

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CAIO SANTOS DE OLIVEIRA

JEFFERSON SANTOS SILVA

**ESTUDO DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR UMIDADE EM
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

ANÁPOLIS / GO 2021

**CAIO SANTOS DE OLIVEIRA
JEFFERSON SANTOS SILVA**

**ESTUDO DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR UMIDADE EM
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: GLEDISTON NEPOMUCENO COSTA
JUNIOR**

ANÁPOLIS / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, CAIO SANTOS/ SILVA, JEFFERSON SANTOS

Estudo de patologias causadas por umidade em edificações residenciais

92P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021)

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|----------------------|----------------|
| 1. Patologia | 2. Umidade |
| 3. Impermeabilização | 4. Edificações |

I. ENC/UNI

II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, Caio Santos de; SILVA, Jefferson Santos. Estudo de patologias causadas por umidade em edificações residenciais. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis - GO, 92p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Caio Santos de Oliveira

Jefferson Santos Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo de patologias causadas por umidade em edificações residenciais.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Caio Santos de Oliveira

E-mail: caio.snts.oliveira@gmail.com



Jefferson Santos Silva

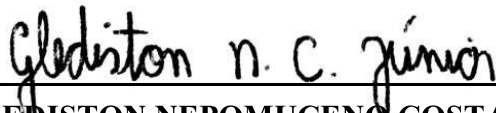
E-mail: jeffersonss.engcivil@gmail.com

CAIO SANTOS DE OLIVEIRA
JEFFERSON SANTOS SILVA

**ESTUDO DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR UMIDADE EM
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:



GLEDISTON NEPOMUCENO COSTA JUNIOR, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)



PAULO ALEXANDRE DE OLIVEIRA, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)



ELKE DIAS DE SOUSA, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 25 de maio de 2021

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos conduziu até aqui, nos sustentou durante todo o período acadêmico e permitiu que vencêssemos mais uma etapa de nossas vidas.

Aos pais, que puderam nos proporcionar a oportunidade de cursar o ensino superior e não mediram esforços para que pudéssemos chegar até aqui.

Aos nossos familiares, a todos os amigos e aos colegas de classe que durante todo o trajeto sempre nos apoiaram e que tivemos o prazer de formarmos amizade.

Ao nosso orientador Glediston Nepomuceno Costa Junior, pelos conselhos e orientações, motivando para que esta pesquisa pudesse ter o êxito almejado.

Aos nossos professores formadores, por toda a dedicação e conhecimento transmitido ao longo destes anos.

Por fim, ao Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, à Direção do curso, Coordenação e Secretaria e a todos aqueles que participaram de forma direta ou indiretamente da nossa formação.

RESUMO

A construção civil avança constantemente na melhoria dos processos e soluções que visam facilitar o planejamento e execução de uma obra, bem como evitar o surgimento de patologias. O mercado tornou-se bastante seletivo e falhas relacionadas a aspectos construtivos são cada vez mais intoleráveis, fazendo-se necessário que os profissionais da área se atentem as patologias que podem ocorrer durante a vida útil de uma edificação. Para tanto, este estudo apresenta a umidade em diferentes formas de atuação e tem como objetivo demonstrar o surgimento das patologias causadas por este mecanismo e as soluções preventivas a serem adotadas a fim de evitar o surgimento destas anomalias. Realizou-se uma revisão de bibliografia sobre a temática, demonstrando a umidade como agente gerador de patologias, as características das principais manifestações patologias e as estratégias de reparação dos danos causados. Traz-se também um estudo de caso de uma residência no município de Anápolis-GO, a partir de um relatório fotográfico, relatando as patologias encontradas e os mecanismos que podem ser utilizados para prevenir as anomalias. Verificou-se que as patologias de umidade são muito comuns nas edificações, sendo um problema para os projetistas e construtores, estando associadas principalmente a ausência ou falha de projeto de impermeabilização e de detalhes construtivos importantes para estanqueidade da edificação. Embora os mecanismos de proteção sejam bastante conhecidos, é necessária uma maior conscientização dos profissionais da construção para a utilização de sistemas de proteção contra os agentes agressivos, sendo importante também capacitar a mão de obra para obter um produto de boa qualidade, eficiência e durabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Patologias; Umidade; Manifestações patológicas; Impermeabilização.

ABSTRACT

Civil construction is constantly advancing in the improvement of processes and solutions that aim to facilitate the planning and execution of a work, as well as to avoid the appearance of pathologies. The market has become very selective and failures related to construction aspects are increasingly intolerable, making it necessary for professionals in the area to pay attention to the pathologies that may occur during the useful life of a building. To this end, this study presents moisture in different forms of action and aims to demonstrate the emergence of pathologies caused by this mechanism and the preventive solutions to be adopted in order to avoid the emergence of these anomalies. A review of the bibliography on the subject was carried out, demonstrating humidity as a pathology-generating agent, the characteristics of the main pathological manifestations and the strategies for repairing the damage caused. It also brings a case study of a residence in the city of Anápolis-GO, from a photographic report, reporting the pathologies found and the mechanisms that can be used to prevent the anomalies. It was found that humidity pathologies are very common on edifications, being a problem for designers and builders, being mainly associated with the absence or failure of waterproofing design and of important construction details for watertightness of the edification. Although the protection mechanisms are well known, a greater awareness of construction professionals is necessary for the use of protection systems against aggressive agents, being also important to train the manpower to obtain a product of good quality, efficiency, and durability.

KEYWORDS: Pathologies; Moisture; Pathological manifestations; Waterproofing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Origem das patologias na construção civil	13
Figura 2 - Croqui esquemático com potenciais fontes de umidade em edificações	17
Figura 3 - Chuva sendo defletida pela ação do vento	21
Figura 4 - Precipitação pluviométrica média mensal no Estado de Goiás e no Distrito Federal	21
Figura 5 - Precipitação pluviométrica média anual no Estado de Goiás e no Distrito Federal	22
Figura 6 - Precipitação pluviométrica média anual em Anápolis - GO.....	23
Figura 7 - Mancha escura de mofo na base de parede.....	29
Figura 8 - Corrosão de armaduras dos pilares	30
Figura 9 - Eflorescência em um encontro de vigas	31
Figura 10 - Deslocamento de revestimento causado por criptoflorescência em parede	32
Figura 11 - Mancha no teto causada por infiltrações	33
Figura 12 - Manchas no revestimento de piso causado pela ação da umidade	34
Figura 13 - Pontos estourados na pintura da parede.....	36
Figura 14 - Porcentagem de investimentos em uma construção	38
Figura 15 - Tipos de sistemas impermeabilizantes quanto à movimentação	44
Figura 16 - Esquema indicativo de sistema impermeabilizante quanto à movimentação	47
Figura 17 - Detalhe dos cantos e inclinação	51
Figura 18 - Aplicação de manta em corte margarida seguido de corte em pizza.....	52
Figura 19 - Detalhe do ralo finalizado.....	53
Figura 20 - Detalhe do rodapé	54
Figura 21 - Detalhe de impermeabilização em rodapé.....	54
Figura 22 - Detalhe do chumbamento de tubo metálico.....	55
Figura 23 - Execução de impermeabilização em tubos passantes.....	56
Figura 24 - Impermeabilização com utilização de tela de poliéster	56
Figura 25 - Detalhe de impermeabilização em juntas de dilatação	57
Figura 26 – Detalhe de impermeabilização em soleira.....	58
Figura 27 - Detalhe de impermeabilização em pingadeira	59
Figura 28 - Detalhe do friso e inclinação da pingadeira.....	59
Figura 29 - Detalhe do avanço lateral do peitoril	60
Figura 30 - Representação da pressão exercida pela água na impermeabilização	62
Figura 31 - Detalhe de impermeabilização de baldrame e paredes.....	62

Figura 32 - Vala periférica sem enchimento	63
Figura 33 - Esquema de valas periféricas com enchimento	64
Figura 34 - Detalhe de impermeabilização de fundação e contenção	65
Figura 35 - Esquema de drenagem do terreno de uma edificação.....	66
Figura 36 - Detalhe de impermeabilização de paredes externas	68
Figura 37 - Laje de cobertura impermeabilizada com manta asfáltica.....	69
Figura 38 - Detalhe de impermeabilização de laje com manta asfáltica	69
Figura 39 - Pintura impermeabilizante em telhados.....	70
Figura 40 - Coletor de águas pluviais.....	71
Figura 41 - Calha impermeabilizada com manta asfáltica aluminizada.....	71
Figura 42 - Ventilação cruzada em ambiente	73
Figura 43 - Detalhe de impermeabilização com membrana asfáltica.....	74
Figura 44 - Detalhe de impermeabilização em área com banheira utilizando argamassa polimérica.....	75
Figura 45 - Remoção do reboco em uma parede atingida por umidade ascendente	76
Figura 46 - Croqui esquemático da edificação	78
Figura 47 - Base externa da parede do quarto	79
Figura 48 - Base interna da parede do quarto.....	80
Figura 49 - Topo externo da parede do quarto	81
Figura 50 - Topo interno da parede do quarto.....	81
Figura 51 - Muro do fundo do lote	82
Figura 52 - Janela do banheiro	83
Figura 53 - Janela do quarto	83
Figura 54 - Parede de divisa da sala e a nova edificação	84
Figura 55 - Parede interna da sala ao lado da porta.....	84
Figura 56 - Patologias registradas	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Origem da umidade nas construções	25
Quadro 2 - Estratégias para a correção de anomalias	48

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CDT	Corporación de Desarrollo
IAU	Instituto de Arquitetura e Urbanismo
ISO	International Organization of Standardization
NBR	Norma Brasileira

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA.....	14
1.2	OBJETIVOS.....	15
1.2.1	Objetivo geral	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
1.3	METODOLOGIA	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	A UMIDADE EM RESIDÊNCIAS.....	17
2.1	TIPOS DE UMIDADE.....	17
2.1.1	Umidade de Construção.....	18
2.1.2	Umidade Ascendente.....	19
2.1.3	Umidade de Precipitações.....	20
2.1.3.1	Precipitações em Anápolis-GO	21
2.1.4	Umidade Acidental	23
2.1.5	Umidade de Condensação.....	24
2.1.6	Origem da Umidade nas construções	25
2.1.7	Umidade devido a Higroscopicidade	26
2.2	INFILTRAÇÕES EM RESIDÊNCIAS.....	27
2.2.1	Infiltrações em cobertura e rede pluvial	27
2.2.2	Infiltrações em lajes, paredes e pisos	27
2.3	PRINCIPAIS PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE.....	28
2.3.1	Mofos e Bolor.....	28
2.3.2	Oxidação.....	29
2.3.3	Eflorescências.....	30
2.3.4	Criptoflorescências	32
2.3.5	Goteiras e Manchas	32
2.3.6	Degradação de revestimentos cerâmicos.....	33
2.3.7	Pintura danificada.....	34
2.4	O PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	36
2.5	AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	38
3	PREVENÇÕES.....	40

3.1	A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO.....	40
3.2	ESCOLHA DA IMPERMEABILIZAÇÃO	41
3.3	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	44
3.3.1	Impermeabilização Rígida.....	45
3.3.2	Impermeabilização Flexível.....	46
3.4	ESTRATÉGIAS DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS	47
3.5	DETALHES CONSTRUTIVOS.....	50
3.5.1	Caimentos, cantos e arestas	50
3.5.2	Ralos	51
3.5.3	Rodapés	53
3.5.4	Chumbamentos	54
3.5.5	Tubos passantes	55
3.5.6	Juntas de dilatação	57
3.5.7	Soleiras	57
3.5.8	Pingadeiras.....	58
3.6	SOLUÇÕES PARA UMIDADE DE CONSTRUÇÃO	60
3.7	SOLUÇÕES PARA A UMIDADE ASCENDENTE.....	61
3.7.1	Impermeabilização de paredes e baldrame.....	61
3.7.2	Execução de Valas Periféricas.....	63
3.7.2.1	Valas periféricas sem enchimento	63
3.7.2.2	Valas periféricas com enchimento	64
3.7.3	Outras soluções	65
3.7.3.1	Tratamento superficial do terreno	65
3.7.3.2	Rebaixamento do nível freático.....	66
3.7.3.3	Drenagem do terreno	66
3.8	SOLUÇÕES PARA UMIDADE DE PRECIPITAÇÕES.....	67
3.8.1	Impermeabilização de fachadas	67
3.8.2	Impermeabilização de lajes de cobertura e telhados	68
3.8.2.1	Lajes de cobertura	68
3.8.2.2	Telhados	70
3.8.3	Drenagem pluvial	70
3.9	SOLUÇÕES PARA UMIDADE ACIDENTAL.....	71
3.10	SOLUÇÕES PARA UMIDADE DE CONDENSAÇÃO	72
3.10.1	Ventilação dos ambientes.....	72

3.10.2	Barreiras estanques	73
3.10.2.1	Impermeabilização em banheiros.....	73
3.11	SOLUÇÕES PARA UMIDADE DEVIDO A HIGROSCOPICIDADE	75
3.12	SUBSTITUIÇÃO DOS ELEMENTOS E MATERIAIS AFETADOS	76
4	ESTUDO DE CASO	78
4.1	PATOLOGIAS IDENTIFICADAS	79
4.1.1	Ausência de impermeabilização nas paredes e baldrames	79
4.1.2	Ausência de coletores pluviais	80
4.1.3	Ausência de pingadeiras	82
4.1.4	Falta de aderência do reboco e pintura	84
4.2	ANÁLISE GERAL DA EDIFICAÇÃO.....	85
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

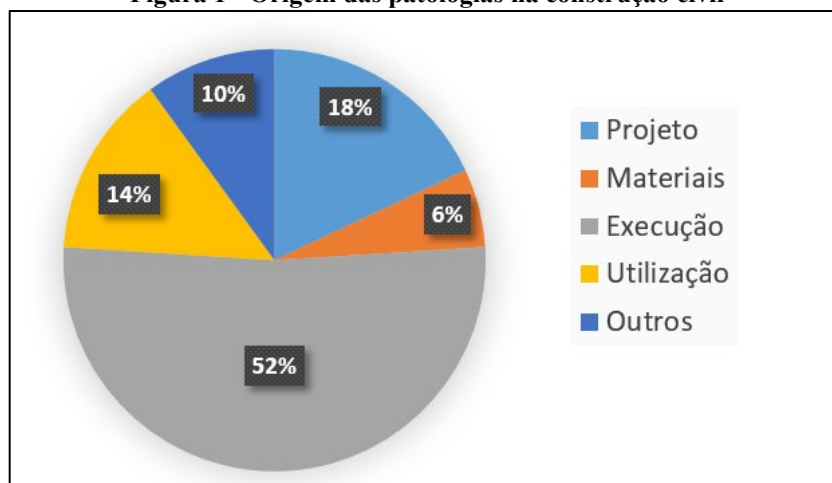
1 INTRODUÇÃO

O conceito de patologia, na construção civil, é o estudo das falhas que alteram o equilíbrio planejado ou pré-existente, sua natureza e os danos causados por estas doenças nas edificações. Freitas (2013) descreve que a patologia da construção é tão importante para a ciência da construção como a patologia médica é importante para a ciência da medicina, oferecendo a oportunidade de observação imparcial em detalhes do que ocorreu de errado com uma edificação, obtendo orientações para prevenir, bem como para reparar. Através de estudos e análises investigativas é possível melhorar a concepção e desempenho das edificações e avançar em melhores técnicas para as tratativas e soluções das patologias.

Um dos pioneiros nos estudos de patologias no Brasil, Ioshimoto (1988) realizou uma pesquisa em 36 conjuntos habitacionais, visitando um total de quase 500 habitações, entre casas e apartamentos, sobre as manifestações patológicas encontradas nas edificações. Neste estudo, concluiu-se que a maior parcela de patologias presentes está associada à umidade e os principais fatores causadores destas manifestações estão relacionadas a falhas na elaboração de projetos ou má execução das construções, destacando também a necessidade de cuidado quanto aos pequenos detalhes construtivos.

Na Figura 1, vê-se a origem das patologias na construção civil. Nota-se que as patologias são problemas recorrentes para engenheiros e arquitetos, evidenciando falhas de planejamento ou ausência de projeto e acompanhamento da execução.

Figura 1 - Origem das patologias na construção civil



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2013.

No âmbito da patologia da construção, uma das mais importantes premissas é “aprender com os erros do passado”, analisando com cuidado cada caso, determinando as suas

causas e elaborando relatórios de patologia, o que permitirá que os conhecimentos adquiridos estejam disponíveis no futuro, contribuindo para a redução ou eliminação dos defeitos (FREITAS, 2013).

De acordo com Abrantes e Silva (2007), a patologia da construção deve ser sempre encarada como um passo indesejado, mas praticamente inevitável rumo a qualidade. Os autores destacam que todas as correntes filosóficas da “certificação da qualidade” divulgadas e implantadas através das normas ISO nos últimos anos sublinham a necessidade da melhoria constante e o imperativo de encontrar oportunidades de melhoria em cada experiência de insucesso (ou não-conformidade), mediante ações corretivas formalmente definidas e posteriormente avaliadas.

