

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

VITOR GUIMARÃES PAIVA

**PRINCIPAIS PATOLOGIAS CAUSADAS POR UMIDADE NAS
EDIFICAÇÕES.**

VOLTA REDONDA, RJ

2021

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
PROPOSTA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PRINCIPAIS PATOLOGIAS CAUSADA POR UMIDADE NAS
EDIFICAÇÕES.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do UniFOA como requisito à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Aluno: Vitor Guimarães Paiva

Orientador: Especialista Rogério Nogueira
Pereira

VOLTA REDONDA, RJ

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno:

Vitor Guimarães Paiva

Título de monografia:

PRINCIPAIS PATOLOGIAS CAUSADAS POR UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

Orientador:

Prof. Esp. Rogério Nogueira Pereira

Banca Examinadora:

Professor Rogério Nogueira Pereira, Especialista, UniFOA.

Professor André da Silva Freitas, Mestre, UniFOA.

Professor Sérgio Luiz Taranto dos Reis, Mestre, UniFOA

À minha família, que sempre esteve ao meu lado dando forças, a minha namorada que sempre me apoiou e esteve do meu lado superando as dificuldades para que pudéssemos juntos, concluir mais uma etapa de minha vida com sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu forças para concluir esta jornada, ao Professor Especialista Rogério Nogueira Pereira e a Professora Joice Andrade de Araújo que acreditaram e me ajudaram desde o início com o trabalho me guiando ao caminho certo a ser seguido.

Por fim, agradeço a todos os professores e pessoas que me ajudaram e contribuíram para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

Entender o sintoma e como ocorre a umidade é a chave para a solução do problema para obter uma melhor durabilidade da edificação. A referida pesquisa fornece informações e métodos para enriquecer o conhecimento de Engenheiros, técnicos e profissionais da área para prevenir a ocorrência desse fenômeno. O trabalho apresenta as patologias causadas por umidade em edificações, os métodos de prevenção, possíveis soluções e as causas que fazem a estrutura. A infiltração de água na Construção Civil é um problema constante e de difícil solução, quando ocorrido, trazem prejuízos econômicos, degradação estrutural e superficial, além de causar transtornos e doenças as pessoas. Os resultados e as discussões têm como objetivo fornecer uma base comum da pesquisa dos autores e uma melhor compreensão do assunto e da importância da realização de projetos eficientes, manutenção preventiva e corretiva e desempenho das edificações, pois conclui que fica viável financeiramente a prevenção, ao invés de ter que pagar reparos futuros.

Palavras-chave: Patologias; Prevenção; Prejuízos; Infiltração; Água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Umidade decorrente de intempéries.....	14
Figura 2 – Umidade ascendente por capilaridade	15
Figura 3 - Umidade por condensação.....	16
Figura 4 - Vazamento de tubulação.....	17
Figura 5 - Eflorescência em parede.....	18
Figura 6 - Superfície com presença de mofo	19
Figura 7 - Fissura vertical na alvenaria.....	20
Figura 8 - Bolhas na pintura.....	21
Figura 9 - Impermeabilização dos Baldrame.....	24
Figura 10 - Impermeabilização de Laje.....	25
Figura 11 - Calha	27
Figura 12 - Proteção de rufos	28
Figura 13 – Gráfico das fases e evolução dos custos de reparo	31
Figura 14– Gráfico do custo de impermeabilização x fases da implantação	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Problema Abordado	11
1.2	Justificativa.....	11
1.3	Objetivo geral	12
1.3.1	Objetivos específicos	12
1.4	METODOLOGIA DE PESQUISA	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	Surgimento da umidade nas edificações.....	13
2.1.1	Por ação das águas da chuva.....	14
2.1.2	Por capilaridade	15
2.1.3	Por condensação	15
2.1.4	Higroscopicidade dos materiais.....	16
2.1.5	Por vazamentos na rede hidráulica	16
2.2	Patologias Provocadas Por Umidade Em Edificações	17
2.2.1	Eflorescências	18
2.2.2	Mofos ou Bolor	19
2.2.3	Fissuras e trincas relacionadas à umidade	20
2.2.4	Descascamentos na pintura - bolhas	21
3	MANEIRAS PREVENTIVAS E FORMAS DE CORREÇÃO DAS PATOLOGIAS ASSOCIADAS À UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES.....	22
3.1	Impermeabilizações.....	22
3.1.1	Escolhas dos materiais de impermeabilização.....	23
3.1.2	Impermeabilizações de fundações	24
3.1.3	Impermeabilizações de Lajes	25
3.1.4	Impermeabilizações de ralos.....	25
3.2	Calhas	26
3.3	Rufos.....	27
3.4	Pinturas	28
3.4.1	Tintas Acrílicas	29
3.4.2	Vernizes	29

3.4.3	Tintas PVA	30
3.4.4	Tintas à base de esmalte	30
3.4.5	Tintas a óleo.....	30
4	ANÁLISES E DISCUSSÃO.....	31
5	CONCLUSÃO	33
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A palavra patologia é definida pelo dicionário Michaelis como “Ciência que estuda todos os aspectos da doença, com especial atenção à origem, aos sintomas e ao desenvolvimento das condições orgânicas anormais e suas consequências”.

Porém, as patologias das estruturas são definidas como, o estudo das origens das manifestações, formas, falhas, e decomposição da estrutura (SOUZA; RIPPER, 2009).

