

**REDE DE ENSINO DOCTUM
UNIDADE JOÃO MONLEVADE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**GILMAR CRISPIM DOS SANTOS FERREIRA
VINICIUS FRAGA RODRIGUES**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS DECORRENTES DE
INFILTRAÇÕES NAS EDIFICAÇÕES**

JOÃO MONLEVADE

2019

**GILMAR CRISPIM DOS SANTOS FERREIRA
VINICIUS FRAGA RODRIGUES**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS DECORRENTES DE INFILTRAÇÕES NAS
EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de bacharel em Engenheiro Civil no curso de Engenharia Civil, da Faculdade Doctum de João Monlevade.

·
Orientador: Prof. Esp. Eduardo José Quaresma

**JOÃO MONLEVADE
2019**

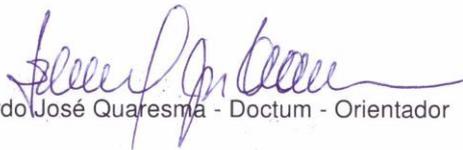
**GILMAR CRISPIM DOS SANTOS FERREIRA
VINICIUS FRAGA RODRIGUES**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS DECORRENTES DE INFILTRAÇÕES NAS
EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Civil no curso de
Engenharia Civil, da Faculdade Doctum
de João Monlevade.

João Monlevade, 12 de Dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Eduardo José Quaresma - Doctum - Orientador



Albênio Thales Artuso Portes - Doctum - Avaliador



Georges Demetre Alexandris Castro - Doctum - Avaliador

Dedicamos esta conquista aos nossos pais, irmãos e toda a nossa família, aos professores da DOCTUM, aos nossos colegas e amigos e às demais pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre nos dar forças para que possamos superar os obstáculos e alcançar nossos objetivos.

Aos nossos pais Lucia e Jairo (em memória) e Edmilson e Vera por nos ensinarem os valores importantes da vida, que foram à base para que nos tornassem cidadãos de bem.

Aos nossos irmãos que sempre acreditaram e torceram por nós.

Ao professor orientador Eduardo Jose Quaresma pela dedicação para conclusão deste trabalho.

E, finalmente, a todos os colegas que acreditaram na realização do nosso sonho.

RESUMO

A impermeabilização, por falta de conhecimento e contenção de custos, vem sendo relegada, mesmo sabendo dos danos que sua falta causa, que vão de danos materiais a danos à saúde causados por mofo e umidade. Os métodos de impermeabilização, por sua grande variedade e complexidade exigem uma mão de obra especializada para sua execução, o conhecimento do tipo e a que se destina uma edificação é fundamental para se determinar o sistema de impermeabilização a ser adotado, rígido ou flexível. Assim, será feita uma pesquisa geral sobre os sistemas impermeabilizantes, seus processos, a importância dos projetos, os tipos, as causas mais comuns e por fim a aplicação dos diversos tipos de impermeabilização. O estudo de caso abordado neste trabalho trata de uma manutenção no reboco de uma residência com patologias, devida à umidade provinda do solo, em que foi utilizada argamassa impermeável para a solução. Foi descrito os procedimentos executivos da impermeabilização e levantado o custo da mesma.

Palavras-chave: Impermeabilização.Custos.Projetos.Argamassa impermeabilizante.

ABSTRACT

The waterproofing, for lack of knowledge and cost containment, has been relegated, even though the damage they cause their lack, ranging from damage to health to damage from mold and moisture. The waterproofing methods, in great variety and complexity require skilled labor for its implementation, knowledge of the type and intended a building is crucial to determine the waterproofing system to be adopted, rigid or flexible. Therefore, a general search will be made on the waterproofing systems, their processes, the importance of the projects, the types, the most common causes and finally the application of the various types of waterproofing. The case study presented in this work is a maintenance in the plaster of a residence with pathologies, due to moisture stemmed soil, where it is used waterproof mortar for the solution. Described the executive procedures of sealing and raised the cost of same.

Keywords: Waterproofing. Costs. Projects. Waterproof Mortar.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Capilaridade.....	19
Figura 2 - Infiltração por capilaridade externa	20
Figura 3 - Infiltração por capilaridade interna	20
Figura 4 - Percolação por esquadria	22
Figura 5 - Impermeabilização de subsolos em terreno úmido	31
Figura 6 – Planta baixa	36
Figura 7 - Parede com manchas, fungos	37
Figura 8 - Paredes reboco desagregando.....	38
Figura 9 - Paredes com manchas e reboco desagregando.....	38
Figura 10 - Paredes com manchas	39
Figura 11 - Parede sendo impermeabilizada.....	40
Figura 12 - Parede sendo impermeabilizada até a altura de 1,2m	40
Figura 13 - Antes e depois de reparação de parede com manchas e fungos	41
Figura 14 - Antes e depois de parede com mancha e desagregação do concreto e pintura	42
Figura 15 - Parede com manchas antes e depois da recuperação	43
Figura 16 - Antes e depois de parede com desagregação do reboco	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Altura de ascensão da água nas paredes.....	19
Tabela 2 - Origem da umidade nas construções.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 3 - Ação dos agentes e soluções	30
Tabela 4 - Material gasto.....	44
Tabela 5 - Mão de obra	45
Tabela 6 – Total gasto.....	45
Tabela 7 - Material que deveria ser gasto	45
Tabela 8 - Mão de obra	45
Tabela 9 - Total gasto	46
Tabela 10 - Material desperdiçado	46
Tabela 11 - Mão de obra	46
Tabela 12 - Total gasto	47
Tabela 13 - Valores totais	47
Tabela 14 - Prejuízo da obra.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
Objetivos Específicos	16
1.2 JUSTIFICATIVA	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 ORIGENS DA UMIDADE NAS CONSTRUÇÕES	17
2.2 DIAGNÓSTICO DE INFILTRAÇÃO.....	18
2.2.1 Umidade por capilaridade.....	18
2.2.2 Umidade por construção	20
2.2.3 Umidade por precipitação	21
2.2.4 Umidade por percolação.....	21
2.3 OS PRINCIPAIS EFEITOS CAUSADOS NA EDIFICAÇÃO DEVIDO À UMIDADE	23
2.4 AS NORMAS VIGENTES PARA UMA IMPERMEABILIZAÇÃO ADEQUADA	26
2.5 CONCEITOS E TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	27
2.5.1 Impermeabilização rígida.....	28
2.5.2 Impermeabilização elástica	28
2.6 ESTRUTURAS ENTERRADAS.....	30
2.7 DESEMPENHO	31
3 METODOLOGIA	33
3.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA.....	33
3.2 PLANO DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS	34
3.2.1 Estudo dos aspectos gerais das manifestações patológicas	34
3.2.2 Estudo dos métodos de correção.....	34
3.2.3 Análise e conclusão da obra	34
4 ESTUDO DE CASO – RECUPERAÇÃO DE PAREDES COM PROBLEMAS COM UMIDADE PROVINDA DO SOLO	35
4.1 DADOS DA RESIDÊNCIA.....	35
4.2 DESCRIÇÃO DA OBRA	35
5 RESULTADOS	
5.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCORRIDAS DEVIDO A UMIDADE NA RESIDÊNCIA	37
5.2 METODOS DE CORREÇÃO.....	

5.3 LEVANTAMENTO E ANALISE DOS CUSTOS DA OBRA.....	44
6 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	

1 INTRODUÇÃO

A impermeabilização surgiu como forma de proteção das estruturas das edificações contra a umidade.

