

**FACULDADE VALE DO AÇO
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

EVANDRO PEREIRA CORDEIRO

**PATOLOGIAS EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES ASSOCIADAS À FALTA OU
FALHA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM ITINGA-MA: ESTUDO DE CASO**

Açailândia

2022

EVANDRO PEREIRA CORDEIRO

**PATOLOGIAS EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES ASSOCIADAS À FALTA OU
FALHA DE IMPERMEABILIZAÇÃO: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil, pelo Curso de
Engenharia Civil da Faculdade Vale do
Aço - FAVALE

Orientadora: Prof^ª. Msc. Ludimilla da
Silveira Ferreira

Açailândia

2022

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado
Faculdade Vale do Aço**

C794p

Cordeiro, Evandro Pereira.

Patologias em residências unifamiliares associadas à falta ou falha de impermeabilização em Itinga – MA: estudo de caso. / Evandro Pereira Cordeiro. – Açailândia, 2022.
48 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2022.

Orientadora: Profa. Msc. Ludimilla da Silveira Ferreira.

1. Estruturas. 2. Prova de carga. 3. Avaliação de imóveis. I. Cordeiro, Evandro Pereira. II. Ferreira, Ludimilla da Silveira. (orientadora). III. Título.

CDU 624:640.166.4-026.564.3(812.1)

Faculdade Vale do Aço (FAVALE).

Açailândia,

COMISSÃO JULGADORA

Prof^a. Msc. Ludimilla da Silveira Ferreira (Orientador)

Prof^a. Msc. Rachel de Andrade Avelar da Silva

Prof. Esp. Marcondes Ayres Crocia

Ao meu pai Joel Rodrigues Cordeiro, (Em memória). Meu maior exemplo de vida, de ser humano íntegro, ético honesto e trabalhador.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu saúde e forças para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da minha graduação.

À minha esposa Iracema Graceis Cordeiro por estar ao meu lado sempre me incentivando em todos os momentos.

Aos meus colegas do curso em especial aos do grupo fechado: Antonio Alves, Francisco Siqueira, Miguel Borges e Talita Ribeiro pelas trocas de ideias e por me ajudarem a avançar e ultrapassar todos os obstáculos.

A todos os Professores que contribuíram com a minha formação acadêmica.

À minha orientadora Prof^a. Msc. Ludimilla da Silveira Ferreira, cuja sua dedicação a mim, serviram como pilares de sustentação para a conclusão deste trabalho.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” José de Alencar.

RESUMO

As Manifestações patológicas são consequências de vários fatores, dentre estes o da umidade e estão presentes em residências unifamiliares do município de Itinga-MA. Em face dessa situação, observou-se o crescimento exponencial de uma gama de produtos de impermeabilização no ramo da construção civil nos últimos anos, com uma eficiência e qualidade capaz de inibir a problemática da umidade nas edificações. A impermeabilização seja um procedimento executado por poucos construtores, devido ao fator cultural no país. À vista disso, a presente pesquisa tem o objetivo de analisar através de um estudo de casos nas residências, localizadas no município de Itinga, identificar as manifestações patológicas nestas casas devido à uma falha ou falta de impermeabilização, permitindo assim considerar a melhor maneira de solucionar tais problemas, com possibilidade de viabilidade para os proprietários das mesmas. Ademais, sob o viés acadêmico, (visa buscar o interesse desse assunto em questão, não apenas como caráter informativo, bem como sobre a relevância desse processo de impermeabilização e suas etapas na construção civil). Sob essa ótica, o referencial teórico, que fez menção de trabalhos anteriores, teve um aporte de cunho bibliográfico, visando definir todos os tipos de umidades e quais manifestações patológicas são desenvolvidas por intermédio destas. Em seguida, foram efetuadas visitas às residências, para vistoriar, com o intuito de avaliar através de registros fotográficos os locais que apresentavam tais patologias. Logo após a investigação dos dados, percebeu-se a incidência de anomalias nas duas residências, sendo assim, necessário viabilizar uma solução prática para resolver esses problemas. Em suma, observa-se que a falta e a falha de impermeabilização são as principais causas da presença de manifestações patológicas nas residências unifamiliares da cidade de Itinga. Os problemas descobertos nas casas são causados pela umidade do solo, possibilitando a aplicação dos mesmos métodos corretivos para ambas às residências.

Palavras-chaves: Umidade. Patologia. Impermeabilização. Residências.

ABSTRACT

The pathological manifestations are consequences of several factors, among them the humidity and are present in single-family homes in the city of Itinga-MA. In view of this situation, the exponential growth of a range of waterproofing products has been observed in the construction industry in recent years, with an efficiency and quality capable of inhibiting the problem of moisture in buildings. Waterproofing is a procedure performed by few builders, due to the cultural factor in the country. In view of this, the present research has the objective of analyzing, through a case study of residences located in the city of Itinga, the pathological manifestations in these houses due to a failure or lack of waterproofing, thus allowing the consideration of the best way to solve such problems, with the possibility of viability for the owners. Furthermore, from an academic point of view, (it aims to seek interest in this subject in question, not only as an informative character, as well as on the relevance of this waterproofing process and its stages in civil construction). From this point of view, the theoretical framework, which made mention of previous works, had a bibliographic contribution, aiming to define all types of dampness and which pathological manifestations are developed through them. Next, visits were made to the residences, to inspect, in order to evaluate through photographic records the places that presented such pathologies. Soon after the investigation of the data, the incidence of anomalies in the two residences was noticed, and thus, it was necessary to enable a practical solution to solve these problems. In summary, it is observed that the lack and failure of waterproofing are the main causes of the presence of pathological manifestations in the single-family houses in the city of Itinga. The problems discovered in the houses are caused by soil humidity, making it possible to apply the same corrective methods for both houses.

Key words: Humidity. Pathology. Waterproofing. Residences.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fissuras.....	19
Figura 2. Fissura gerada na base da parede de alvenaria	19
Figura 3. Formação de eflorescência.....	21
Figura 4. Modelo de vida útil/processo.....	22
Figura 5. Tipos de corrosão e fatores que as provocam.....	24
Figura 6. Descascamento de pintura na superfície da parede.....	27
Figura 7. Desagregamento gerado no reboco da parede de alvenaria.....	28
Figura 8. Ação de mofo e bolor na parede de alvenaria	29
Figura 9. Ocorrência de criptoflorescências na parede de estrutura.....	30
Figura 10. Diferentes formas de ação nos fluídos na edificação.....	31
Figura 11. Umidade no interior do concreto	33
Figura 12. Umidade de solo e suas consequências.	34
Figura 13. Efeito da contribuição do vento com a chuva	35
Figura 14. Vapor de água sofrendo condensação no teto de uma residência.	37
Figura 15. Umidade gerada pelo rompimento da tubulação	38
Figura 16. Representação do ângulo de tensão superficial.....	41
Figura 17. Aplicação da argamassa com des. Plástico ou madeira.....	41
Figura 18. Cristalização superficial do substrato	42
Figura 19. Mistura realizada com agitador mecânico.	43
Figura 20. Aplicação de argamassa polimérica.....	44
Figura 21. Processo de injeção cristalizado passo a passo	45
Figura 22. Aplicação a frio emulsão asfáltica	46
Figura 23. Aplicação a quente de asfalto modificado	47
Figura 24. Manta asfáltica.....	47
Figura 25. Imprimação do substrato.....	48
Figura 26. Configuração da impermeabilização com manta asfáltica.....	49
Figura 27. Localização geográfica da edificação I.....	52
Figura 28. Residência Unifamiliar Caso I	53
Figura 29. Umidade ocasionada pela instalação hidráulica do banheiro	53
Figura 30. Descascamento da pintura.....	54

Figura 31. Umidade ascendente por capilaridade	55
Figura 32. Fase de formação de bolhas.....	55
Figura 33. Localização geográfica da Edificação caso II.....	56
Figura 34. Frente da residência Unifamiliar Caso II.	57
Figura 35. Fissura na parede da cozinha	58
Figura 36. Fissuras e rachaduras nas paredes do banheiro.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro.1 Fatores determinantes da corrosão em concreto	23
Quadro 2. Tipos, origens e locais da umidade nas construções.....	32

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
1.2 JUSTIFICATIVA	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 PATOLOGIA.....	16
2.1.1. Definição	16
2.2 PATOLOGIAS ORIGINADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES.....	17
2.2.1 Classificações:	18
2.2.1.1 Fissuras	18
2.2.1.2 Eflorescências.....	20
2.2.1.3 Corrosão	21
2.2.1.4 Corrosão da armadura	21
2.2.1.5 Corrosão do concreto da armadura	23
2.2.1.6 Descascamento e desagregamento	26
2.2.1.7 Mofo e Bolor.....	28
2.2.1.8 Criptoflorescências.....	29
2.3 UMIDADE NA ESTRUTURA DE UMA EDIFICAÇÃO.....	30
2.3.1 Umidade de Obra	33
2.3.2 Umidade de Solo.....	34
2.3.3 Umidade de Infiltração	35
2.3.4 Umidade de Condensação	36
2.3.5 Umidade Acidental	37
2.4 IMPERMEABILIZAÇÃO	38
2.4.1 Impermeabilização Rígida	40
2.4.2 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo	40
2.4.3 Argamassa polimérica.....	42
2.4.4 Cristalizantes	44
2.4.5. Impermeabilização flexível.	45
2.4.6. Membrana asfáltica.....	46
2.4.7 Manta Asfáltica.....	47
3. METODOLOGIA.....	50

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	50
3.2 INSTRUMENTALIZAÇÃO PARA A COLETA DE DADOS.....	51
3.3.1 Registro fotográfico	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 Caso I.....	52
4.1.1 Descrição do Local.....	52
4.1.2. Descrição dos problemas encontrados no local.	53
4.2 Caso II	56
4.2.1 Descrição do local.....	56
4.2.2 Descrição dos problemas encontrados no local.	57
5 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

As técnicas de impermeabilização foram evidenciadas desde do mundo antigo, conforme relatos bíblicos Noé utilizou betume para vedar a arca na sua construção, o mesmo material foi utilizado na Torre de Babel como argamassa para assentar tijolos, e o asfalto utilizado na construção de uma das Sete Maravilhas do mundo antigo, os Jardins Suspensos da Babilônia (APOLINÁRIO,2018).

A Umidade é uma problemática preocupante no ramo da construção civil. Contudo, o despreparo e a falta de conhecimento de soluções e em muitos casos a negligência em torno desse problema, são alguns dos motivos que a tem desencadeado nas edificações e construções, comparada aos outros tipos como trincas e descolamentos sua incidência é extremamente relevante (JOPPERT,2017).

A construção civil vem passando por um momento de transformação tecnológica, diante dessa modernização, estão surgindo novos produtos, com especificações e normas exigidas e relacionadas conforme pede um sistema de impermeabilização, proporcionando um melhor desempenho para atender os parâmetros de exigências das construções (LIMA,2012).