Um dos maiores riscos à estrutura é a umidade causada pelas infiltrações, que geram problemas iniciais como mofos, bolhas e manchas, quando essas infiltrações ocorrem mais a fundo na estrutura, chegando aos materiais de construção, isso faz com que ocorram problemas como corrosão das armaduras, e surgem fissuras, bolores, trincas, eflorescências (SOUZA, 2008).

De acordo com Lage (2012) um dos problemas mais difíceis de se enfrentar dentro da Construção Civil é a umidade, sendo também um dos mais perigosos, e tal autora ainda salienta que, muitos profissionais da área não possuem total cuidado dentro desse assunto, e com isso a construção venha apresentar problemas de segurança, durabilidade, conforto e qualidade

Projetos e construções mal elaborados fazem com que na grande maioria das vezes surgem as patologias, fazendo com que futuramente tenha que ocorrer manutenção e restauração da estrutura por causa de mão de obra desqualificada (MARTINS, 2016).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 9574:2008 Execução de Impermeabilização, fala que uma das maneiras de impedir a penetração de fluidos, é a utilização de impermeabilizantes nos lugares que necessitem, ou que possam apresentar vazamentos. A impermeabilização é um método que possa impedir a infiltração de água na estrutura, tendo que ser analisado a melhor forma e técnica de impermeabilização para cada tipo de construção, seguindo a norma de forma precisa tem-se a garantia de proteção, salubridade, segurança e bem-estar.

Com isso, o trabalho irá fazer um estudo bibliográfico sobre as patologias ocasionadas pela umidade nas edificações e apontar as melhores soluções.

1.1 Problema Abordado

Tendo em vista que as patologias surgem devido a fatores como:

- Falhas de projetos;
- Baixa qualificação profissional;
- Manutenção incorreta;
- Materiais de construção de baixa qualidade;
- Falhas de execução; e
- Mau uso.

De acordo com esses fatores surge uma grande quantidade de patologias ocasionadas pela umidade, sendo assim seria possível planejar uma edificação de forma ideal evitando os problemas mencionados acima?

1.2 Justificativa

Justifica-se o tema levando em conta a grande quantidade de patologias causadas pela umidade nas edificações estudadas ao longo dos anos.

De todos os problemas que um edifício pode ter, os causados pela umidade são considerados um dos piores, pois é um dos mais difíceis de serem tratados, isso se dá pelo fato de que os fenômenos envolvidos acabam se tornando muito complexos (SUPLICY, 2012).

De acordo com Queruz, (2007), a água seja ela em qualquer uma de suas formas, líquida, sólida ou gasosa, e considerada uma das maiores consequências de patologia, sendo de forma direta ou indireta, como agente de degradação, ou como meio para outros agentes se instalarem.

O meio de maior ocorrência das patologias é causado pela umidade, que ocasionam problemas financeiros, de saúde, visual e estético (VERÇOZA, 1991)

1.3 Objetivo geral

Apresentar as melhores formas de prevenção e combate contra as patologias causadas por umidade nas edificações, por meio da literatura.

1.3.1 Objetivos específicos

Apresentar mais afundo:

- As principais patologias decorrentes da umidade;
- Os fatores que levam a ocasionar as patologias;
- As formas de prevenção contra essas patologias; e
- Os meios de reparo e técnicas impermeabilizantes.

1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA

As informações presentes no trabalho são explicativas, com base na análise de referências bibliográficas, de maneira descritiva, sobre as patologias decorrentes de umidade que ocorrem nas edificações em geral devido à infiltração d'água, e por fim propor formas especializadas e soluções para evitar esses problemas.

A teoria é na base de pesquisas em normas brasileiras regulamentadas, artigos científicos, livros, dissertações e monografias. De forma a abranger de maneira generalizada os materiais citados.

Foram feitas buscas online em sites confiáveis em relação as patologias ocorridas nas edificações sobre umidade. Sendo analisados os materiais, dentre vários artigos e monográficas, ainda foram escolhidas normas técnicas brasileiras relacionadas e livros.

Todos os trabalhos escolhidos foram devido ao seu conteúdo amplo e necessário para elaboração do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As edificações sofrem com infiltrações de fluidos, na maioria das vezes sendo a água o principal agente, com isso, faz com que seja necessário um estudo aprofundado nessa área, de forma a entender como a infiltração ocorre, quais as patologias decorrentes do problema e como evitá-las ou combatê-las.

Tomaz Silva (2016) menciona o processo de impermeabilização como um processo complexo pela variedade de produtos existentes, formas de aplicação e exigências físicas de cada local. Segundo Righi (2009), a causa de infiltrações nas construções deve-se a falta do processo de impermeabilização.

O surgimento de patologias leva a prejuízos financeiros, problemas de saúde, e problemas na edificação como a redução de sua vida útil e a poluição visual (SOUZA, 2008).

De acordo com Ferraz (2016), são erros ocorridos desde o início do projeto, na execução da obra, na falta de manutenção, e nas escolhas dos materiais de construção, que ocasionam as patologias mencionadas anteriormente.

A seguir algumas das formas de infiltração e patologias causadas por elas.

2.1 Surgimento da umidade nas edificações

Para Verçozza (1991) a água que chega nas edificações e penetra nas estruturas chega através dos seguintes fatores:

- Trazidas por chuva;
- por condensação;
- Trazidas durante a construção;
- Trazidas por capilaridade; e
- através de vazamentos em redes hidráulicas.