Com o aparecimento de patologias, apareceram novos métodos e produtos para tratar o assunto e também tem como prioridade isolar as partes construtivas do edifício contra a degradação que a umidade pode causar nas mesmas.

A importância de se impermeabilizar a construção ganhou destaque e começou a ser normatizada, foi aí onde surgiu o Instituto Brasileiro de Impermeabilização que busca através de estudos a importância da impermeabilização, apesar dos estudos realizados, do surgimento de tecnologias que inovaram os produtos que são utilizados e da obrigatoriedade do projeto de impermeabilização, pode-se afirmar que a impermeabilização não está presente em todas as obras recebe algum tipo de revestimento, o que a torna imperceptível, além disso, por não ter função estrutural, acaba sendo deixada de lado.

De acordo com Siqueira Filho (2008), o primeiro e principal conceito que deve ser assimilado é o de que impermeabilização é o envelope da edificação. Com isso o citado autor quer dizer que a impermeabilização visa blindar os ambientes de patologias que podem surgir com infiltrações de água associado ao oxigênio e outros agentes agressivos presentes na atmosfera, como gases poluentes chuvas ácidas ozônio etc. Tal procedimento é necessário, pois os principais materiais utilizados nas edificações sofrem processo de deterioração e degradação quando sobre ação de um meio agressivo.

Percebe-se que o excesso de umidade está presente nas construções e que os custos para o tratamento de tais patologias após o término da obra ou durante sua vida útil e maior além de trazer transtornos aos seus usuários e se não corrigida adequadamente pode trazer transtornos maiores como a degradação da estrutura.

Assim, será feito um estudo geral sobre os sistemas impermeabilizantes, seus processos, a importância dos projetos, os tipos, e por fim a aplicação dos diversos tipos de impermeabilização cuja principal função é trazer conforto para os usuários e longevidade para a estrutura. E ainda um estudo de caso de uma reforma na residência, localizada na Rua Inglaterra número: 205, bairro Teresópolis na cidade João Monlevade-MG. A obra teve início no dia 24 de junho de 2019 e foi finalizada no dia 12 de setembro de 2019.

1.1 OBJETIVOS

Pesquisar as metodologias utilizadas no processo de projetos e execução de impermeabilização de edifícios residenciais.

Objetivos Específicos

- Identificar os principais tipos de infiltração que ocorrem nas construções;
- Identificar as principais patologias causadas pela infiltração;
- Analisar os métodos de impermeabilização existentes mais adequados;
- Realizar estudo de caso para identificação da patologia demonstrando os métodos de execução utilizados e soluções adotadas durante a fase de desenvolvimento do projeto;
- Correlacionar o custo/benefício com o intuito de justificar o custo com a impermeabilização.

1.2 JUSTIFICATIVA

As causas de patologias na construção civil devido a infiltrações e umidade estão relacionadas a descuidos na construção e pela utilização de material não adequado para impermeabilização, ou pela não utilização de qualquer material. E para solucionar problemas de infiltração e umidade na construção é necessário tomar alguns cuidados, utilizando produtos específicos e técnicas de impermeabilização.

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2003), a impermeabilização é um produto resultante de um conjunto de elementos construtivos que tem por objetivo proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade; produto (conjunto de componentes ou o elemento) resultante destes serviços.

Tendo como objetivo as patologias causadas pela infiltração trataremos pesquisa a fim de detectar e reconhecer os principais motivos dessas patologias, produtos específico e métodos de aplicação viáveis para solucionar tais problemas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A infiltração pode ser caracterizada como a passagem da água do meio exterior para o interior, ou em sentido contrário, nos seus estados líquido e gasoso, que penetra nas paredes por capilaridades através de fissuras ou poros existentes no material. Há vários tipos de infiltrações que afeta a estrutura física da obra, em especial, os materiais utilizados para a sua construção como, por exemplo, a pintura, o aço, entre outros.

Essencialmente, a água poderá ocasionar a infiltração através de três caminhos distintos: por meio de trincas e rachaduras, pelos poros do material e ainda por falhas que este material possua como, por exemplo, brocas, ninhos no concreto e fendas junto às armaduras. Os principais vilões dessas infiltrações são os vícios construtivos, ou seja, defeitos originados no próprio processo construtivo (erro de projeto ou de execução) ou adquiridos ao longo do tempo (desgastes naturais, utilização, manutenção ineficiente, agressões).

2.1 ORIGENS DA UMIDADE NAS CONSTRUÇÕES

De acordo com Souza (2008), nas edificações, as ocorrências de patologias mais comuns são devido à infiltração de água. Esses defeitos geram problemas e danos graves e de difíceis soluções, tais como:

- Prejuízos de caráter funcional da edificação;
- Desconforto dos usuários podendo afetar a saúde dos moradores;
- Danos em equipamentos e financeiros.

Segundo Verçoza (1991), a umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

Por isso, estas inúmeras causas e manifestações de umidade e a frequência de ocorrência da mesma tornam um estudo à parte sobre ela necessário.

2.2 DIAGNÓSTICO DE INFILTRAÇÃO

Para diagnosticar um problema de infiltração com mais eficácia, é importante compreender o comportamento da água no decorrer desse fenômeno.

Pode se afirmar que umidade ocorre nas construções por falhas nos métodos de construção e as principais formas de se manifestar são:

- Umidade por capilaridade;
- Umidade de construção;
- Umidade de precipitação;
- Umidade por percolação.

2.2.1 Umidade por capilaridade

Entende-se por capilaridade o fenômeno da ascensão da água, através de uma tensão superficial, diretamente relacionada à viscosidade do líquido. Na construção civil, essa patologia ocorre devido à descontinuidade dos materiais utilizado, formando uma série de espaços vazios que são tomados pela água. Esse fenômeno normalmente ocorre nos pavimentos em contato com o solo (CECHINEL *et al*, 2011).

Segundo Barroso *et al* (2015), a capilaridade pode atingir até a altura de um metro em relação ao piso. Frequentemente, as patologias causadas são manchas nas paredes junto ao solo, eflorescência e se houver pouca ventilação propicia ainda a existência de vegetação parasitária no local.

Segundo Eichler (1973), a capilaridade de água nas paredes pode ocorrer até alturas significativas e é inversamente proporcional ao diâmetro dos seus poros, ou seja, quanto menor o seu diâmetro, maior é a altura que a água poderá atingir. Estes condutos capilares são canais de diâmetro finíssimo, que serpenteiam através dos materiais com uma rede de conexões com ar entre si, saturando os materiais com água que avança vencendo a força da gravidade podendo atingir grandes alturas, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Altura de ascensão da água nas paredes.