1.1 JUSTIFICATIVA

A umidade é um agente natural condicionante ao surgimento de patologias em edificações. Embora seja comum a associação de patologias de umidade à falta de impermeabilização ou má execução da mesma, não podemos determinar que este erro construtivo seja o único fator causador de problemas na edificação.

Visto a grande quantidade de defeitos relacionados a umidade e ao realizarmos uma breve análise das edificações residenciais em Anápolis - GO, é comum encontrarmos fachadas com mofo, pinturas desgastadas, aparecimento de bolores e aspectos envelhecidos dos acabamentos externos, principalmente em construções mais antigas que não tiveram um acompanhamento técnico adequado e pela falta de manutenção das mesmas.

Na busca constante por melhoria dos processos e qualidade do imóvel entregue ao morador, este estudo será realizado para esclarecer as manifestações relacionadas a umidade, os fatores causadores e as soluções preventivas para essa problemática, tendo em vista os danos que estas podem causar na saúde das edificações.

É necessário que o profissional da engenharia civil possa analisar e determinar diagnósticos e tratativas com precisão, compreendendo como a umidade torna-se geradora de patologias, sendo importantíssimo que as edificações tenham um desempenho favorável quanto as solicitações dos fluidos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar metodologias e soluções técnicas que sejam viáveis para prevenção e tratamento das manifestações patológicas causadas por umidade nas edificações.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar as patologias mais recorrentes em residências e a sua natureza.
- Diferenciar os tipos de manifestações patológicas relacionadas a umidade.
- Definir processos e tratativas a fim de evitar esse transtorno.

1.3 METODOLOGIA

O presente trabalho será baseado através de pesquisas teóricas sobre patologias associadas à umidade, a partir de teses, dissertações, normas vigentes, artigos, sites e textos técnicos. Será feita a observação in loco e relatório fotográfico para caracterização dos tipos de manifestações patológicas relacionadas a umidade em uma residência de Anápolis-GO, possibilitando a determinação de diagnósticos e tratativas para as problemáticas apresentadas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por 5 capítulos, sendo este primeiro constituído da introdução ao tema abordado, a justificativa da escolha do tema da discussão, os objetivos que estão divididos em gerais e específicos, a metodologia utilizada na elaboração da tese e a estrutura do presente trabalho.

No segundo capítulo, apresenta-se a natureza da umidade como agente patológico na edificação, patologias, falhas de execução e danos causados, evidenciando a falta de planejamento e projeto de impermeabilização das habitações.

No terceiro capítulo, mostra-se os tipos de sistemas impermeabilizantes, boas práticas construtivas visando impedir a manifestação das patologias e soluções a evitar as ações de umidade, sendo concebidas preventivamente, ocasionando maior segurança e economia, evitando futuros transtornos.

No quarto capítulo, traz-se uma análise através de relatório fotográfico de uma edificação residencial de Anápolis-GO, expondo suas patologias e soluções a partir dos conhecimentos obtidos na revisão bibliográfica.

No quinto capítulo, tem-se as considerações finais, ressaltando o aproveitamento geral da pesquisa com a conclusão do trabalho, seguido das referências bibliográficas.

2 A UMIDADE EM RESIDÊNCIAS

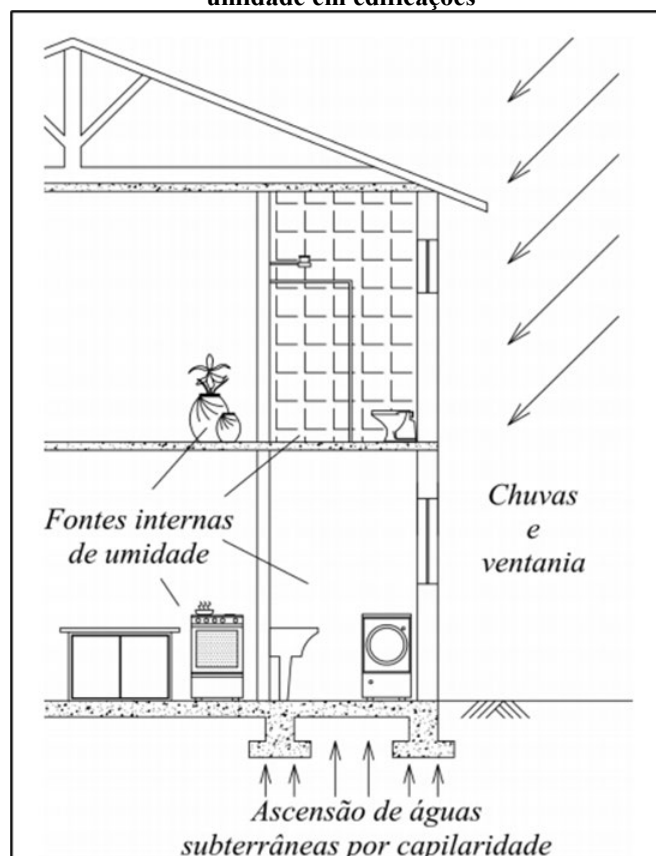
Na construção civil, a maior incidência de patologias está associada a penetração da água ou devidos a formação de manchas de umidade. Estas podem gerar problemas de difícil solução, criando desconforto aos usuários e até mesmo afetando a saúde dos moradores. Ademais, danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações e prejuízos financeiros (SOUZA, 2008).

Desta feita, de acordo com Verçoza (1991), a umidade pode se manifestar de diferentes formas, podendo ser trazidas durante a construção, por capilaridade, pela chuva, vazamentos em redes hidráulicas e condensação.

2.1 TIPOS DE UMIDADE

Como visto na Figura 2 e citada por Verçoza (1991), a origem da umidade na edificação está associada a fatores naturais (chuvas e umidade do solo), bem como pela utilização dos moradores na rotina do dia a dia.

Figura 2 - Croqui esquemático com potenciais fontes de umidade em edificações



Fonte: CARVALHO & PINTO, 2018.

Sendo assim, a umidade torna-se inevitável, exigindo que haja um cuidado especial do responsável técnico na análise prévia do fator umidade no ambiente, além da escolha de materiais de qualidade, contendo-a durante a execução da obra para evitar que o seu excesso seja determinante para o surgimento das patologias na edificação. A umidade só se converte em problema quando acaba por manifestar-se de forma indesejada em proporção muito acima da tida como aceitável (CDT, 2012).

2.1.1 Umidade de Construção

Esta terminologia é utilizada para caracterizar a umidade que ficou interna aos materiais, por ocasião, em geral, de sua execução, e que acaba por se exteriorizar em decorrência do equilíbrio que se estabelece entre material e ambiente (QUERUZ, 2007). A maioria dos materiais empregues atualmente na construção de edificações ou em ações de reparos necessita de água para a sua confecção, como concreto e as argamassas, por exemplo, utilizadas na execução de alvenarias (HENRIQUES, 1994).

A umidade gerada pela execução da construção é aquela necessária para a obra, é produzida a partir da água utilizada nos processos construtivos e que ainda não foi evaporada. Ela se encontra dentro dos poros dos materiais, como as águas utilizadas para concretos e argamassas, pinturas, etc. (VERÇOZA, 1991; CDT, 2012)

Verifica-se, de acordo com Henriques (1994) que em fase de construção, os materiais e o edifício ainda estão sujeitos à ação direta da chuva, o que aumenta o respectivo teor de água. Sendo assim, um edifício corrente pode conter no final da respectiva construção alguns milhares de litros de água em excesso. Parte desta água evapora rapidamente, mas outra parte contida no interior dos materiais demorará muito mais tempo para desaparecer. O autor ainda cita três fases distintas quanto ao processo de secagem de materiais porosos, tais como tijolo e concreto.

Henriques (1994) relata que:

A primeira consiste na evaporação da água superficial dos materiais, ocorrendo rapidamente. Na segunda dá-se a evaporação da água existente nos poros de maiores dimensões dos materiais. Este processo é bastante mais demorado na medida em que a maior parte da água está contida no interior dos materiais, tornando-se necessário que a água atravesse sob a forma líquida ou de vapor todos os poros até atingir a superfície. A terceira fase é traduzida pela libertação da água existente nos poros de menores dimensões. Este processo é extremamente lento, decorrendo muitas vezes ao longo de vários anos.

Dependendo do clima onde é construído, este tipo a umidade vai demorar mais ou menos tempo para evaporar e se a evaporação não for concluída antes de começar a fase dos

acabamentos, surgirão eflorescências e descamação, entre outros danos. Os materiais de sistemas de construção secos, bem utilizados, e a secagem correta dos materiais que em sua utilização incorporam água para o trabalho, evitam a presença de umidade pela construção. A secagem do trabalho grosseiro pode ser feita na forma natural ou artificial (CDT, 2012).

2.1.2 Umidade Ascendente

A umidade ascendente ou umidade ascensional é aquela que tem origem nos solos úmidos e tem como mecanismo a ascensão das águas por meio do fenômeno da capilaridade. Segundo Souza (2008), o fluxo ascendente dos fluidos ocorre por meio dos vasos capilares que são pequenos canais vazios existentes em materiais diversos, como os cerâmicos e lenhosos, que permitem a água subir até o momento em que entra em equilíbrio com a força da gravidade. O fluxo acontece por pequenos canais na microestrutura dos materiais, canais esses inversamente proporcionais ao diâmetro dos vasos capilares, sendo esses relacionados aos vazios presentes.

Ademais, Verçoza (1991) e Klein (1999), citam que este tipo de umidade ocorre nos baldrame, sendo causadas pelas condições do solo, como também pela falta de proteção contra a circulação da umidade. Materiais que apresentam canais capilares como: blocos cerâmicos, concreto, argamassas, madeiras, são meios por onde a água passará para atingir o interior das edificações. Sendo assim, a sucção capilar uma das formas de transporte da umidade do exterior para o interior de uma edificação (LSTIBUREK & CARMODY, 1991).

Geralmente a umidade por capilaridade afeta o primeiro pavimento das edificações devido a impermeabilização mal executada em fundações e contenções contra o solo (paredes subterrâneas) (CDT, 2012). As patologias podem ser identificadas quando a edificação apresenta danos na base da edificação visíveis em paredes e pisos, sendo: manchas escuras, vegetação parasita, deslocamento e degradação de revestimentos, mofos e bolores, ambiente insalutífero, paredes frias, descascamento nos revestimentos de pintura. Em certas circunstâncias, a deposição dos sais à superfície pode dar origem à formação de eflorescências ou, quando a cristalização ocorra sob os revestimentos de parede, criptoflorescências (HENRIQUES, 1994).

Contudo, outro fator é a existência de um lençol freático no terreno contribuindo para o acúmulo de umidade no solo. O lençol freático varia ligeiramente dependendo da precipitação e a estação do ano, mas em geral sua profundidade é regular, portanto, é recomendável construir

em partes altas e não em fendas do solo, visto que estes estão mais próximos do lençol freático (CDT, 2012).

Todavia, todo solo em que se é construído existe algum grau de umidade, sendo assim, impossível de se evitar completamente (CDT, 2012), sendo comumente combatida com barreira físico-química impedindo a ação da umidade na edificação. Torres (2014) cita que metodologias de tratamento para este tipo de patologia podem agrupar-se da seguinte forma:

- Execução de corte hídrico;
- Redução da secção absorvente;
- Introdução de tubos de arejamento (drenantes);
- Eletro-osmose (passiva, semi-passiva, ativa, forese);
- Ocultação das anomalias;
- Ventilação da base das paredes.

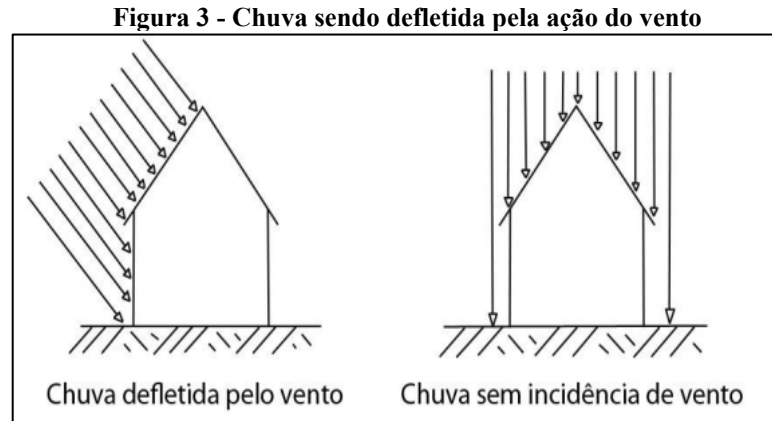
O autor ainda ressalta que a eficácia destas soluções nem sempre é total, pelo que devem ser equacionadas as possibilidades de sucesso e o custo da intervenção.

2.1.3 Umidade de Precipitações

A chuva é o agente mais comum para gerar umidade, tendo como fatores importantes a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção (impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, dentre outros) (SOUZA, 2008).

Entretanto, Henriques (1994) descreve que a chuva, por si só, não constitui uma ação especialmente gravosa para as paredes de edifícios, desde que a componente vento não lhe esteja associada. Na maior parte das situações, a precipitação é acompanhada por uma dada intensidade do vento, o que dá origem a que as gotas da chuva passem a ter uma componente horizontal tanto maior quanto maior for a intensidade do vento. Vê-se na Figura 3, a ação do vento, defletindo as gotas de chuva, alterando a sua trajetória, atingindo a fachada da edificação.

Esta umidade ataca as paredes externas e telhados em áreas onde chove com vento, afetando a fachada da casa. É comum que ela se manifeste em juntas de construção de diferentes elementos por meio de manchas e outros danos ao acabamento externo. A ação do vento faz com que a umidade penetre em maior medida pelos poros dos materiais, gerando nas zonas que sofreram umedecimento, efeitos nocivos (eflorescência, descamação, bolores, fungos, entre outros danos) (CDT, 2012; HENRIQUES, 1994).



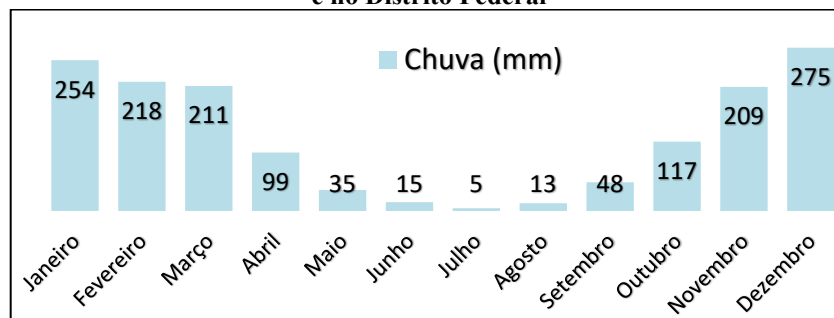
Todavia, é possível prevenir a umidade devido à infiltração da chuva levando em consideração as seguintes considerações: projetando inclinações de telhado adequadas, vedando as bordas de portas e janelas, instalando calhas e rufos adequados, utilizando vedações impermeáveis nas janelas e não utilizando revestimentos externos porosos (CDT, 2012).

Portanto, pode-se concluir que não se deve afirmar que as patologias por umidade de infiltração ocorrerão em regiões com maior incidência de chuvas, e sim em regiões onde a combinação de chuvas com ventos são mais frequentes e intensas (RODRIGUES, 2010).

2.1.3.1 Precipitações em Anápolis-GO

Predominantemente, o estado de Goiás se caracteriza por um clima Tropical sazonal, de inverno seco, com temperatura média anual de 22/23° C. A precipitação média anual do estado fica entre 1200 e 1800 mm, apresentando grande estacionalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa (FARIA, FILHO & MARCUZZO, 2012). Os dados de precipitação mensal apresentados na Figura 4, reforçam a característica apresentada pelos autores de períodos contínuos de chuva de outubro a março.