A água, e a umidade que chegam à edificação por todo o período de execução da obra e considerado normal durante esse período, pois está relacionado a processos naturais da obra como a compactação do solo, a coesão das argamassas, entre outros,

tendo em vista também que essa umidade evapora dentro de um período de meio ano, sendo assim despreocupantes em projetos (SOUZA, 2008).

2.1.1 Por ação das águas da chuva

A infiltração ocorrida pela ação das águas da chuva no edifício pode ocorrer devido a força e velocidade da chuva, tempestades com ventos fortes e de variadas direções como mostra a figura 2, geralmente essa infiltração acontece nas coberturas, nas lajes e alvenarias em geral (SILVA; SALES, 2013).



Figura 1- Umidade decorrente de intempéries

Fonte: Taguchi (2010).

E de acordo com Souza, (2008) não significa que toda chuva que ocorra acarretará o surgimento de patologias.

2.1.2 Por capilaridade

Canais capilares é definido basicamente como uma malha decorrente do excesso de água no concreto (CASTRO; MARTINS, 2014)

Logo, Souza (2010) define capilaridade sendo a umidade do solo entrando na estrutura pelos canais capilares, isso ocorre devido a uma propriedade física onde os fluidos sobem em canais muito finos, isso faz com que a umidade chegue até a alvenaria por falta de impermeabilizantes como mostra a figura 3.

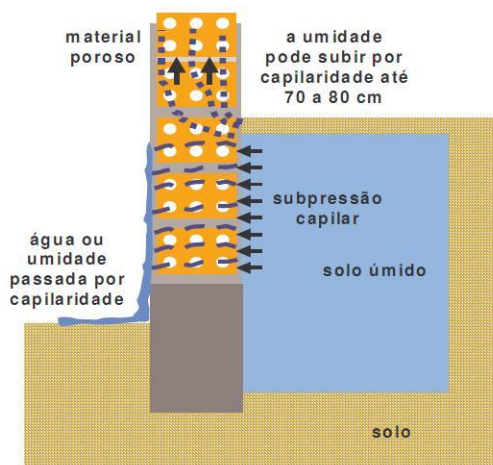


Figura 2 – Umidade ascendente por capilaridade

Fonte: Pozzobon, (2007)

2.1.3 Por condensação

De acordo com Silva; Sales, (2013) a condensação se dá pelo fato do vapor se condensar no interior do ambiente ou da estrutura, sendo que, o líquido já se encontra no ambiente se depositando na superfície, muitas das vezes pela falta de ventilação ocasionando mofos como apresentado na figura 4.

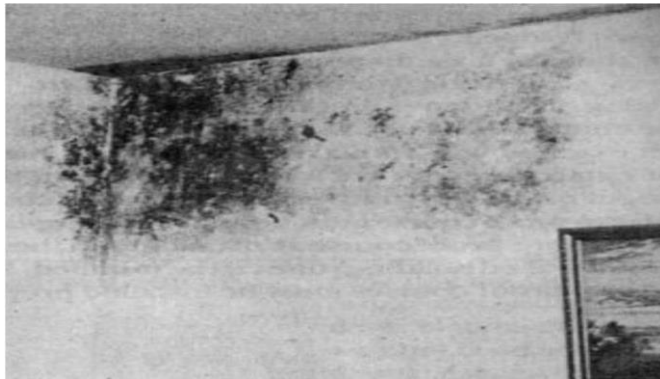


Figura 3 - Umidade por condensação

Fonte: Santos et al. (2012)

Eventos como este, ocorrem geralmente onde tenham aparelhos que produzam vapores como banheiros, áreas de serviços e saunas.

2.1.4 Higroscopicidade dos materiais

Existem materiais que são ricos em sais como cloretos, nitratos, sulfatos, carbonatos e que absorvem a umidade e estão presentes nas edificações, esses sais quando em contato com a água são dissolvidos e movem-se para a superfície, esse fenômeno é denominado higroscopicidade. Quando esses sais chegam à superfície se cristalizam e decompõem o material local devido a alteração de volume. Também pode ocorrer tal fenômeno quando houver umidade no ar acima de 65% ou infiltração (SANTOS *et al.*, 2012).

2.1.5 Por vazamentos na rede hidráulica

Souza, (2008) menciona que instalações hidráulicas podem ocasionar infiltrações nos mais variados sistemas de uma estrutura, decorrente de falhas onde há passagem

de líquidos e vapores fazendo com que vá para a alvenaria, essas falhas podem ocorrer por entupimentos, falhas e mal execução de projetos como mostra a figura 5.

A característica decorrente desse fenômeno e o surgimento de manchas circulares úmidas e de bolores na superfície da alvenaria (SANTOS et al., 2012).



Figura 4 - Vazamento de tubulação

Fonte: Nelson Lisboa (2019)

2.2 Patologias Provocadas Por Umidade Em Edificações

Castro; Martins, (2014) afirmam que as patologias são problemas ou irregularidades que acontecem na edificação devido a erros ou defeitos de alguma parte da estrutura como um todo. Quando se fala em umidade, nada mais é do que a edificação apresentar problemas quando exposto a meios úmidos inadequados, como apresentados nos itens a seguir:

- Eflorescências;
- mofos ou bolor;
- fissuras e trincas relacionadas à umidade; e
- descascamentos na pintura – bolhas.