Diâmetro dos capilares (mm)	Altura máxima		
	Milímetro	Centímetro	Metro
1,00	15	1,5	0,015
0,01	1500	150	1,5
0,0001	150000	15000	150

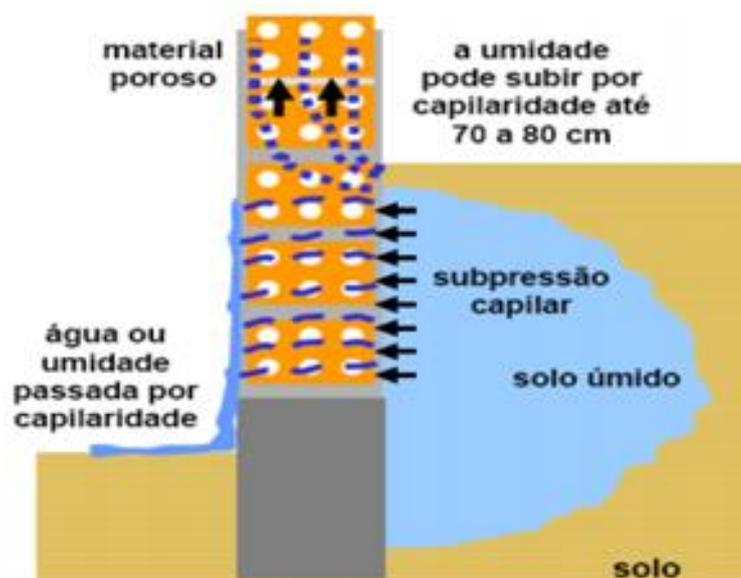
Fonte: EICHLER (1973).

Outros fatores que também influenciam nesta altura, de acordo com Eichler (1973), são:

- A quantidade d'água que está em contato com a parede;
- As condições de evaporação desta água através da própria parede;
- A espessura da parede;
- A permeabilidade do material.

Segundo Pozzobon (2007), a capilaridade ocorre através dos poros dos materiais, pela ação da tensão superficial, onde a situação mais característica é a presença de umidade do solo que se eleva no material, em geral 70 a 80 cm, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Capilaridade



Fonte: POZZOBON, 2007.

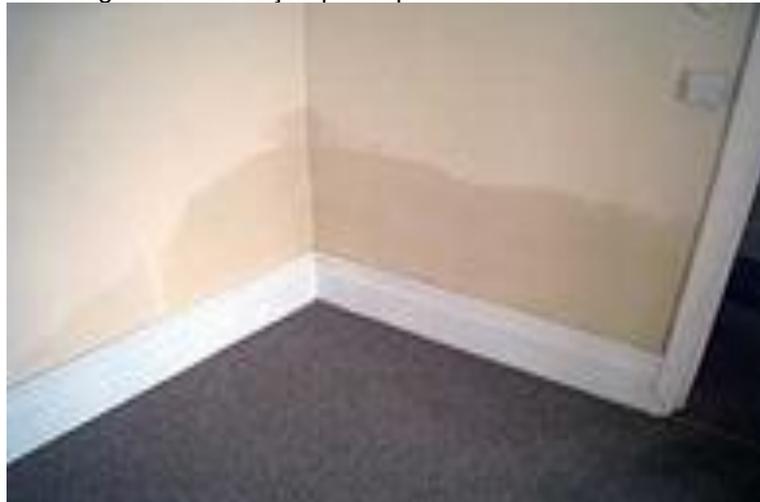
As Figuras 2 e 3 ilustram essa patologia.

Figura 2 - Infiltração por capilaridade externa



Fonte: SOLUENGE (2011).

Figura 3 - Infiltração por capilaridade interna



Fonte: UROTEX (2015).

2.2.2 Umidade por construção

A umidade por construção existe em todas as construções, devido aos métodos construtivos terem a necessidade de se utilizar água para serem realizados corretamente. Esta água eventualmente irá evaporar-se, se não for corretamente tratada, através de uma ventilação eficaz, pode vir a danificar a estrutura do edifício.

De acordo com Cechinel *et al.* (2011), a umidade na construção é causada devido à falha no processo de cura de alguns revestimentos utilizados na construção civil. No geral, o processo de secagem se dá em três etapas: secagem superficial aparente, a água contida nos poros de maior diâmetro evapora em um processo

demorado e, por último, a água reprimida nos poros menores começar a liberar umidade. Esse processo pode durar anos e quando se manifestam como patologias geralmente vêm acompanhadas de um momento climático mais úmido, por exemplo, a umidade que se manifesta no reboco de alvenarias.

2.2.3 Umidade por precipitação

A patologia está diretamente relacionada a chuva e vento e quando ocorre estes fenômenos simultaneamente ele produz uma força horizontal muito elevada e, com isso, as gotas podem penetrar em falhas no revestimento, rejuntamento ou fissuras na edificação.

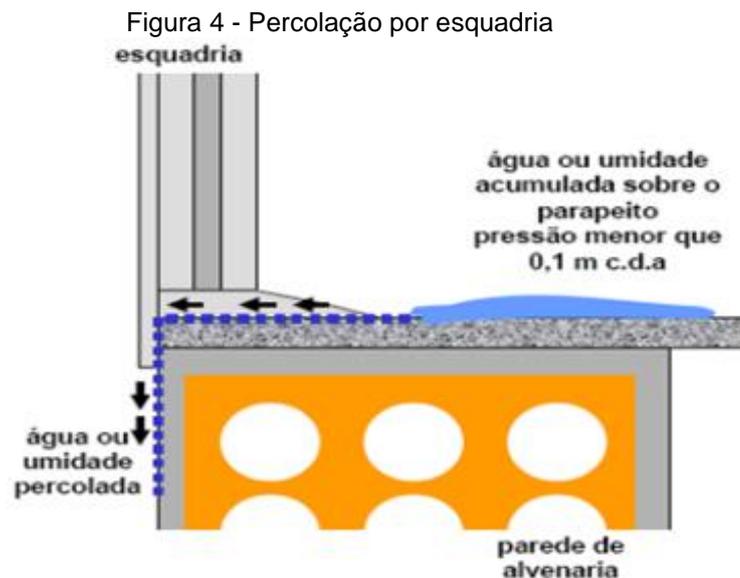
A precipitação ainda pode causar infiltrações nas lajes mais expostas, como coberturas, solários e reservatórios superiores, mas isso só ocorre quando acompanhado de falhas de impermeabilização.

Segundo Nappi (2002), a chuva em si não se constitui em problema para a construção. No entanto, quando está acompanhada pelo vento, gera uma componente horizontal tanto maior quanto maior for a sua intensidade. A ação da água da chuva sobre uma parede pode assumir diversas componentes. A energia cinética das gotas de água pode provocar penetração direta sempre que haja incidência dessas gotas nas fissuras ou em juntas mal vedadas. Também, esta ação contínua da chuva pode formar uma cortina de água, que ao escorrer pela parede, pode penetrar nela por efeito da gravidade, como resultado da sobre pressão causada pelo vento ou por ação da capilaridade dos materiais.

2.2.4 Umidade por percolação

Para Verçosa (1985), a umidade se manifesta pela passagem da água através de uma transmissão grão a grão, tipo uma osmose. Esse fenômeno é conhecido como percolação. Na construção civil, entende-se como a capacidade da água atravessar um meio, sendo capaz de encharcar uma parede inteira.

De acordo com Pozzobon (2007), percolação ocorre quando a água escoar por gravidade livre da ação de pressão hidrostática, situação muito comum em lâminas de água sobre terraços e coberturas, como pode ser observado na Figura 4.



Fonte: POZZOBON (2017).

Verçoza (1991) e Klein (1999) afirmam que a umidade oriunda pela execução da construção é aquela necessária para a obra, mas que desaparece com o tempo (cerca de seis meses). Elas se encontram dentro dos poros dos materiais, como as águas utilizadas para concretos e argamassas, pinturas, etc.

Em se tratando da umidade por capilaridade, os autores citados anteriormente, expõem que se trata da umidade que sobe do solo úmido (umidade ascensional). Ela ocorre nos baldrame das edificações, devido às próprias condições do solo úmido, assim como a falta de obstáculos que impeçam a sua progressão.

