infiltração é um dos problemas mais agravantes que podem danificar uma edificação, diminuindo a resistência e vida útil da estrutura, essa manifestação traz consigo prejuízos financeiros ou nos piores casos o risco com a segurança.

Têm-se diversas formas de ocorrer uma infiltração em uma construção, dentre essas, as principais são:

- Infiltração por umidade.
- Infiltração ascendente por capilaridade.
- Infiltração por condensação.
- Infiltração por obra.
- Infiltração acidental.

3.1 INFILTRAÇÃO POR UMIDADE.

Ocorre pela penetração direta de água no interior de um edifício através das paredes, causado por fissuras ou trincas, associado a alta capacidade de um material realizar a absorção da umidade do ar ou falhas pontuais construtivas, por exemplo, vedação inadequada dos componentes do edifício como portas e janelas. Geralmente é causado pela chuva. (BRAGA, 2010.)

3.2 INFILTRAÇÃO ASCENSIONAL POR CAPILARIDADE

De acordo com a figura 1, pode-se verificar que a infiltração ocorre na área inferior da parede e absorve a umidade do solo através da fundação. Neste caso, a parede está ligada à viga de fundação, parcialmente enterrada e em contato com a superfície úmida, que pode ser permanente quando o nível do lençol freático é muito alto. Ou sazonalmente, devido às mudanças climáticas. (SOUSA, 2008). Esse tipo de infiltração é muito comum em solos com granulometria mais fina, como argilas e siltes, já que a capilaridade é a capacidade da água de subir por pequenos tubos. Em alguns casos até uma simples camada de areia pode evitar esse tipo de infiltração.

Figura 1 – Infiltração proveniente de capilaridade



Fonte: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1802>>

3.3 INFILTRAÇÃO POR CONDENSAÇÃO

É criado quando as partículas do vapor de água dentro de um local, entra em contato com superfícies mais frias, como vidro, metal e paredes, e volta ao estado líquido formando pequenas gotículas de água. Esse fenômeno geralmente é relacionado à falta de ventilação. (QUERUZ, 2007).

3.4 INFILTRAÇÃO POR CONSEQUENCIA DE MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO.

Segundo QUERUZ (2007), é caracterizado pela umidade no interior do material, como consequência geralmente de sua execução e acaba sendo exteriorizada devido ao desequilíbrio estabelecido entre o material e o meio ambiente.

3.5 INFILTRAÇÃO ACIDENTAL

É umidade causada pela falha em elementos hidráulicos, como água de chuva, esgoto e água potável, que gera infiltração. A presença de umidade desta fonte é um forte ponto de preocupação quando se trata de edificações com um longo tempo de vida, uma vez que pode afetar o tempo de vida útil, devido a geralmente não ser contemplado na manutenção predial. (LERSCH, 2003).

De acordo com RIPPER (1996, p. 65): A umidade é o maior inimigo da saúde dos edifícios e de seus ocupantes. Justamente por desconhecimento da solução correta ou falta de responsabilidade, a partir de uma solução mais barata, mesmo por simples descuido do responsável, é executado contra esse mal.

4. PATOLOGIA

No livro *Patologias das construções* publicado em 2020, Gildeon Oliveira de Sena, engenheiro civil, cita o termo patologia como:

“O termo patologia aqui utilizado no universo das construções é, de fato, uma analogia ao emprego desde mesmo termo na área da saúde, o qual tem sua origem no grego, de uma derivação dos termos *pathos*, que significa sofrimento, doença, e *logos*, significando ciência, estudo.”

As doenças possuem suas origens podendo ter sua causa conhecida ou não conhecida. O importante é achar a cura para a mesma. Na construção civil não é diferente e existem várias patologias, seja em obras em residência de pequeno ou grande porte. Essas patologias poder ser originadas devido às intempéries, falha de execução ou pela ação da natureza.

4.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

O termo patologia foi citado (CAPRORRINO, 2018, p. 12) como “a área da engenharia responsável por investigar as manifestações patológicas possíveis de ocorrer em uma construção.”

Na engenharia civil a patologia pode ser definida como o estudo das causas, mecanismos de anomalias e problemas nas estruturas, por outro lado o termo manifestações patológica é a própria expressão desses problemas nas edificações (Oliveira de Sena, Gildeon – 2020).

4.1.1 MOFOS E BOLORES

Conforme ALUCCI & FLAUZINO & MILANO (1985), o crescimento de bolor está diretamente ligado a existência de umidade (alto teor no elemento o qual estão ou no ar). A temperatura, o Ph a umidade muito alta são fatores que aumentam o seu aparecimento em estruturas de concreto.

Geralmente locais que possuem infiltração tendem a gerar os mofos e bolores, logo essa patologia apresenta deformação no aspecto estético das construções com aparecimentos de manchas escuras, amarelas ou esbranquiçadas, conforme demonstrado na figura 2 e 3. Quando o ambiente está muito úmido essa patologia poderá gerar outras patologias mais severas como a corrosão de armaduras. (Lottermann 213, p. 25).

Figura 2 – Mofos e Bolors



Fonte: <<https://www.meiacolher.com/2018/08/dicas-para-tirar-mofo-da-parede-passo.html>>

O emboloramento é uma alteração que pode ser vista macroscopicamente na superfície (geralmente em paredes) de diferentes materiais, sendo consequência do desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos. (Lottermann 213, p. 25).