2.2.1 Eflorescências

A eflorescência é um fenômeno que acontece quando sais se depositam na superfície da estrutura quando expostos a umidade deixando-a com manchas brancas, como mostra figura 6, esses sais existem por serem originados dos próprios materiais de construção, para que tal fenômeno ocorra é necessário três ocorrências simultâneas, sendo: água, sais nos insumos da construção e pressão hidrostática (SOUZA, 2008).

A forma correta de remover as eflorescências é lavar a superfície afetada com água corrente esfregando-a com uma escova de aço, pode-se aplicar produtos químicos se necessário, porém, verificar se ele não agride a superfície. Em casos de eflorescência em edificações novas o mais provável é que sumam em pouco tempo após ações da chuva (SOUZA, 2008)

O meio mais indicado para evitar esse fenômeno é escolhendo materiais menos permeáveis e aplicando um sistema adequado de impermeabilizantes.



Figura 5 - Eflorescência em parede

Fonte: Mapa da obra (2021)

2.2.2 Mofos ou Bolor

Causadas por fungos que se deterioram em locais afetados, o mofo e o bolor ocorrem na maioria das vezes em ambientes úmidos e que possam sofrer infiltrações (FERRAZ 2016). Souza (2008) também afirma que, essa patologia se dá pela consequência da proliferação de micro-organismos chamados de fungos.

Tem como características a deterioração das superfícies surgindo manchas escuras e esverdeadas como mostra a figura 7 (CASTRO; MARTINS, 2014).



Figura 6 - Superfície com presença de mofo

Fonte: Iana Faini (2021)

Segundo Macedo (2017), esses fungos à medida que vai passando o tempo eles crescem e formam-se em colônias, vão se alimentando de matéria orgânica da área afetada levando à sua degradação.

Castro; Martins (2014) ainda menciona que, os fungos podem causar diversos problemas, sendo eles financeiro e até mesmo de saúde, levando a câncer e problemas respiratórios.

Ferraz (2016) afirma que o combate a esta manifestação vem em meio a eliminação de infiltração e o controle de umidade. Manter os locais ventilados e sem infiltração faz com que evite os sintomas dessa patologia.

Caso o local já esteja contaminado, Santo et al (2012) afirma que a melhor maneira de combate seja utilizar desinfetantes e lavando a área afetada para inibir a proliferação dos fungos.

2.2.3 Fissuras e trincas relacionadas à umidade

Fissuras e trincas são basicamente a mesma coisa, o que diferencia são os tamanhos, sendo as trincas a evolução das fissuras, e nada mais são do que a ruptura do material como mostra figura 8, que pode originar-se por ações mecânicas ou físico-químicas (GONÇALVES, 2015).



Figura 7 - Fissura vertical na alvenaria

Fonte: Hussein (2013)

Ainda de acordo com Gonçalves (2015), a causa das fissuras é na maioria das vezes difícil de identificar, e ainda podem aparecer em qualquer instante nas construções que tenham sua estrutura composta por concretos e argamassas.

Castro; Martins (2014) relata que a higroscopia é uma das causadoras de fissuras na estrutura, pois, devido a infiltração o fenômeno descrito causa a expansão da alvenaria ocasionando fissuras e trincas.

Toda a alvenaria está sujeita a decorrência desse fenômeno devido a expansão das argamassas por umidade (HUSSEIN 2013).

2.2.4 Descascamentos na pintura - bolhas

De acordo com Alvez (2010), a pintura tem como uma de suas funções a proteção da estrutura, das paredes e das argamassas, outra função importante é a de conservação.

Hussein (2013) afirma que as manchas, os descascamentos, e as bolhas da pintura podem surgir de várias maneiras, sendo por umidade e infiltração, tempo de espera de secagem do reboco, e aplicação incorreta da tinta. E que o aparecimento de bolhas na pintura devido a umidade se dá depois de algum tempo após a sua execução como apresentado na figura 9, já outras patologias ocasionadas no instante do trabalho.



Figura 8 - Bolhas na pintura

Fonte: Alves (2010)

3 MANEIRAS PREVENTIVAS E FORMAS DE CORREÇÃO DAS PATOLOGIAS ASSOCIADAS À UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

As patologias citadas anteriormente são desencadeadas por infiltração de fluidos, geralmente a água nas edificações, a prevenção para essas manifestações é necessária em todas as etapas de construção da edificação, indo desde o seu planejamento até a execução e manutenção (MATINS, 2014)

A prevenção contra infiltrações e a melhor maneira que tem para prevenir danos futuros, sendo o mais indicado e mais barato, devido ao fato de que a ação da água está vinculada em todas as fases da obra (RIGHI,2009)

As principais formas de prevenção, e principais maneiras de minimizar as infiltrações e patologias causadas nas edificações:

- Impermeabilização;
- Calhas;
- Rufos;
- Ralos;
- Pinturas; e
- Ventilação.

3.1 Impermeabilizações

Granato (2013) diz que, um excelente método para dificultar a infiltração de líquidos e vapores nas edificações e a utilização de impermeabilizantes, onde são aplicados produtos que geram barreiras protetoras físicas e químicas na superfície impedindo o surgimento de patologias.