Também ocorre devido aos materiais que apresentam canais capilares, por onde a água passará para atingir o interior das edificações. Têm-se como exemplos destes materiais os blocos cerâmicos, concreto, argamassas, madeiras, etc.

Verçoza (1991) comenta que é de difícil identificação do local e de sua correção. Isso se deve ao fato destes vazamentos estarem na maioria das vezes encobertos pela construção, sendo bastante danosos para o bom desempenho esperado da edificação. Já a umidade de condensação possui uma forma bastante diferente das outras já mencionadas, pois a água já se encontra no ambiente e se deposita na superfície da estrutura e não mais está infiltrada. Na Tabela 2 se tem a relação das origens com os locais onde podem ser encontradas.

Tabela 2 - Origem da umidade nas construções

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto
	Confecção de argamassas
	Execução de pintura
	Cobertura(telhados)
Umidade oriunda de chuvas	Paredes
	Lajes e terraço
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
	Paredes
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgoto	Telhados
	Pisos
	Terraços
	Paredes, forros e piso
	Peças com pouca ventilação
Umidade de condensação	Banheiros, cozinha e garagem

Fonte: ADAPTADA DE KLEIN (1999).

2.3 OS PRINCIPAIS EFEITOS CAUSADOS NA EDIFICAÇÃO DEVIDO À UMIDADE

De acordo com Verçoza (1991), a ausência de impermeabilizantes nas áreas molhadas pode causar os seguintes problemas: goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorcências, criptoflorcências, gelividade e deterioração.

Os tipos de patologias estudados são:

- a) Goteiras e manchas - quando a água atravessa uma barreira, ela pode, no outro lado, ficar aderente e ocasionar uma mancha; ou, se a quantidade é maior, gotejar, ou até fluir. Em qualquer dos casos, numa construção, estes são defeitos que só raramente podem ser admitidos. A umidade permanente deteriora qualquer material de construção, e sempre desvaloriza uma obra.

Goteiras e manchas são defeitos mais comuns das infiltrações e que se procura sustar com a impermeabilização.

- b) Mofo e apodrecimento - o apodrecimento da madeira é devido ao mofo e bolor. O mofo e o bolor são fungos vegetais cujas raízes, penetrando na madeira, destilam enzimas ácidas que a corroem. Até mesmo nas alvenarias eles causam danos, porque eles também ali aderem, escurecendo as superfícies e, com o tempo, desagregando-as. Sendo vegetais, esses fungos precisam de ar e água. Não proliferam em ambientes absolutamente secos. Logo, o mofo e o apodrecimento também são decorrentes da umidade. A eliminação do mofo não é fácil. Para evitar que apareça é preciso eliminar a umidade, o que se consegue com impermeabilizações e com ventilação, que secam as superfícies e removem os esporos (sementes). Mas depois que as raízes atingem maior profundidade é difícil destruí-las.
- c) Ferrugem – oxidação é a transformação lenta de um metal em seus óxidos. No caso do ferro e aço a oxidação toma o nome de ferrugem. A úmida dá condições favoráveis para o aparecimento da ferrugem. Por isso deve-se sempre procurar obter concreto impermeável: se a umidade penetrar até a armadura, facilmente aparece a ferrugem que, ao aumentar de volume, arrebenta o revestimento do concreto armado. Muito mais grave ainda é quando o concreto contém substâncias que se tornam oxidantes ao contato com a água. O cloreto de cálcio, por exemplo, muito usado como aditivo acelerador de pega do concreto, ao contato com a água pode originar ácido clorídrico, que corrói as armaduras rapidamente.
- d) Carbonatação do Concreto - A reação do cimento com a água resulta em compostos hidratados. Na confecção do concreto, normalmente adiciona-se um excedente de água de amassamento necessária para sua mistura e trabalhabilidade. Assim, obtém-se um concreto compacto e denso, porém poroso. A elevada alcalinidade do concreto (pH entre 12 e 14) deve-se principalmente ao hidróxido de cálcio resultante da reação do cimento. O hidróxido de cálcio, em combinação com os hidróxidos ferrosos do aço, forma uma capa passivadora, composta de óxidos compactos e contínuos, que mantém a armadura protegida, mesmo em concretos com elevada umidade. A carbonatação do concreto, notadamente em concretos porosos ou com baixo revestimento das armaduras reduz a alcalinidade do concreto para valores de pH

inferiores a 10, tendo como consequência a destruição da capa passivadora da armadura, permitindo a início do processo de corrosão, quando em presença de água (eletrólito), oxigênio e diferença de potencial da armadura.

- e) Bolor - O desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações é ocorrência comum em climas tropicais. O bolor está associado à existência de alto teor de umidade no componente atacado e no meio ambiente, podendo interferir na salubridade e habitabilidade da edificação. Também pode ocorrer o emboloramento em paredes com umidade provocada por vazamentos ou infiltrações. Os fungos têm seu desenvolvimento bastante afetado pelas condições ambientais, notadamente pela umidade e temperatura. Sua manifestação ocorre em ambientes com elevado teor de umidade ou ambiente com elevada umidade relativa do ar (acima de 75%). Desenvolvem-se bem entre temperaturas de 10 a 35° C. Estas condições ambientais são genéricas, pois mesmo fora destes referenciais, podem ocorrer emboloramento, dependendo da espécie de fungos consideradas.
- f) Degradação das pinturas e revestimentos - A água também pode já estar presente na edificação através da umidade dos materiais de construção, utilizados na sua construção. A umidade degrada uma série de componentes de uma construção, inclusive das pinturas, revestimentos de papel de parede, laminados decorativos, madeira, etc., tanto pela ação direta da água, como pela dissolução dos sais presentes nos materiais de construção. As patologias mais observadas são manifestadas nas pinturas, dentre as quais são citadas:
- g) Eflorescências - Manchas esbranquiçadas que surgem na pintura provocada pela lixiviação dos sais solúveis das argamassas e alvenarias. Os principais sais solúveis presentes na alvenaria e argamassa de revestimentos podem ser classificados como os carbonatos (cálcio magnésio, potássio, sódio), hidróxidos de cálcio, sulfatos (cálcio, magnésio, potássio, sódio), cloretos (cálcio, magnésio) e nitratos (potássio, sódio, amônia).
- h) Desagregação - Caracteriza-se pela destruição da pintura que se esfarela, destacando-se da superfície, podendo inclusive, destacar com parte do reboco. Normalmente é causado pela reação química dos sais lixiviados, pela ação da água que ataca as tintas ou adesivos de revestimentos.
- i) Saponificação - Manifesta-se pelo aparecimento de manchas na superfície pintada, frequentemente, provocando o destacamento ou degradação das

pinturas, notadamente as do tipo PVA, de menor resistência. A saponificação também ocorre, devido a alta alcalinidade do substrato, que pode ter se manifestado pela eflorescência dos sais altamente alcalinos.

- j) Bolhas - O maior poder impermeabilizante, de alguns tipos de tintas e adesivos de revestimentos, dificulta a dissipação do vapor de água ou a própria água encontrada no substrato, podendo provocar o deslocamento e formação de bolhas nas pinturas ou revestimentos. Normalmente ocorrem em tintas alquídicas (esmaltes, óleo), epóxi, hypalon, bem como perda de propriedades adesivas de colas de revestimentos de papéis, vinílicos, laminados, etc.
- k) Bolor - A absorção ou presença de umidade nas tintas, notadamente dos tipos PVA, em função das resinas e aditivos da formulação (espessantes, plastificantes, etc.), proporcionam condições adequadas para o surgimento e crescimento de colônias de fungos e bactérias, notadamente em ambientes pouco ventilados e luminosos.
- l) Destacamento - É provocado pela reação dos sais das eflorescências lixiviados até a interface das pinturas, prejudicando sua aderência.