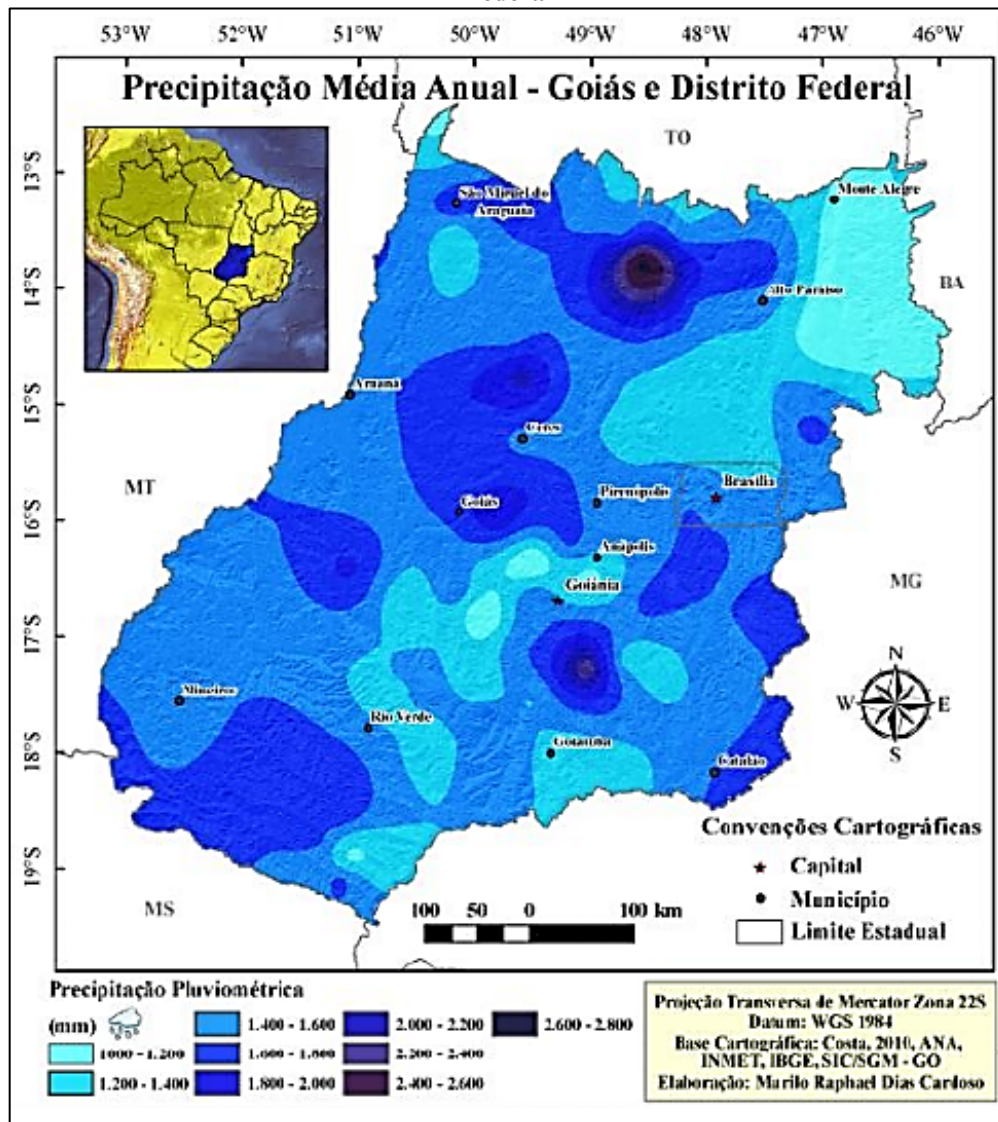
Figura 4 - Precipitação pluviométrica média mensal no Estado de Goiás e no Distrito Federal



Fonte: Adaptado de CARDOSO, BARROS & MARCUZZO, 2014.

Pode-se destacar também, segundo os autores, a ocorrência de curtos períodos de seca, chamados de veranicos, em meio a esta estação e no período de maio a setembro os índices pluviométricos podem reduzir bastante. Ao observar-se a precipitação pluviométrica média anual no Estado de Goiás e no Distrito Federal, nota-se que há uma variação de acordo com cada região, visto na Figura 5.

Figura 5 - Precipitação pluviométrica média anual no Estado de Goiás e no Distrito Federal

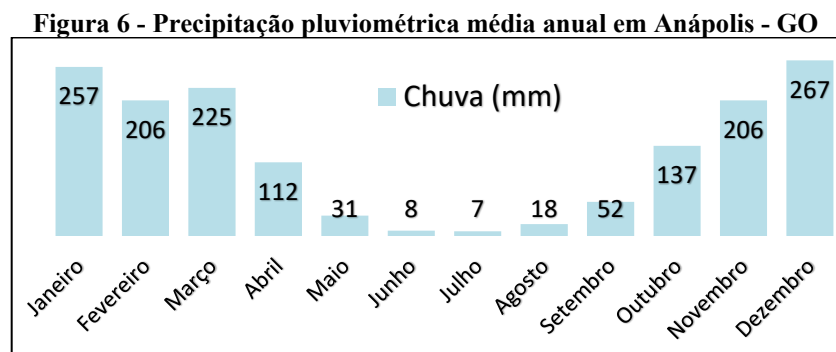


Fonte: CARDOSO, BARROS e MARCUZZO, 2014.

Os maiores volumes de precipitação média anual foram encontrados na região central no Norte do Estado de Goiás, e no município de Piracanjuba, no Sudeste do Estado de Goiás. Os valores encontrados nessas regiões foram entre 2400 mm e 2800 mm, muito acima da média geral de todo o estado. Contudo, outras regiões apresentaram altos volumes de precipitação pluviométrica anual, como os da região Norte, Centro-Noroeste e Sudoeste, que apresentaram

volumes entre 1800 mm e 2200 mm. A região Nordeste e algumas áreas na região Central, como a que fica entre o município de Goiânia e Anápolis, apresenta precipitação média anual entre 1000 mm e 1200 mm (CARDOSO, BARROS & MARCUZZO 2014).

A partir de dados disponíveis no site Climatempo (2021), vê-se na Figura 6, em que os valores representam o comportamento da chuva ao longo do ano e as médias são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos. Pode-se notar que o comportamento das chuvas em Anápolis-GO é semelhante à média do estado, com período úmido de outubro a março e com período veranico de maio a setembro.



Fonte: Adaptado de CLIMATEMPO, 2021.

2.1.4 Umidade Acidental

É caracterizada por ser oriunda de falhas nos sistemas de tubulações, como águas pluviais, esgoto e água potável, e acaba por gerar infiltrações. A existência de umidade com esse tipo de origem adquire importância especial quando se trata de edificações que já possuem um longo período de existência, pois pode haver a presença de materiais que podem ter seu tempo de vida já excedido que não costumam ser contempladas em planos de manutenção predial (RIGHI, 2009).

Quanto a origem da umidade por vazamentos de redes de água e esgoto, Verçozza (1991), comenta que é de difícil identificação do local e de sua correção. Isso deve-se ao fato das tubulações estarem, na maioria das vezes, embutidas na construção, dificultando a identificação dos vazamentos que são bastante danosos para o bom desempenho esperado da edificação (SOUZA, 2008).

Henriques (1994), cita que os sintomas associados aos fenômenos de umidade acidental são naturalmente muito variáveis, apresentando um bom número de casos de algumas características típicas, das quais se destacam as seguintes:

- Natureza localizada das anomalias;

- Associação com os períodos de precipitação em situações relacionadas com infiltrações de água das chuvas;
- Carácter permanente e de grande gravidade em situações de rotura de canalizações, eventualmente sazonal se estas forem de águas pluviais;
- Migração da umidade para locais afastados da origem da anomalia, em situações em que o débito de água seja fraco e propicie a atuação dos mecanismos da capilaridade.

É importante tentar controlar esse tipo de umidade já que, em alguns casos, pode levar a lesões mecânicas como assentamentos, devendo ser levado em consideração em áreas com solos salinos. Esta umidade é apresentada aleatoriamente então é necessário que haja o cuidado no projeto e construção para poder evitá-la, além de fazer uma manutenção preventiva adequada (CDT, 2012).

2.1.5 Umidade de Condensação

A condensação é o fenômeno pelo qual o vapor de água contida na atmosfera após o resfriamento é transformado em água líquida (CDT, 2012). É consequência da presença de grande umidade no ar e da existência de superfícies que estejam com temperatura abaixo da correspondente ao ponto de orvalho (temperatura máxima na qual o ambiente está saturado com vapor de água). O fenômeno ocorre pela redução de capacidade de absorção de umidade pelo ar quando é resfriado, na interface da parede, precipitando-se (QUERUZ, 2007).

Esse tipo de umidade ocorre em ambientes mais fechados, com menos ventilação e que possuem umidade elevada, como banheiros, saunas, cozinhas e garagens (SOUZA, 2008). A umidade por condensação pode ocorrer por duas maneiras: condensação superficial e condensação intersticial, sendo a primeira visível, ocorrendo em superfícies frias, inicialmente nos locais em que o isolamento térmico for menor, correspondentes no caso de paredes heterogêneas a elementos estruturais. Já a segunda ocorre dentro das camadas de um elemento, do interior da edificação para o exterior, sendo mais difícil de identificar porque não fica a vista (HENRIQUES, 1994; CDT, 2012).

O excesso de umidade no interior das edificações, ou é transportado para o exterior através da renovação do ar interior ou atravessando as paredes exteriores por difusão, ou condensa nos paramentos internos do revestimento exterior dos edifícios, primeiramente nas partes envidraçadas e posteriormente nas partes opacas. Em geral considera-se que, se não ocorrerem condensações superficiais, 95% da umidade produzida é evacuada através da

renovação do ar e os restantes 5% atravessam as paredes exteriores por difusão, podendo eventualmente provocar condensações no interior dessas paredes (HENRIQUES, 1994).

Entretanto, a condensação, tanto superficial quanto intersticial, são geradas pela combinação de três fatores (CDT, 2012):

- Temperatura externa baixa: a temperatura externa mais baixa ocorre geralmente ao nascer do sol no inverno. Paredes que recebem menos sol estão mais sujeitas a sofrerem das ações patológicas relacionadas a esse tipo de umidade.
- Baixa resistência térmica dos elementos de vedação como paredes, recantos, cantos, janelas, peitoril de janela, pontes térmicas, atrás de móveis, entre outros elementos com uma alta transmitância térmica.
- Alta umidade relativa do ar interno originada pela atividade dos moradores, uso de aquecimento úmido, falta de exaustores no banheiro e na cozinha, lavando, secando e passando roupas no interior da casa e excesso de plantas ou falta de ventilação.

As principais manifestações patológicas relacionadas a condensação são o aparecimento de mofo, bolores e manchas em tetos e paredes.

2.1.6 Origem da Umidade nas construções

O Quadro 1 apresenta uma relação entre a umidade e a sua origem, diferenciando os tipos de umidade apresentados anteriormente e os locais mais comuns de serem afetados.

Quadro 1 - Origem da umidade nas construções

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados); Paredes; Lajes de terraços.
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático.
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes, telhados, pisos e terraços.
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos; Peças com pouca ventilação; Banheiros, cozinha e garagens.

Fonte: Adaptado de KLEIN, 1999.

2.1.7 Umidade devido a Higroscopicidade

O termo Higroscopicidade pode ser entendido como a qualidade de um material em absorver umidade. Polisseni (1985) descreve que o teor mínimo de umidade que na prática pode estar presente em um material poroso é denominado teor higroscópico. Quando um material poroso se encontra em um meio úmido, seus poros absorvem uma quantidade de umidade que é função do diâmetro dos poros e da umidade relativa do meio ambiente. A umidade higroscópica é consequência da difusão do vapor d'água existente no ar para dentro do material através dos poros.

Conforme Thomaz (1996), as variações no teor mínimo de umidade ocasionam modificações nas dimensões dos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção. Com o aumento da umidade, há uma expansão do material e com a redução, ocorre o contrário, uma contração do mesmo, sendo estes fenômenos chamados de movimentações higroscópicas. Existindo então vínculos que irão impedir ou restringir essas movimentações por umidade, ocorrerão fissuras.

O autor também descreve que para os produtos à base de cimento, as movimentações ocorrem basicamente em função da qualidade do cimento e agregados, dosagem da mistura e das condições de cura do produto, sendo este último um fator de grande influência nas movimentações originadas por variações de umidade. No caso de revestimentos, a retração por secagem gera tensões nas argamassas podendo causar fissuras que prejudicam a estética e contribuem para a penetração de umidade no interior dos mesmos (LERSCH, 2003).

Quanto as movimentações provocadas pelo teor de umidade dos materiais, Souza (2008) cita que estas podem ser de dois tipos: irreversíveis e reversíveis. As primeiras são aquelas que acontecem logo após a fabricação do material e se originam pela perda ou ganho de água, chegando à umidade higroscópica de equilíbrio que ocorre quando um material poroso se encontra exposto por um período de tempo em situação constante de umidade e temperatura (através do fenômeno de difusão) e este estabiliza seu teor de umidade. As segundas ocorrem por mudanças do teor de umidade do material, ficando delimitadas a um determinado intervalo, mesmo ocorrendo a situação de secagem ou saturação completa do material.

Thomaz (1996), destaca que os materiais cerâmicos geralmente apresentam movimentações pequenas, reversíveis com as variações de umidade e temperatura e que de forma geral, os materiais de construção movimentam-se com a variação do teor de umidade. Os fenômenos devido a higroscopicidade dos materiais podem gerar fissuras e trincas nos revestimentos, como também a formação de sais higroscópicos.

2.2 INFILTRAÇÕES EM RESIDÊNCIAS

As infiltrações são os danos mais comuns nas construções e podem ser encontradas nas mais variadas edificações. Os problemas de umidade quando surgem nas edificações, sempre trazem um grande desconforto e degradam a construção rapidamente (SABINO, 2021).

Ocasionado por falhas construtivas ou de conservação, a umidade passa das áreas externas às internas por pequenas trincas ou mesmo por falhas na interface entre elementos construtivos, como planos de parede e portas ou janelas, ou entre calhas e platibandas. A chuva combinada a ação do vento, pode agravar a infiltração com aumento de pressão (RIGHI, 2009).

2.2.1 Infiltrações em cobertura e rede pluvial

Souza (2008), cita que a umidade originada por infiltrações nos telhados das edificações tem como fonte geradora a água da chuva. Isto se deve ao fato das coberturas de telhas apresentarem muitos vazamentos no sistema de escoamento dessas águas pluviais (calhas e tubos de queda) ou no próprio telhado.

Outro fator a ser considerado em vazamento em calhas e em condutores é quando se trata de seção insuficiente. Deste modo, quando chove muito, ocorrerá o transbordo de água. A dificuldade de identificar é o fato de acontecer apenas com fortes chuvas, que ocorrem poucas vezes, dependendo da região (SOUZA, 2008).

2.2.2 Infiltrações em lajes, paredes e pisos

O grande problema que contribui para vazamentos em lajes de cobertura e terraços é o defeito na impermeabilização. A impermeabilização neste caso é malfeita ou nem se quer foi realizada. Existindo a infiltração através de uma laje de cobertura, deve-se inicialmente ter a certeza se existe ou não sistema de impermeabilização (SOUZA, 2008).

Righi (2009), cita que quando o defeito de impermeabilização é localizado, pode-se executar o reparo somente no local onde foi detectada a falha, utilizando mesmo material da impermeabilização existente. Contudo, quando for um caso generalizado na laje, é necessário que se faça uma nova impermeabilização total da mesma.

Quanto a vazamentos em paredes e pisos, Klein (1999), cita que a umidade em parede e pisos pode se originar conforme esses três meios:

- Por vazamentos pela ruptura de canalizações de água fria, quente, esgoto e pluvial;

- Pela penetração de água da chuva;
- Pela percolação de água oriunda do solo, por ascensão capilar.

Verçoza (1991) cita como tipos de infiltrações de parede, as que ocorrem em muros e platibandas, na qual aparecem manchas em posições elevadas, bem como aquelas onde a umidade generalizada que ocorrem após chuvas vindas de determinadas direções causam infiltrações. Com o acúmulo de umidade nas paredes, as manchas aparecem nos forros, bem junto à parede, ou na própria. Uma causa poderia ser o reboco poroso, outra o reboco salpicado, que é capaz de reter água, que irá atravessar a parede.

2.3 PRINCIPAIS PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE

As patologias dos revestimentos de fachada comprometem a imagem da Engenharia e Arquitetura do país, sendo uma agressão às vistas da população, à integridade das edificações e ferindo o conceito de habitabilidade, direito básico dos proprietários das unidades imobiliárias (NETO, SILVA & CARVALHO JR, 1999).

Além da desvalorização natural do imóvel devido aos aspectos visuais, a base dos revestimentos (alvenaria ou concreto), sem o adequado acabamento final, torna-se vulnerável às infiltrações de água e gases, o que conseqüentemente conduz a sérias deteriorações no interior dos edifícios, podendo ser as mesmas de ordem estética ou até mesmo estrutural (NETO, SILVA & CARVALHO JR, 1999).

2.3.1 Mofo e Bolor

De acordo com Lersch (2003), os principais microrganismos envolvidos na biodegradação são as bactérias, os fungos, as algas e os líquens. Os fungos e bactérias se alimentam de materiais orgânicos, e suas ações trazem efeitos de contaminação. Sobre a formação de bolores, Souza (2008) descreve que é uma alteração que pode ser constatada macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo consequência do desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos. Sendo assim, como todos os organismos vivos, estes possuem seus desenvolvimentos afetados com as condições ambientais, sendo a umidade um fator essencial.

Verçoza (1987) salienta que:

...sendo vegetais, esses fungos precisam de ar e água, não se proliferando em ambientes absolutamente secos. Para eliminar o mofo e é preciso eliminar a umidade, o que se consegue com ventilação e impermeabilização.

A principal característica desta patologia é o surgimento de manchas acinzentadas escuras, conforme ilustrado na Figura 7, em que se encontra a base de uma parede mofada.

Figura 7 - Mancha escura de mofo na base de parede



Fonte: ENGEFÁCIL, 2019.