Tudo sobre impermeabilização é referenciado pela NBR 9575.2010 que informa os métodos de aplicação, porém, sendo de extrema importância um projeto de impermeabilização que se atente a todos detalhes construtivos para que a construção possua as seguintes características:

- Deva ser estanque e forneça condições salubres;
- Deva oferecer proteção aos elementos construtivos e ataques químicos do meio ambiente; e
- Possuir acesso fácil aos sistemas de impermeabilização, de modo a fazer intervenção com menores danos à edificação.

É apurado em 1,06% o valor total a ser gasto na utilização de impermeabilizantes em uma construção, porém, quando não realizados tais serviços os custos acabam ultrapassando este valor pois necessitara de manutenção e recuperação da estrutura (TOMAZ; SILVA 2016).

3.1.1 Escolhas dos materiais de impermeabilização

Granato (2013) afirma que, as características da edificação influenciam na hora da escolha dos materiais a serem utilizados na impermeabilização, pois dependem de um projeto que detalhe essas características, fazendo com que se tome a escolha mais adequada, pois existem vários produtos no mercado com diferentes tipos de desempenho e formas de aplicação.

De acordo com Tomaz; Silva (2016), os impermeabilizantes são divididos em dois grupos, sendo eles flexíveis e rígidos, portanto, esses impermeabilizantes devem ser aplicados corretamente de acordo com a ação do fluido.

- **Impermeabilizantes Flexíveis:** usados para lugares onde haja maiores alternâncias de temperatura como piscinas, reservatórios, lajes, entre outros. São feitos de materiais flexíveis portanto suportam bem a fissurações e movimentações da estrutura com eficácia. Feitos de membranas de polímeros, membranas asfálticas e membranas acrílica (RIGHI, 2009).

- **Impermeabilizantes rígidos:** usados para lugares onde não há alternância de temperatura como banheiros e lavatórios. Sua eficiência e perda caso ocorra movimentação da estrutura pois esse impermeabilizante não tem tal capacidade. É composto por argamassa, areia, cimento e aditivos impermeabilizantes (GRANATO, 2013).

Na sequência será apresentado formas breves e resumidas de como é a realização de impermeabilização de locais essenciais e propícios ao surgimento de infiltrações, tais como; fundações, lajes, ralos, calhas, e pinturas, que causem as patologias mencionadas, sendo necessário um estudo e aprofundamento em impermeabilizações devido a particularidades e produtos existentes.

3.1.2 Impermeabilizações de fundações

De acordo com Silva e Sales 2013 impermeabilizar as fundações da alvenaria como mostra a figura 10, é de extrema importância, pois, a umidade do solo tem grande tendência a subir por capilaridade para a alvenaria. Para prevenir se utiliza emulsões asfálticas, aditivos impermeabilizantes para argamassa e cimentos poliméricos (RIGHI, 2009).

Não só as fundações, mas qualquer que seja a estrutura sobre o chão como muros, reservatórios entre outros é necessário a utilização desses impermeabilizantes, para proteger da capilaridade de acordo com a figura 10.



Figura 9 - Impermeabilização dos Baldrame

Fonte: Canal do engenheiro (2021)

3.1.3 Impermeabilizações de Lajes

Em Lajes geralmente são muito utilizadas as mantas asfálticas como mostra a figura 11, por causa da sua eficiência (RIGUI, 2009).

Devido à movimentação térmica utiliza-se materiais flexíveis para impedir infiltrações, nas lajes com áreas maiores aconselha-se as mantas asfálticas, contudo nas de áreas menores deve-se utilizar membranas flexíveis sem possuir emendas (Hussein 2013).

A NBR 9575.2010 menciona que por estas áreas receberem as águas da chuva diretamente, elas devem possuir um caimento mínimo de 1% em direção aos coletores.

Concluído a impermeabilização do local, recomenda-se pela NBR 9574.2008 a realização de um ensaio de estanqueidade com uma lâmina d'água por 72 horas, tendo como resultado nenhum tipo de vazamento ou infiltração.



Figura 10 - Impermeabilização de Laje

Fonte: Rittele engenharia e serviços (2021)

3.1.4 Impermeabilizações de ralos

Souza (2008) menciona que existe uma má aderência entre as tubulações de pvc e a argamassa, quando se tem essa ligação geralmente tendem a ocorrer vazamentos nos locais, portanto, recomenda-se fazer a aplicação de arremates nos ralos com argamassa poliméricas e de membranas por baixo do piso.

E de acordo com a NBR 9575.2010 é necessário aplicar a inclinação correta, e o diâmetro mínimo de tubos, de 75 milímetros.

3.2 Calhas

De acordo com Favaro (2017) As calhas têm algumas funções importantes sendo elas:

- Captar a água da chuva e direcioná-las para locais apropriados, para que não ocorra alagamento do lote;
- Proteção de calçadas e reboco de paredes externas;
- Proteção de beirais.

Favaro (2017) ainda completa que para que as calhas funcionem é necessário um bom dimensionamento em projetos, para que tenha um desempenho correto na condução das águas, e para que não haja um mal funcionamento nesses materiais e ocorra vazamento e infiltrações, deve-se precaver os seguintes tópicos:

- Falta de manutenção.
- Calhas mal executada;
- Calhas com Inclinação incorreta; Calhas subdimensionadas, obstruídas por sujeiras, furadas por oxidação e com vazamento nas soldas
- Calhas subdimensionadas, obstruídas por sujeiras, furadas por oxidação e com vazamento nas soldas

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 10844:1989) deve ser feito o dimensionamento das calhas tendo em vista a área de contribuição dos telhados e a intensidade pluviométrica da região, tendo os condutores uma declividade mínima de 0,5%, e ainda possuir uma condição apropriada para fazer manutenção e limpeza.