O conhecimento acerca dos novos produtos e dos métodos de aplicação são de extrema importância no processo de impermeabilização, tendo em vista que a cada dia os valores são diferenciados, e na compreensão do construtor isso pode tornar-se um entrave na hora da utilização do mesmo, permitindo assim a não utilização desse procedimento (ALONSO,2019).

Quando se fala de preços em relação a manutenção preventiva e corretiva, percebe-se que a correção se torna mais onerosa, se relacionada à preventiva, esse é outro fator preocupante, uma vez que existe a grande possibilidade de remoção de grande parte do revestimento das paredes para que ocorra a impermeabilização de forma a não causar danos maiores às edificações (APOLINÁRIO, 2018).

A etapa de impermeabilização no ramo da construção civil é de extrema importância para que não ocorra prejuízos em um curto período de tempo. Pode-se constatar que a realização desse processo é falha, fato justificado pela falta de conhecimento dos produtos entre os construtores. Desse modo a situação dos métodos construtivos utilizados na maioria das residências, pela escolha de um

investimento menor, pode causar transtornos maiores futuramente, tendo em vista que a correção é muito mais complexa em prol dos custos e dos prejuízos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as principais manifestações patológicas em concreto ocasionadas pela umidade em construções residenciais unifamiliares, através de um estudo de caso na cidade de Itinga-MA.

1.2.2 Objetivos específicos

Efetuar um estudo sobre a sistematização de meios de impermeabilização; com enfoque nos principais tipos de umidade e seus agentes causadores e sua relação com a ausência de impermeabilização ou sua má aplicação.

Identificar as principais manifestações patológicas em residências unifamiliares, ocasionadas pela falta ou ausência de impermeabilização, detectando por meio de pesquisa de campo as recomendações para às impermeabilizações nas edificações analisadas.

Indicar soluções para adequá-las nas situações estudadas, tornando-as viáveis, de acordo com as características dos problemas de cada construção.

1.2 JUSTIFICATIVA

A problemática referente a patologias em concreto devido a umidade é uma fonte de preocupação para a engenharia civil, isso se deve pelo fato de que estes problemas deterioram mais rapidamente as construções, aumentando os riscos a

estrutura com o surgimento de outras patologias por conta de fissuração ou/e deterioração dos materiais (REBELLO, 2017).

Outro fato a ser observado é a premissa de que as soluções para as patologias originadas por conta da umidade podem ser extremamente caras (PUHL, 2019). Portanto, é necessária uma boa vedação para que isso impossibilite ou, atrase o máximo possível a deterioração superficial, das juntas e não seja fonte de agressão profunda as estruturas (PUHL, 2019).

Outros autores verificaram que a negligência no que tange o aspecto da impermeabilização é umas das causas dessas patologias, ocasionando grandes transtornos, pois onera os custos, uma vez que possibilita um custo significativo em áreas que se fossem aplicadas uma prevenção no início da obra (GOMES & NETO,2018).

Muitos problemas surgem por conta dessas patologias, tendo em vista que podem afetar a saúde dos usuários, pois desencadeiam mofos que originam fungos, prejudicando assim não somente no que tange uma desvalorização da residência, bem como afetando diretamente o bem-estar dos moradores dessa edificação (APOLLINARIO,2013).

Observado então, os fatores que ocasionam a problemática em questão, tornando-se possível a conscientização de todos os envolvidos nas edificações e construções civis, compreende-se que é plausível abordar o tema, visando responder o seguinte questionamento: Como identificar os tipos de patologias associadas a falta de impermeabilização, que são encontradas nas residências unifamiliares e suas principais causas? E de que maneira pode-se recuperar tais edificações?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo encontra-se uma breve definição do termo patologia no ramo da construção civil, com uma breve explanação de suas manifestações, citando as possíveis causas para o seu surgimento.

2.1 PATOLOGIA:

2.1.1. Definição

O termo “patologia” é um dos fundamentos desta pesquisa, derivado do grego (Páthos-doença, logia-ciência, pesquisa), que significa “pesquisa de doenças”. Em edifícios civis, a patologia pode ser atribuída ao estudo de danos em edifícios. Essas patologias podem se manifestar de várias maneiras: rachaduras, infiltração, bolhas, manchas, fungos, bolor, deterioração, entre outros. Por existir em muitos aspectos, é chamado de manifestações patológicas (BRITO,2017).

Nota-se que a principal intenção da identificação da patologia nas estruturas é encontrar soluções técnicas e científicas para tentar mitigar as irregularidades que surgem nas edificações. Então em qualquer fase da construção isso pode ocorrer, seja no início, ou mesmo no meio da execução do serviço, logo existindo a possibilidade de avaliar os riscos e tentar corrigi-los, gerando confiabilidade e garantia na segurança da obra (ALONSO,2019).

Os projetos de construção civil passam por um molde de avaliação para determinar as exigências para sua utilização, uma vez que às construções com o passar do tempo podem apresentar problemas de manutenção, logo é necessário que haja uma inspeção rotineira para identificar e avaliar tais patologias, de modo que possa haver um cumprimento efetivo da reabilitação neste processo (MACHADO,2002).

Muitos fatores contribuem para a deterioração da construção, dentre os principais fatores podem ser citados: variações de temperatura, processo erosivo, processo de reações químicas, todos estes contribuem para o desenvolvimento de

patologias nas construções civis, faz-se necessário estabelecer uma sistematização nesta área, de modo que seja avaliado o comportamento estrutural a longo prazo, desde que seja perceptível essa problemática da concepção à manutenção da edificação (ALONSO,2020).

Segundo Granato (2002), a complexidade dos efeitos ambientais naturais sobre as estruturas e suas consequências, geram conflitos sobre a tendência de escolhas de materiais adequados, mesmo porque, de acordo com Granato, não somente esse fator, mais principalmente a forma de executar a construção de forma mais técnica, objetivando uma estruturação com moldes de fiscalização e manutenção preventiva são essências para que haja uma segurança nas edificações.

2.2 PATOLOGIAS ORIGINADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

Dentre os principais fatores identificados e com maior ocorrência na execução de uma construção, estão os relacionados com a penetração da água, estes por sinal são graves e difíceis de serem solucionados, pois geram danos na utilização das edificações, causam um desconforto na vida dos proprietários, podendo até mesmo ocasionar problemas na saúde dos mesmos, prejuízos e danos financeiros (SOUZA,2008).

A ação da umidade na estrutura de uma edificação é um problema de difícil correção na construção civil, pois ela é um agente para a manifestação de novas avarias, essas manifestações patológicas que são geradas pela umidade tem uma forma de ocorrência muito peculiar, por conta dos pontos de proteção indesejáveis na construção. Sabe-se que existem diversas maneiras da forma que a ação da água venha a se manifestar nas edificações, logo é fundamental conhecer estas para uma melhor escolha de impermeabilização (ALONSO,2019).

2.2.1 Classificações:

De acordo com Brito (2017), as manifestações patológicas causadas pela umidade detectadas com maior frequência são: fissuras, eflorescência, corrosão, descascamento e desagregamento, mofo e bolor, criptoflorescências.

2.2.1.1 Fissuras

Segundo a pesquisa de Souza e Ripper (1998), as fissuras podem ser consideradas como uma manifestação patológica típica de estruturas de concreto, mesmo a forma mais comum de rompimento, e além de deformações gravíssimas, também tem atraído a atenção de não profissionais e os Proprietários. E usuários, porque alguma situação anormal está acontecendo.

A NBR 15.575: 2013 define a fissuração de um componente estrutural como uma seção da superfície ou toda a seção transversal do componente, e possui poros capilares causados por tensão normal ou tensão tangencial.

As rachaduras geralmente aparecem como aberturas estreitas e alongadas na superfície do material. Eles geralmente têm uma gravidade pequena e superficial.

De acordo com a NBR 9575: 2003, fissura é uma abertura causada pela ruptura de um material ou componente, e a abertura é menor ou igual a 0,5 mm.

Conforme a figura 1, pode-se perceber a espessura das fissuras na parede, por apresentar uma abertura bem estreita, tem uma gravidade bem menor e superficial.

Figura 1. Fissuras

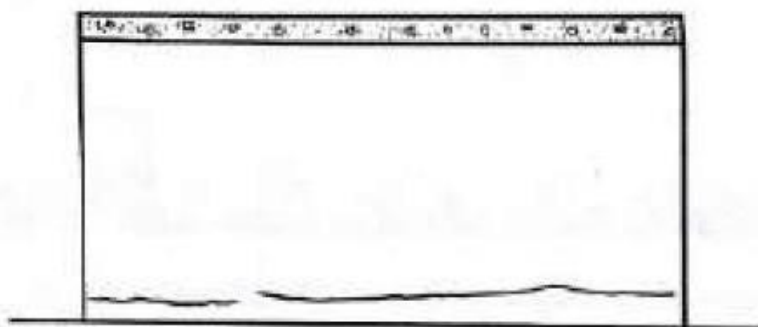


Fonte: Fórum da Construção, 2013

Geralmente as fissuras tem uma pré-classificação de acordo com a sua espessura e abertura, estas são classificadas como ativas e passivas, isso depende muito das variações das aberturas que as relacionam, quando a abertura é ocasionada de acordo com as movimentações térmicas da água, são ativas, quando esta é constante é classificada como passiva, sempre quando ocorre variação de abertura, estas por sinal são ativas, quando não ocorre são passivas, para a verificação são usados selos rígidos, como o uso de placas de gesso ou de vidro (Barbosa,2018).

A figura 2, mostra a fissura na base da parede de alvenaria, pode-se observar que geralmente existe uma quantidade de umidade nas camadas inferiores, na hora que se faz o assentamento da alvenaria, essa patologia sem dúvida é identificada pela presença de umidade existente relacionada com a variação de temperatura.

Figura 2. Fissura gerada na base da parede de alvenaria



Fonte: Thomaz (1989).

Vale ressaltar que o aparecimento de fissuras está diretamente relacionado com ocorrência da variação de temperatura, uma vez que quando avaliada a capacidade de absorção da água nos materiais de construção, nota-se a origem da porosidade e capilaridade destes (PINTAN,2013).

2.2.1.2 Eflorescências

As eflorescências tem uma característica predominante relacionada a presença da água. Logo seu aparecimento é proveniente da umidade, contudo para que ocorra sua incidência são necessários outros fatores, além da umidade da água, dentre os quais a proporção da presença de sais solúveis, presentes nos materiais para revestimento e reboco, causando uma pressão devido ao processo de evaporação, permitindo assim que surja essa patologia na parede (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 1990).