Conforme Alucci, Flauzino e Milano (1988), o desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações pode ser considerado um grande problema e que para que se possa evitar que estas patologias aconteçam nas edificações, é necessário que medidas que garantam ventilação, iluminação e insolação adequada dos ambientes sejam tomadas já na fase de projeto, assim como idealizar a diminuição de risco de condensação nas superfícies internas dos componentes e também evitar riscos de infiltração de água através de paredes, pisos e/ou tetos.

2.3.2 Oxidação

A oxidação em metais pode ser basicamente de dois tipos – química e eletroquímica – onde a primeira ocorre normalmente do contato direto de materiais metálicos com o meio ambiente, geralmente úmido, e a segunda, da presença de dois metais diferentes ligados ou em meio aquoso (OLIVEIRA, 2002).

Lersch (2003), define os processos de corrosão química e eletroquímica:

- Corrosão química: conhecida como oxidação, se dá por uma reação gás metal, com formação de uma película de óxido; é um processo lento e não provoca deterioração substancial das superfícies metálicas, exceto quando se tratar de gases extremamente agressivos.
- Corrosão eletroquímica: é a que efetivamente traz problemas às obras civis; trata-se de um ataque que ocorre em meio aquoso, como resultado da formação de uma pilha ou célula de corrosão com eletrólito e diferença de potencial entre trechos da

superfície do aço; este efeito acarreta perda de massa e a situação mais frequente é encontrada nas estruturas de concreto armado.

A transformação lenta de um metal em seus óxidos, a ferrugem, é uma deposição avermelhada e quebradiça que se forma na superfície do material ferroso oxidado, quando exposto à umidade e ao ar, consiste essencialmente em óxido férrico hidratado formado tanto pelo processo de corrosão química como pelo de eletroquímica (CASCUDO, 1997).

Ademais Verçoza (1987) define a ferrugem como um sal de pouca aderência (cai facilmente sob fricção), de mau aspecto e de volume maior que o do ferro que lhe deu origem, é essencial saber que a umidade é que dá condições favoráveis ao aparecimento da ferrugem. Por isso deve-se sempre procurar obter concreto impermeável: se a umidade penetrar até a armadura, facilmente aparece a ferrugem, que ao aumentar de volume, irrompe o cobrimento do concreto armado. Na Figura 8, tem-se o exemplo de corrosão de armaduras dos pilares.

Figura 8 - Corrosão de armaduras dos pilares



Fonte: TECNOSIL, 2017.

2.3.3 Eflorescências

De acordo com Lersch (2003), as eflorescências são decorrentes de depósitos salinos na superfície das alvenarias, provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes da alvenaria e alteram a aparência das superfícies e causam desagregação em função dos compostos expansivos. Neto, Silva e Carvalho Jr (1999) as descrevem como um fenômeno muito comum em fachadas com revestimento de peças cerâmicas ou rochas ornamentais, alterando a aparência da superfície devido a se manifestar, geralmente, através de líquido esbranquiçado que escorre pelo revestimento podendo causar desagregação do revestimento e/ou falta de aderência entre camadas do revestimento.

Os autores ainda citam que a ocorrência desta patologia está ligada ao teor de sais solúveis existentes nos materiais componentes do revestimento, à presença de água e da pressão necessária para que o composto atinja a superfície.

De acordo com Souza (2008), a eflorescência é originada por três fatores, que possuem o mesmo grau de importância. São eles: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática, que faz com que a migração da solução ocorra, indo para a superfície. Todos os três fatores devem existir e, caso algum deles não esteja presente, não haverá a formação desta patologia. Vê-se na Figura 9, um exemplo de eflorescência em um encontro de vigas.

Figura 9 - Eflorescência em um encontro de vigas



Fonte: SOUZA, 2008

Contudo, Souza (2008) cita que alguns fatores externos também ajudam para que este tipo de manifestação patológica ocorra, tais como a quantidade de solução que irá aflorar; o aumento do tempo de contato que atua na solubilização de maior teor de sais; a elevação de temperatura, a qual aumenta a velocidade de evaporação e gera um favorecimento na solubilização dos sais; e fechando, a porosidade dos elementos, permitindo que esta migração da solução para a superfície ocorra.

Como a água é o veículo principal deste mecanismo, a correção implica na eliminação da umidade. Os tipos mais comuns de eflorescências se manifestam como manchas de cor castanha ou de ferrugem, manchas brancas, com aspecto de nuvens, pulverulentas ou ainda manchas de cor branca, escorrida (LERSCH 2003).

2.3.4 Criptoflorescências

São formações de sais semelhantes à eflorescência, formadas pelo mesmo mecanismo de formação das eflorescências, o que as diferem é o fato de que as criptoflorescências se caracterizam por grandes cristais que são formados no interior da parede ou estrutura. Ao crescerem, eles podem pressionar a massa, formando rachaduras e até a queda da parede. Sendo o sulfato o maior responsável pela formação de criptoflorescências devido a sua propriedade expansiva. Tal manifestação é responsável pelo aparecimento de rachaduras, desagregação de materiais e deslocamento de paredes (SCHÖNARDIE, 2009). Na Figura 10, vê-se o exemplo de deslocamento de revestimento causado por criptoflorescência em parede.

Figura 10 - Deslocamento de revestimento causado por criptoflorescência em parede



Fonte: MUNDO DA TINTA, 2021.

Ademais, Lersch (2003), define as criptoflorescências como o crescimento de sais ou cristais no interior dos materiais, cuja expansão ocasiona desagregação ou deslocamento dos materiais de construção. A autora afirma que a mais comum nas alvenarias é a criptoflorescência causada pela etringita, conhecida como sal de Candlot, ou trissulfoaluminato de cálcio, que é um sal que se forma quando a umidade encontra condições propícias no interior da massa de cimento endurecido.

2.3.5 Goteiras e Manchas

De acordo com Pinto (1996), as patologias de impermeabilização de uma forma geral apresentam-se com características próprias e sistematizadas. O autor descreve as goteiras e manchas d'água da seguinte forma:

- Gotejamento de água: Umidade excessiva que se concentra em um ponto da superfície por tensão superficial, caindo por gravidade ao atingir determinado volume.
- Mancha de umidade: Uma parte circunscrita da superfície que se apresenta impregnada de água, apresentando cor diferente do restante da mesma.

Neto, Silva e Carvalho Jr (1999) citam que as manchas normalmente são provocadas pelas infiltrações de água, devido a sistemas de impermeabilização deficientes, podendo se manifestar sob forma de eflorescências (discutidas anteriormente), bolor (manchas esverdeadas ou escuras, comuns em áreas não expostas à insolação) ou mudanças de tonalidade dos revestimentos. Frequentemente estão associadas aos descolamentos, à desagregação dos revestimentos e à má aderência entre camadas distintas de revestimentos. Pode-se observar a característica apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Mancha no teto causada por infiltrações



Fonte: LEAK, 2019.

2.3.6 Degradação de revestimentos cerâmicos

Neto, Silva e Carvalho Jr (1999), descrevem que as patologias em revestimentos cerâmicos são as mais frequentes de reclamações que demandam perícias, sendo as causas mais comuns a excessiva dilatação higroscópica do revestimento cerâmico, a inexistência de juntas de movimentação, falhas no assentamento das peças e deficiência ou, até mesmo, falta de rejuntamento.

Sobre danos a revestimentos cerâmicos relacionados a umidade, pode-se destacar o deslocamento de pisos, manchas de umidade e gretamento. Os deslocamentos, de acordo com Lersch (2003), ocorrem devido à infiltração de água entre a argamassa de assentamento e no

corpo cerâmico das peças, por falhas nas juntas de assentamento, gerando esforços nas mesmas por dilatação e contração por absorção de água, além da possibilidade de forma pressão de vapor d'água e eflorescências. Podem ocorrer também devido à movimentação térmica.

Sobre as manchas, Lersch (2003), cita que os revestimentos estão frequentemente sujeitos à ação da umidade e de microorganismos, que provocam o surgimento de algas e mofo, com conseqüente aparecimento de manchas verdes ou pretas, além das manchas marrons, que ocorrem geralmente devido à ferrugem, conforme ilustrado na Figura 12, podendo-se observar manchas no revestimento de piso causado pela ação da umidade.

Figura 12 - Manchas no revestimento de piso causado pela ação da umidade



Fonte: LACERDA, 2014.

O gretamento, de acordo com a autora, é uma anomalia que consiste na formação de fissuras muito finas (capilares) sobre a superfície vidrada. A peça cerâmica, quando exposta a determinadas condições higrotérmicas, tem favorecida a formação de tensões entre o vidrado e o corpo cerâmico da peça. O fenômeno pode ocorrer devido à falta de compatibilidade entre os coeficientes de expansão do vidrado e do corpo cerâmico.

2.3.7 Pintura danificada

A água também pode já estar presente na edificação, por infiltrações, umidade do solo, oriunda das precipitações ou também através da umidade dos materiais de construção, utilizados na sua construção. A umidade degrada uma série de componentes de uma construção, inclusive das pinturas, revestimentos de papel de parede, laminados decorativos, madeira, tanto

pela ação direta da água, como pela dissolução dos sais presentes nos materiais de construção (STORTE, 2009).

O autor cita que as patologias mais observadas são manifestadas nas pinturas, dentre as quais são citadas:

- **Eflorescências** - manchas esbranquiçadas que surgem na pintura, provocada pela lixiviação dos sais solúveis das argamassas e alvenarias.
- **Desagregamento** - Caracteriza-se pela destruição da pintura que se esfarela, destacando-se da superfície, podendo inclusive, destacar com parte do reboco. Normalmente é causado pela reação química dos sais lixiviados, pela ação da água que ataca as tintas ou adesivos de revestimentos.
- **Saponificação** - Manifesta-se pelo aparecimento de manchas na superfície pintada, frequentemente, provocando o destacamento ou degradação das pinturas, notadamente as do tipo PVA, de menor resistência. A saponificação também ocorre, devido à alta alcalinidade do substrato, que pode ter se manifestado pela eflorescência dos sais altamente alcalinos.
- **Bolhas** - O maior poder impermeabilizante, de alguns tipos de tintas e adesivos de revestimentos, dificulta a dissipação do vapor de água ou a própria água encontrada no substrato, podendo provocar o deslocamento e formação de bolhas nas pinturas ou revestimentos. Normalmente ocorrem em tintas alquídicas (esmaltes, óleo), epóxi, hypalon, bem como perda de propriedades adesivas de colas de revestimentos de papéis, vinílicos, laminados, etc.
- **Destacamento** - É provocado pela reação dos sais das eflorescências lixiviados até a interface das pinturas, prejudicando sua aderência.
- **Manchas e bolor** - O desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações é ocorrência comum em climas tropicais. O bolor está associado a existência de alto teor de umidade no componente atacado e no meio ambiente, podendo interferir na salubridade e habitabilidade da edificação. A absorção ou presença de umidade nas tintas, notadamente dos tipos PVA, em função das resinas e aditivos da formulação (espessantes, plastificantes, etc.), proporcionam condições adequadas para o surgimento e crescimento de colônias de fungos e bactérias, notadamente em ambientes pouco ventilados e luminosos.

Outra patologia a ser observada é o surgimento de vesículas. Neto, Silva e Carvalho Jr (1999), descrevem que as vesículas (pontos estourados no revestimento) se manifestam através

do empolamento da pintura podendo ser brancas (devido a hidratação retardada de óxidos de cálcio presentes nas argamassas com cal), pretas ou vermelho acastanhadas (associadas a má qualidade da areia, basicamente quando esta apresenta pirita, matéria orgânica ou concreções ferruginosas que, ao oxidarem, promovem reações expansivas). A Figura 13 ilustra um exemplo de pintura danificada, na qual percebe-se a o surgimento de vesículas.

Figura 13 - Pontos estourados na pintura da parede



Fonte: TOCA OBRA, 2020.

2.4 O PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização é parte do projeto da obra, sendo fundamental para bom e duradouro resultado de uma construção. Sendo assim, é necessário que haja um projeto específico para a impermeabilização, assim como os projetos arquitetônicos, de concreto armado, das instalações hidrossanitárias e elétricas, entre outros. Esse projeto deve detalhar os produtos e a forma de execução dos sistemas ideais de impermeabilização para cada caso numa obra (RIGHI, 2009).

A NBR 9575 (ABNT, 2010) define o termo impermeabilização como “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”. Ademais, deve ser projetada de modo a:

- Evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade;

- Proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- Proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- Possibilitar sempre que possível acesso impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos.

É de fundamental importância para o desempenho de uma edificação, que seja elaborado um projeto de impermeabilização correto e inequívoco, efetivo na redução dos custos e evitando futuras patologias e maiores transtornos. Para tanto, é necessário à escolha do sistema mais adequado, a seleção correta dos materiais inerentes ao sistema e a identificação de interferências com outros sistemas.

A NBR 9575 (ABNT, 2010) estabelece as exigências e recomendações relativas à seleção e projeto de impermeabilização, para que sejam atendidos os requisitos mínimos de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como os requisitos de salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a ser garantida a estanqueidade dos elementos construtivos que a requeiram.

Desta feita, o projeto executivo de impermeabilização, seguindo os parâmetros da norma, deve conter:

- Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
- Detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização;
- Detalhes construtivos que descrevam graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura;
- Memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- Memorial descritivo de procedimentos de execução;
- Planilha de quantitativos de materiais e serviços.
- Serviços complementares ao projeto executivo de impermeabilização:
- Metodologia para controle e inspeção dos serviços;
- Metodologia para controle e inspeção dos serviços e metodologia para controle dos ensaios tecnológicos de produtos especificados;

- Diretrizes para elaboração de manual de uso, operação e manutenção.

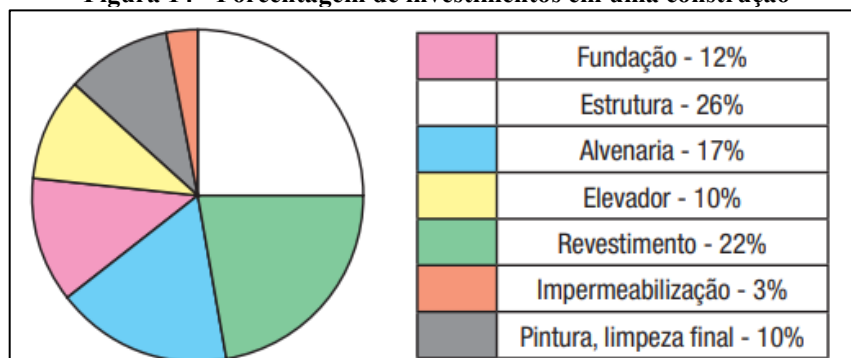
2.5 AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Em um levantamento de campo realizado na cidade de Goiânia-GO por Antonelli, Carasek e Cascudo (2002), cujo objetivo foi investigar a ocorrência de problemas patológicos nos sistemas de impermeabilização de lajes térreas de edifícios habitados, foi constatado que em 50 edifícios visitados, de padrões médio e médio-alto, abrangendo 13 construtoras, localizados em 7 diferentes bairros de Goiânia, os principais resultados mostraram que 86% dos edifícios inspecionados apresentaram problemas, dos quais 45% tiveram origem em erros na execução dos diversos sistemas e 42% foram devidos a deficiências ou mesmo à ausência de um projeto de impermeabilização.

Foi observado que apenas 6% dos edifícios não apresentaram problema algum. Entretanto, essas edificações possuem um tempo de uso menor, de seis meses a um ano e seis meses. Notou-se que nenhuma das construtoras desses edifícios implementou melhorias como; elaboração de projeto e procedimentos especiais de execução para obter este resultado em seus edifícios (ANTONELLI, CARASEK & CASCUDO 2002). No exemplo citado acima, a ausência de um projeto de impermeabilização demonstra a falta de comprometimento das construtoras com o produto final, uma vez que isso ocorre pela busca por mais economia nos projetos e execução.

O custo de implantação da impermeabilização em uma edificação é em torno de 1% a 3% do custo total da obra, conforme a Figura 14. Quando prevista e executada durante a obra, torna-se mais fácil e econômico do que executá-la posteriormente, quando surgirem os inevitáveis problemas com a unidade que tornam os ambientes insalubres e com aspecto desagradável (VEDACIT, 2010).

Figura 14 - Porcentagem de investimentos em uma construção



Fonte: VEDACIT, 2010.

Contudo, uma vez que a impermeabilização não é executada ou ocorre uma má implantação, pode-se comprometer a durabilidade da edificação e causar prejuízos financeiros e danos à saúde. Se os serviços forem executados apenas depois de constatar problemas com infiltrações na edificação já pronta, o custo com a impermeabilização ultrapassa em muito o percentual inicial. Isto porque refazer o processo de impermeabilização pode gerar um acréscimo de 10% a 15% do valor do serviço (PORCIÚNCULA, 2021).

É considerada causa grave a falta efetiva de impermeabilização, este fato está ligado à diminuição das áreas que deveriam ser impermeabilizadas, por economia das construtoras, e à falta de projeto de impermeabilização (ANTONELLI, 2001). A gravidade do problema está na dificuldade em sua resolução após a entrega do edifício para o condomínio, pois a solução será a impermeabilização das áreas não estanques, gerando serviços de demolição e em uma nova execução de pisos entre outros, sem contar com o transtorno para os moradores do edifício (ANTONELLI, CARASEK & CASCUDO, 2002).