De acordo com a figura 12 mostra a utilização de calha em um telhado.



Figura 11 - Calha

Fonte: Construct (2021)

3.3 Rufos

Os rufos, que são feitos de aço galvanizado em grande maioria tem como função, desviar a água e proteger a estrutura de infiltrações. Utilizados em telhados, platibandas, peitoris, encontro de paredes e em partes superiores de muros, a não utilização desse material facilita a infiltração de fluidos causando prejuízos (SOUZA, 2008).

Souza (2008) menciona também sobre o que pode acontecer caso os rufos não funcionem corretamente, sendo:

- Instalação inadequada: para que não ocorra infiltração os rufos devem ser embutidos corretamente na argamassa
- Dimensionamento incorreto: caso o transpasse no rufo e na calha seja curto haverá infiltração
- Desintegração da argamassa de fixação;
- Inclinação insuficiente.

Recomenda-se um profissional para corrigir o problema caso haja infiltração ocorrida por qualquer defeito mencionado acima.



Figura 12 - Proteção de rufos

Fonte: Maptelhas (2021)

3.4 Pinturas

A pintura tem uma importância além da estética na edificação, tem função de proteção, isolante térmico, controle de luminosidade, proteção de revestimento de argamassa e impermeabilizante (ALVES, 2010)

A qualidade da tinta, a mão de obra qualificada na sua aplicação e o tipo de substrato são os elementos chave para que a estrutura não sofra contra nenhuma patologia relacionada à pintura (ALVES, 2010).

As tintas mais usadas na construção civil tendo em vista estética e proteção são:

- Tinta Acrílica;
- Verniz;

- Tintas PVA;
- Tinta a base de esmalte; e
- Tinta a óleo.

3.4.1 Tintas Acrílicas

A tinta acrílica possui um acabamento fosco ou semi brilhante, precisa ter a superfície devidamente preparada com um selador, é solúvel em água, resistente a umidade e impermeável (FREIRE, 2006).

Segundo Polito (2006), por serem resistentes a proliferação de fungos, formação de bolhas e ao descascamento, a tinta acrílica é a que possui o melhor custo-benefício para áreas externas, porém também podem ser utilizadas em áreas internas, sem odor, de secagem rápida e podendo ser lavadas sem o risco da tinta ser removida.

3.4.2 Vernizes

Alves (2010), enfatiza que o verniz tem como função dar proteção e dar acabamento a superfície aplicada, sendo necessário saber qual verniz aplicar pois cada superfície requer um determinado verniz. Geralmente aplicados em madeiras, móveis, telhados entre outros.

Freire (2006), afirma que além do estético o verniz atua como proteção contra traças e cupins.

3.4.3 Tintas PVA

A tinta PVA é à base d'água e oferece uma qualidade melhor para ambientes externos, sendo muito efetiva contra a radiação solar e a abertura de fissuras e fendas, ainda tem extrema imunidade contra mofo e podem ser usadas na maioria das superfícies (POLITO, 2006).

Tendo um aspecto mais fosco, a tinta PVA possuem um alto rendimento por m² e extrema durabilidade, sendo aplicáveis a ambientes internos e externos, e é necessário a utilização de selador (ALVES 2010).

3.4.4 Tintas à base de esmalte

Também podendo ser utilizadas em áreas externas e internas, a tinta esmalte possui um acabamento que passa pelo brilhante indo até o fosco (ALVES, 2010).

De acordo com Freire (2006) a tinta esmalte necessita de um fundo preparados devido a sua alcalinidade e uma massa sintética que corrija a irregularidade da superfície, e possui uma boa resistência e durabilidade.

3.4.5 Tintas a óleo

A tinta a óleo possui um ótimo rendimento, é impermeável e resistentes a intempéries, são indicadas para áreas externas ou internas com acabamento semelhante a tinta esmalte, porém, quando aplicadas a superfícies externas pode ocorrer alterações na sua aparência por causa da sua elasticidade (ALVES, 2010).

Não deve ter contato direto com cimento Portland, portanto é necessário um fundo preparador. São compostas por óleos vegetais por isso dão condições ao surgimento de fungos e são mais difíceis de aplicar, porém oferecem só com uma demão uma maior cobertura (POLITO, 2006).

4 ANÁLISES E DISCUSSÃO

Após o surgimento da patologia é necessária uma análise cuidadosa para saber estimar em qual fase terá o melhor custo-benefício de reparação. Taguchi (2010) e Ferraz (2016) concluem com gráficos semelhantes quanto ao custo, de que, quanto antes for detectado a patologia, mais cedo deve-se corrigir o problema pois menor será seu custo como apresentado na figura 13.