Os fungos precisam sempre de um teor de umidade alto no material onde se desenvolvem ou uma umidade bastante elevada no ambiente. Para que haja a prevenção de ocorrência dessa manifestação patológica ALUCCI & FLAUZINO & MILANO (1985), informam que para se evitar que o bolor aconteça nas edificações, já na fase de projeto, medidas devem ser tomadas. Essas medidas visam garantir uma ventilação, iluminação e insolação adequada aos ambientes, assim como idealizar a diminuição de risco de condensação nas superfícies internas dos componentes e também evitar riscos de infiltração de água através de paredes, pisos e/ou tetos.

Figura 3 – Mofos e Bolors



Fonte: Martins; Vieira, 2018.

4.1.2 EFLORESCÊNCIAS

Segundo UEMOTO (1985), o termo eflorescência tem como significado a formação de depósito salino na superfície de alvenarias, isto sendo resultado da exposição de intempéries.

Conforme pode ser visto na figura 4, geralmente essa manifestação é vista em estruturas que possuem contato com a água e sem proteção contra infiltração como exemplo uma fachada. Outro exemplo é geralmente encontrado em concretos que possui um maior permeabilidade e fissuras. O processo ocorre quando os sais solúveis são transportados pela água em contato com o ar, solidifica e formam-se depósitos esbranquiçados, demonstrado na figura 5.

Figura 4 – Eflorescência em encontro de vigas em pavimento de garagem



Fonte: MARTINS; VIEIRA, 2018.

Figura 5 – Manifestação da eflorescência em formação de estalactite



Fonte: MARTINS; VIEIRA, 2018.

A eflorescência está ligada com outro processo conhecido com a lixiviação que é o processo de dissolução e remoção dos componentes hidratados da pasta de cimento (íons cálcio), formando assim a eflorescência e estalactites na superfície da estrutura de concreto. Vele ressaltar que para ter a eflorescência preciso que existam três fatores:

- O teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes
- A presença de água e
- A pressão hidrostática, que faz com que a migração da solução ocorra, indo para a superfície.

Todos os três fatores devem existir e, caso algum deles não esteja presente, não haverá a formação desta patologia.

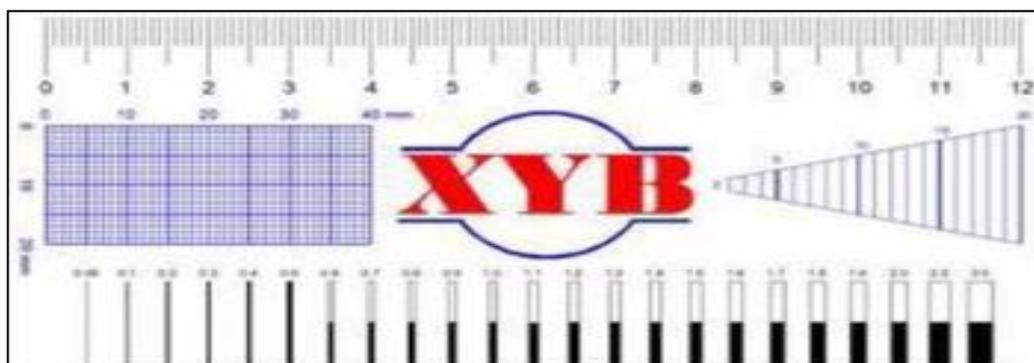
Lottermann (2013) cita que quando os depósitos salinos se dão no interior da parede, caracterizam-se as criptoflorescências. Durante o processo de expansão dos sais haverá o deslocamento do revestimento ocorrendo rachaduras e queda da parede.

UEMOTO (1985), informa que existem alguns procedimentos que poderão ajudar para reparar esse tipo de patologia. O autor destaca ainda que caso a eflorescência ocorra em alvenaria externa de edificação recém-terminada, essa patologia geralmente irá desaparecer sozinha. Isto porque ainda estão ocorrendo reações e também devido ao fato desta patologia possuir solubilidade em água, sumindo após a ação de chuvas.

4.1.3 FISSURAS E TRINCAS

De acordo com a ABNT NBR 9575:2010, as fissuras são pequenas aberturas, menores ou iguais a 0,5 mm, geradas pela ruptura de um material ou componente, em contrapartida, as trincas caracterizam-se por aberturas superiores a 0,5 mm e inferiores a 1 mm. Na figura 5 pode ser visto a régua que ajuda na classificação.

Figura 6 – Régua de fissura



Fonte: GUERRA, 2013.

As fissuras e trincas, podem caracterizar o cisalhamento, torção, tração, fendilhamento nas peças estruturais, de forma que, em situações críticas de ocorrência, poderá gerar riscos às pessoas que ali residem, e, além disso, acelerar os processos corrosivos nas armaduras. (BRAGA, 2010).

Figura 7 – Demonstração de fissuras e trincas



Fonte: Neves (2019)

4.1.4 CORROSÃO EM ARMADURAS

Sendo um dos principais degradantes com maior incidência nas estruturas de concreto armado. Para que haja a corrosão é preciso que haja alguns fatores no ambiente, conforme demonstrado na figura 8, onde a armadura da estrutura foi danificada devido a presença de água no ambiente. Outros fatores que podem ocasionar na corrosão em armaduras são:

- Ar;
- Área anódica - superfície onde verifica-se a corrosão (reações de oxidação);
- Área catódica - superfície protegida onde não há corrosão (reações de redução);
- Condutor metálico (armadura);
- Eletrólito (solução aquosa existente no concreto)

Figura 8 – Corrosão em armadura



Fonte: Autores (2022)

O processo avança da superfície até a área interior da peça estrutural, por esse motivo o cobrimento do concreto se torna uma proteção física, criando uma barreira onde impede que os agentes agressivos entrem em contato com a armação.