Desse modo, o aparecimento dessa patologia, acontece da seguinte maneira:

As eflorescências aparecem quando a água atravessa uma estrutura que contém sais solúveis como os nitratos alcalinos, carbonato de cálcio, sulfatos, sais de ferro sulfoaluminato. Esses sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, na argamassa e na cal. Em contato com a umidade vinda através das paredes, esses sais são carregados pelas paredes e fazem aparecer manchas, bolhas, descolamento ou descoramento da pintura. (VEDACIT, 2010).

A figura 3, exemplifica o tipo de ocorrência dessa eflorescência, que se caracteriza por manchas de variadas tonalidades, causando danos estéticos para as edificações.

Figura 3. Formação de eflorescência



Fonte: Tintas Pig (2019).

2.2.1.3 Corrosão

A corrosão está diretamente relacionada com a umidade ocasionada pela água, neste caso o efeito é a corrosão do aço e do ferro, estes por sua vez sofrem um processo de oxidação, logo é recomendável o uso de um concreto impermeável, para que a água não alcance a estruturação das armaduras de ferro e aço, evitando assim transtornos futuros (SCHÖNARDE, 2009 apud BARBOSA, 2018).

2.2.1.4 Corrosão da armadura

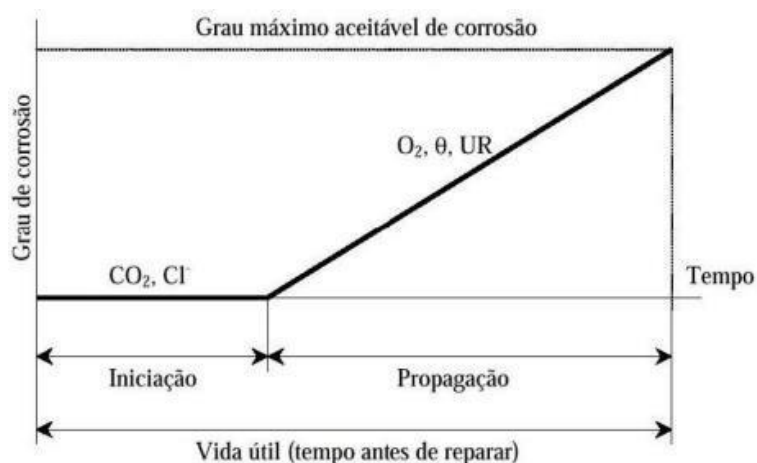
Helene (2002) define a corrosão das barras de aço do concreto como um fenômeno eletroquímico, que pode ser acelerado pela presença de agentes químicos externos ou internos no concreto. Cascudo (1997) explica que, no concreto armado, o aço encontra-se em um ambiente altamente alcalino e, devido à presença de uma película protetora passiva, pode proteger o aço da corrosão.

A alcalinidade dentro do concreto provém da fase líquida em seus poros, que contém grupos hidroxila gerados pela ionização dos hidróxidos de cálcio, sódio e potássio. Mesmo em idade avançada, o concreto continua a fornecer o meio básico de proteção contra corrosão (SIQUEIRA,2018).

De acordo com Tuutti (1982), foram observados dois períodos de corrosão. O primeiro período é o período de iniciação. O processo de passivação desde a entrada do agressor na armadura pode ser entendido como o período de iniciação. A segunda etapa corresponde à propagação, período em que, uma vez consolidado o processo de corrosão, aumentará gradativamente de forma exponencial, causando sérios danos ao aço.

Para Cascudo (1997), os principais agentes corrosivos que desencadeiam a corrosão do aço são os íons cloreto (corrosão por pite, corrosão localizada), redução do PH do aço (corrosão geral → carbonização) e corrosão localizada sob estresse de fratura, conforme mostra a figura 4.

Figura 4. Modelo de vida útil / Processo



Fonte: Tuutti, 1982

2.2.1.5 Corrosão do concreto da armadura

Miotto (2010) afirma que a corrosão e a degradação do concreto podem estar relacionadas a fatores mecânicos, físicos, biológicos ou químicos. O Quadro 1 descreve os determinantes da corrosão do concreto.

Quadro 1 - Fatores determinantes da corrosão em concreto

Fatores determinantes da corrosão em concreto	
Fatores mecânicos	As vibrações podem ocasionar fissuras no concreto, além disso líquidos em movimento principalmente aqueles que possuem partículas em suspensão (gerando erosão e conseguinte desgaste).
Fatores físicos	Variações de temperatura podem gerar choques térmicos, além do que podem gerar microfissuras que possibilitam a penetração de agentes agressivos.
Fatores biológicos	Microorganismos podem criar meios corrosivos para o concreto e armadura, como por exemplo as bactérias oxidantes de sulfetos e/ou enxofre, que aceleram a oxidação das substâncias por ácido sulfúrico.
Fatores químicos	Presença de substâncias químicas nos diferentes ambientes, normalmente água, solo e atmosfera. As principais substâncias químicas são os ácidos clorídricos e sulfúricos.

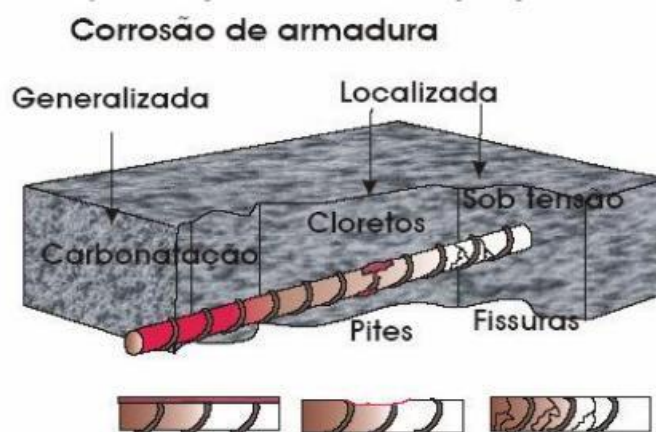
Fonte: Gentil (2003).

Além das propriedades mecânicas que permitem a estrutura resistir aos efeitos estruturais externos, ele também deve ser agrupado e moldado para resistir aos efeitos físicos e químicos internos e externos. Entre alguns fatores da corrosão pode-se citar a presença de água/umidade, é comum que a exposição destes as

intemperes acelere os processos corrosivos que enfraquecem a estrutura como um todo ao longo do tempo (BARROS,2013).

A figura 5 mostra os tipos de corrosão e os principais agentes que as ocasionam, demonstrando a agressividade da ação dos íons de cloreto e ação de redução do PH do aço.

Figura 5. Tipos de corrosão e fatores que as provocam



Fonte: Cascudo, 1997

Segundo Ambrósio (Ambrósio, 2004), impulsionado pela alta modernização da sociedade, a fim de atender à crescente demanda por construção (seja mão-de-obra, indústria ou habitação), o rápido desenvolvimento da construção civil tem promovido salto científico e tecnológico.

Devido a este crescimento, há possibilidade na ocorrência de falhas involuntárias, avarias, mau uso dos materiais utilizados, envelhecimento natural, erros de projeto, muitas estruturas apresentam desempenho insatisfatório, em suma, vários fatores que causam deterioração estrutural. A patologia estrutural é a área da engenharia da construção, que se dedica ao estudo da origem, manifestação, consequências e mecanismo de avaria e sistemas de degradação estrutural.

O concreto é o material de destaque na construção civil, pelo menos no âmbito brasileiro, não é difícil verificar que esse material é usado em larga escala nos mais variados objetivos da construção. Tanto o concreto como o concreto armado são usados como base fundamental para a resistência e firmeza dos alicerces, portanto, patologias nestas estruturas são de suma importância a serem

observadas, e, isso, também se inicia com a verificação de patologias que podem ser verificadas facilmente, como aquelas originadas devido a umidade que posteriormente podem evoluir para outros problemas.

Dentro desse conceito, esta pesquisa busca analisar e adotar soluções para o tratamento dessas patologias causadas por falhas de execução, ou, por problemas relacionados a própria climática e suas mudanças. Nestes processos, serão resolvidos os processos de inovação e tradicionais, que visam corrigir problemas com uma ambientação nas residências unifamiliares, contudo, ainda é válido trazer alguns fundamentos sobre estruturas de outros portes de forma a contextualizar e administrar o conhecimento de modo eficiente.

O concreto (uma mistura de agregados pequenos e grandes, cimento, areia e água) é um material que resiste ao estresse de compressão estrutural. A resistência à tração é baixa. Para solucionar esse problema, foram adicionadas ao sistema barras de aço, que formam as barras de aço da estrutura, de forma que a estrutura de concreto e as barras de aço suportam dois tipos de tensões: a compressão e a tração. Portanto, o termo “concreto armado” é a soma desses dois materiais (concreto e aço), que atuam juntos para estabilizar a estrutura.

O conceito de conformidade também deve ser mencionado. Este fenômeno deve existir entre o concreto e o aço, para que os dois materiais possam realmente se unir para que possam trabalhar juntos. Ainda, observando as definições de concreto e concreto armado, Bastos (2006) explica que esse é uma combinação simples entre o concreto convencional mencionado acima, com o uso de uma estrutura formada por barras de aço.

Outro ponto de destaque vem para o fato de que o concreto possui uma importante função, a de proteger o aço da corrosão e garantir a durabilidade da peça fundida. Porém, essa proteção só é possível se houver uma espessura mínima de concreto entre a superfície externa da peça e a armadura (chamada de cobertura). Nessa perspectiva, Reis (2010) explica sobre a relação entre o revestimento e falhas em peças estruturais, isso decorre devido o revestimento não apresentar o desempenho esperado, ou, com o passar de longos períodos, esse ser gradualmente ser degradado colocando estruturas (concreto, concreto armado, e outros) expostos as intemperes.

De forma sucinta, Augusto (2015) elucida que o revestimento tem uma contribuição fundamental para a durabilidade, visto que esse realiza as proteções de vedação contra intempéries e outros agentes como infiltrações. O autor ainda coloca a relevância no uso de argamassa para com essa finalidade, tanto nos aspectos estéticos como na prevenção de patologias exteriores e/ou, interiores.

Nessa mesma direção Do Carmo (2003) revela outras qualidades inerentes ao revestimento, como melhoria do desempenho estrutural, bem como um revestimento mal realizado ou sem manutenção traz desconforto e insatisfação para com os usuários, devido a sensação de estarem possivelmente em um ambiente insalubre. As manifestações patológicas de revestimento, em principais aquelas devido a umidade, podem ser classificadas como congênitas, construtivas, adquiridas, acidentais ao qual comumente se origina a partir de uma combinação de fatores (REIS, 2010).

2.2.1.6 Descascamento e desagregamento

O surgimento desse tipo de manifestação patológica pode estar associado por diversos fatores, dentre os quais está a má aplicação da tinta, outro motivo é o não cumprimento do prazo de cura do reboco, contudo o excesso de umidade também é outro fator que possibilita seu aparecimento (PINTAN,2013).

A figura 6, mostra como esse descascamento da superfície da parede se manifesta, neste caso específico.

Figura 6. Descascamento de pintura na superfície de parede



Fonte: Montecielo (2016).