3 PREVENÇÕES

Conforme Soares (2014), os cuidados quanto ao conforto e satisfação dos usuários, quanto as edificações, estão sendo cada vez mais necessários e exigidos. Os padrões de qualidade são cada vez mais disseminados e rigorosos, necessitando atender as normas técnicas e de desempenho vigentes.

O autor também cita que problemas como umidade, infiltrações e vazamentos se tornam, assim, condenáveis. Devido suas consequências quanto ao desconforto e problemas de saúde, principalmente os de origem alérgica. Além do agravante estético ocasionado por essas ocorrências, fator depreciador de qualquer edificação.

Todavia, também podem ocorrer restrições quanto ao uso em decorrência desses problemas, dada possibilidade de certa edificação ou, até mesmo, impedindo sua utilização, em casos mais extremos. Nesses casos, as perdas são, não apenas quanto ao desconforto do uso, mas também financeiras (SOARES, 2014).

De acordo com Ripper (1996), a umidade é o maior inimigo das construções e da saúde de seus ocupantes. Queruz (2007) cita que a água pode ser vista como um agente de degradação ou como meio para a instalação de outros agentes, mas, certamente, pode-se afirmar que é um dos maiores causadores de patologias, de forma direta ou indireta, quer se encontre no estado de gelo, no líquido ou mesmo enquanto vapor de água. Sendo assim, seja por falta de conhecimento das soluções corretas, falta de senso de responsabilidade ou negligência das construtoras que buscam sempre as soluções mais baratas, este mal é ignorado, comprometendo diretamente a eficiência das edificações.

3.1 A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Righi (2009) afirma que impermeabilização é de fundamental importância na durabilidade das construções e é fator importantíssimo para a segurança da edificação e para a integridade física do usuário. É necessário que se preveja em projeto os mecanismos de prevenção e soluções para as patologias, bem como a utilização correta dos sistemas impermeabilizantes como principal mecanismo de proteção das estruturas, de maneira a atender as solicitações da edificação.

A importância da impermeabilização está associada à possibilidade de controlar líquidos, gases e vapores que, se estiverem livres em um ambiente, podem ser prejudiciais a determinados materiais, atividades, animais, seres humanos e ao meio ambiente. A água, por

exemplo, elemento fundamental para a existência humana, é também um agente destrutivo para determinados tipos de materiais e em muitos casos, de presença indesejável (BARBOSA, 2018).

Para tanto, faz-se necessário a prevenção quanto a umidade e o surgimento de patologias, na qual CDT (2012) aponta vantagens para os usuários obtidas por estas práticas:

- Redução do aparecimento de bolores e fungos, além de doenças associadas a esses microrganismos, como alergias.
- Diminuição significativa de outras doenças causados pela umidade, principalmente no inverno e períodos chuvosos.
- Aumento da durabilidade da edificação e ganhos de capital, como bem como os materiais que o compõem (a umidade provoca deterioração dos acabamentos, prejudica as barras de reforço de concreto, etc.).
- Aumento dos níveis de conforto higrotérmico.
- Economia de energia de aquecimento, dependendo da área clima e estação do ano.

3.2 ESCOLHA DA IMPERMEABILIZAÇÃO

No Brasil existem diversos produtos impermeabilizantes, de qualidade e desempenho variáveis, de diversas origens e métodos de aplicação, normalizados ou não, que devem ter suas características profundamente estudadas, para permitir a escolha de um adequado sistema de impermeabilização. É necessário procurar conhecer todos os parâmetros técnicos e ações físicas e químicas envolvidas no processo para a escolha adequada do sistema impermeabilizante (RIGHI, 2009).

Sobre a seleção de sistemas de impermeabilização, Souza e Melhado (1997) afirmam que o estabelecimento de parâmetros para a seleção de sistemas de impermeabilização passa a ter importância à medida que a seleção se constitui em uma das etapas iniciais para a elaboração de um projeto de impermeabilização. Os autores ainda citam que o número de sistemas possíveis de serem utilizados para a impermeabilização dos pisos do pavimento tipo dos edifícios é relativamente grande, o que acaba por trazer dificuldades quanto aos critérios empregados para a sua escolha.

Souza e Melhado (1997), também apontam diretrizes gerais para a escolha da impermeabilização, a fim de estabelecer uma maior clareza à seleção:

- Atender aos requisitos de desempenho;

- A máxima racionalização construtiva;
- A máxima construtibilidade;
- A adequação do sistema de impermeabilização aos demais subsistemas, elementos e componentes do edifício, especialmente a laje, o piso e a alvenaria;
- Custo compatível com o empreendimento.

Sobre as diretrizes gerais, Souza e Melhado (1997) apontam que essas pressupõem o atendimento do que se espera do sistema de impermeabilização não somente em relação ao produto, mas também em relação aos aspectos construtivos. Os autores também citam parâmetros a serem analisados na escolha do sistema impermeabilizante, apresentados abaixo:

- **Características do empreendimento** – deve-se considerar o padrão do produto, na qual produtos de padrão elevado podem admitir maior parcela em relação ao custo da obra e o risco que o construtor está disposto a correr no que se refere a futuros problemas na impermeabilização.
- **Características da laje** - deve-se avaliar a espessura, a tipologia estrutural, método construtivo e a deformabilidade. Esta última deve ser analisada qualitativamente, em razão de não se dispor de subsídios para se relacionar a deformabilidade da laje com a exigência de flexibilidade do sistema de impermeabilização.
- **Características do ambiente** - solicitação em relação à água, avaliando não somente a incidência de água no ambiente, mas também a possibilidade de ocorrência de acidentes como, por exemplo, o entupimento de aparelhos sanitários e tubulações que causem transbordamento com conseqüente incidência de água em um volume considerável. Avalia-se também as dimensões e o formato, uma vez que alguns sistemas não indicados para áreas com dimensões reduzidas.
- **Inter-relação com os demais subsistemas e elementos do edifício** - analisa-se as características dos revestimentos de piso especificados bem como o tipo e características das vedações verticais, seus elementos e componentes.
- **Execução** – deve-se analisar a facilidade de execução, a produtividade, tendo em vista a necessidade de camadas e o prazo de espera entre a aplicação dessas camadas. É necessário observar também quanto ao método construtivo do sistema de impermeabilização e a maneira com é aplicado, se é a quente, ou a frio, ou ainda, se há a necessidade de se misturar os materiais no canteiro.

- **Características do sistema de impermeabilização** - analisa-se a garantia fornecida pelo fabricante, a durabilidade esperada do sistema, seu custo global e a espessura total do sistema de impermeabilização, bem como o número de camadas.
- **Características de mercado** – por fim, é necessário verificar a disponibilidade de fabricantes, uma vez que quanto maior o número de opções no mercado, maiores serão as possibilidades de se obter menores custos e maiores vantagens para a compra desses materiais e sistemas.

De acordo com o manual técnico da Vedacit (2010), o tipo adequado da impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo as solicitações impostas pelos fluidos (água e gás) nas partes construtivas e atender as exigências de desempenho. A NBR 9575 (ABNT, 2010) cita que as solicitações podem ocorrer de quatro formas distintas:

- Imposta pela água de percolação;
- Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral;
- Imposta pela umidade do solo;
- Imposta pela condensação de água.

Para tanto, os sistemas de impermeabilização a serem adotados devem apresentar vida útil compatível com as condições previstas em projeto, bem como atender a uma ou mais das seguintes exigências de desempenho citadas na NBR 9575 (ABNT, 2010):

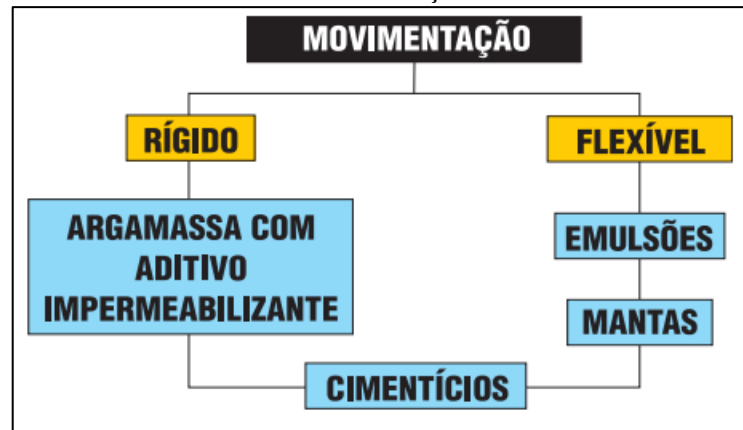
- Resistir as cargas estáticas e dinâmicas atuantes sob e sobre a impermeabilização;
- Resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato e revestimentos, ocasionados por variações térmicas;
- Resistir a degradação ocasionada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas;
- Resistir às pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d'água e umidade de solo, bem como descolamento ocasionado por perda de aderência;
- Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânica compatíveis com as solicitações previstas nos demais projetos;
- Resistir ao ataque e agressão de raízes de plantas ornamentais;

Por tudo isso, é fundamental a elaboração de um projeto de impermeabilização que especifique o melhor sistema, atendendo as interferências externas da estrutura como temperatura, vibração, vento e internas da estrutura como dilatação e acomodação (VEDACIT, 2010).

3.3 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O sistema de impermeabilização é definido pela NBR 9575 (ABNT, 2010) como o conjunto de produtos e serviços (insumos) dispostos em camadas ordenadas, destinado a conferir estanqueidade a uma construção. Podem ser definidos, de maneira geral, quanto a movimentação da estrutura, aos materiais utilizados na impermeabilização e a aderência ao substrato, porém a NBR 9574 (ABNT, 2008) basicamente diferencia os sistemas em dois tipos, quanto a movimentação da estrutura, sendo: rígido e flexível, pode-se observar na Figura 15.

Figura 15 - Tipos de sistemas impermeabilizantes quanto à movimentação



Fonte: VEDACIT, 2010.

Existem ainda os sistemas semiflexíveis, esta classificação, embora não contemplada pelas normas brasileiras, é utilizada pelo mercado para designar produtos com características intermediárias (SILVA, 2015).

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) os tipos de impermeabilização também podem ser classificados quanto ao material constituinte da principal camada impermeável, sendo estes definidos como: cimentícios, asfálticos e poliméricos.

- **Os sistemas impermeabilizantes cimentícios** - são aqueles cuja camada impermeabilizante são a base de cimento, adicionados a resinas e empregados em forma pastosa adicionados a resinas, quando secos formam uma superfície impermeável sobre o substrato. São exemplos de impermeabilizantes cimentícios a argamassa polimérica e a argamassa com aditivo impermeabilizante (BARBOSA, 2018).

- **Os materiais asfálticos** - possuem como camada impermeabilizante produtos à base de asfalto, podem ser moldados no local ou pré-fabricados tais como a manta asfáltica e a membrana de emulsão asfáltica (BARBOSA, 2018).
- **Os sistemas impermeabilizantes poliméricos** – são aqueles em que a camada impermeável é obtida pela aplicação de polímero, na forma de manta ou membrana, tais como a manta de PVC e a membrana acrílica (KANO, 2017).

Ademais, quanto a aderência ao substrato, Moraes (2002) descreve que os sistemas impermeabilizantes podem ser classificados como:

- **Aderido:** Quando o material impermeabilizante é totalmente fixado ao substrato, seja por fusão do próprio material ou por colagem com adesivos, asfalto quente ou maçarico.
- **Semi-aderido:** Quando a aderência é parcial e localizada em alguns pontos, como platibandas e ralos.
- **Flutuante:** Quando a impermeabilização é totalmente desligada do substrato é utilizada em estruturas de grande deformabilidade.

3.3.1 Impermeabilização Rígida

A NBR 9575 (ABNT, 2010) define como impermeabilização rígida o conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas não sujeitas a movimentação do elemento construtivo.

De acordo com o manual técnico da Vedacit (2010), o sistema de rígido é indicado para estruturas que não se movimentam ou que não sofrem deformações, em locais não sujeitos forte exposição solar e variações térmicas e vibração. Exemplos: Reservatórios, piscinas e caixas d'água (enterrados); Fundações (alicerces); Poços de elevadores; Subsolos; Pisos em contato com o solo; Paredes de encosta; Muros de arrimo.

Os tipos de sistemas impermeabilizantes rígidos descritos na NBR 9574 (ABNT, 2008) são:

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.
- Argamassa modificada com polímero.
- Argamassa polimérica.
- Cimento cristalizante para pressão negativa.
- Cimento modificado com polímero.

- Membrana epoxídica.

Os preparos do substrato, bem como aplicação dos sistemas citados e proteção dos mesmos, estão descritos na norma de execução e impermeabilização NBR 9574 (ABNT, 2008).

3.3.2 Impermeabilização Flexível

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização flexível é definida conjunto de materiais ou produtos que apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis as partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo. Para ser caracterizada como flexível, a camada impermeável deve ser submetida a ensaio específico.

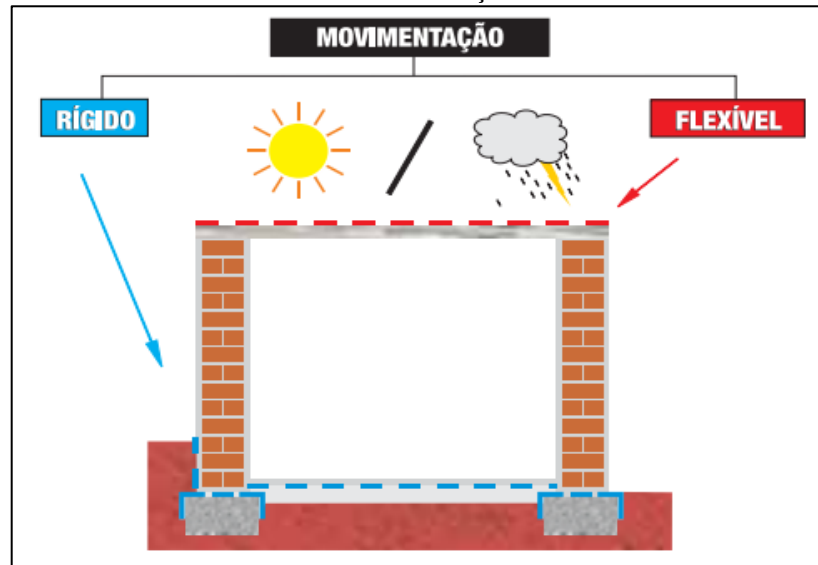
O sistema de impermeabilização flexível, ao contrário do rígido, é indicado para estruturas sujeitas a movimentação, forte exposição solar, variações térmicas e vibração, tais como: lajes de cobertura; terraços; calhas de concreto; áreas frias: banheiros, cozinhas; áreas de serviço; abóbadas; reservatórios elevados. (VEDACIT, 2010).

Os tipos de sistemas impermeabilizantes flexíveis descritos na NBR 9574 (ABNT, 2008) são:

- Membrana de asfalto modificado sem adição de polímero.
- Membrana de asfalto modificado com adição de polímero.
- Membrana de emulsão asfáltica.
- Membrana de asfalto elastomérico em solução.
- Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado.
- Membrana elastomérica de polisobutileno isopreno (I.I.R), em solução.
- Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estirereno (S.B.S).
- Membrana elastomérica de estireno-butadieno-ruber (S.B.R.).
- Membrana de poliuretano.
- Membrana de poliuretano modificado com asfalto.
- Membrana de polímero com cimento.
- Membrana acrílica Mantas asfálticas.
- Manta de policloreto de vinila (PVC).
- Manta de polietileno de alta densidade (PEAD).
- Manta elastomérica de etileno-dieno-monômero – EPDM.
- Manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (IIR).

Os preparos do substrato, bem como aplicação dos sistemas citados e proteção dos mesmos, estão descritos na norma de execução e impermeabilização NBR 9574 (ABNT, 2008). Pode-se observar na Figura 16, um esquema indicativo para os sistemas rígidos e flexíveis quanto a movimentação da estrutura.

Figura 16 - Esquema indicativo de sistema impermeabilizante quanto à movimentação



Fonte: VEDACIT, 2010.

3.4 ESTRATÉGIAS DE REPARAÇÃO DE ANOMALIAS

Após a definição dos locais mais afetados pela umidade, faz-se necessário tomar medidas para correção dos problemas causados pela umidade. É preciso que se faça uma análise prévia da patologia, a fim de determinar sua causa. Sobre o diagnóstico, Barbosa (2018) afirma que na maioria dos casos basta um exame no visual do local afetado para se encontrar o defeito. Contudo, o exame deve ser cuidadoso e sem ideia preconcebida, para que não haja erro de diagnóstico por pré-julgamento. Vale ressaltar ainda que a fim de reduzir os custos com tratativas, as medidas preventivas devem ser vistas em projeto e tomadas durante a execução da edificação.