Na imagem abaixo pode ser visto a corrosão de armadura decorrente à exposição aos elementos ambientais (intempéries), como o oxigênio e a umidade presentes na atmosfera, de modo que reagem com o aço resultando-se em uma oxidação, dessa forma podendo comprometer o comportamento da estrutura.

Figura 9 – Corrosão em armadura



Fonte: Martins; Vieira, 2018.

Nas regiões onde existe a alta concentração de gás carbônico na atmosfera, a estrutura estará sujeita ao processo de carbonatação, onde se define como o processo que as moléculas de CO₂ presentes na atmosfera acabam penetrando na estrutura e diluindo-se na umidade. Após isso, ligam-se às moléculas de cálcio do concreto, formando o chamado Ácido de Cálcio que corrói a estrutura. (DE JESUS et al., 2019).

Na ABNT NBR 6118:2014 mostra importância de seguir os cobrimentos mínimos das peças estruturais se tornando de grande valia, visto que, a camada de concreto envolta sobre as armaduras irá auxiliar na proteção das mesmas, de modo a evitar o contato com as ações nocivas oriundas das intempéries.

5.0 IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização é uma técnica construtiva que utiliza um produto específico para formar uma camada protetora sobre uma determinada superfície ou estrutura de concreto que entra em contato com a água. Em cada tipo de construção, será especificado os produtos específicos e técnicas adequadas conforme a necessidade, resultando em um processamento de alta qualidade (PEREIRA, 2018).

Segundo Soares (2014), “Os sistemas de impermeabilização sempre se caracterizaram por sua execução baseada em conhecimento empírico e sem projetos específicos. Ao longo do tempo, tem se caracterizado como um dos principais contribuintes para a morbidade arquitetônica. Nos últimos anos, com a NBR 9575 – Impermeabilização: Seleção e Projeto de Impermeabilização de 2003.”

Segundo Pereira (2018), o processo de impermeabilização possui algumas etapas muito importantes que devem ser consideradas conforme apresentado no quadro 01 a seguir:

QUARDRO 1: ETAPAS DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

ETAPAS DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	
1º	Projeto de impermeabilização
2º	Materiais impermeabilizantes
3º	Mão de obra de aplicação
4º	Qualidade da construção
5º	Fiscalização
6º	Orientação aos usuários composição do projeto
7º	Memorial descritivo
8º	Plantas com detalhes específicos
9º	Especificação e localização dos materiais a serem utilizados
10º	Definição dos serviços a serem realizados
11º	Planilha quantitativa de serviços e materiais aplicados
12º	Estimativa de custos dos serviços descritos

Fonte: Pereira (2018)

5.1 NORMAS

Temos algumas Normas para estabelecer procedimentos de impermeabilização. Abaixo estão listadas algumas normas técnicas que auxiliam na execução e desenvolvimento de projetos de impermeabilização.

QUADRO 2 – NORMAS

NORMAS	
NBR 9574	Execução de Impermeabilização.
NBR 9575	Impermeabilização - Seleção e Projeto.
NBR 9685	Emulsões asfálticas sem carga para impermeabilização.
NBR 9686	Solução asfáltica como primer na impermeabilização
NBR 9910	Asfaltos modificados para impermeabilização
NBR 9952	Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização.
NBR 11905	Sistema de Impermeabilização com cimento impermeabilizante e polímeros.
NBR 13121	Asfalto elastomérico para a impermeabilização.
NBR 13724	Membrana asfáltica para impermeabilização, moldada no local, com estruturantes.

Fonte: Autor (2022)

5.2 TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

5.2.1 SISTEMA FLEXÍVEL

Mantas pré-fabricadas ou moldadas permanecem no local após a secagem e formam uma película protetora que, além de acomodar o movimento criado pela estrutura, também garante a estanqueidade da estrutura (PEREIRA, 2018).

De acordo com Schreiber (2012), a impermeabilização flexível inclui um grupo de materiais ou produtos adequados para uso em elementos construtivos propensos a fissuras, podendo ser divididos em dois tipos, moldados in loco (muitas vezes chamados de membranas) e pré-fabricados, ou seja, cobertores. Geralmente utilizado em: grandes ralos, corredores de trens, áreas úmidas, reservatórios superiores.

Um sistema flexível pode monitorar melhor a contração e expansão térmica experimentadas pela estrutura. A ideia é que o material impermeável flexível possa atuar como uma película protetora, tendo em vista evitar a penetração de água (PEREIRA, 2018).

5.2.2 SISTEMA RÍGIDO

Segundo Schreiber (2012), "A impermeabilização rígida é obtida pela adição de aditivos químicos para tornar a área de aplicação impermeável à água, combinada com a correta Determinação do tamanho de partículas de agregados e redução da porosidade elementar, etc. Materiais impermeabilizantes rígidos não podem ser utilizados com estruturas, o que resulta na exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura. "

Tais sistemas de impermeabilização são normalmente utilizados em locais que não são propensos a trincas ou trincas, tais como: pequenas estruturas isostáticas expostas, locais onde as cargas estruturais são estáveis e locais com condições de temperatura constante (SCHREIBER, 2012).