Segundo Montecielo (2016) “Quando há má aderência da tinta devido a sua diluição ter sido incorreta na hora da preparação, superfície calcinada que não tenha possuído preparação adequada ou uma superfície que não tenham eliminado totalmente o pó após um lixamento.” Neste caso, nota-se que esse tipo de patologia causa danos à estética da edificação na sua estrutura.

No que diz respeito ao desagregamento, observa-se que este está relacionado a problemas ocasionados por avarias na massa do reboco, resultando uma espécie de esfarelamento, alguns autores relatam a existência do mesmo, sendo causado pela umidade.

A figura 7, demonstra um tipo específico de desagregamento gerado pelo reboco, devido a uma avaria, observa-se que o desagregamento é bem intenso, ocasionado pela massa aplicada, geralmente pelo descumprimento da cura do reboco.

Figura 7. Desagregamento gerado no reboco da parede de alvenaria



Fonte: Sabino (2014 apud OLIVEIRA, V., 2017).

2.2.1.7 Mofo e Bolor

Esse tipo de patologia é caracterizado pelo escurecimento do local onde ela acontece, pode-se dizer que é um tipo específico de fungo, que tem origem vegetal, para que haja sua proliferação, e continuidade de existência é necessário que a superfície tenha um acentuado grau de umidade. Conforme mostra a figura 8, nas situações de aparecimento de mofo e bolor, a ação vegetal dos fungos pode ocasionar danos na estrutura da construção.

Figura 8. Ação de mofo e bolor em parede de alvenaria



Fonte: Neiva coelho imóveis (2013).

Observa-se que o bolor é associado a lugares que possuem climas tropicais, sua incidência é resultante do alto teor de umidade no local onde este ocorre, afetando diretamente a salubridade e a habitabilidade da edificação, esse pode desencadear o emboloramento da parede, locais estes que por diversas vezes sobre ações de infiltrações e vazamentos, devido à umidade.

2.2.1.8 Criptoflorescências

Essa manifestação está relacionada com a eflorescência, porém existe uma diferença, a gravidade dos tipos de patologias, a criptoflorescência causa danos acentuados na estrutura da construção, uma vez que esta ocorre devido a formação de cristais salinos non interior da parede, ocasionando rachaduras e podendo provocar desastres como o desabamento. A figura 9, mostra a patologia criptoflorescências na parede de uma residência.

Figura 9. Ocorrência de criptoflorescências na parede da estrutura.



Fonte: Kauffman (2017).

2.3 UMIDADE NA ESTRUTURA DE UMA EDIFICAÇÃO

As patologias originadas a partir da umidade gera diversos problemas relacionados a durabilidade e vida útil da estrutura, no qual ao longo do tempo está passível de desencadear falhas devido ao dano estrutural, seja ela na própria face estética, no concreto ou depender das condições, nas peças estruturais. Nessa linha, Reis (2010) explica sobre a degradação, a qual é a perda de capacidade de coesão do material no decorrer do tempo, os agentes podem ser de ordem variada devido ao ambiente, má execução, uso de materiais de baixa qualidade, acidentes climáticos, geológicos, entre outros.

Outro ponto importante são os chamados “Novos materiais”, esse aparato também está passível de ser levado em conta como uma forma de proteção as estruturas, em principal usado na arquitetura moderna ao qual tem uma ênfase em grandes projetos, contudo, viáveis de enfrentar os mesmos problemas originados devido a umidade (BARROS, 2013).

A umidade na estrutura de uma construção é uma espécie de patologia que causa danos que prejudicam e podem chegar a comprometer toda a edificação, além de promover a proliferação de fungos e bactérias.

Segundo Siqueira (2018), as manifestações dos problemas de umidade estão em diversos elementos das construções, pisos, paredes, concreto e etc. A umidade é um meio necessário para que ocorra essas patologias, o aparecimento destas causam danos estruturais nas edificações, De acordo com a figura 10, pode-se perceber que a ação da água pode desencadear muitos problemas. Como:

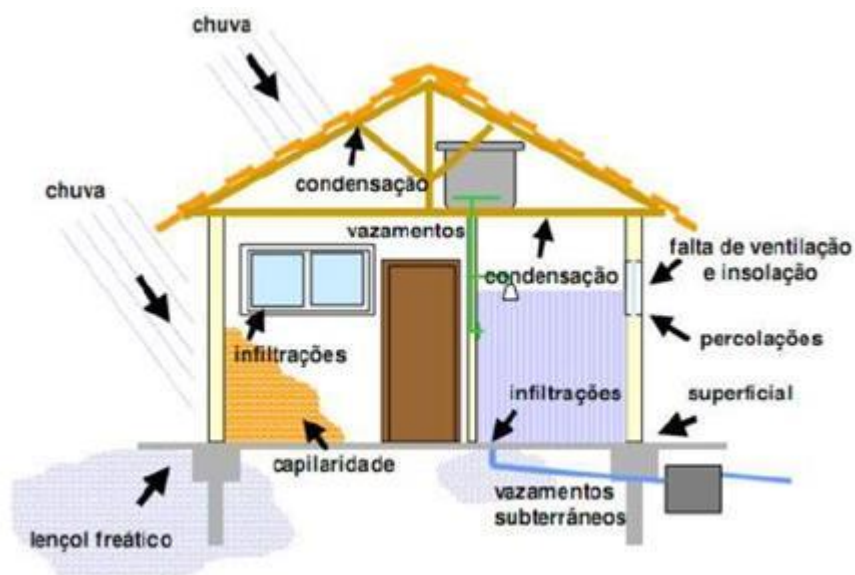
Detrimento na aparência da construção;

Problemas que podem afetar a saúde dos habitantes da edificação;

Danos em bens e utensílios das construções;

Prejuízos financeiros.

Figura 10. Diferentes formas de ação dos fluidos na edificação



Fonte: Pozzobon (2007 apud SIQUEIRA, 2018).

O quadro 2 mostra os tipos e origens e locais onde ocorrem a umidade nas construções e edificações.

Quadro 2 - Tipos, origens e locais da umidade nas construções

TIPOS DE MANIFESTAÇÃO DA UMIDADE	ORIGEM	LOCAL
Umidade de Obra	Surgimento durante o trabalho construtivo, se mantendo em um determinado período, e posteriormente desaparece de forma gradativa.	Confecção de concreto, de argamassas e execução de pintura
Umidade de Solo	Originada pela absorção da água do solo pelas fundações, paredes e pavimentos, percorrendo para outros pontos da edificação.	Terra, através do lençol freático.
Umidade de Infiltração	Penetração da água da chuva perante os elementos externos da edificação.	Cobertura (telhados), paredes e lajes de terraço.
Umidade de Condensação	Relacionada com a ocorrência do vapor da água que condensa no interior de uma edificação.	Paredes, forros, pisos, peças com pouca ventilação, banheiros, cozinhas e garagens.

Umidade Acidental	Ocorrência de vazamentos do sistema hidrossanitário de uma edificação	Paredes, telhados, pisos e terraços.
-------------------	---	--------------------------------------

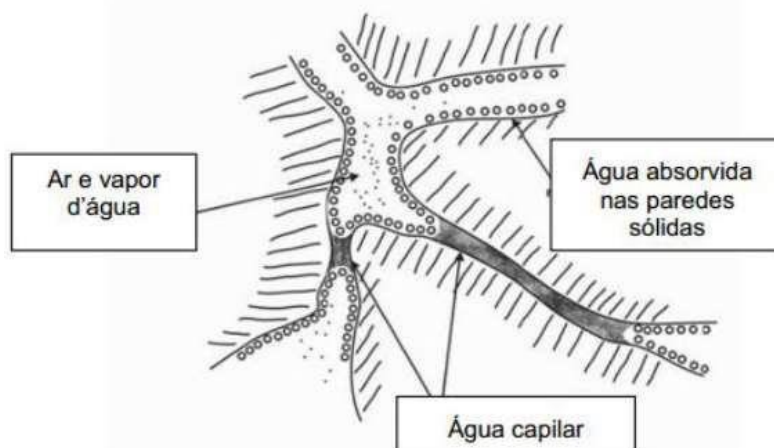
Fonte: Adaptado de Associação Brasileira da Construção Industrializada (1990).

2.3.1 Umidade de Obra

Esse tipo de umidade é característica no findar da construção, pois se constitui devido ao desaparecimento da água nos elementos das edificações, por conta de um equilíbrio que ocorre dos materiais com o ambiente, um exemplo específico desse tipo de umidade é a infiltração da água na argamassa, gerando um tempo de cura no reboco maior do que o esperado, uma vez que a água penetra na alvenaria. Outro exemplo são as infiltrações que ocorrem em madeiras verdes, as mesmas já possuem uma quantidade de água devido ao seu peso. Contudo após o processo de pintura a água tende a ser transportada para o meio externo (OLVIEIRA,2018).

De acordo com a figura 11, o processo de endurecimento da cura, pode ocorrer na fase do concreto, sendo gerada uma rede com ramificações capilares de água, tendo em vista uma absorção de água no interior das paredes.

Figura 11. Umidade no interior do concreto

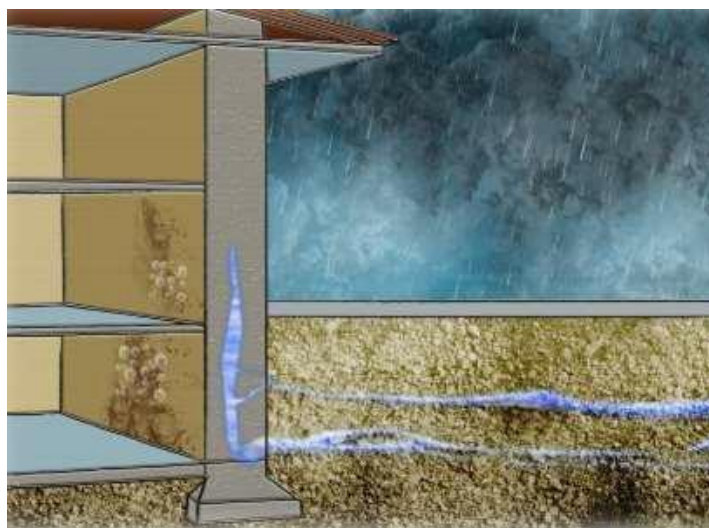


Fonte: Fusco (2008 apud BARBOSA, 2018).

2.3.2 Umidade de Solo

A ocorrência desse tipo de umidade está relacionada a ação de capilaridade presente no solo, onde a água possivelmente ascende de maneira vertical. De acordo com a figura 12, uma das principais características desse tipo específico de Umidade é a construção ser feita em solo argiloso, gerando assim uma infiltração do solo até a parede da edificação.

Figura 12. Umidade de solo e suas consequências



Fonte: Casa e Construção (2010).