2.4 AS NORMAS VIGENTES PARA UMA IMPERMEABILIZAÇÃO ADEQUADA

A NBR 9575 (ABNT, 2003), em seu item 3.49, estabelece as exigências e recomendações relativas à seleção e projeto de impermeabilização, para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como a salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a ser garantida a estanqueidade das partes construtivas que a requeiram.

Conforme Guedes (2004), fica estabelecido que os serviços de impermeabilização tenham em mira realizar obra estanque, isto é, assegurar mediante emprego de materiais impermeáveis e de outras disposições, a perfeita proteção da construção contra a penetração de água.

A atividade de impermeabilização é entendida de forma simplória, como a adoção de técnicas com o objetivo de formar uma barreira química ou física, contra a passagem da água (STORTE, 1989).

No entanto, a impermeabilização tem uma função muito mais importante, que é a de proteger os materiais de construção, contra a degradação provocada pela

água, visto que a maioria deles são suscetíveis à esta degradação, como explica o autor citado anteriormente.

2.5 CONCEITOS E TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo com Guedes (2004), o tipo adequado de impermeabilização será determinado segundo três maneiras distintas de solicitação imposta pela água:

1. Impermeabilização contra água sob pressão, confinada ou não, exercendo pressão superior a 1 kPa, conforme o item 2.2 da NBR 8083 (1983). O mesmo autor cita os tipos de impermeabilização contra água sob pressão:
 - a. Concreto impermeável;
 - b. Argamassa impermeável;
 - c. Membrana asfáltica;
 - d. Membrana de polímeros.
2. Impermeabilização contra água de percolação, atuando sobre a superfície, não exercendo pressão hidrostática superior a 1 kPa, segundo o item 2.1 da NBR 8083 (1983). Guedes (2004) cita os tipos de impermeabilização contra água de percolação:
 - a. Concreto impermeável;
 - b. Argamassa impermeável;
 - c. Membrana asfáltica;
 - d. Membrana de polímeros;
 - e. Manta asfáltica e polimerizada;
 - f. Manta polimérica.
3. Impermeabilização contra a umidade do solo. Segundo o autor citado acima, os tipos de impermeabilização com umidade do solo são:
 - a. Concreto impermeável;
 - b. Argamassa impermeável.

Para Cunha e Neumann (1979), relativamente às formas de execução, existem três tipos de impermeabilizações: rígidas, plásticas ou elásticas e laminares.

Segundo Yazigi (2004), basicamente existem os seguintes sistemas:

- Membrana flexível moldada in loco: Emulsões asfálticas;
 - Soluções asfálticas;
 - Emulsões acrílicas;

- Asfaltos oxidados + Estrutura;
- Asfaltos modificados + Estrutura + Elastômeros em solução (neoprene/Hypalon).
- Manta flexível Pré-fabricada: Mantas asfálticas;
 - Mantas elastoméricas (Butil/EPDM);
 - Mantas poliméricas (PVC).
- Membrana rígida moldada in loco: Cristalização; Argamassa rígida.

De acordo com Ripper (1996), existem dois tipos de impermeabilização: rígidas e elásticas.

2.5.1 Impermeabilização rígida

A NBR 9575 (ABNT, 2003), em seu item 3.54, define impermeabilização rígida como um conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeitas à fissuração.

Conforme Ripper (1996), a impermeabilização rígida é feita com argamassa de cimento, areia e aditivos impermeabilizantes. Apresentam a desvantagem de trincarem quando as bases sobre as quais foram aplicadas não tiverem sido bem dimensionadas ou ficarem expostas a grandes variações de temperatura. Nesse caso aparecem trincas, perdendo-se a eficiência. Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2003), em seu item 4.1.1, a impermeabilização do tipo rígido deve ser de:

- a) argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- b) argamassa modificada com polímero;
- c) argamassa polimérica;
- d) cimento cristalizante para pressão negativa;
- e) cimento modificado com polímero;
- f) membrana epoxídica.

2.5.2 Impermeabilização elástica

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2003), em seu item 3.51, a impermeabilização flexível é um conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração. Conforme Ripper (1996), as desvantagens das impermeabilizações rígidas não ocorrem com as impermeabilizações elásticas, que acompanham esses pequenos movimentos da base sem se romperem.

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2003), em seu item 4.1.2, a impermeabilização do tipo flexível deve ser de:

- a) membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;
- b) membrana de asfalto modificado com adição de polímero elastomérico;
- c) membrana de emulsão asfáltica;
- d) membrana de asfalto elastomérico em solução;
- e) membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado;
- f) membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R), em solução;
- g) membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);
- h) membrana de poliuretano;
- i) membrana de poliuréia;
- j) membrana de poliuretano modificado com asfalto;
- l) membrana de polímero modificado com cimento;
- m) membrana acrílica;
- n) manta asfáltica;
- o) manta de acetato de etilvinila (E.V.A.);
- p) manta de policloreto de vinila (P.V.C.);
- q) manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.);
- r) manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.);
- s) manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R).

De acordo com Pozzobon (2007), a escolha do sistema de impermeabilização mais adequado é função da forma de atuação da água sobre o elemento da edificação e do comportamento físico dos elementos sujeitos a ação da água. Em geral, os sistemas de impermeabilizações adotam mais de uma solução, pois é comum ocorrerem mais de uma forma de atuação da água numa mesma situação. Na Tabela 3 são apresentadas as situações corriqueiras a serem tratadas, levando-se em conta a forma de ação da água e o comportamento dos elementos das edificações, exemplos mais comuns para cada situação e as indicações para se resolver o problema.

Tabela 2 - Ação dos agentes e soluções

Situação	Ação dos agentes	Exemplos típicos	Soluções
Atuação da água	Percolação	Lajes Terraços Coberturas Marquises	Argamassa impermeabilizada Mantas asfálticas Juntas
	Água sob pressão hidrostática	Parapeitos Caixas d'água Cisternas Reservatórios Piscinas	Argamassa impermeabilizada Concreto impermeabilizado Membranas
	Umidade do solo	Muros de arrimo e paredes em subsolo	Argamassa impermeabilizada Concreto impermeabilizado Pinturas asfálticas Drenagem subterrânea
Comportamento dos elementos da edificação	Sujeitos à fissuração e trincamento	Estruturas com fissuras e trincas devido a dilatação/retração, recalques, fadiga e movimentações estruturais	Juntas Membranas Mantas Reforços
	Sujeitos a esforços externos	Fissuras e trincas provocadas por falhas no lançamento, adensamento e cura do concreto, tráfego de veículos, obras vizinhas, etc.	Juntas Membranas Mantas

Fonte: ADAPTADO DE POZZOBON (2007).

Em qualquer situação, é bom ter em mente que a melhor solução é aquela prevista corretamente na fase de projeto e que as alternativas para corrigir problemas pós ocupação são sempre mais complicadas e com custo mais elevado. (POZZOBON, 2007).