Nesse caso, o produto é incorporado à estrutura tratada para obter suas propriedades, como revestimentos de argamassa, pisos de concreto, fundações, etc. (PEREIRA, 2018).

Todos os materiais expandem e contraem devido ao calor. Quanto maior o calor e mais agitação das partículas, ocorre essa expansão. Portanto, o oposto acontece no frio (PEREIRA, 2018).

5.3 TIPOS DE MANTA

5.3.1 MANTA ELASTOMÉRICA

De acordo com a NBR 9952 (ABNT, 2014), trata-se de uma manta tipo III ou IV de alto desempenho, à base de betume modificado com teor de polímero elástico de até 13%, com estrutura não-tecido reforçada com poliéster

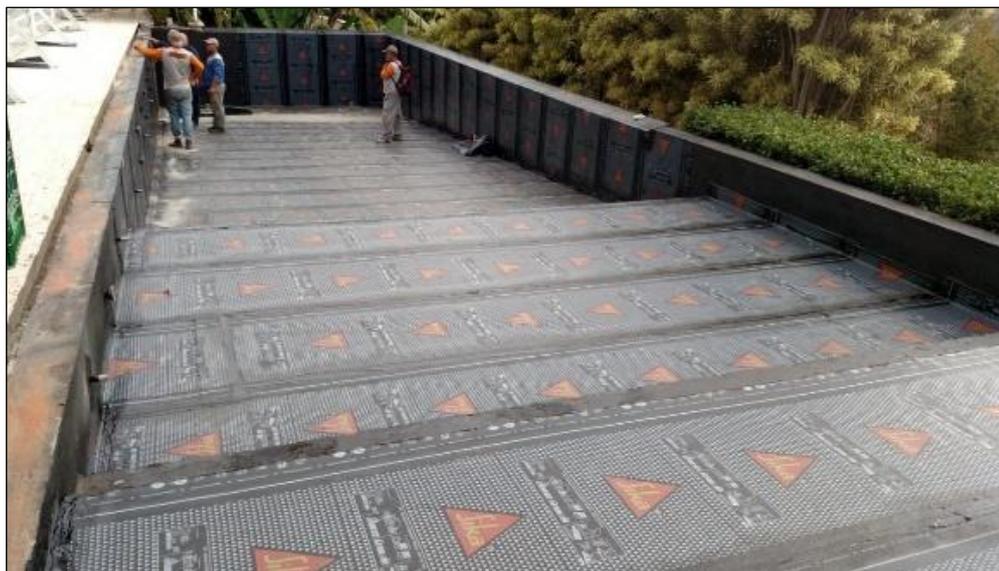
Figura 10 – Manta Elastomérica



5.3.2 MANTAS MODIFICADAS COM POLÍMEROS

Classificada como manta Tipo III pela NBR 9952 (ABNT, 2014). São mantas betuminosas feitas de betume modificado com adição de polímeros plásticos e elásticos, feitos de reforço de poliéster não tecido. Composto por betume modificado e polímeros plastômeros e elastoméricos, reforçados com manta de fibra de vidro, para baldrames, áreas molhadas, painéis internos, formando um sistema de duas camadas.

Figura 11 – Manta Modificada com Polímeros



Fonte: nProjetos

5.3.3 MANTAS PLASTOMERICAS

Feito de reforço de poliéster não tecido, o betume é modificado com polímeros plásticos. Classificado como manta Tipo III (NBR 9952, 2014).

Figura 12 – Manta Plastomérica



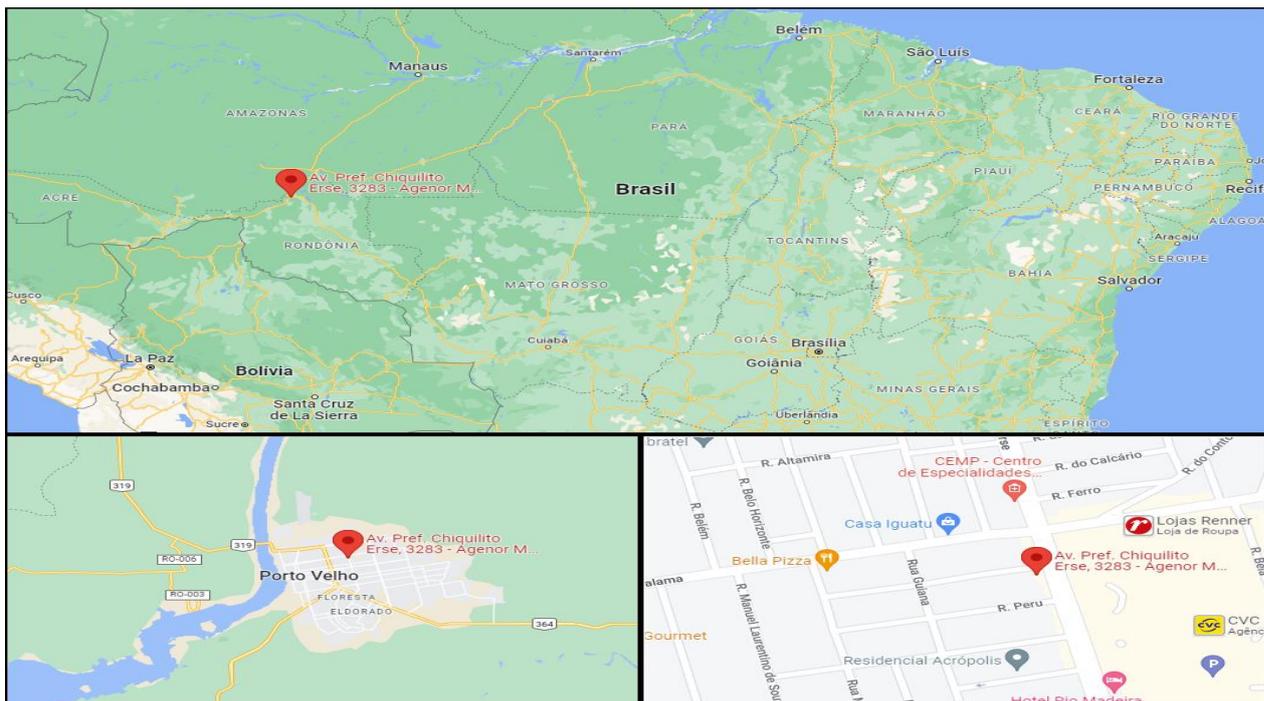
Fonte: <https://pt.aliexpress.com/item/4000342165092.html>