As estratégias de intervenção citadas por Abrantes e Silva (2007) e Henriques (1994) para a correção das patologias causadas por umidade, consistem na tratativa paliativa ou definitiva das manifestações, de acordo com a necessidade de correção e podem ser descritas conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Estratégias para a correção de anomalias

(continua)

ESTRATÉGIAS PARA A CORREÇÃO DE PATOLOGIAS		
Medidas corretivas	Definição	Exemplos
Eliminação das anomalias	Consiste na intervenção a fim de resolver os problemas temporariamente. Trata-se de uma reparação na estrutura e não elimina a causa, sendo assim, enquanto existirem as causas, as patologias continuarão a ocorrer.	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção de eflorescências ou bolores. - Reassentamento de revestimentos que se encontram descolados
Substituição dos elementos e materiais mais afetados.	Solução radical e muito onerosa, porém, pode não eliminar as causas. Trata-se da substituição dos materiais afetados quando não é possível que haja recuperação dos mesmos. Pode ser uma solução definitiva se forem adotadas as precauções necessárias durante a troca dos materiais.	<ul style="list-style-type: none"> - Demolição total ou parcial de paredes não estruturais. - Substituição de elementos de madeira
Ocultação das anomalias.	Solução geralmente econômica. Pode ser definitiva se garantir o desempenho funcional do elemento construtivo. Esta nada mais é que esconder a anomalia com um novo elemento construtivo ou aplicação de revestimento sobre a patologia.	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de panos de parede ocultando a patologia. - Assentamento de revestimento desligados ou aderentes que recubram ou disfarcem a anomalia.
Proteção contra os agentes agressivos	Confunde-se frequentemente com a eliminação das causas ou com o reforço das características funcionais. É preferível como medida preventiva, uma vez que estas medidas impedem diretamente a atuação da umidade nos elementos construtivos, sem eliminação das causas.	<ul style="list-style-type: none"> -Impermeabilização das áreas com contato de umidade e proteção contra as diversas formas de acesso. - Criação de barreiras estanques contra as infiltrações.

Quadro 2 - Estratégias para a correção de anomalias

(conclusão)

ESTRATÉGIAS PARA A CORREÇÃO DE PATOLOGIAS		
Medidas corretivas	Definição	Exemplos
Eliminação das causas das anomalias.	Estas são eficazes, mas nem sempre são viáveis, uma vez que possuem alto custo de implantação. Trata-se de eliminar a raiz da patologia. Resulta na eliminação das anomalias.	<ul style="list-style-type: none"> - Pode-se citar os mesmos exemplos do item “proteção contra os agentes agressivos”, bem como: - Execução de drenagem do terreno e correção das condições termo-higrotérmicas em ambientes em que ocorreram condensações.
Reforço das características funcionais	Em geral, não é aplicável numa fase corretiva, mas sim numa fase preventiva. Consistem em corrigir situações de inadequação dos elementos de construção face às respectivas exigências funcionais.	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria do isolamento térmico dos revestimentos exteriores a fim de evitar condensações. - Processos construtivos como a impermeabilização, devem ser seguidos conforme a normatização e técnicas recomendadas pelos fabricantes a fim de garantir a eficácia do sistema a ser aplicado.

Fonte: Adaptado de HENRIQUES, 1994; ABRANTES & SILVA, 2007.

Brito (2003b) cita que as soluções de uma dada anomalia, quando não vistas como um todo, podem agravar outras patologias coexistentes, sendo assim necessário que toda a reparação seja analisada de maneira geral, ao contrário de um somatório de pequenas intervenções pontuais que podem gerar mais problemas.

As soluções de reparação de anomalias provocadas pela umidade podem ser diversas, dependendo a sua escolha das anomalias existentes, do tipo de construção em que ocorram e dos objetivos que se pretendem atingir (HENRIQUES, 1994).

As medidas que serão apresentadas serão de caráter a proteger a edificação contra os agentes agressivos, sendo desta maneira, adotadas ainda na fase de projeto da obra e resumem-se em sistemas impermeabilizantes para estruturas a partir de recomendações de autores já citados anteriormente, bem como de manuais técnicos de impermeabilização disponibilizados na internet pelos fabricantes.

Vale ressaltar que existe uma grande disposição de produtos no mercado, com diferentes características e formas de aplicação, sendo pouco provável que apenas um produto possua resultado satisfatório quanto ao seu desempenho a fim resolver as solicitações. Para tanto, as abordagens citadas são de certo modo mais comuns, sendo mais utilizadas e divulgadas.

3.5 DETALHES CONSTRUTIVOS

Apesar de separadamente não constituírem um grupo ou sistema impermeabilizante, é importante atentar-se a detalhes específicos que são causadores de patologias e que podem ocorrer falhas e problemas de impermeabilização. Vale ressaltar que a NBR 9574 (ABNT, 2008), recomenda que devem ser cuidadosamente executados os detalhes como, juntas, ralos, rodapés, passagem de tubulações, emendas e ancoragem, sendo muito importante detalhar estes pontos críticos em projeto.

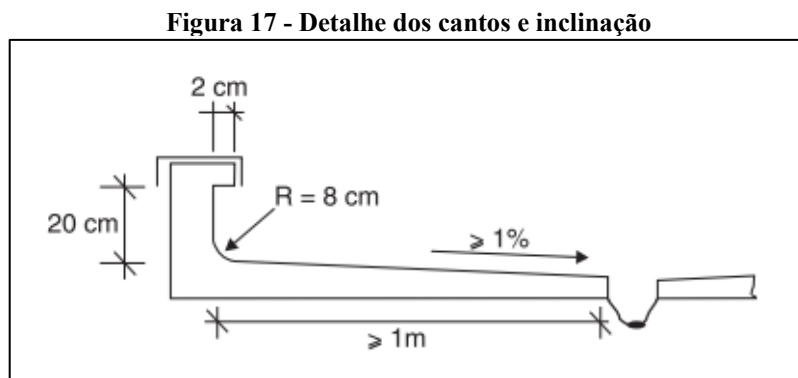
3.5.1 Caimentos, cantos e arestas

Os caimentos são necessários para que haja funcionamento correto do sistema, evitando a concentração de água e a encaminhando para seu destino final. Desta maneira, a determinação dos caimentos de uma laje de concreto faz parte do projeto de impermeabilização e deve ser feita na fase de anteprojeto de arquitetura. E o projeto de caimentos deve ser feito de acordo com os projetos hidrossanitários, já que para sua execução necessita-se da indicação dos ralos (SOARES, 2014).

A fim de se evitar que haja acúmulo de água e empoçamentos sob o revestimento, destinando as águas para os ralos, deve ser executado o caimento na base da camada impermeabilizante. A NBR 9575 (ABNT, 2010) descreve que a inclinação do substrato das

áreas horizontais deve ser definida após estudos de escoamento, sendo no mínimo de 1% em direção aos coletores de água. Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0,5%. Entretanto, cabe a análise de cada sistema individualmente, uma vez que determinados tipos de impermeabilização exigem declividade maior, como é o caso da Membrana acrílica, em que o mínimo necessário é de 2%.

É importante atentar-se também aos cantos e arestas. Conforme prescreve na NBR 9574 (ABNT, 2008), as arestas e os cantos vivos das áreas a serem impermeabilizadas devem ser arredondados, sempre que a impermeabilização assim requerer. De acordo com o manual técnico da Vedacit (2010), estes devem ser arredondados no formato de meia cana, com raio mínimo de 8 cm, podendo ser observado na Figura 17.



Fonte: VEDACIT, 2010.

3.5.2 Ralos

Um dos pontos de maior solicitação, por conta do escoamento das águas, e que requer bastante atenção é o ralo. Righi (2009), destaca que a execução de arremates no ralo é, provavelmente, o detalhe mais importante do processo de impermeabilização. Durante a execução, deve ser cuidadosamente observado, pois este é o ponto de origem para muitas patologias, devido a infiltrações causadas por falhas no sistema impermeabilizante.

Quanto a execução, na utilização de impermeabilização com argamassa polimérica, faz – se necessário a utilização de tela de poliéster para estruturá-la. De acordo com Vedacit (2010), a tela deve ser utilizada redor de ralos, juntas de concretagem e meias canas, como reforço entre a 1ª e a 2ª demão da impermeabilização. A NBR 9574 (ABNT, 2008) cita que a tela deve ser totalmente recoberta pelas demãos subsequentes.

A NBR 9574 (ABNT, 2008) descreve que os coletores devem ter diâmetro que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico após a execução da

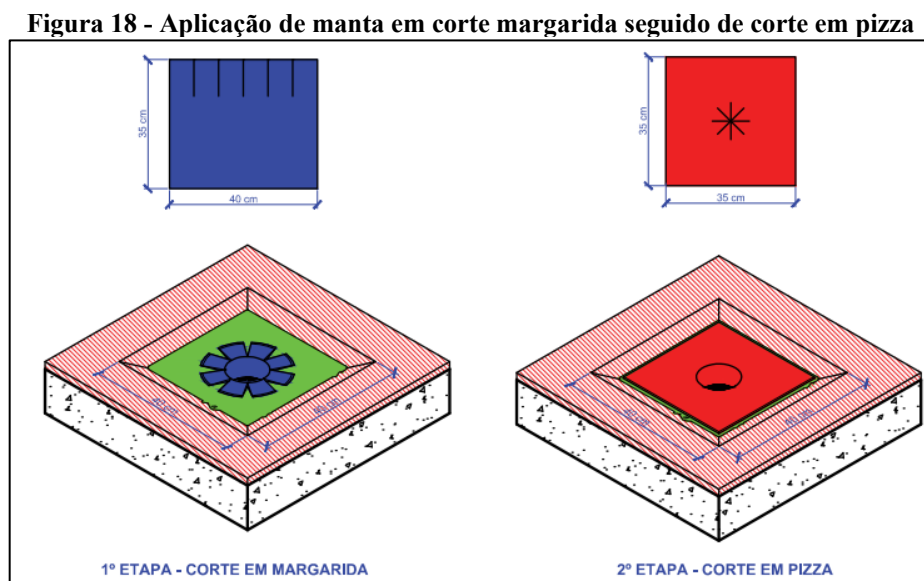
impermeabilização, sendo o diâmetro nominal mínimo 75 mm. É necessário observar a perda de diâmetro causada pela aplicação do sistema impermeabilizante.

Sobre o aspecto citado pela norma, Soares (2014) cita que tal preocupação ocorre pois, como as mantas adentram os coletores, há perda de diâmetro nominal. Assim, indica-se que se use um coletor de diâmetro maior para que se chegue ao diâmetro indicado em projeto, pois a entrada da camada impermeabilizante dentro do coletor faz com que seu diâmetro nominal diminua.

Embora existam outros procedimentos e sistemas distintos para impermeabilização de ralos, como a utilização de emulsão asfáltica, o procedimento mais comum é a utilização de manta asfáltica.

Preliminarmente, Soares (2014) cita que é necessário que a área do ralo seja rebaixada em 1 cm, sendo o rebaixamento executado na camada de regularização. Indica-se que esta área rebaixada tenha em torno 40x40 cm. Para este sistema impermeabilizante, é necessário que toda a superfície sobre a qual será aplicada a manta, inclusive os ralos e paredes laterais, sejam imprimadas com uma a duas demãos de primer. A manta pode ser colada após 6 horas, no mínimo, da aplicação, dependendo das condições de temperatura e ventilação do local. É necessário manter o ambiente ventilado durante a aplicação e secagem (VEDACIT, 2010).

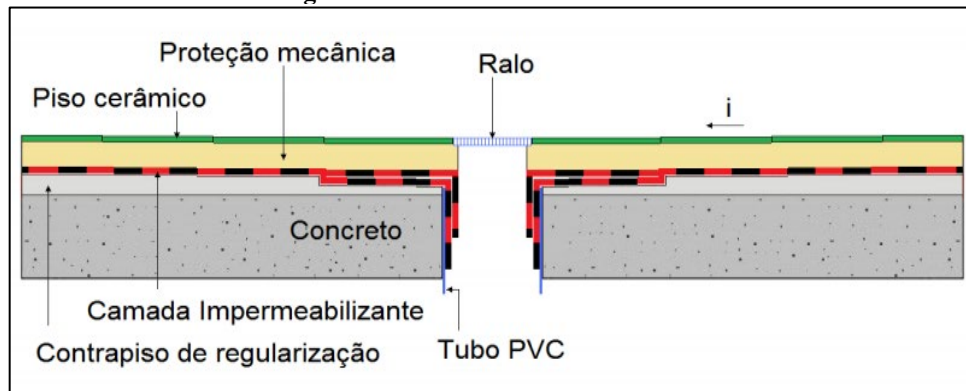
Vê-se na Figura 18, a aplicação da manta no ralo. Após a manta sobrepor o ralo, faz-se o corte em forma de pizza aplicando as tiras dentro do ralo.



Fonte: VEDACIT, 2016.

A grelha deve obrigatoriamente ser fixada na proteção mecânica. Vê-se o detalhe na Figura 19, da aplicação finalizada.

Figura 19 - Detalhe do ralo finalizado



Fonte: FREITAS JR, 2020.

3.5.3 Rodapés

Sobre os rodapés, Barbosa (2018) cita que esta é uma região determinante em sistemas de impermeabilização. Isso porque o fluxo de água na horizontal pode se transformar em fluxo vertical ascendente caso não haja a devida impermeabilização na interface entre os elementos verticais e horizontais, o contrário também poderia ocorrer, da vertical para a horizontal.

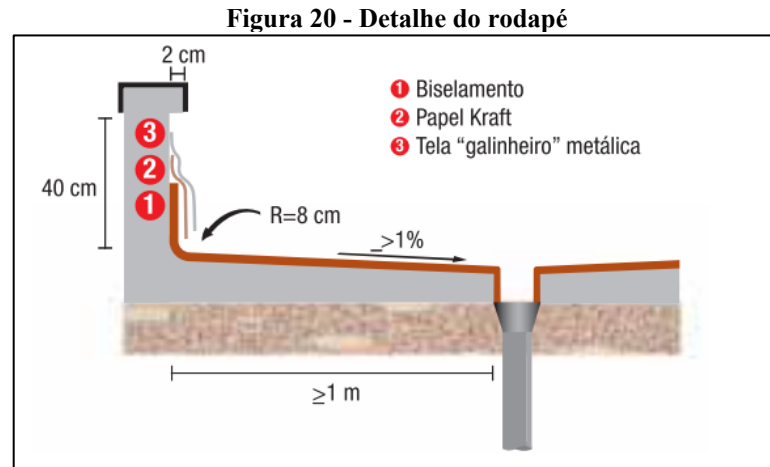
A NBR 9575 (ABNT, 2010) descreve que devem ser previstos nos planos verticais, encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir.

Contudo, é necessário que seja projetado e executado os detalhes de rodapé conforme as recomendações do sistema impermeabilizante escolhido, uma vez que cada sistema possui características próprias. Os detalhes construtivos a seguir são do sistema de manta asfáltica.

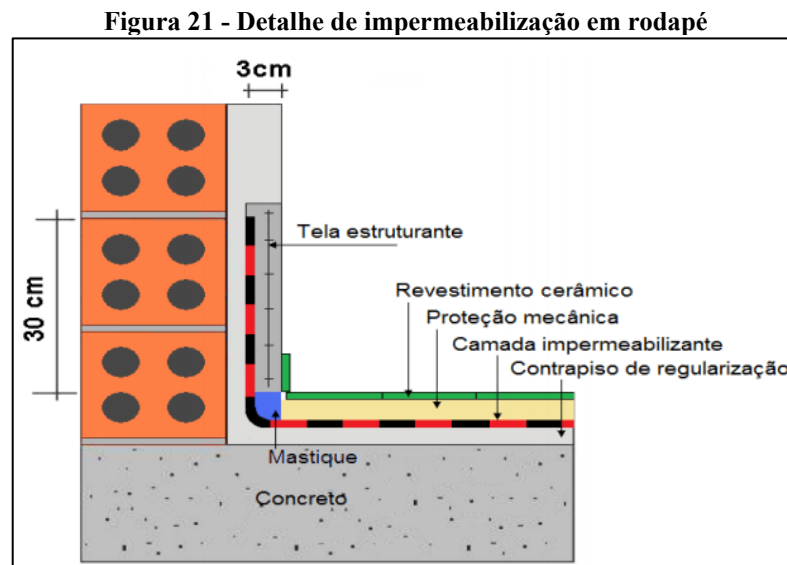
De acordo com o manual técnico da Vedacit (2010), nas superfícies verticais, em 1º lugar, deve-se levar a manta do piso até cobrir parte da meia-cana, soldando a manta asfáltica contra o rodapé subindo aproximadamente 20 cm. Depois, sobre a manta asfáltica, fixa-se a tela metálica ou similar com malha 1/2 a 1", avançando 20 cm no piso, a fim de estruturar o revestimento e evitar o descolamento da manta. Por prosseguimento, deve-se colocar uma camada separadora (papel Kraft, feltro asfáltico, etc.) e sobre ela colocar argamassa com espessura mínima de 2 cm e juntas de dilatação espaçadas convenientemente.