2.6 ESTRUTURAS ENTERRADAS

De acordo com Perdigão (2007), englobam-se nas estruturas enterradas todo o parâmetro que está em contato permanente com o solo. Compreendem estruturas

enterradas em edificações: muros de contenção, vigas de fundação, contra piso e lajes de piso. Ainda, o autor acima citado, diz que, podem-se encontrar variadas soluções de impermeabilização para estes casos, são elas: argamassas aditivadas, emulsões betuminosas, membranas de betume produzidos à base de diversos materiais como elastômeros ou plastômeros, membranas líquidas, produzidas também à base de resinas ou de borracha butílica e por último as membranas de PVC.

Conforme Guedes (2004), nos subsolos serão considerados a proteção contra a água subterrânea e sob pressão, levando-se em conta o lençol freático, as águas superficiais de infiltração e a possibilidade de elevação acidental e temporária do nível d'água. Ainda será considerada a proteção contra a umidade ascendente ou de penetração lateral, oriunda de infiltração superficial, absorção do terreno ou capilaridade.

Ripper (1996) sugere executar as fundações com aditivo impermeabilizante e, antes do acabamento do piso, executar uma argamassa com aditivo cobrindo os lados das vigas de baldrame e uma pintura asfáltica espessa até atingir as paredes, formando assim uma vedação horizontal completa e contínua, como pode ser visto na Figura 5.



Fonte: RIPPER (1996).

2.7 DESEMPENHO

O sistema de impermeabilização deve atender às exigências de desempenho, compatíveis com as solicitações previstas em projeto, tais como:

- Resistir às cargas estáticas e dinâmicas;

- Resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato e dos acabamentos ocasionados por variações térmicas;
- Resistir à degradação ocasionada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas decorrentes da ação da água, gases ou ar atmosférico;
- Resistir às pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d'água e umidade do solo;
- Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânica;
- Apresentar vida útil compatível com as condições previstas em projeto;
- Resistir à água de percolação, água de condensação, umidade de solo e à pressão unilateral e bilateral.

3 METODOLOGIA

Com o objetivo de pesquisar as manifestações patológica decorrentes das infiltrações nas edificações, a fim de apresentar soluções técnicas adequadas, para descrevê-las e caracterizá-las, considerando a importância de fazer uma boa impermeabilização nas edificações, o estudo deste tema ganhou destaque e pode afirmar que a impermeabilização não está presente na maioria das construções, pois as mesmas recebem algum tipo de revestimento, o que a torna imperceptível. Além disso, por não ter função estrutural, essa acaba sendo deixada de lado. Este estudo é para analisar e avaliar os métodos mais eficazes para corrigir e evitar as patologias decorrentes da umidade por infiltração.

3.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA

De acordo com Strauss e Corbin (2015), uma pesquisa se define como conjunto de técnicas e procedimentos que são utilizados para se analisar e coletar informações e dados.

A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, com a solução de problemas específicos, envolve verdades e interesses universais. (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Pereira *et al.* (2018) afirma que na pesquisa qualitativa é importante o pesquisador entender, analisar e interpretar sobre o fenômeno estudado.

A pesquisa em desenvolvimento possui caráter qualitativo pois envolve uma abordagem interpretativa, o que significa que seus pesquisadores estudam detalhadamente os fenômenos e os elementos que se envolvem, com objetivo de pesquisar e analisar as manifestações patológicas decorrentes de infiltrações nas edificações, a fim de mostrar soluções e técnicas adequadas para corrigir tais patologias.

Para coletar informações realizaremos um estudo de caso em uma residência situada em João Monlevade no bairro Teresópolis para verificar quais as causas das infiltrações encontradas na residência e qual o método de impermeabilização será adequado para solução de tais patologias encontradas.

3.2 PLANO DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS

O planejamento se inicia com a realização de pesquisa bibliográfica e documental, fazendo o levantamento e organização dos dados. Os dados obtidos serão filtrados e organizados através das imagens obtidas pelo estudo de caso classificando-as conforme cada patologia.

Após a organização dos dados, os mesmos serão analisados conforme sua relevância e especificidade, ou seja, cada solução de impermeabilização será direcionada ao seu problema correspondente.

3.2.1 Estudo dos aspectos gerais das manifestações patológicas

No estudo dos aspectos gerais e das causas prováveis das manifestações patológicas para realização dessa etapa, serão utilizadas as informações obtidas através de um estudo de caso e pesquisas em fontes bibliográficas e documentais tais como: obras literárias, artigos técnicos, científicos e normas técnicas. No estudo de caso serão realizados registros fotográficos através de câmera fotográfica digital.

3.2.2 Estudo dos métodos de correção

Para realização desta etapa, será utilizado o estudo dos aspectos gerais das manifestações patológicas, sendo que para cada manifestação patológica decorrente da infiltração, será analisado o melhor método de correção, baseando-se em estudos de novas tecnologias, de normas vigentes, de referências bibliográficas e a identificação da residência onde será feito o estudo de caso.

3.2.3 Análise e conclusão da obra

Essa etapa apresentará uma análise das ações tomadas no estudo de caso. Os dados obtidos serão analisados conforme suas características, para que seja apresentado as soluções adequadas para tais patologias de forma eficaz.

4 ESTUDO DE CASO – RECUPERAÇÃO DE PAREDES COM PROBLEMAS COM UMIDADE PROVINDA DO SOLO

Para a realização de um estudo de caso, foi escolhida uma casa, onde algumas paredes se encontravam com patologias devido a umidade por capilaridade.

4.1 DADOS DA RESIDÊNCIA

OBRA: Residência

Localização: Rua Inglaterra, nº 205, bairro Teresópolis, João Monlevade – MG.

4.2 DESCRIÇÃO DA OBRA

A obra será realizada em uma residência, localizada na cidade de João Monlevade, no bairro Teresópolis, onde foram identificadas patologias decorrentes de umidade a residência apresenta mofo, deslocamento do reboco e manchas.

A Figura 6 ilustra a planta baixa da residência objeto de estudo.

Figura 6 – Planta baixa



Fonte: AUTORES (2019).

5 RESULTADOS

5.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCORRIDAS DEVIDO A UMIDADE NA RESIDÊNCIA

As patologias encontradas já vinham prejudicando a saúde dos moradores, pois o reboco estava desagregando, soltando muita poeira, com fungos em muitos locais e, em alguns pontos, a umidade atingia 1,0m de altura. Foram tiradas algumas fotos para o estudo e análise de soluções.

A Figura 7 representa uma parede com manchas e fungos. O crescimento de fungos geralmente está associado a rachaduras e vazamentos e outros fatores com relação direta com o aumento da umidade nos materiais que suportam ou nutrem diretamente estes micro-organismos, como a condensação, umidade proveniente do solo, umidade higroscópica e umidade de precipitação. Outra possibilidade é a umidade de obra, resultado da água utilizada para composição dos materiais durante a construção da edificação. Além de problemas na estruturas, manchas e crescimento de fungos reduzem significativamente o valor de venda da obra.

Figura 7 - Parede com manchas, fungos



Fonte: AUTORES (2019).

A Figura 8 mostra a desagregação do concreto juntamente com a pintura. O problema ocorre com a perda da função ligante do cimento, e suas causas são diversas. Quando acontece esse tipo de patologia a estrutura perde a capacidade de resistir aos esforços solicitados.

Figura 8 - Paredes reboco desagregando



Fonte: AUTORES (2019).

A Figura 9 representa as duas patologias encontradas nas Figuras 7 e 8, que são as manchas e a desagregação do reboco.

Figura 9 - Paredes com manchas e reboco desagregando



Fonte: AUTORES (2019).