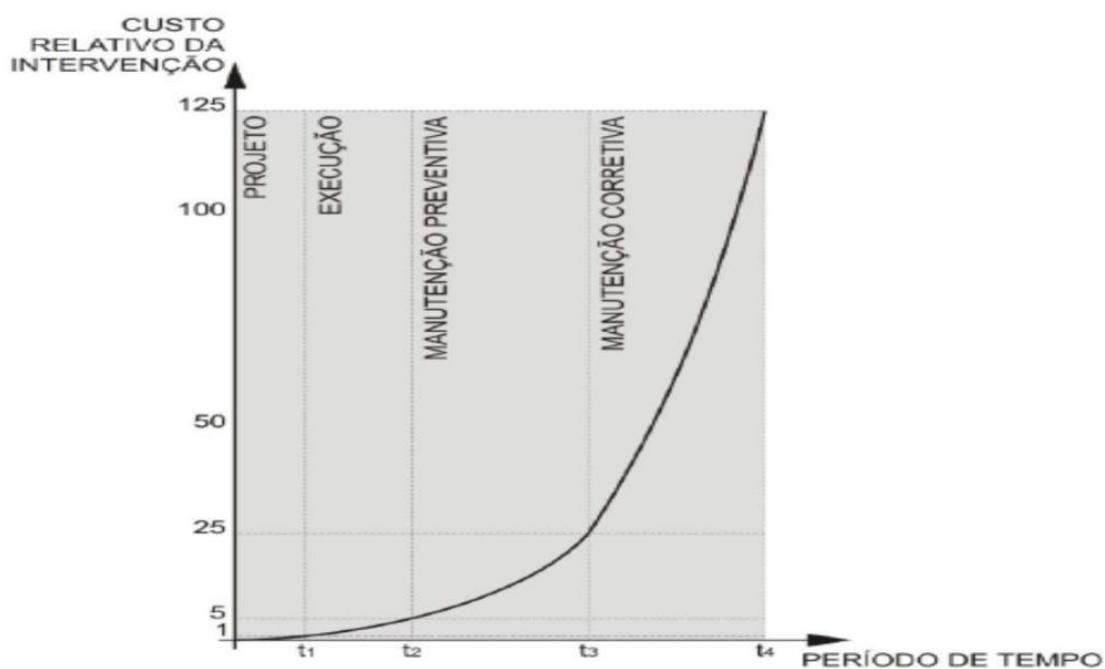


Figura 13 – Gráfico das fases e evolução dos custos de reparo

Fonte: Taguchi (2010)

Righi, (2009), mostra o quão grave pode ficar o mau planejamento do processo de impermeabilização de acordo com a figura 14.

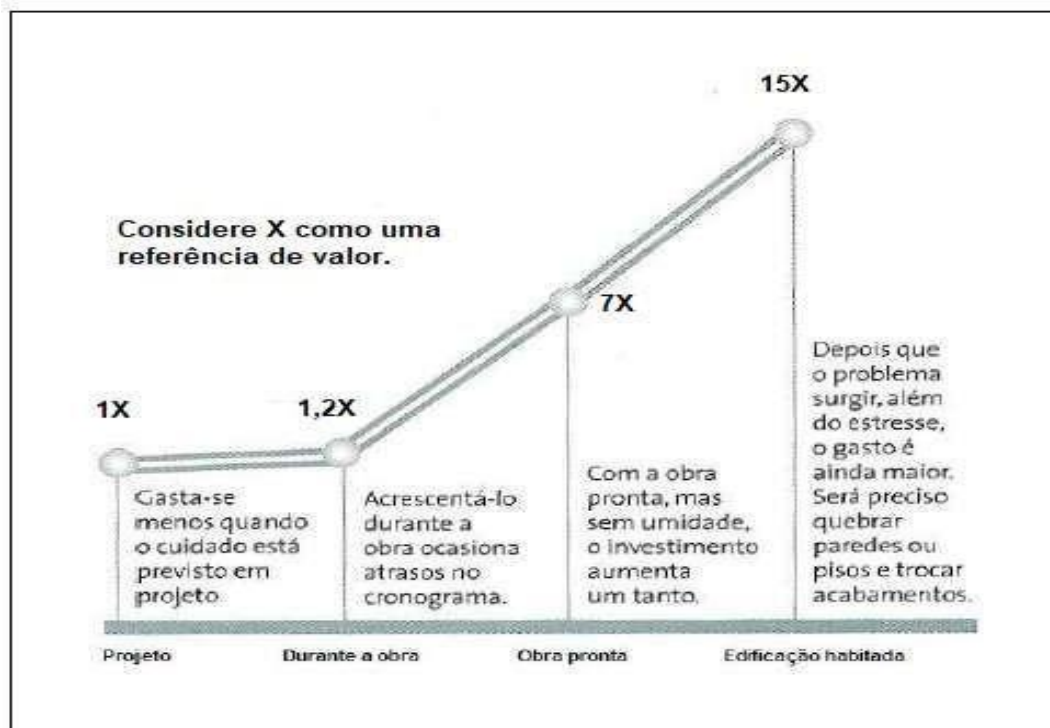


Figura 14– Gráfico do custo de impermeabilização x fases da implantação

Fonte: Righi (2009).

5 CONCLUSÃO

Com isso conclui-se que a umidade está sempre presente na edificação desde o seu projeto até a manutenção, logo, prevenir é a melhor solução, pois corrigir os erros no início é primordial.

Para evitar essas patologias, adotar um bom sistema de impermeabilização, e escolher bons materiais e sistemas construtivos.