A utilização da tela estruturante em rodapés é determinante para a durabilidade do sistema impermeabilizante, seja ele rígido ou flexível. Soares (2014) cita que um erro típico deste detalhe construtivo é não executar o entelamento no encontro entre o rodapé e o restante da estrutura para igualar as diferenças de trabalhabilidade dos materiais.

Vê-se na Figura 20 o detalhe do rodapé conforme o procedimento citado.



O autor afirma que este, quando não executado, faz com que ocorram o surgimento de trincas no revestimento devido a maior flexibilidade da camada impermeabilizante em comparação ao revestimento de parede aderido. A tela de aço dissipa as diferenças de tensões existentes entre a parte do revestimento aderido junto à manta e a parte aplicada diretamente na alvenaria. Vê-se na Figura 21, o detalhe do rodapé impermeabilizado.

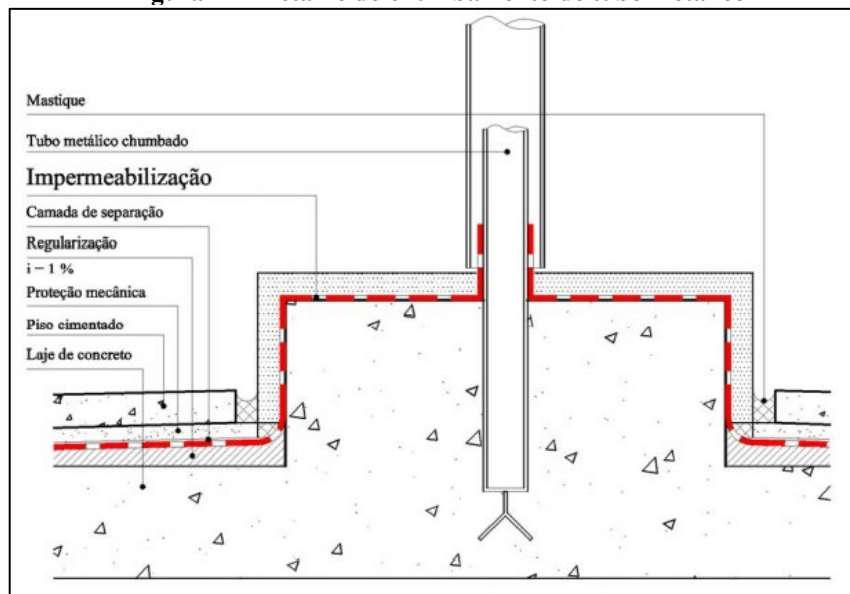


3.5.4 Chumbamentos

A NBR 9575 (ABNT, 2010) cita que toda instalação que necessite ser fixada na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e

reforços da impermeabilização, portanto, esta fixação deve ser feita antes da execução da impermeabilização. Ademais, a norma descreve que deve ser previsto nos planos verticais encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10cm do nível máximo que a água pode atingir. Vê-se na Figura 22, a representação de chumbamento de tubo metálico na estrutura.

Figura 22 - Detalhe do chumbamento de tubo metálico



Fonte: CRUZ, 2003.

3.5.5 Tubos passantes

Sobre as tubulações que atravessam a impermeabilização a NBR 9575 (ABNT, 2010) descreve que estas devem ser fixadas na estrutura e possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização. Tal preocupação se faz necessária uma vez que a passagem de tubulações que atravessam um sistema impermeabilizante pode criar uma zona crítica ao seu redor, já que pode haver uma abertura do sistema e gerar a falha do mesmo.

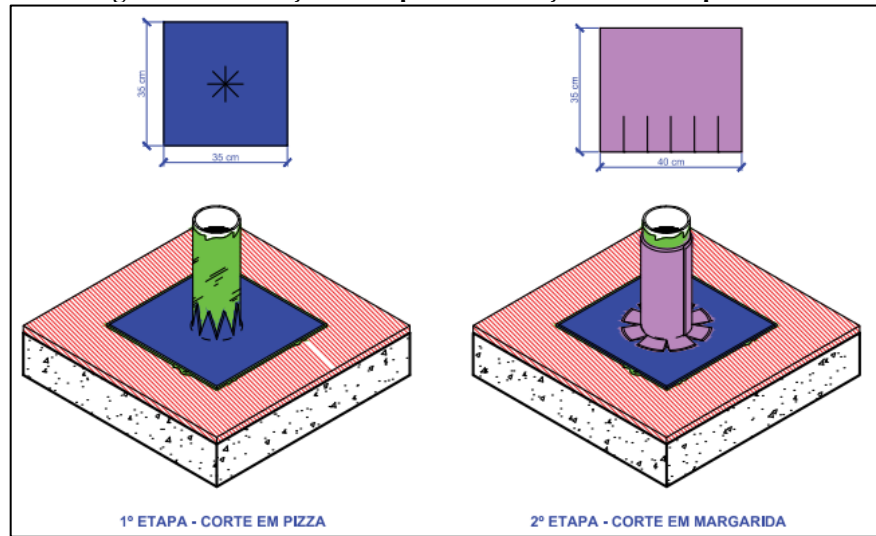
No sistema flexível de mantas asfálticas, a execução da impermeabilização nos tubos passantes é feita em duas etapas (VEDACIT, 2016):

1 - É feito um arremate com manta aplicando primeiro uma manta na base do tubo com o corte do tipo pizza.

2 - Aplica-se outra manta em parte de sua superfície utilizando-se o corte margarida.

Vê-se os passos descritos ilustrados na Figura 23.

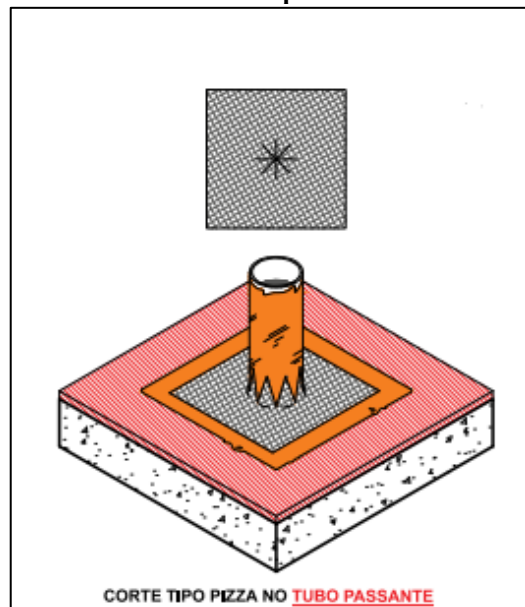
Figura 23 - Execução de impermeabilização em tubos passantes



Fonte: VEDACIT, 2016.

Em sistemas de mantas líquidas faz-se necessário a utilização de tela de poliéster para reforço estruturante da camada impermeabilizante. A tela também deve ser utilizada em sistemas rígidos como as argamassas, os cimentícios ou que utilizam membranas, conforme ilustrado na Figura 24:

Figura 24 - Impermeabilização com utilização de tela de poliéster



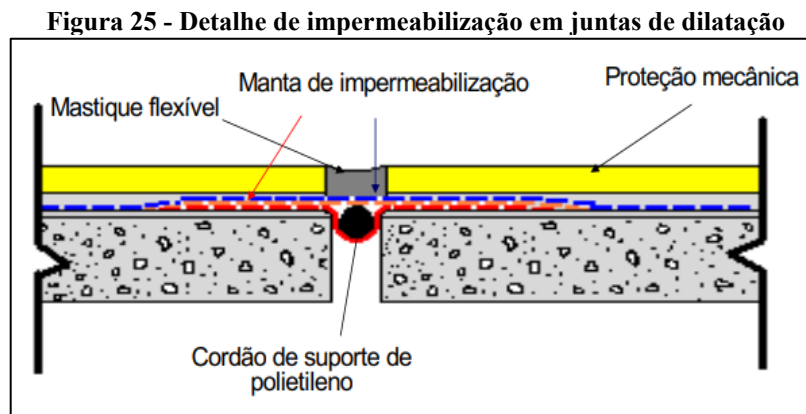
Fonte: VEDACIT, 2016.

Por fim, deve-se prosseguir a impermeabilização da área ao redor da tubulação conforme as necessidades do sistema escolhido.

3.5.6 Juntas de dilatação

De acordo com Soares (2014), a junta de dilatação pode ser definida como sendo uma separação entre duas partes de uma estrutura, permitindo assim que ambos os elementos possam movimentar-se (retração e contração), sem que haja transmissão de esforço entre eles. As juntas se diferenciam entre si pela amplitude do movimento e o tratamento que recebem que varia de acordo com esse movimento.

A NBR 9575 (ABNT, 2010) descreve que as juntas de dilatação devem ser divisoras de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento, bem como deve ser previsto detalhamento específico, principalmente quanto ao rebatimento de sua abertura na proteção mecânica e nos pisos posteriores. Ademais, a norma recomenda que em proteções mecânicas, bem como em pisos posteriores, deve-se possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidos com materiais deformáveis (mástique), principalmente no encontro de diferentes planos. Vê-se na Figura 25, o detalhe de impermeabilização em juntas de dilatação.



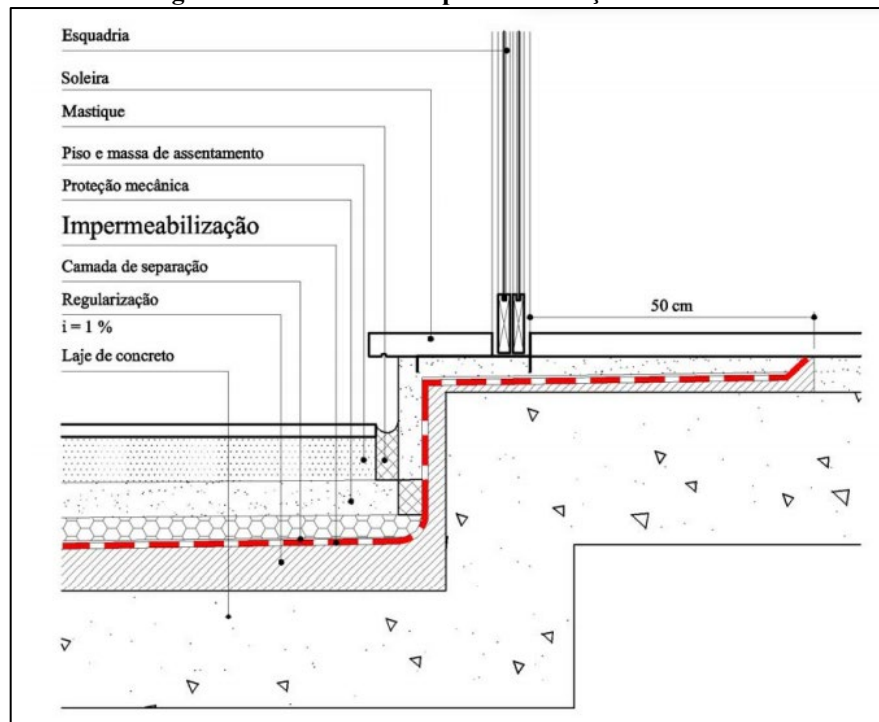
Fonte: FREITAS JR, 2020.

3.5.7 Soleiras

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) nos locais limites entre áreas externas impermeabilizadas e internas, deve haver diferença de cota de no mínimo 6 cm e ser prevista a execução de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, para perfeita ancoragem da impermeabilização, com declividade para a área externa. Deve-se também observar a execução de arremates adequados com o tipo de impermeabilização adotada e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos de interferência.

Righi (2009), cita que é necessário que a impermeabilização adentre nos ambientes cobertos, onde existem portas abrindo para a parte exposta à chuva e ao vento. Ademais, o autor recomenda que a impermeabilização de soleira deve adentrar no mínimo 50 cm na região coberta e deve ser elevada no mínimo 3 cm, evitando assim com que a água que escorre pela esquadria cause algum dano na parte interior do imóvel. Vê-se na Figura 26, a representação de impermeabilização de soleira.

Figura 26 – Detalhe de impermeabilização em soleira

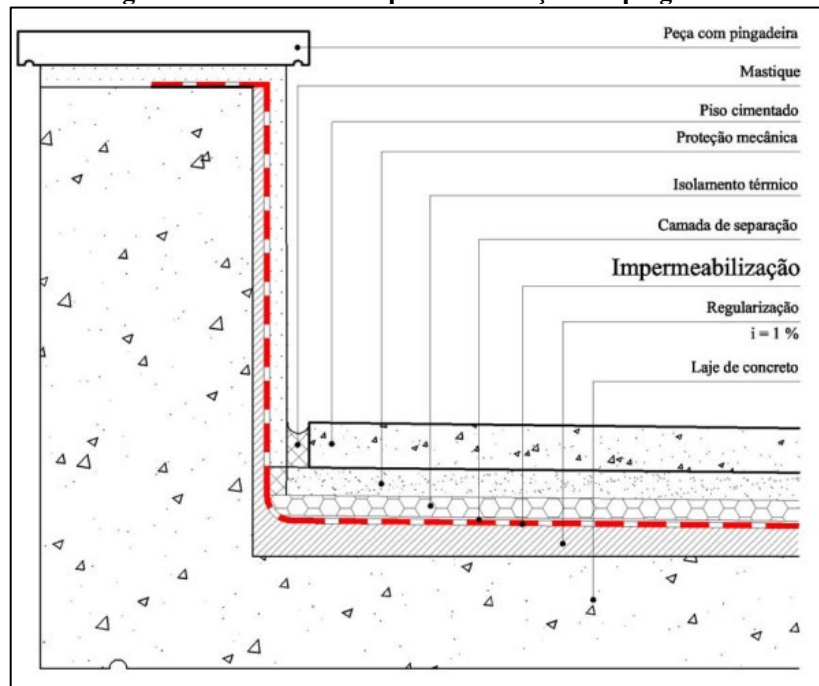


Fonte: CRUZ, 2003.

3.5.8 Pingadeiras

Assim como os outros detalhes citados, as pingadeiras devem ser executadas de maneira a evitar a infiltração da água para a estrutura da edificação. De acordo com Righi (2009), as pingadeiras servem para impedir o escorrimento da água nos paramentos verticais, evitando com que a mesma penetre no arremate de impermeabilização e devem ser previstos nos locais necessários, muretas, platibandas, parapeitos e em bordas de sacadas e terraços, cabendo ao projetista definir os tipos a serem adotados. Vê-se a representação da impermeabilização na pingadeira na Figura 27.

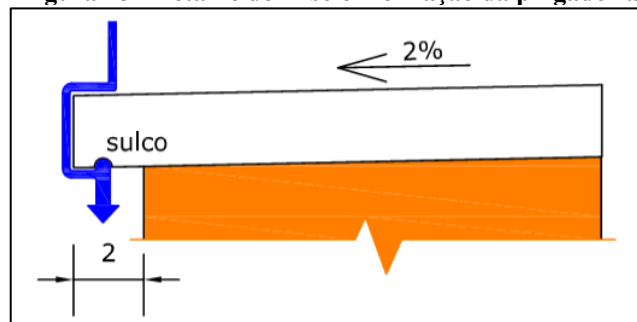
Figura 27 - Detalhe de impermeabilização em pingadeira



Fonte: CRUZ, 2003.

Quanto as janelas, conforme cita Soares (2014), para garantir a eficiência das pingadeiras, deve ser observado em sua inclinação, sendo recomendado de 2% a 5%. Ademais, é importante que seja feito na peça o friso que interrompe o fluxo da água e evita o escorrimento na estrutura, conforme ilustrado na Figura 28.

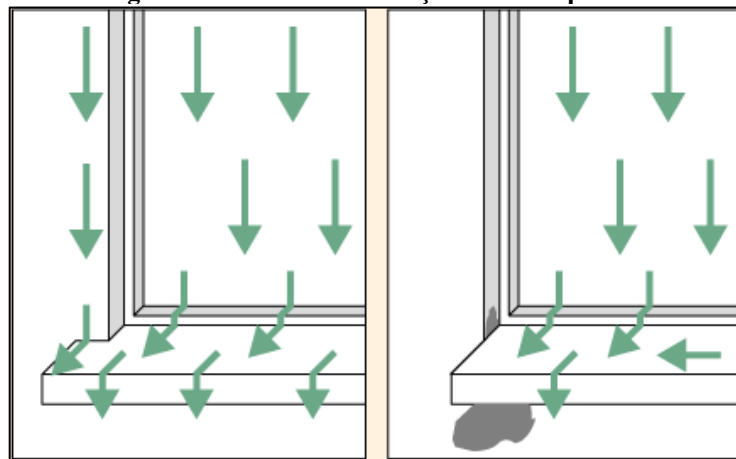
Figura 28 - Detalhe do friso e inclinação da pingadeira



Fonte: SOARES, 2014.

Outro ponto importante é o avanço lateral do peitoril além do vão da janela, conforme a Figura 29, protegendo de infiltrações pelas laterais e de danos causados pelo fluxo d'água.

Figura 29 - Detalhe do avanço lateral do peitoril



Fonte: IAU, 2021.