6. METODOLOGIA

6.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em uma agência bancária, localizada no centro da capital do estado de Rondônia, na Av. Pref. Chiquilito Erse, 3283 - Embratel, Porto Velho - RO, 76820-741

Figura 13 – Localização da agência bancária



Fonte: Google Maps (2022)

Figura 14 – Fachada da agência bancária



Fonte: Autores (2022)

A metodologia utilizada neste trabalho se caracteriza como um estudo de caso do "Sistema de Impermeabilização de uma Agência do Banco Itaú" através de uma análise documental e fotográfica de etapas da obra.

Para realizar o estudo de caso, foi necessário a análise dos dados levantados em inspeções in loco e análises visuais das manifestações patológicas via registros fotográficos, identificando as possíveis causas do surgimento. As patologias encontradas na agência foram comparadas através de imagens de outros artigos publicados. O sistema de impermeabilização foi mantido devido sua eficácia e durabilidade. O sistema de avaliação de fissuras e trincas foi escolhido devido a fácil visualização da movimentação da estrutura.

O critério para escolha do local foi devido a fácil obtenção de dados com equipe na região para realizar a análise.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espera-se no final expor a importância da forma correta de impermeabilização e acompanhamento das patologias que venham a surgir em uma edificação, de forma que não venham a ocasionar em ações negativas que comprometam a vida útil da estrutura.

7.1 IDENTIFICAÇÃO E CORREÇÃO DO PROBLEMA

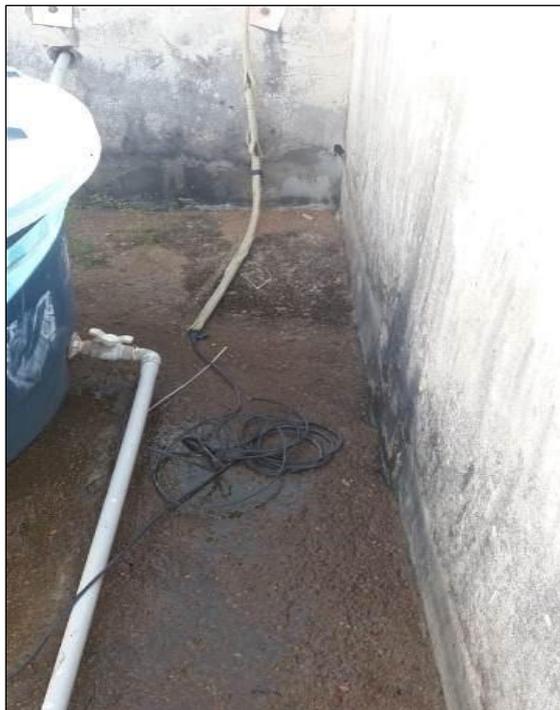
Na agência em estudo, verificou-se o surgimento de patologias provenientes de infiltrações e outras como fissuras e trincas. Devido à suspeita de fragilidade no sistema de impermeabilização da edificação, se fez um estudo in loco para averiguar o causador das patologias.

Figura 15 - Laje Fragilizada



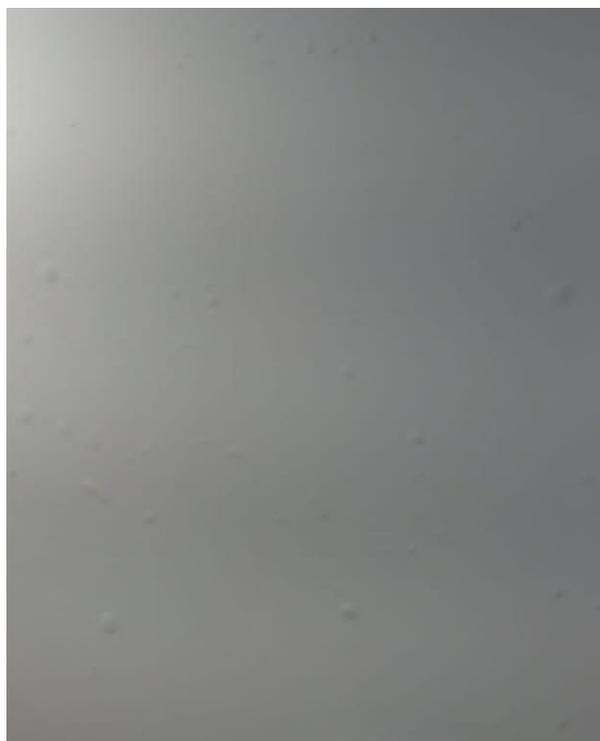
Fonte: Autores (2022)