Na Figura 10 é possível notar novamente as manchas, o que mostra que essa patologia é bem comum na edificação.

Figura 10 - Paredes com manchas



Fonte: AUTORES (2019).

5.2 Métodos de correção

Foram então retirados o rodapé, a argamassa de reboco e chapisco de toda a parede, pois havia infiltração no teto também. Algumas partes do reboco já estavam ocas e deslocando.

Nesta etapa a casa ficou coberta de poeira, bastante entulho. O que gerou um desconforto enorme aos moradores.

Em seguida uma porção inferior das paredes foi cortada com o auxílio de uma marreta, ponteiro e talhadeira, e logo preenchido com argamassa impermeabilizante protegendo a parede do solo úmido. Esta etapa foi realizada a cada metro, intercalando para a parede não ficar descalçada e cair.

Em seguida foi aplicada uma camada de argamassa impermeabilizante na parede com o auxílio de uma desempenadeira até 1,2m de altura e a parede foi inteiramente chapiscada, conforme Figura 11.

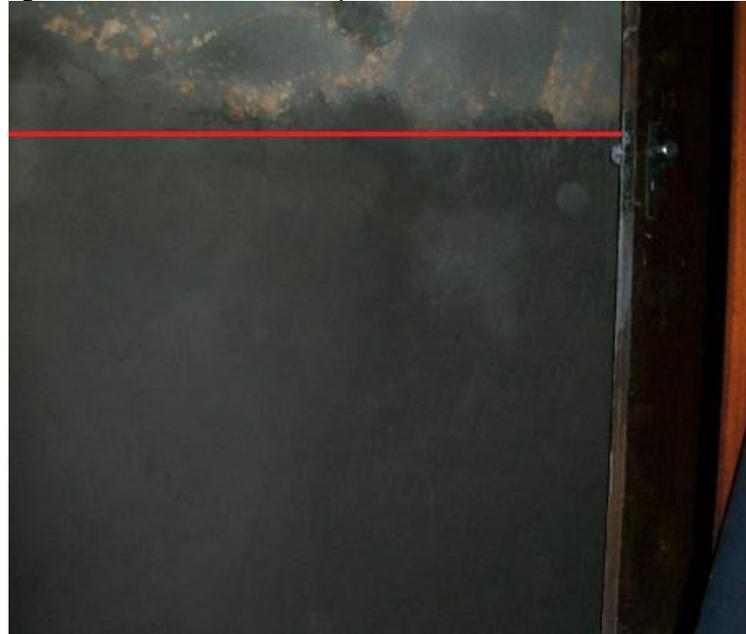
Figura 11 - Parede sendo impermeabilizada



Fonte: AUTORES (2019).

As paredes foram rebocadas até a altura de 1,2m com argamassa com aditivo impermeabilizante e o restante da parede com argamassa comum. Também foram corrigidos alguns vazamentos no telhado. A Figura 12 mostra a parede sendo impermeabilizada.

Figura 12 - Parede sendo impermeabilizada até a altura de 1,2m



Fonte: AUTORES (2019).

Após 30 dias as paredes foram pintadas novamente e foi feito o acompanhamento para análise dos resultados.

Parte da parede foi calçada com argamassa impermeável e revestida com uma camada de argamassa impermeável e os resultados estão ilustrados nas Figuras 14 a 21.

A Figura 13 mostra parede com patologias como fungos e manchas antes e depois da reparação.

Figura 13 - Antes e depois de reparação de parede com manchas e fungos



Fonte: AUTORES (2019).

A Figura 14 ilustra parede com manchas e desagregação do concreto e da pintura antes e depois da reparação com impermeabilizante.

Figura 14 - Antes e depois de parede com mancha e desagregação do concreto e pintura



Fonte: AUTORES (2019).

A Figura 15 mostra uma parede com manchas antes e depois da recuperação.

Figura 15 - Parede com manchas antes e depois da recuperação



Fonte: AUTORES (2019).

A Figura 16 ilustra parede com desagregação de reboco, e consequentemente da pintura, anteriormente e logo após a reparação.

Figura 16 - Antes e depois de parede com desagregação do reboco



Fonte: AUTORES (2019).

5.3 LEVANTAMENTO E ANALISE DOS CUSTOS DA OBRA

Foi feito um levantamento do gasto total do serviço e comparado com o valor que seria gasto na construção da casa se fosse feito a impermeabilização correta no início da alvenaria.

a) Orçamento do serviço

A Tabela 4 mostra dados do material gasto para execução do serviço realizado.

Tabela 3 - Material gasto

Material	Unidade	Quantidade	Preço unit.	Preço total
Cimento 50kg	u	52	R\$ 20,00	R\$ 1.040,00
Cal 20 kg	u	78	R\$ 8,00	R\$ 624,00
Areia lavada	M3	9	R\$ 44,00	R\$ 396,00
Argamassa impermeabilizante 20 kg	u	50	R\$ 39,90	R\$ 1.995,00
Aditivo impermeabilizante 3,5 L	u	24	R\$ 29,00	R\$ 696,00
Lona 4mt	m.l	40	R\$ 4,00	R\$ 160,00
			Total de material	R\$ 4.911,00

Fonte: AUTORES (2019).

A Tabela 5 afere os custos unitários básicos de cada serviço de mão-de-obra

Tabela 4 - Mão de obra

Ambiente	m² Parede	Preço por m³	Preço por cômodo
Quarto 1	42	R\$ 30,00	R\$ 1.260,00
Quarto 2	42	R\$ 30,00	R\$ 1.260,00
Quarto 3	42	R\$ 30,00	R\$ 1.260,00
Sala	45	R\$ 30,00	R\$ 1.350,00
Copa	50,7	R\$ 30,00	R\$ 1.521,00
Sala de tv	64,2	R\$ 30,00	R\$ 1.926,00
Total	285,9	R\$ 30,00	R\$ 8.577,00

Fonte: AUTORES (2019).

A Tabela 6 finaliza o orçamento explanando o valor total gasto na obra.

Tabela 5 – Total gasto

GASTOS	VALOR
Material	R\$ 4.911,00
Mão de Obra	R\$ 8.577,00
Total gasto:	R\$ 13.488,00

Fonte: AUTORES (2019).

b) Orçamento do serviço no início da obra que deveria ser realizado

A Tabela 7 explana a hipótese de materiais gastos se o serviço tivesse sido realizado no início da obra.

Tabela 6 - Material que deveria ser gasto

Material	Unidade	Quantidade	Preço Unit.	Preço total
Cimento 20kg	u	52	R\$ 20,00	R\$ 1.040,00
Cal 20 kg	u	78	R\$ 8,00	R\$ 624,00
Areia lavada	m ³	9	R\$ 44,00	R\$ 396,00
Argamassa impermeabilizante 20 kg	u	50	R\$ 39,90	R\$ 1.995,00
Aditivo impermeabilizante 3,5 L	u	24	R\$ 29,00	R\$ 696,00
Total de material				R\$ 4.751,00

Fonte: AUTORES (2019).

A Tabela 8 expõe a mão-de-obra que seria gasta na mesma situação.

Tabela 7 - Mão de obra

Ambiente	m²Parede	Preço por m²	Preço por cômodo
Quarto 1	42	R\$ 18,00	R\$ 756,00
Quarto 2	42	R\$ 18,00	R\$ 756,00

Quarto 3	42	R\$ 18,00	R\$ 756,00
Sala	45	R\$ 18,00	R\$ 810,00
Copa	50,7	R\$ 18,00	R\$ 912,60
Sala de tv	64,2	R\$ 18,00	R\$ 1.155,60
Total	285,9	R\$ 18,00	R\$ 5.146,20

Fonte: AUTORES (2019).