Deve ser muito bem escolhido e estudado um sistema de impermeabilização, porque se depender de uma nova aplicação e consertos gera-se muito mais trabalho e gastos, é muito comum esse sistema ser ignorado no início dos projetos, o que acaba também gerando custos mais elevados pois é necessário refazer calçamentos, jardins, acabamentos entre outras coisas.

Depois de serem observados e corrigidos os possíveis potenciais de infiltração na fase de projeto, assim não sendo necessário uma intervenção física, mesmo que ocorra em outras fases quanto mais tempo deixar a patologia evoluir maior será o estrago na estrutura aumentando ainda mais o custo do reparo.

É preciso que os profissionais passem a produzir e executar projetos com proteção e desempenho satisfatórios.

O clima atuante na edificação é muito importante para evitar a ação das águas da chuva que podem acarretar patologias sendo necessário observar a incidência de chuvas e ventos que podem variar fazendo com que seja necessário características especiais.

O surgimento destas patologias faz com que diminua a durabilidade e o valor econômico das edificações, causam incômodos aos proprietários e podem, até mesmo, causar doenças ao ser humano. Para corrigir essas manifestações, todos os autores são convictos em falar que é necessário acabar com a umidade no local. E após isso, deve-se limpar e tratar o local com produtos adequados para cada situação.

o lema: “é melhor prevenir do que remediar” se encaixa perfeitamente nas patologias de umidade, pois acaba sendo mais eficaz, sem gastos, tornando o projeto com maior durabilidade e segurança, sendo muito bom não só para a edificação, mas para todos os seus moradores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G. P. **Sistemas de pintura em edifícios públicos de Maringá: Patologias, processos, execução e recomendações.** Maringá – PR. Monografia. 2010. Universidade federal do Paraná.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:1989.**

- **Instalações Prediais de águas pluviais: Procedimento.** Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

- _____ **NBR 9574:2008. Execução de Impermeabilização.** Rio de Janeiro, 2008. 14p.

- _____ **NBR 9575.2010. Impermeabilização - Seleção e Projeto.** Rio de Janeiro, 2010. 14 p.

- BRANDÃO, A. M. S. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: Aspectos relativos ao projeto.** São Carlos – SP. 1998. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

- CASTRO. M. D; MARTINS. R. M. **Análise e soluções terapêuticas das manifestações patológicas de infiltração de um edifício de mais de 20 anos** – Estudo de caso. Pato Branco – PR, 2014. TCC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

- FAVARO, P. P. F. **Indicação das patologias relacionada às calhas com comparativo de dimensionamento utilizando a NBR 10844/1989 e a equação de**

- **chuva da cidade de Cuiabá-MT.** Campo Mourão – PR. 2017. TCC. Universidade Tecnológica do Paraná.

- FERRAZ, B. T. B. **Estudo das principais manifestações patológicas causadas por umidade e infiltrações em construções residenciais** - Estudo de caso. Recife, 2016. TCC. Universidade Católica de Pernambuco.

- FREIRE, A. A. **O uso das tintas na construção civil.** Belo Horizonte – MG. 2006. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais.

- GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** Rio de Janeiro. Ago./ 2015. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- GRANATO, A. P. M. B. **Procedimentos para antecipação dos problemas comuns, com soluções e dicas para manutenção e recuperação de edifícios.** São Paulo – SP. 2013. TCC. Universidade Presbiteriana Mackenzie.

- HUSSEIN, J. S. M. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão** - PR. 2013. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

- LAGE, A. D. B. **patologias associadas à umidade soluções ao caso concreto.** Belo Horizonte – MG. 2012. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais UFMG.

- LOTTERMANN, A. F. **Patologias em estruturas de concreto: Estudo de caso.** Ijuí – RS. 2013. TCC. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

- MACEDO et al. **Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: Estudo de caso.** Recife. 2017. Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas. Universidade de Pernambuco.

- MARTINS, J. F. A. **Investigação de manifestações patológicas em sistemas estruturais de concreto armado: estudo de caso em edificação pública.** Presidente Prudente - SP, 2016. Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP.

- POLITO, P. **Principais sistemas de pinturas e suas patologias.** Minas Gerais – MG. 2006. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais.

- QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga.** Santa Maria: UFSM, 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

- RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – Análise de casos.** Santa Maria – RS. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.

- SANTOS et al. **A humidade na construção. Formas, causas e prevenção.** Projeto FEUP – O despertar das Engenharias. Portugal. 2012. Universidade do Porto.

- SCHNEIDER, F. M. **Identificação das principais manifestações patológicas em empreendimentos residenciais com base nos dados da assistência técnica de uma empresa construtora.** Porto Alegre, Dez/2013. TCC. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- SILVA, I. S; SALES, J. C. **Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA.** João Pessoa – Paraíba, 2013.

- SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** Belo Horizonte – MG. 2008. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais.

- SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. **Patologia, recuperação, e reforço de estruturas de concreto.** Cap. 1 e 5. São Paulo, abr./2009. Ed. 1.

- SUPLICY, G. F. S. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** São Paulo – SP. 2012. Monografia. Universidade Presbiteriana Mackenzie

- TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações.** Curitiba – PR. 2010. Dissertação/ Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

- TOMAZ, F. E; SILVA, W. G. **Análise da impermeabilização em edificações.** Guaxupé – MG. 2016. Monografia. Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – UNIFEG.

- VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações.** Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.