Figura 16 – Infiltração proveniente da laje



Fonte: Autores (2022)

Figura 17 – Bolhas na pintura



Fonte: Autores (2022)

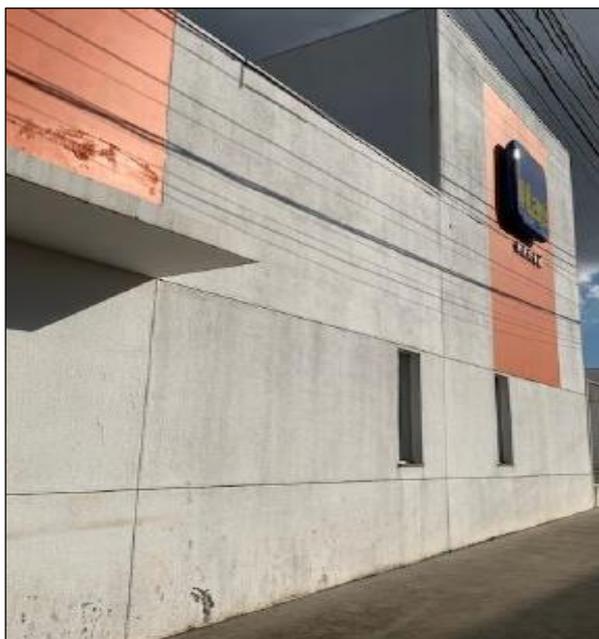
Com as figuras acima, podemos avaliar e identificar que a infiltração é proveniente da laje técnica, onde a origem era decorrente a ineficiência da impermeabilização existente.

Devido a fragilização do sistema de impermeabilização, se suspeitou que as fissuras existentes na edificação poderiam ter correlação com a infiltração no pavimento superior da agência.

In loco verificamos que a agência é composta por dois pavimentos, esses tendo como base pilares e vigas em concreto convencional e laje pré-fabricada com elemento de preenchimento em EPS. As mesmas estando em bom estado, sem apresentar trincas, deformação, recalque e patologias na qual venha comprometer a estrutura.

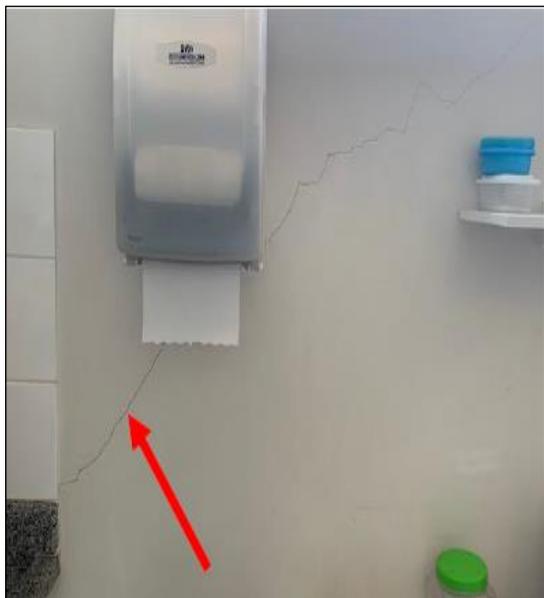
No final da avaliação concluiu que a estrutura não apresentou nenhuma patologia que venha comprometer a estrutura, sendo concluído que as trincas e fissuras que estavam na parte superior do pavimento foram provenientes das alvenarias de elementos rígidos estarem apoiadas sobre a laje pré-moldada na qual são suscetíveis deformação e vibração por estarem próxima ao tráfego intenso de veículos, como pesquisa in loco foi utilizado testemunho de gesso onde se constatou que após os registros, houve a análise para chegar à conclusão que as trincas aparentemente são devidas a uma acomodação estrutural.

Figura 18 – Edificação



Fonte: Autores (2022)

Figura 19 – Copa



Fonte: Autores (2022)

Figura 20 – Copa 2



Fonte: Autores (2022)

Figura 21 – Sanitário feminino



Fonte: Autores (2022)

Figura 22 – Sanitário masculino



Fonte: Autores (2022)

Figura 23 – Testemunho de Gesso



Fonte: Autores (2022)

Figura 24 – Testemunho de Gesso 2



Fonte: Autores (2022)

Após verificar os métodos corretivos existentes, constatou-se que manter o uso de manta asfáltica para impermeabilização tem melhor viabilidade técnica e econômica e pode atender a todos os requisitos necessários, sendo assim foi necessário ser retirado toda a proteção mecânica e impermeabilização anterior para realizar a devida aplicação de uma nova camada.