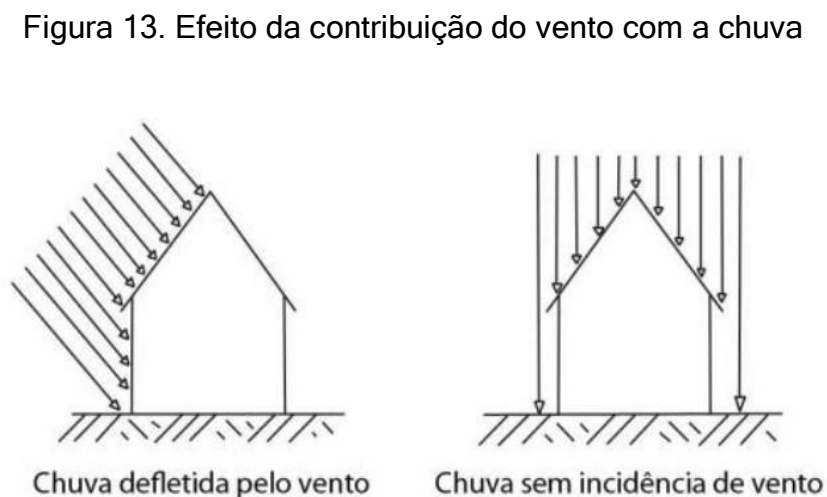
A expansão na formação de condutores, faz com que a água seja transportada através de canais pequenos, ocorrendo assim uma infiltração nos materiais de construção que possuem permeabilidade, o que possibilita a rota da água, sem barreiras que impeçam o deslocamento, na maioria das vezes a água atinge uma altura aproximada de 80 cm, com uma possibilidade de atingir uma altura maior se caso a mesma seja revestida com cerâmica (ALONSO.2019).

2.3.3 Umidade de Infiltração

Esse tipo de umidade é ocasionado por meios como fissuras, trincas e rachaduras, a água adentra a construção através dessas patologias. A porosidade ocorre através da água da chuva, que juntamente com o vento acelera o processo.

Dentre os tipos de umidade que afetam as edificações, a umidade de infiltração é a que apresenta maior incidência, correspondendo a aproximadamente 60% dos casos mencionados. A seguir aparecem os problemas devido à umidade proveniente do solo e à umidade de condensação, representando respectivamente 15% e 10% dos problemas; os outros tipos de umidade (obra e acidental) no conjunto representam aproximadamente 15% no total. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 1990).

A figura 13 demonstra a verticalidade da chuva em relação ao vento, e como isso atingiria as edificações



Fonte: Rodrigues (2010 apud BARBOSA, 2018).

Os prejuízos ocasionados por esse tipo de avaria que estão condicionadas ao clima, quando existe uma possibilidade de um período longo de chuvas, a tendência é o agravamento dessa situação, transformando-se patologias como bolores e etc. Muitos métodos podem ser utilizados para tentar solucionar essa patologia, porém depende muito do local onde está acontecendo essa anomalia.

2.3.4 Umidade de Condensação

O contato da superfície com a água, através do processo de mudança desta é o principal fator para a existência desse tipo de umidade, uma vez que a falta de circulação de ar, contribui para a formação de gotas pela liquefação (BRITO,2017)

A utilização de métodos que permitam uma melhor ventilação do ambiente é fundamental para que não ocorra esse acúmulo de água, pois essa água que infiltra nas estruturas danificam os materiais. Sendo assim, observa-se que a:

Infiltração por condensação é um problema de umidade que não é resolvido com impermeabilização. A impermeabilização confina a infiltração de água, mas é a circulação de ar que torna os ambientes salubres, não deixando proliferar o mofo. A presença de umidade nas casas provoca doenças respiratórias. (VEDACIT, 2010).

Segundo a figura 14 a propagação desse tipo de umidade é rápida, sendo essencial impedir que haja o deslocamento.

Figura 14. Vapor de água sofrendo condensação no teto de uma residência



Fonte: ABCP (2013 apud BARBOSA, 2018).

O mofo é um tipo de patologia que surge por conta desse tipo de umidade, já que a propagação de fungos através de colônias, colaboram para a alimentação das matérias orgânicas, e como consequência, existe a possibilidade de afetar diretamente a saúde dos moradores das edificações (PINTAN,2013).

2.3.5 Umidade Acidental

As falhas ocasionadas pelo sistema de tubulação provocam diretamente essa umidade, geralmente o fator tempo colabora para que esse tipo de problema ocorra. Na maioria das vezes a tubulação sofre um desgaste, o mecanismo mais eficaz para evitar é a prevenção através da manutenção, para que futuramente o sistema não tenha um rompimento causando danos maiores (VIEIRA,2018).

A figura 15 mostra os danos que podem acontecer caso não ocorra a prevenção através de uma manutenção.

Figura 15. Umidade gerada pelo rompimento da tubulação



Fonte: Siqueira (2018).

A melhor maneira de evitar esse tipo de problema, está relacionado a realização de uma manutenção, a fim de preservar ou trocar a tubulação para que não ocorra prejuízos maiores (ALONSO,2020).

2.4 IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização é um processo que dependendo da área de atuação que está inserida pode elencar diferentes definições, contudo no que tange a construção civil, constitui-se como sendo uma conjunção de fatores que possibilitam às operações de técnicas construtivas, compondo camadas com um objetivo de proteger de ações ocasionados pela umidade (ALONSO,2020).

Dessa forma, a impermeabilização é um sistema que permite o revestimento e promove a retenção da água, impedindo assim sua penetração ou sua passagem, de modo que existe uma limitação na sua utilização, isso depende de que maneira e sob quais aspectos exista tal exposição à água (NBR 9575, 2010).

Vale destacar que a impermeabilização é um modo de evitar com que a água chegue até a construção, evitando assim, problemas como a capilaridade e a percolação, tecnicamente diz-se da aplicação em pontos determinantes de uma obra, para que não ocorra o contato direto com a construção impedindo diretamente que a água cause algum dano na obra (OLIVEIRA,2018).

A implementação de técnicas para aplicação de produtos exclusivos para a ação da impermeabilização, protegem a obra da ação degradante da água (IBI,2017).

Uma preocupação tem-se intensificado nas construções residenciais, tendo em vista que neste tipo específico de construção, muitas vezes essa parte passa despercebida pelos construtores, de fato que a melhor forma de prevenção para que não ocorra problemas futuros é o processo de impermeabilização ser executado no início da obra (LIMA,2012).

Com o advento de novas tecnologias no setor da construção civil, a possibilidade de inserção desse novo estigma de impermeabilização para que seja assegurada a durabilidade da construção tem sido de grande relevância para o setor, possibilitando uma nova reavaliação do comportamento das estruturas ao longo dos anos, o que influenciou diretamente na entrada em vigor de uma nova versão de edificações habitacionais criada pela NBR 15,575 de 2013 (IBI,2017).

Essa nova versão despreendeu novos aspectos na construção civil, já que desencadeou a dispensação de todos os recursos de forma que alicerçassem esse tipo de processo de impermeabilização, possibilitando uma melhoria no desempenho das novas construções, com isso, permitindo uma qualificação dos profissionais do setor, o que facilita a escolha da melhor forma de executar o serviço (LIMA,2012).

Nakamura(2015), afirma que os processos de impermeabilização até 2010 poderiam ser classificados em dois tipos específicos: rígidos e flexíveis, todavia que os mesmos fossem sempre revisados anualmente, uma vez que os produtos que os tem seus elementos constitutivos de cimentícios, poliméricos e asfálticos.

Segundo Brito (2017), à impermeabilização do tipo rígido, trata-se de uma série de materiais que podem ser aplicados na construção e que não estão sujeitos a fissurações. No que se refere à impermeabilização do tipo flexível, passível de fissuração, existem as membranas e as mantas.

Nesse sentido, a escolha do processo de impermeabilização é algo essencial, tendo em vista que um erro, por menor que seja, pode comprometer todo o processo, gerando grandes danos às edificações e causando transtornos futuros. O controle de escolha deve seguir padrões em torno de critérios, onde uma análise deve ser feita de forma minuciosa, tendo em vista que existe uma série de fatores que devem ser considerados, como: particularidades do local que receberá a

impermeabilização, se tem características que possibilitem fissurações, com uma movimentação, e se existe uma exposição a intempéries (BRITO, 2017).

2.4.1 Impermeabilização Rígida.

A impermeabilização rígida não possibilita a flexibilidade de materiais, ou seja, não existe sujeição a movimentação dos recursos envolvidos nesse tipo específico, pois o elemento construtivo não tem aplicabilidade flexível. A impermeabilização de concretos e argamassas com a adição de aditivos, constituem esse sistema de capilaridade, permitindo a obstrução dos poros, facilitando a não percolação da água, não caracterizando sua expansão na estruturação principal da edificação (OLIVEIRA,2018).

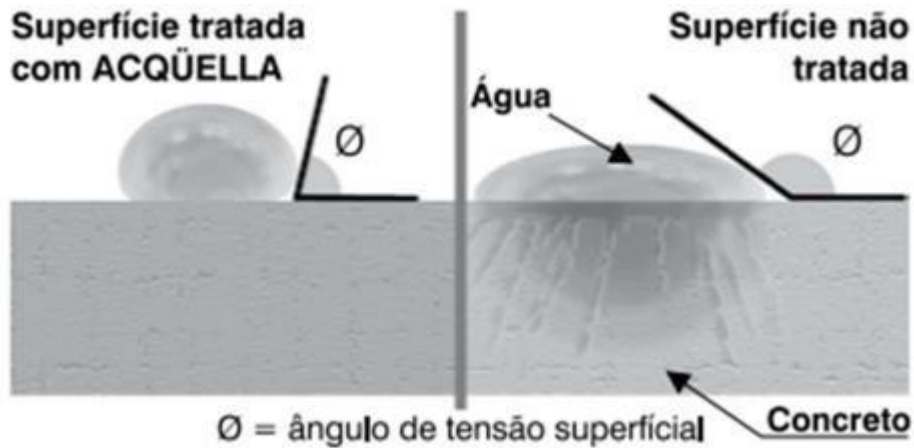
Segundo Bauer (1994), as impermeabilizações espessas, ou impermeabilizações de massa, ou impermeabilizações rígidas, são as impermeabilizações que se conseguem com o próprio concreto ou argamassa. Neste caso se usa um concreto ou argamassa impermeável por si mesmo, ou impermeabilizado com o uso de aditivo. É o sistema mais adequado (de modo geral) para infiltrações por pressão, especialmente se são altas. Entre os sistemas rígidos estão as impermeabilizações feitas com concreto impermeável, a impermeabilização com revestimento de argamassa impermeabilizada e as injeções impermeabilizantes. (BAUER, 1994, p. 788). Diante da afirmação do exposto no Anuário da Construção (2014), dos tipos específicos de impermeabilizantes rígidos que mais se destacam são: argamassa impermeável, argamassa polimérica e cristalizantes.