A Tabela 9 mostra o total que seria gasto na obra.

Tabela 8 - Total gasto

GASTOS	VALOR
Material	R\$ 4.751,00
Mão de Obra	R\$ 5.146,20
Total gasto:	R\$ 9.897,00

Fonte: AUTORES (2019).

c) Orçamento do serviço realizado no início da obra que foi desperdiçado

A Tabela 10 explica o material desperdiçado.

Tabela 9 - Material desperdiçado

Material	Unidade	Quantidade	Preço unit.	Preço total
Cimento 20kg	u	52	R\$ 20,00	R\$ 1.040,00
Cal 20 kg	u	78	R\$ 8,00	R\$ 624,00
Areia lavada	M3	9	R\$ 44,00	R\$ 396,00
			Total de material	R\$ 2.060,00

Fonte: AUTORES (2019).

A Tabela 11 expõe a mão-de-obra desperdiçada.

Tabela 10 - Mão de obra

Ambiente	m ² Parede	Preço Por M2	Preço por cômodo	
Quarto 1	42	R\$ 18,00	R\$	756,00
Quarto 2	42	R\$ 18,00	R\$	756,00
Quarto 3	42	R\$ 18,00	R\$	756,00
Sala	45	R\$ 18,00	R\$	810,00
Copa	50,7	R\$ 18,00	R\$	912,60
Sala de tv	64,2	R\$ 18,00	R\$	1.155,60
Total	285,9	R\$ 18,00	R\$	5.146,20

Fonte: AUTORES (2019).

A Tabela 12 mostra o total gasto.

Tabela 11 - Total gasto

GASTOS	VALOR
Material	R\$ 2.060,00
Mão de Obra	R\$ 5.146,20
Total gasto:	R\$ 7.206,20

Fonte: AUTORES (2019).

d) Relação de quanto ficou mais caro o reboco obra

A Tabela 13 explana os valores totais do reboco da obra.

Tabela 12 - Valores totais

Total	Valores
Total, serviço mais mão de obra de reparo	R\$ 13.488,00
Total, serviço mais mão de obra desperdiçado	R\$ 7.206,20
Total valor final	R\$ 20.694,20

Fonte: AUTORES (2019).

A Tabela 14 mostra o prejuízo da obra.

Tabela 13 - Prejuízo da obra

Dados da obra	Valores
Total investido	R\$ 20.690,20
Valor que deveria ser gasto	R\$ 9.987,20
Prejuízo	R\$ 10.797,00

Fonte: AUTORES (2019).

Com a necessidade de corrigir os problemas decorrentes da umidade depois da edificação já ocupada e por não ter sido executado no momento adequado da obra, além dos transtornos gerados com a impermeabilização, reboco e pintura teve um gasto de reforma no valor de R\$ 10.797,00 além do que seria gasto para executar no momento em que se implantava o projeto do imóvel .O prejuízo não foi só financeiro, pois ocasionou grande incômodo no imóvel como sujeira, barulho e alguns pisos danificados.

6 CONCLUSÃO

Conforme demonstrado nos estudos, a umidade pode se manifestar em todas as fases de uma edificação, causando vários tipos de patologias. Portanto a melhor forma de solucionar esses problemas é a prevenção.

Existem duas técnicas de impermeabilização, a rígida e a flexíveis e vários produtos empregados nessas técnicas, que conferem as edificações a capacidade de resistir à umidade, por exemplo: argamassa impermeável com aditivo hidrófugo, manta asfáltica, resinas acrílicas, argamassa polimérica e cristalizantes.

Os métodos de execução para um sistema impermeabilizante são específicos para cada material. No estudo de caso foi empregada a argamassa impermeável para executar a manutenção corretiva. Com base na revisão bibliográfica realizada, podemos observar que foi o material mais adequado para a correção realizada.

Os custos para se aplicar uma boa impermeabilização no momento da construção e justificável uma vez que os custos decorrentes pela correção de patologias causadas pela umidade em uma estrutura já em uso chega a ser duas vezes mais alto, no estudo que realizamos neste trabalho o valor total da reforma foi de R\$ 20.690,20 sendo que se fosse executado a impermeabilização no momento de implantação do projeto o custo seria de R\$ 9.987,20, pois para se fazer impermeabilização e preciso refazer serviços já executados no momento de construção do imóvel, estas etapas de retrabalho aumenta os valores da reforma significativamente, causando um prejuízo que pode ser evitado se a impermeabilização for executada na etapa certa. É importante que se aplique a impermeabilização no momento correto da obra, isso demonstra a necessidade de se divulgar as técnicas demonstradas neste trabalho.

É importante que os usuários finais e construtores, dêem mais importância a impermeabilização. Aos usuários cabe verificar se foi realizado um trabalho adequado de impermeabilização na hora da compra do imóvel. E aos construtores, executar com o projeto de impermeabilização com os cuidados necessários.

Conclui-se que patologias ligadas à impermeabilização em edificações não se justificam, devido aos aparatos tecnológicos dos materiais que se encontram à disposição no mercado hoje. É totalmente injustificável que ocorram tantas falhas.

Diante do exposto, compreende-se que, para o sistema funcionar corretamente, o projeto tem que ter sido desenvolvido adequadamente desde o início de sua construção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8083: Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização - Terminologia**. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2003.

BARROSO, Gustavo Ferreira *et al.* **Sistemas de impermeabilizações (ênfase em manta asfáltica)**. Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde, v. 5, n. 1, 2015.

CECHINEL, Bruna Moro *et al.* **Infiltração em alvenaria-Estudo de caso em edifício na Grande Florianópolis**. Caderno de Publicações Acadêmicas, v. 1, n. 1, p. 16, 2011.

CUNHA, A. G.; NEUMANN, W. **Manual impermeabilização e isolamento térmico**. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira, 1979. 227p

EICHLER, F. **Patología de la construcción - detalles constructivos**. Trad. de Adrián Margarit, Jose Fabregat. Barcelona, Editorial Labor, 1973.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009

GUEDES, Milber Fernandes. **Caderno de encargos**. 4 ed. São Paulo: Pinl LTDA, 2004, P.736. Disponível em: >. Acesso em Abr. 2019.

NAPPI, Sérgio Castello Branco. **Uma solução alternativa para prorrogação da vida útil dos rebocos com salinidade em edifícios históricos**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina – UFRSC, Florianópolis. PEREZ, Ary Rodrigo. Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. Tecnologia de Edificações, São Paulo. 2002.

PEREIRA, Adriana Soares; SHITSUKA, Dorlivete Moreira; PEREIRA, Fábio José; SHITSUKA, Ricardo. **Metodologia do trabalho científico**. Santa Maria: UAB / NTE / UFSM, 2018.

POZZOBON, Cristina Eliza. **Notas de Aulas da disciplina de Construção Civil II.** 2007.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção.** 3. ed. São Paulo: Pini, 1996.

SIQUEIRA FILHO, F.S.S. **Sistemas impermeabilizantes.** 67 f. Curso de Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** 2008.

STORTE, Marcos. **Impermeabilização - Prevenção e proteção.** 2º Encontro Regional de Impermeabilização de Minas Gerais - MG, FUMEC, 1989.

STRAUSS A, CORBIN J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada.** 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2015.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.172p.