Figura 25: Laje



Fonte: Autores (2022)

A aplicação de manta asfáltica é um procedimento simples, porém requer mão de obra qualificada para garantir 100% da impermeabilização. A execução do sistema de impermeabilização dividiu-se em cinco etapas:

1 º: Retiramos toda camada de proteção mecânica desgastada anterior, juntamente com a impermeabilização de manta asfáltica

Figura 26 – Etapa 1



Fonte: Autores (2022)

2º etapa: Regularizamos a superfície, onde vai ser executado a impermeabilização, como podemos visualizar na figura. Utilizamos argamassa (cimento + areia média + água) preparado em obra, verificando e corrigindo a declividade, deixando-a com 1%, escoando em direção aos drenos.

Figura 27 - Etapa 2



Fonte: Autores (2022)

Antes de iniciar essa etapa, é necessário garantir que a superfície esteja limpa, seca, isento de corpos estranhos ou pontudos.

3º etapa: Aplicamos o primer, com o auxílio de uma broxa de forma homogênea, para imprimação da superfície, nos proporcionando um alto poder de aderência para colagem da manta asfáltica. Podemos observar a aplicação da primeira demão na figura

Figura 28 - Etapa 3



Fonte: Autores (2022)

Após a aplicação do primer, esperamos a secagem para iniciarmos a execução da manta asfáltica. É recomendado que a aplicação da manta seja efetuada em temperaturas ambientes acima de 5°C.

4º etapa: Aplicamos a manta asfáltica com a utilização de um maçarico, conforme figura 27, direcionando a chama para aquecer de forma simultânea o primer e a face de aderência da manta, derretendo parte da manta e fixando na superfície.

Figura 29 – Etapa 4



Fonte: Autores (2022)

De modo a evitar bolhas de ar, no momento da aplicação, pressionamos a manta do centro para as extremidades. Atentando também as sobreposições não deixando inferior à 10 cm, e selando as emendas com uma colher de pedreiro.

5º etapa: Após a conclusão da impermeabilização, é necessário realizar o teste de estanqueidade, obstruindo todos os drenos e deixando uma lâmina d'água, com altura aproximada de 5 cm, durante 72 h, com esse procedimento, conseguimos verificar se ainda existe vazamentos, tendo ocorrido, o indicado é realizar novamente o procedimento desde a primeira etapa.

Figura 30 - Etapa 5



Fonte: Autores (2022)

Não foi necessário recompor todo o ambiente afetado, visto que as áreas infiltradas não afetaram todo revestimento, visto isso prosseguimos com o reparo pontal utilizando massa corrida e pintura, conforme figura 17, para aplicação de nova massa.

Figura 31 – Etapa 6



Fonte: Autores (2022)

Utilizamos massa acrílica, que é a mais resistente a umidade, e finalizamos o acabamento com pintura de toda a parede com tinta acrílica premium fosca.

Figura 32 – Etapa 7



Fonte: Autores (2022)

8. CUSTOS PARA MEDIDAS ADOTADAS

Realizou-se uma proposta dentro da LPU (Lista de Preços Unitários), conforme negociação de contrato, baseados nos custos para realização de manutenção corretiva do problema em questão. Na figura “31”, pode-se analisar o resumo orçamentário, com a receita aprovada neste processo.

Figura 33 – Resumo orçamentário

Agência	Nome da agência	Avaria	Data
6389		21846550	31/07/20

Item	Descrição do serviço	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor Total
16	DEMOLIÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO + PROTEÇÃO C/ TRANSP. (*)	40	M2	R\$ 30,07	R\$ 1.202,84
89	RETIRADA E RECOLOCAÇÃO DE CAIXA D'ÁGUA PARA IMPERMEABILIZAÇÃO	2	UN	R\$ 271,06	R\$ 542,12
90	RETIRADA E RECOLOCAÇÃO DE CONDENSADORAS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO (até 4 equipamentos)	1	VB	R\$ 3.470,40	R\$ 3.470,40
318	REGULARIZ. IMPERM. E=5CM (LAJES) (*)	40	M2	R\$ 48,96	R\$ 1.958,41
314	IMPERMEABILIZACAO FLEXIVEL DE LAJE DE COBERT(*)	40	M2	R\$ 52,98	R\$ 2.119,31
310	FORNEC. E APLIC. PROTECAO MEC. HORIZONTAL -7A(*)	40	M2	R\$ 40,63	R\$ 1.625,35
1.124	RETIRADA DE ENTULHO/BOTA-FORA COM DESCARTE ATÉ 5M³	1	UN	R\$ 562,60	R\$ 562,60
519	CAIXA D'ÁGUA DE POLIETILENO 1000L TIGRE	1	UN	R\$ 936,56	R\$ 936,56
3	ANDAIME TUBULAR - LOCACAO, MONTAGEM E DESMONT.	6	M	R\$ 45,18	R\$ 271,06
356	MASSA UNICA (*)	20	M2	R\$ 37,05	R\$ 740,94
1.122	CALAFETAÇÃO DE CALHA COM VEDACALHA OU SIMILARES	10	M	R\$ 42,20	R\$ 421,95
307	RUFO CHAPA GALV. C=60CM E=0,5 MM	21	M	R\$ 74,11	R\$ 1.556,28