2.4.2 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo

Esse tipo de impermeabilizante tem sua dosagem formada por cimento, areia e aditivo hidrófugo, tem uma função química, tornando o substrato da alvenaria menos tensionado, uma vez que a reação dos sais cálcios insolúveis possibilitam a hidrofugação, ou seja, possibilitando que os materiais respirem, o que ocasionalmente reduz a infiltração de água (LIMA,2012). A figura 16 demonstra um sistema muito utilizado para assentamento de revestimentos internos e externos, em

face que a impermeabilização também pode acontecer no início da obra no baldrame, uma vez que a argamassa pode ser aplicada a partir da 3ª fiada do baldrame.

Figura 16. Representação do ângulo de tensão superficial



Fonte: Vedacit (2012)

A figura 17 demonstra a aplicação com dois tipos específicos de desempenadeiras de plástico e madeira, recomenda-se que a aplicação da argamassa pode ser feita em 3 camadas, sendo a última de extrema importância

Figura 17. Aplicação da argamassa com desempenadeira de plástico ou madeira



Fonte: Nakamura (2006).

Para que ocorra a maior absorção na aplicação da argamassa é necessário que exista uma aderência, sendo essencial que alvenaria no momento da aplicação esteja umedecida, sendo chapiscada com areia e cimento. Algumas características desse tipo de impermeabilização são os baixos custos que ela representa para a construção, e a facilidade na hora da aplicação, todavia dentre às desvantagens estão no controle de dosagem dos materiais empregados o que gera uma certa desconfiança por parte do construtor (BRITO,2017).

2.4.3 Argamassa polimérica.

Esse tipo de argamassa constituída de minerais inertes, polímeros e cimento, tem a capacidade de formar um revestimento impermeabilizante, capaz de agregar os minerais à camada do substrato da alvenaria, existem dois bicomponentes, formando uma parte líquida e outra sólida, uma vez que a mistura dos dois componentes facilita a homogeneização destes (ANÚARIO DA CONSTRUÇÃO,2014).

Esse tipo específico de argamassa desenvolve fatores que contém propriedades de absorção do substrato, o que facilita a cristalização, e dificulta a infiltração. De acordo com a figura 18.

Figura 18 - Cristalização superficial do substrato



Fonte: Anuário Construção (2014).

A capacidade de impermeabilização da argamassa polimérica está empregada no tipo de graduação dos componentes da mistura, tendo em vista que existe a possibilidade de criação de uma película polímero que impossibilita a infiltração da água (OLIVEIRA,2018).

Com o objetivo de prevenir contra possíveis patologias, a indicação desse tipo de impermeabilizante é essencial em fundações, poços, elevadores e principalmente paredes, o fabricante também recomenda um tempo específico para que a mistura fique homogênea com intervalos que variam de 2 a 6 horas, sendo observando o processo de secagem para aplicar a próxima demão (VEDACIT,2016).

A mistura dos componentes pode ser realizada com agitador mecânico, e quando for aplicadas as demãos cruzadas recomenda-se que sejam feitas com trinchas e brochas, conforme especificado nas imagens 19 e 20.

Figura 19 - Mistura realizada com agitador mecânico



Fonte: Weber Saint-Gobain® (2019).

Esse tipo de impermeabilização rígida com argamassa polimérica é o mais utilizado no Brasil, tendo também um custo considerável se comparado aos demais tipos de impermeabilização (ANÚARIO,2014).

Figura 20 - Aplicação de argamassa polimérica



Fonte: Anuário Construção (2014).

2.4.4 Cristalizantes

Os cristalizantes têm sua composição com uma determinada resistência, devido a presença de aditivos químicos, é um tipo de cimento que possibilita que haja uma cristalização através da infiltração de água através da umidade, isso acontece devido a capacidade de absorção que viabiliza a sua transformação, incorporando assim compostos com propriedades insolúveis (LIMA,2012).

Esse tipo de impermeabilizante tem uma composição química, sendo sua composição alicerçada por cimentos com aditivos, e possuem resina e água, sua aplicação facilita o processo de infiltração nos sistemas capilares, pois bloqueiam a passagem da água através da cristalização, o que constitui uma barreira impermeável, o correto é que este seja aplicado em locais como: reservatórios, piscinas e locais que sejam mais propensos a ter uma certa umidade (FERREIRA,2012).

Existem duas formas de encontramos esse impermeabilizante: líquida e em pó, dentre o exposto, pode-se afirmar que a composição em pó tem a finalidade de aplicação na saturação do substrato, ou seja na pintura.

Porém, no seu estado líquido, deve-se introduzir no interior das alvenarias cerâmicas que são acometidas de infiltrações por umidade, para isso deve-se

remover todo o reboco com uma altura de 1m, efetuando uma inclinação de 45°, sendo que a linha de furos tenha uma espessura entre 10 cm e 20 para a sua inserção (BRITO,2017).

A figura 21, mostra passo a passo como é feita a injeção de cristalizante líquido, sendo especificado os furos, com a secagem efetuada através da luz infravermelha, preparação de produto onde é efetuada um posicionamento para que ocorra uma melhor cristalização do produto.

Figura 21 - Processo de injeção Cristalizante passo a passo.



Fonte: Exterckoetter e Zancan (2018).

2.4.5. Impermeabilização flexível.

A impermeabilização flexível permite que seja instituída uma lâmina de proteção, evitando assim a penetração da água, algumas características estão atreladas à elasticidade do produto aplicável à parte da construção, dividindo-se em dois grandes grupos: moldados no local, também chamados de membrana asfáltica, pré-fabricados, conhecidos como mantas (OLIVEIRA, 2018).

Esse tipo de sistema deve ser aplicado em estruturas que estejam expostas à movimentação, onde ocorra vibrações por variações, dilatando-se ou contraindo-se,

como; lajes, banheiros, reservatórios e cozinhas, dentre os produtos mais aplicados nas residências como impermeabilizantes flexíveis são: membrana asfáltica e manta asfáltica. O substrato que vai receber a impermeabilização deve estar livre de radicais, limpo e acessível para que o caimento ocorra corretamente (FERREIRA,2012).

2.4.6. Membrana asfáltica.

A base desse tipo de impermeabilizante é o asfalto, encontrados de várias formas, sendo um tipo de betume, essa mistura é suavizada com água, com aditivos que dispersam uma variação de até 70% de asfalto na mistura, indicado para muros, baldrame, estruturas em contato com o solo, podendo ser aplicada com rolo ou trincha, conforme apresentado na figura 22 (PEREIRA,2013).

Figura 22. Aplicação a frio de emulsão asfáltica



Fonte: Pereira (2013).

A aplicação do produto modificado é incorporada através de polímeros, neste tipo específico o produto torna-se mais resistente às variações de temperatura e envelhecimento. Quando a mistura sofre a adição de um tipo específico de polímero, pode fazer com que a elasticidade ao asfalto. As aplicações desse tipo de impermeabilizante pode ser feita em lajes, piscinas, dentre outros, aplicando-se

também a quente, e a mão de obra deve ser especializada, necessitando-se o uso de uma caldeira (PINTAN,2013). A figura 23 mostra o método de aplicação da membrana asfáltica.

Figura 23- Aplicação a quente de asfalto modificado

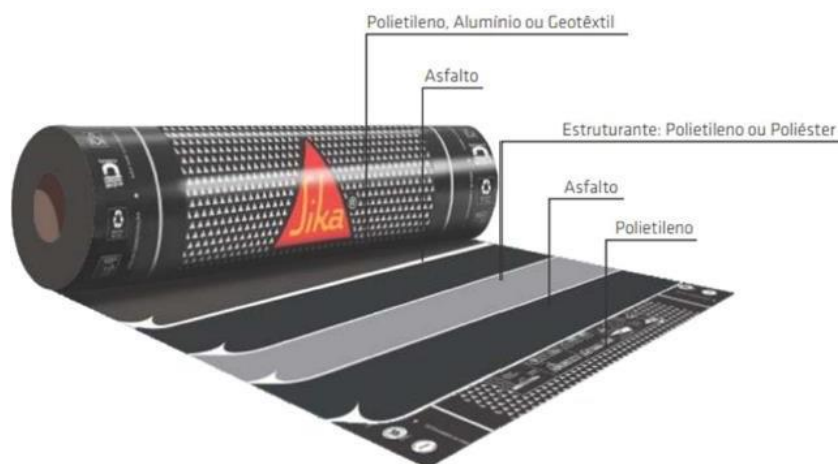


Fonte: Lwart (2009 apud RIGHI, 2009).

2.4.7 Manta Asfáltica.

O impermeabilizante denominado, manta asfáltica possui uma camada de asfalto modificado por um polímero, com arranjo de poliéster, ou um véu de fibra de vidro. A figura 24 mostra as características da manta asfáltica e suas camadas.

Figura 24 - Manta asfáltica



Fonte: Sika® (2019).

De acordo com a fabricante Vedacit (2016). Trata-se de um sistema de impermeabilização industrializada por calandragem do asfalto modificado e estruturado com armadura de poliéster ou fibra de vidro. O processo consiste no aquecimento do asfalto por volta de 200 °C armazenado em um tanque no qual é inserido o estruturante que fica impregnado pelo asfalto. Depois, entra em um processo que define a espessura da manta e o posicionamento do estruturante. No final, ocorre o resfriamento, a aplicação do material de acabamento e, por último, o embobinamento.

As mantas podem ser classificadas conforme as suas características de flexibilidade e resistência, tanto á tração, quanto à baixa temperatura (VEDACIT,2016):

1. O primeiro tipo é indicado para ambientes com pouco trânsito de pessoas, pois sua resistência mecânica e elástica é baixa, logo podem ser aplicadas em banheiros, cozinhas, varandas e etc.
2. O segundo tipo apresenta uma resistência com indicação moderada, como lajes, telhados, áreas internas das residências.
3. O terceiro tipo tem uma resistência elevada, indicada para áreas de grande movimentação como: lajes, pré-moldados, terraços e etc.
4. O quarto tipo tem uma resistência e durabilidade bem elevada, com uma sustentação maior na questão de grande movimentação, estacionamentos, tanques, viadutos e etc.

A figura 25, mostra o imprevisto na impermeabilização da emulsão asfáltica.