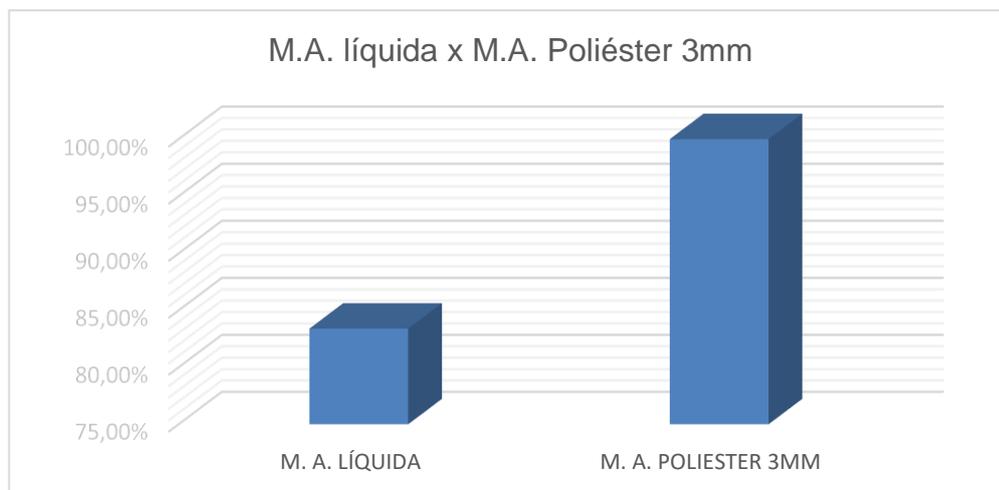
Fonte: Autores (2022)

Na imagem demonstrada acima, podemos identificar que a maior parte do custo deste serviço de impermeabilização está aplicado nos materiais utilizados para impermeabilização com manta asfáltica.

Comparando o custo do sistema de impermeabilização que utilizamos nesta obra com impermeabilização com manta líquida, que também é bastante utilizado. identificou-se que reduziríamos os custos em quase 17%, como podemos observar no gráfico abaixo, porém a durabilidade muda muito entre os dois sistemas.

Onde a impermeabilização com manta asfáltica líquida tem durabilidade entre 5 e 7 anos, e a impermeabilização com manta asfáltica de poliéster 3 mm dura de 10 à 20 anos.

Figura 34 – Comparativo de custos entre sistema de impermeabilização mais utilizados



Fonte: Autores (2022)

9. CONCLUSÕES

Para se obter um bom resultado o caminho traçado deve ser planejado e executado de forma clara e sucinta. Na engenharia ocorre da mesma forma, pois a importância de um projeto bem elaborado e bem executado reduz os custos de forma bem significativa.

As manifestações patológicas existentes quando não é eliminada acaba gerando custos para as empresas e/ou moradores, fazendo com que um projeto harmonioso seja transformado em um local muitas vezes até doentio como os mofos e bolores quando não se é tratado. Podemos dizer também que as infiltrações quando não são corrigidas acabam acarretando outras séries de manifestações patológicas, podendo até mesmo danificar a estrutura da edificação.

No estudo de caso, identificou-se que existem várias formas e métodos para eliminar as manifestações que estavam existentes na agência como as trincas e fissuras. O uso de bons materiais impermeabilizantes e a manutenção corretiva realizada por bons profissionais faz toda a diferença para se obter uma vida útil da agência. Salientando que a realização da manutenção preventiva é sempre a melhor forma de reduzir os custos e futuros transtornos.

10. REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574: Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9685: Emulsão asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9686: Solução e emulsão asfálticas empregadas como material de imprimação na impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9910: Asfaltos modificados para impermeabilização sem adição de polímeros - Características de desempenho**. Rio de Janeiro, 2002.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952: Manta asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2014.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11905: Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2015.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13121: Asfalto elastomérico para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2009.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13724: Membrana asfáltica para impermeabilização com estrutura aplicada a quente**. Rio de Janeiro, 2008.
- QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. Santa Maria: UFSM, 2007. 94 f. **Dissertação de Mestrado** – Universidade Federal de Santa maria, 2007.
- BRAGA, N. M. T. **“Patologias nas construções: Trincas e fissuras em edifícios”**. UFMG, 2010.
- CÁNOVAS, Manuel F. **Patologia e terapia do concreto armado**; tradução de M.Celeste Marcondes, Beatriz Cannabrava. São Paulo: PINI, 1988.
- SOARES, F. F. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. Universidade federal do Rio de Janeiro, 2014

SOUZA, M. F. (2008) "**Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**", **Monografia de Especialização em Construção Civil - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.**

LERSCH, I. M. (2003) "**Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**", **Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.**

<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm> > Acesso em 05 de abr. 2022.

<https://www.ufjf.br/nugeo/files/2013/06/Marangon-Cap%203%20aditulo-03-Compressibilidade-e-Adensamento-2018-at%20a9-pag-84.pdf> > Acesso em 05 de abr. 2022.

<https://engenharia360.com/o-que-e-raa-a-reacao-alkali-agregado/> > Acesso em 05 de abr. 2022.

https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf > Acesso em 06 de abr. 2022.

<https://www.projetoconstrucaomais.org/post/conhe%20as-principais-patologias-que-podem-ocorrer-em-sua-obra> > Acesso em 06 de abr. 2022.

<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/entendendo-as-trincas-e-fissuras/> > Acesso em 06 de abr. 2022.

SENA, Gildeon Oliveira; NASCIMENTO Matheus Leoni Martins; NETO Abdala Carin Nabut **Patologia das Construções Editora 2B Educação.**