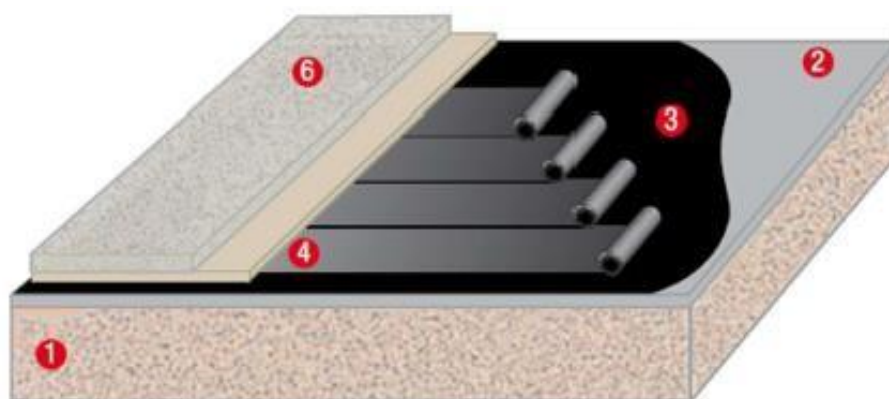
Figura 25 - Imprimação do substrato



Fonte: Fibersals (2019).

Para a realização da configuração de aplicação de uma manta asfáltica, deve-se fazer um teste de até 72h de lâmina de água, logo após um papel filme de polietileno deve ser aplicado, com uma proteção na espessura de até 3 cm. De acordo com a figura 26 (OLIVEIRA,2018).

Figura 26. Configuração da impermeabilização com manta asfáltica



- ① Laje de concreto
- ② Regularização
- ③ **PRIMER MANTA VEDACIT**
- ④ **MANTA ASFÁLTICA VEDACIT**
- ⑤ Camada Separadora: filme de polietileno ou papel kraft
- ⑥ Proteção Mecânica: contrapiso

Fonte: Vedacit® (2012).

3. METODOLOGIA

A pesquisa científica teve como métodos a revisão literária sobre o tema abordado e uma análise de procedimentos, técnicas e instrumentos possibilitando um melhor aproveitamento dos estudos, auxiliar no uso das normas oficializadas de instituições especializadas, auxiliando no pensamento crítico, em busca de soluções de problemas, sabe-se que qualquer pesquisa deve estar alicerçada em outras já realizadas anteriormente para que os dados sejam averiguados como base e aporte para sustentação e para novas pesquisas futuras (ALMEIDA, 2016)

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa científica pode ser caracterizada de quatro maneiras e essas são de essencial importância no campo da metodologia científica: a forma como a pesquisa é feita, o objetivo, as técnicas utilizadas no campo de coleta de dados e a problemática em torno do tema (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Os dados obtidos para a classificação da pesquisa estão relacionados como Estudo de Caso das patologias, associando às faltas e falhas da impermeabilização na cidade de Itinga-MA, O estudo de caso tem uma classificação característica de coleta de dados com base em análises quantitativas e qualitativas, usando o método dedutivo e indutivo.

Para a coleta de dados, utiliza-se de técnicas específicas, dentre as quais se destacam a entrevista, o formulário, o questionário, o teste e a observação. (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Portanto, o método de abordagem da pesquisa é classificado como qualitativo, tendo em vista que esta não tem uma predisposição de análise de dados numéricos, sendo mais expressiva na execução dos fenômenos, mensurando a interpretação destes, esta pode ser descritiva, pois os dados podem ser analisados individualmente.

3.2 INSTRUMENTALIZAÇÃO PARA A COLETA DE DADOS

Todo trabalho de cunho científico necessita de uma instrumentalização de dados que precedem de outras pesquisas anteriores. Mediante essa análise, a pesquisa foi iniciada pelo método bibliográfico, constituída por dissertações, monografias e artigos, manuais técnicos, buscando conceitos sobre as patologias e técnicas de impermeabilização mais aplicadas na atualidade.

Vale ressaltar que para esta análise bibliográfica, verificou-se algumas bases de dados como :SciELO, e sites de pesquisas acadêmicas.

Diante disso, sabendo-se que todos os métodos são essenciais para obter os resultados esperados numa pesquisa de estudo de caso, foi empregado como ferramenta de coleta de dados um registro fotográfico em análise das construções supracitadas.

3.3.1 Registro fotográfico

Foi utilizado um smartphone para registrar as imagens que serão analisadas nos casos de patologias a serem estudadas, com o objetivo de analisar e identificar as anomalias, e sua origem, bem como tendo como aporte as identificadas na revisão bibliográfica.

A respeito do registro fotográfico podem existir vantagens e desvantagens, acerca da sua utilização para o estudo da pesquisa, nota-se que o dispositivo pode oferecer uma qualidade e aproveitamento na questão da gravação, nitidez e capacidade de armazenar esses registros, todavia às imagens podem gerar incerteza, na forma como será interpretada e difundida na linha de raciocínio do trabalho, isso pode torna-lo um mero facilitador para o desenrolar da pesquisa científica (COSTA, RIOS, MENDES; 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dois estudos de casos que foram analisados serão descritos neste capítulo, uma vez que nas duas situações as patologias podem ter acontecido devido a falha ou falta de impermeabilização.

Com as imagens coletadas serão descritos a localidades das residências unifamiliares, sendo descritos os problemas e todas as informações relacionadas às edificações, tendo em vista que sejam fontes para averiguar as causas e efeitos do aparecimento dessas patologias.

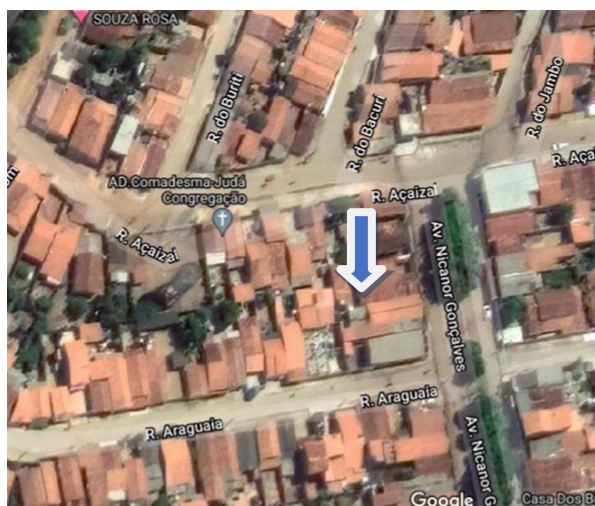
Então, sendo assim descrito uma correção específica para cada problema, objetivando solucionar cada problema, de forma que seja menos oneroso para os moradores das residências.

4.1 Caso I

4.1.1 Descrição do Local

O estudo de caso em questão foi realizado na edificação unifamiliar, localizada na Avenida Nicanor Gonçalves quadra 23, lote 03, Itinga do Maranhão, com uma área do terreno $12 \times 25 = 300\text{m}^2$, sendo sua área construída 240m^2 . A figura 27, registra a posição geográfica da residência.

27. Localização geográfica da edificação I



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2021.

Figura 28. Residência Unifamiliar do caso I



Fonte: Elaborado pelo autor,2021.

4.1.2. Descrição dos problemas encontrados no local.

Conforme o registro fotográfico os problemas identificados encontram-se na parte externa e interna da casa em vários ambientes.

De acordo com o registro fotográfico nas figuras 29, pode-se identificar uma umidade na parte interna e externa da parede, ocasionada pela infiltração da parte hidráulica do banheiro, por falhas nas tubulações, devido à falta de manutenção das mesmas, a residência encontra-se a mais de quinze anos sem reforma.

Figura 29. Umidade ocasionada pela instalação hidráulica do banheiro



Fonte: Elaborado pelo autor,2021.

Na figura 30. Observa-se uma capilaridade indutora ao descascamento e a formação inicial de eflorescência.

Figura 30. Descascamento da pintura



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Conforme relatado pelos proprietários do imóvel, ocorreu uma falha na parte hidráulica do banheiro, o que ocasionou o devido problema citado, isso pode ter sido o principal fator que contribui para o aparecimento da patologia supra citada, sabe-se que quando não se faz uma manutenção na construção ou edificação, pode ocorrer esses tipos de anomalias.

Esses problemas são característicos do desgaste natural do sistema, ou até mesmo pela escolha de material hidráulico inferior, a figura 31, mostra que a infiltração está proveniente da parte do contrapiso da casa, identificou-se possivelmente que essa falha tenha sido ocasionada pela falta de manutenção do sistema, uma vez que um longo período de construção exige reparos.

A capilaridade está associada à construção em muitos casos específicos de patologias, no entorno da instalação do sistema hidráulico, ocorre devido à falta de uma manutenção preventiva, sendo a escolha do material de extrema importância para evitar tais danos às edificações, o material para impermeabilização deve ser de ótima qualidade, outro detalhe importante é que este tipo de infiltração pode se manifestar em outros ambientes da casa, como acontece no caso I estudado.

Figura 31. Umidade ascendente por capilaridade



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

A figura 32 mostra como a umidade de capilaridade ascende ao ponto de torna-se a eflorescência até a fase do descascamento, gerando muitos problemas para as edificações, percebe-se que a infiltração está advindo de baixo para cima, esse tipo de patologia sempre desencadeia outros.

Figura 32. Fase formação de bolhas



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Uma alternativa para que não ocorra esse tipo de patologia, está relacionada a manutenção preventiva, uma vez que os materiais, principalmente hidráulicos podem se deteriorar com o passar do tempo, o correto é que haja uma prevenção para evitar que ocorra tais danos. Todavia, como as anomalias foram identificadas na parede interna e externa da casa, faz-se necessário o uso de equipamentos próprios para identificar e avaliar como originou-se tal umidade de forma a promover esses tipos de problemas, o agente patológico pode ser outro, até mesmo a proximidade com algum lençol freático da superfície da residência (ALONSO, 2020).

4.2 Caso II

4.2.1 Descrição do local

O segundo estudo de caso em questão foi realizado na edificação unifamiliar, localizada Endereço – Rua Araguaia nº 327 Bairro - Vila Samuel. Cidade - Itinga Do Maranhão, com área do terreno $6 \times 25 = 150\text{m}^2$ e área construída 114m^2 . Conforme a figura 34, mostra a posição geográfica da residência.

Figura 33. Localização Geográfica da edificação caso II



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Figura 34. Frente da residência Unifamiliar Caso II



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

4.2.2 Descrição dos problemas encontrados no local.

Posteriormente a análise executada no local, mediante o registro fotográfico, foram identificadas as patologias, nas paredes da cozinha, nas paredes internas e externas do banheiro.

Nas figuras 35, identificou-se fissuras e rachaduras nas paredes devido à má execução da base por falta de viga baldrame e má compactação do solo.

Segundo o dono da residência, houve falhas na execução do início da edificação, já que não foi também elaborado um processo de impermeabilização, não foi executado um impermeabilização nas vigas do baldrame, logo possivelmente esse dano é proveniente da umidade do solo, nem sempre as manifestações patológicas se apresentam no começo da obra, muitas vezes o proprietário não faz uma prevenção, o que pode tornar o problema mais grave, toda a questão que envolve contrapiso e reboco da residência é outro fator importante, uma vez que esta encontra-se em torno de um lençol freático, a umidade pode advir do solo chegando até às paredes, causando danos como fissuras e rachaduras.

Figura 35. Fissura na parede da cozinha.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Conforme mostra a figura 36, composta por 4 imagens, observa-se a apresentação de fissuras e rachaduras no banheiro da residência, esse dano pode ocasionar sérios problemas nas edificações, neste caso específico a umidade chegou a uma altura bem significativa, produzindo um efeito danoso à edificação, a má compactação e a falta de impermeabilização são fatores preocupantes que devem ser administrados no início da obra.

Figura 36. Fissura e rachaduras nas paredes do banheiro

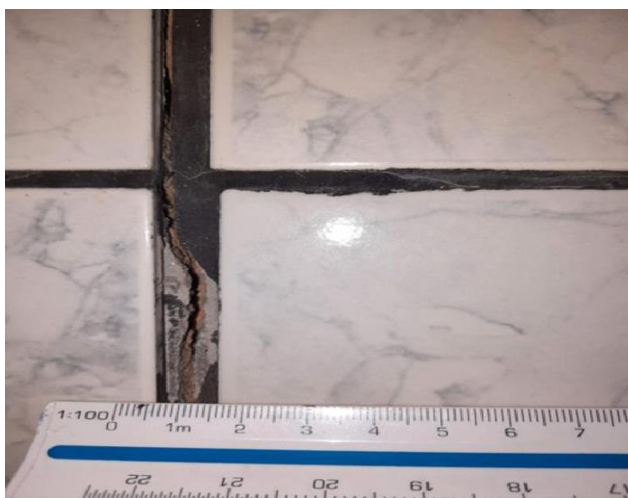
Parede Interna (a)



Parede Externa (b)



fissura externa (c)



fissura interna (d)



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Conforme os registros fotográficos do caso II, observa-se que as fissuras estão tendenciosas a aumentar, pois já variam de 1 a 2 cm, quanto maior a capilaridade e porosidade do ambiente causada pela umidade, o problema pode se tornar mais grave, as paredes já estão com fissuras significativas, nota-se que existe a possibilidade de movimentação do material de alvenaria, com um afastamento ainda maior.

As rachaduras no banheiro, conforme relatou o proprietário, ao ser construída a casa, não foi feita uma viga de baldrame de concreto armado e somente um baldrame com tijolos sem impermeabilização, devido a esse fator a umidade do solo deteriorou os tijolos do baldrame e conseqüentemente provocou as rachaduras nas paredes.

Para se recuperar essas manifestações patológicas deve ser fazer um reforço estrutural e um bom trabalho de impermeabilização e recuperação das paredes.

Todos os métodos de prevenção são válidos para tentar sanar esses problemas na execução das edificações, mediante a exposição dos registros fotográficos das duas residências, sendo que as duas apresentaram fatores que podem estar atribuídos a umidade do solo, possivelmente ocasionado pela proximidade de lençóis freáticos na superfície das casas, logo faz-se necessário uma construção com boa compactação do solo e baldrame com impermeabilização, evitando assim problemas futuros.

Segundo Barros (2013), as etapas para que haja uma correção estão elencadas, dentro de um processo de impermeabilização, possibilitando que a parede sofra uma abertura longitudinal entre 15 cm de altura, com distância aproximada de 80cm e largura de 100 cm, realizando uma limpeza da superfície e aplicando um impermeabilizante de emulsão asfáltica na extensão do rasgo da parede, reconstruindo assim a alvenaria de modo a ficar ajustada com a cerâmica que não sofrerá o rasgo, depois promover novo reboco, aplicar três demãos de argamassa polimérica e só assim preparar a parede para a aplicação da tinta.

O solo às vezes não é homogêneo para determinada edificação, nesse viés, o recomendado é que o engenheiro civil faça uma análise da localidade para a construção e investigação do solo, logo recomenda-se um ensaio laboratorial para a projeção da fundação do concreto do baldrame da edificação, como os meios naturais influenciam diretamente a deterioração das edificações, o uso de materiais de alta qualidade são uma das medidas de prevenção, outro fator é a manutenção para sanar as manifestações patológicas.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa desenvolveu um estudo diante da problemática das patologias ocasionadas pela falta ou falha de impermeabilização em duas residências unifamiliares do município de Itinga-MA, mediante a falta de equipamentos para comprovar as principais causas advindas dessas anomalias, aproveitando-se do método dedutivo e hipotético, que pode ser norteadores da pesquisa de campo, foi identificado hipoteticamente dois motivos que podem ser os percussores de tais patologias, a umidade do solo e falta de impermeabilização.

A falta de impermeabilização é um fato considerável em edificações antigas. Acontecimento este, que por sua vez, tenha despertado o ramo da construção civil para a importância dos produtos impermeabilizantes, associados a grande variedade na atualidade destes no mercado da construção civil.

Haja vista uma falta de preparação técnica existente no âmbito das etapas que relacionam às edificações, o que pode ser um fato que negligencie a impermeabilização.

Além disso, houve a possibilidade de avaliar os vários tipos de umidades e como estas podem desencadear as manifestações patológicas. Vale ressaltar que tais patologias promovem sérios problemas e causam transtornos para os proprietários das edificações, não obstante os danos materiais, bem como os riscos à saúde dos moradores.

Sendo assim, necessário que haja uma busca por profissionais qualificados para que ocorra o processo de impermeabilização, com objetivo de reduzir tais problemas na construção civil.

De maneira a sugerir trabalhos que possam seguir parâmetros futuros para a construção civil, pode-se avaliar residências em situações climáticas diferenciadas, elaborando e obtendo-se métodos mais eficazes para o controle das patologias.

REFERÊNCIAS

_____. NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR 9952: Manta asfáltica para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2014.

ALMEIDA, Nara Gabriela Nascimento de. **A importância da metodologia científica através do projeto de pesquisa para a construção da monografia.** Folha de Rostto: Revista de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Ceará, v. 2, n. 1, 30 jun. 2016. Semestral.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Exercícios de fundação.** 3. ed. Ed. Edgard Blucher: São Paulo, 2019.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Previsão e controle das fundações: uma introdução ao controle.** 3. ed. Ed. Edgard Blucher: São Paulo, 2020.

ANUÁRIO CONSTRUÇÃO. São Paulo: Pini, jun. 2014.

APOLINÁRIO, Morgana Savi. **Danos causados por falhas na impermeabilização da infraestrutura de edificações térreas residenciais privativas unifamiliares com área até oitenta metros quadrados.** Revista Especialize On Line, São Paulo, n. 4, jan. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual técnico de alvenaria.** São Paulo: ABCP, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: **Execução de BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S.B. Produção de estruturas de concreto armado de edifícios.** São Paulo: EPUSP, 2013.

BAUER, L. A. Falcão (Coord.). **Materiais de construção 2.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. v. 2.

BORGES, Alberto Campos. **Prática das pequenas construções**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2009.

BRITO, J. L. Wey de. **Fundações de edifício**. São Paulo, EPUSP, 2017.

BRITO, Jorge de; GUERREIRO, Silvério. **Impermeabilização de pisos enterrados. 2003.88 f. Dissertação (Mestrado Avançado em Construção e Reabilitação) – Construção de Edifícios Instituto Superior Técnico**.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

COSTA, Jean Mario Araujo; RIOS, Sandraque Oliveira; MENDES, Vera Lucio Peixoto Santos. **A fotografia como técnica e objeto de estudo na pesquisa qualitativa**. 2015.

CRUZ, Júlio Henrique Pinto. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia**. 2003. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CUNHA, Aimar G. da; NEUMANN, Walter. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como projetar e executar**. 5. ed. Rio de Janeiro: Texxa Brasileira, 1979.

Engenharia Civil) -Centro Universitário Toledo Araçatuba. Araçatuba, 2016.

FERREIRA, Romário. **Conhecendo os impermeabilizantes**. 2012.

FIBERSALS. **Impermeabilização com emulsão asfáltica**.

FIORITO, Antônio J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo, Pini, 1994.impermeabilização

residencial e análise de custo. 2016. 17 f. Artigo (Bacharel em impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.

JOPPERT JR. Ivan. **Fundações e Contensões de Edifícios. Qualidade Total na Gestão do Projeto e Execução.** 1. ed. Oficina de Textos: Cubatão, 2007.

LIMA, Jorge Luiz de Alquino. **Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais: diagnóstico e proposição de melhorias de gestão.** 2012. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial) -Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2012.

MEDEIROS, Marcelo H. F.. **Corrosão do concreto é causada por umidade e gases nocivos.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/corrosao-do-concreto-ecausada-por-umidade-e-gases-nocivos_6412_10_0> Acesso em: 15 out 2021.

OLIVEIRA, Michel V. T. **Avaliação das causas e consequências das patologias dos sistemas impermeabilizantes: Um estudo de caso.** 2018.

PEREZ, A. R. **Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. Tecnologia de Edificações,** São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. De Edificações do IPT. 1988. p.571-78.

PINTAN. M. N. **Manifestações Patológicas e Estudos da Corrosão Presente em Pontes do Recife.** Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, 2013.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAISDORFER, Janderson William. et al. **Caracterização de concretos tratados com produtos cristalizantes para impermeabilização de piscinas com tratamento de água a base de cloreto de sódio.** Revista de Engenharia e Tecnologia, São Paulo, v. 5, n°. 2- ago. 2013.

REBELLO, Yopanan C. P. **Fundações. Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento.** 3. ed. Ed: Zigurate: Franca, 2017.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção.** 3. ed. São Paulo: Pini, 1986.

RODRIGUES, Carlos Cezar; ROSA, Marcos Roberto. **Estudo de Técnicas de SALOMÃO, M. C. F. Estudo da umidade ascendente em painéis de alvenaria de blocos cerâmicos. 2012.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SAYEGH, S. **Cimentos e polímeros contra a umidade.** Técnica, São Paulo, n. 56, p.42-44, nov. 2001. SIKAR®. Manual técnico: Produtos Sika®. 7. ed. Osasco, 2018.

THOMAZ, Ercio. Trincas em Edifícios: **Causas, Prevenção e Recuperação.** São Paulo: Pini, 1989. 194p.

TOMAZ, Flamínia Esteves; SILVA, Willians Gavioli da. **Análise da impermeabilização em edificações.** Revista Científica Expressão, Guaxupé, v. 1, n. 24, jun. 2016.

VEDACIT®. **Manual técnico: Impermeabilização de estruturas.** 6. ed. São Paulo, 2010.

VERÇOZA, Ênio José. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1991._____. Impermeabilização na Construção. 2.ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1987.

VIEIRA, Lady Fabiany Barreto. **Sistemas Impermeabilizantes Na Construção Civil. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 1, n. 12, p. 05-17, dez. 2018.

VILLANUEVA, Marina Miranda. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. 2015. 170 f. Projeto (Bacharel em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

WEBER SAINT-GOBAIN®. **Como impermeabilizar o alicerce e as primeiras fiadas da alvenaria**. Manual de Especificações. 6 ed. São Paulo. 2010.