3.6 SOLUÇÕES PARA UMIDADE DE CONSTRUÇÃO

As patologias relacionadas a construção geralmente não afetam a edificação por um longo período de tempo, ocorrem apenas durante a obra e geralmente estas são solucionadas eliminando a causa das anomalias. De acordo com Henriques (1994), por se tratar de fenômenos de delimitado período de tempo, estas podem ser tratadas removendo a água em excesso existente nos materiais e resultantes do processo construtivo.

Os principais mecanismos de combate a este tipo de patologia, de maneira preventiva, é a melhoria da ventilação e a criação de condição de secagem dos ambientes e materiais sujeitos a umidade. Uma das medidas citadas por Henriques (1994) é o reforço da ventilação dos ambientes.

O autor aponta que o reforço da ventilação dos ambientes, é a forma mais viável e econômica por ser uma solução natural, uma vez que uma simples abertura de janelas pode ajudar na secagem da umidade. Este é exequível em condições climáticas favoráveis.

Conforme descreve Ribeiro, Soares e Santos (2017), deve-se verificar a proteção da área exposta para evitar possíveis infiltrações da água no período de chuvas durante a execução dos serviços. Vale ressaltar que se tomadas as precauções mínimas, como atenção a dosagem e traço de argamassas e concretos, as anomalias relacionadas a umidade de construção raramente ocorrem e em condições climáticas favoráveis a secagem dos elementos é rápida. Para tanto, a reparação dos elementos deve ocorrer apenas após a sua secagem completa (HENRIQUES 1994).

3.7 SOLUÇÕES PARA A UMIDADE ASCENDENTE

É notório que as soluções possuem maior eficácia quando executadas durante a obra. Assim como todas as medidas de prevenção às patologias, as destinadas a impedir a ascensão de águas devem ser vistas ainda na concepção do projeto da edificação, bem como os sistemas de impermeabilização a serem utilizados na edificação. A principal barreira contra a umidade do solo é a impermeabilização das estruturas enterradas. São estruturas que estão em contato direto com o solo, como por exemplo: muros de contenção, vigas de fundação, contra piso e lajes de piso.

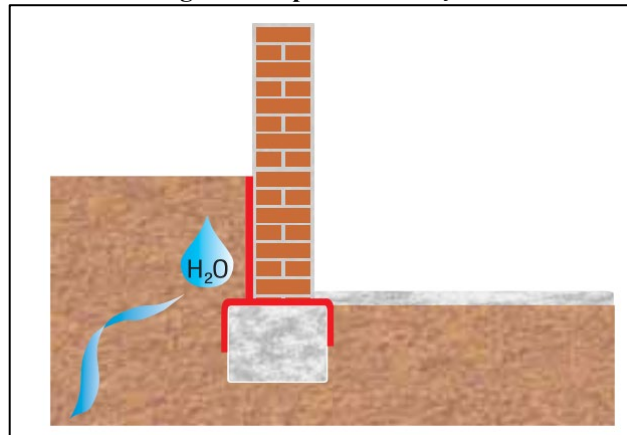
Henriques (1994) destaca que método de impermeabilização dessas estruturas é corrente e eficaz na construção de edifícios novos, contudo a sua utilização para correção de anomalias torna-se inadequado pois quando se impermeabiliza um paramento que já apresente excesso de água, esta pode impedir, atendendo aos materiais empregues, a evaporação da água o que pode contribuir para o agravamento das anomalias.

De modo geral, os sistemas rígidos são mais indicados a locais em contato com o solo, contudo, podem-se encontrar variadas soluções de impermeabilização para estes casos. Perdigão (2007) cita as seguintes soluções: as argamassas aditivadas, as emulsões betuminosas, as membranas de betume produzidos à base de diversos materiais como elastômeros ou plastômeros, as membranas líquidas, estas produzidas também à base de resinas ou de borracha butílica e as membranas de PVC.

3.7.1 Impermeabilização de paredes e baldrames

O manual técnico da Vedacit (2010) cita a importância de a impermeabilização ser feita no lado em que a água exerce pressão, conforme ilustrado na Figura 30. O manual descreve também que não é recomendável a utilização de lonas plásticas para impermeabilizar paredes de encosta, pois a umidade pode passar pelas emendas. Ademais recomenda-se a utilização de aditivos impermeabilizantes nas argamassas e concreto a fim de proporcionar maior durabilidade e redução da permeabilidade da estrutura. As argamassas, nos baldrames, devem ter espessura mínima de 1,5cm e descer 15 cm lateralmente e ter os cantos arredondados (VEDACIT, 2016).

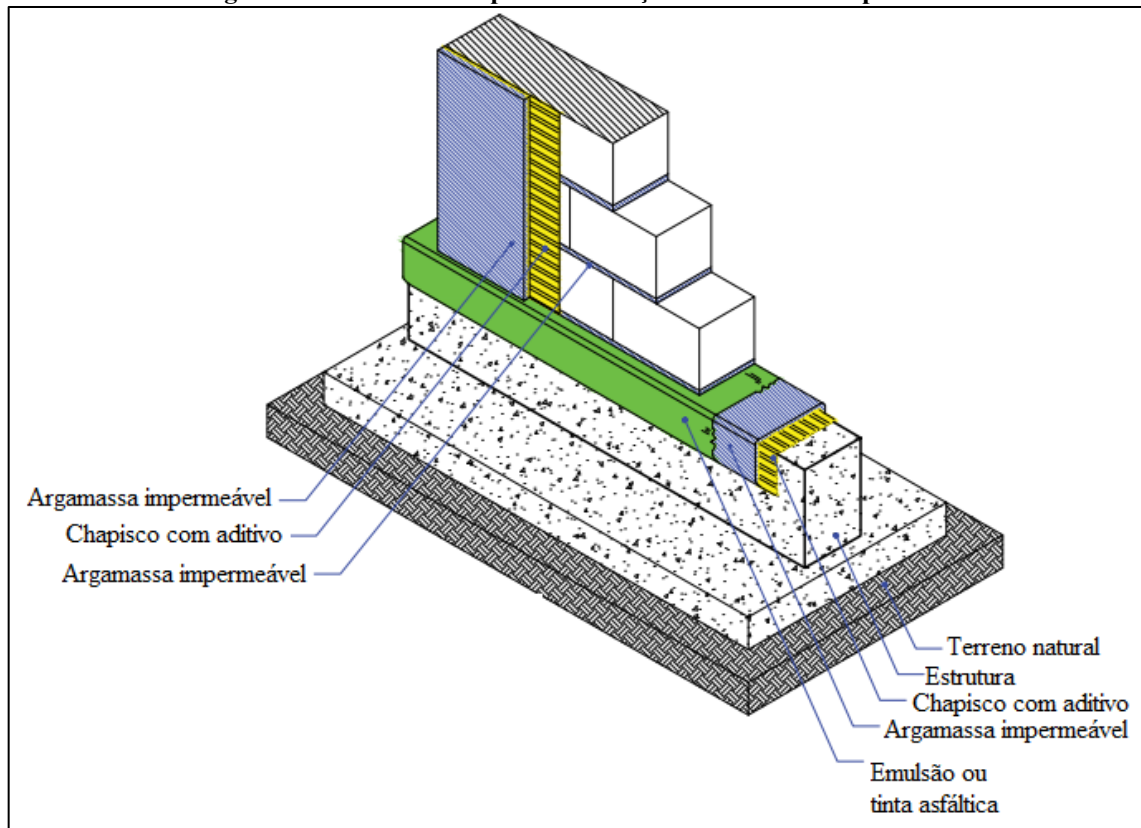
Figura 30 - Representação da pressão exercida pela água na impermeabilização



Fonte: VEDACIT, 2010.

Vê-se na Figura 31, uma representação de impermeabilização de baldrame e paredes com a utilização de argamassa aditivada e emulsão ou tinta asfáltica. Destaca-se a utilização de argamassa impermeável e do chapisco com aditivo até a altura da terceira fiada, conforme exemplifica o manual técnico da Vedacit (2016).

Figura 31 - Detalhe de impermeabilização de baldrame e paredes



Fonte: Adaptado de VEDACIT, 2016.

3.7.2 Execução de Valas Periféricas

Outro mecanismo que pode ser utilizado é a execução de valas periféricas associado a impermeabilização das estruturas de contenção, esta alternativa é válida somente para fundações acima do nível da água do terreno. Magalhães (2008) descreve a execução destas valas no exterior das paredes afetadas como sendo bastante eficazes para impedir o acesso de águas superficiais laterais à parede. Ademais, existem dois tipos de valas periféricas, que podem ser executadas junto à parede ou afastadas alguns metros:

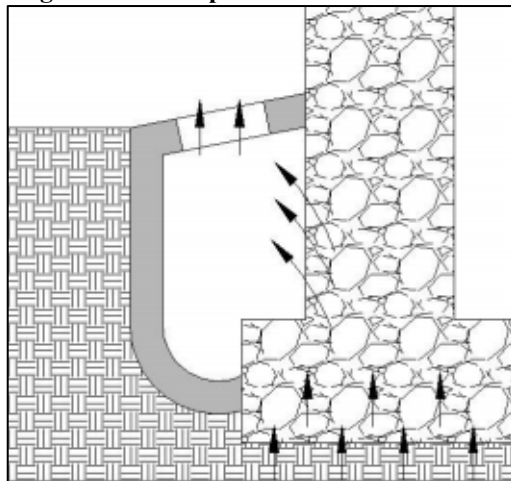
- Valas periféricas sem enchimento.
- Valas periféricas com enchimento.

3.7.2.1 Valas periféricas sem enchimento

Estas devem ser executadas junto as paredes afetadas, possuir uma caleira de drenagem das águas recolhidas, e superiormente devem ser cobertas, mas ventiladas por grelhas de ventilação com 1 m por cada 4 m de vala. O principal objetivo desta vala é possibilitar a secagem da parede (MAGALHÃES, 2008).

De acordo com Henriques (1994), a principal vantagem desta técnica, além de impedir o acesso das águas laterais é favorecer a secagem das paredes em contato com elas. Contudo, o autor cita que a execução de valas sem enchimento deve sempre cautelar os aspectos de segurança estrutural da edificação. Vê-se na Figura 32 um esquema de vala periférica sem enchimento.

Figura 32 - Vala periférica sem enchimento

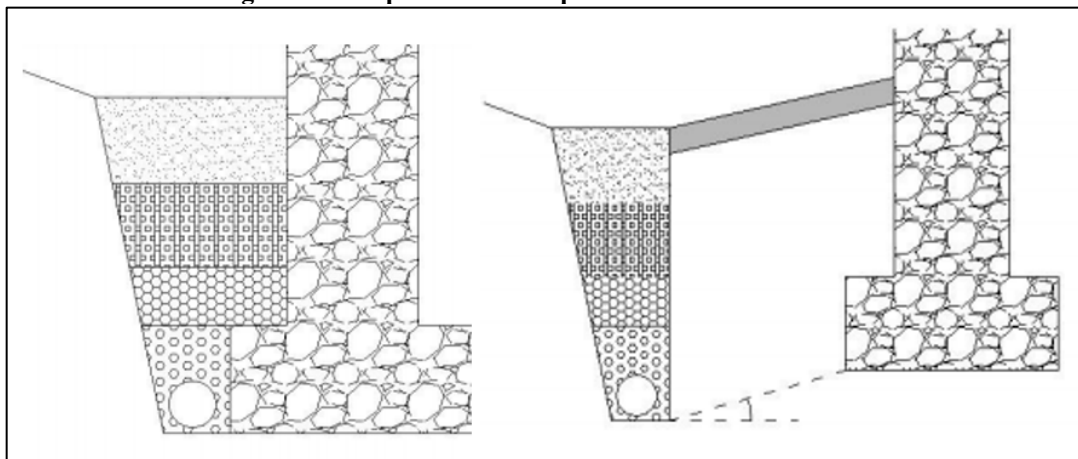


Fonte: MAGALHÃES, 2008.

3.7.2.2 Valas periféricas com enchimento

De acordo com HENRIQUES (1994), as valas com enchimento podem ser executadas quer junto à parede ou afastadas sendo diferentes das anteriores no aspecto de possuírem materiais de enchimento permeáveis no seu interior, conforme ilustrado na Figura 33, à esquerda a vala executada junto a parede e a direita há o afastamento entre a vala e a estrutura.

Figura 33 - Esquema de valas periféricas com enchimento



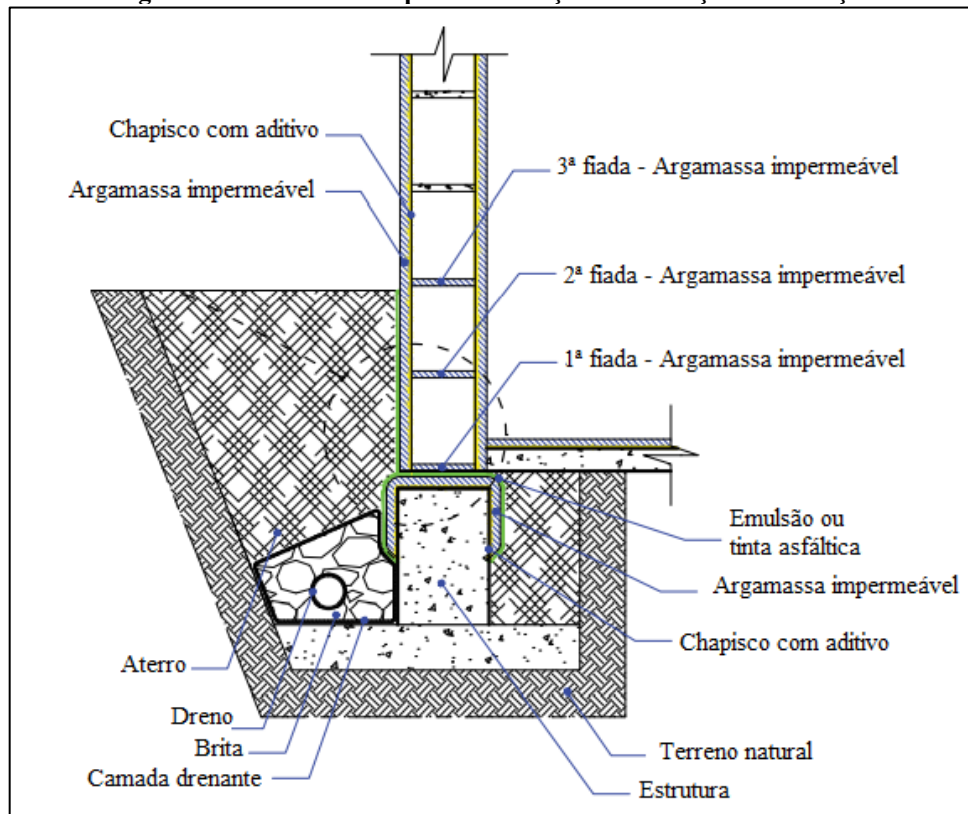
Fonte: Adaptado de MAGALHÃES, 2008.

Tal característica das valas com enchimento permite que as águas infiltradas sejam conduzidas e recolhidas por uma tubagem existente no fundo da vala. Os materiais devem ser do tipo incoerente e constituir quatro camadas com granulometrias diferentes crescendo da superfície até ao fundo onde deve ser colocado o tubo drenante com pendente adequada.

De acordo com Henriques (1994), a profundidade das valas não deve ser superior ao nível das fundações. É descrito por Henriques (1994) e Magalhães (2008) que se forem valas afastadas a profundidade máxima deve ser condicionada pelo pendente de uma reta imaginária que une o nível inferior da fundação e o fundo da vala a qual não deve exceder os 15% no caso de o terreno ser constituído por areias finas ou 30% se o terreno for argiloso. Entretanto, Magalhães (2008) salienta que as valas com enchimento têm o inconveniente de não favorecerem a evaporação da água das paredes contrariamente às valas sem enchimento.

Vê-se ilustrado na Figura 34, o detalhe de impermeabilização de fundação e contenção associada a técnica de valas periféricas com enchimento e drenagem.

Figura 34 - Detalhe de impermeabilização de fundação e contenção



Fonte: Adaptado de VEDACIT, 2016.

3.7.3 Outras soluções

As seguintes medidas a serem apresentadas consistem no tratamento do terreno, afim de melhorar as condições para a execução da edificação. De acordo com Henriques (1994), estas medidas têm como objetivo impedir o acesso da água as paredes. São elas:

- Tratamento superficial do terreno.
- Rebaixamento do nível freático.
- Drenagem do terreno.

3.7.3.1 Tratamento superficial do terreno

Henriques (1994) aponta que em muitas vezes os terrenos adjacentes às alvenarias apresentam declives que permitem a condução das águas pluviais para as alvenarias. Nestes casos o autor recomenda que o tratamento adequado do terreno permite evitar este fenômeno. Pode-se corrigir o declive do terreno, criar valas drenantes em zonas adequadas, impermeabilizar a superfície do terreno para evitar a infiltração da água da chuva. O autor ainda cita que as soluções referidas deverão apenas ser implementadas nas situações em que as causas

das anomalias sejam águas superficiais e os terrenos sejam razoavelmente impermeáveis por forma, de maneira que a água consiga escoar rumo as paredes.

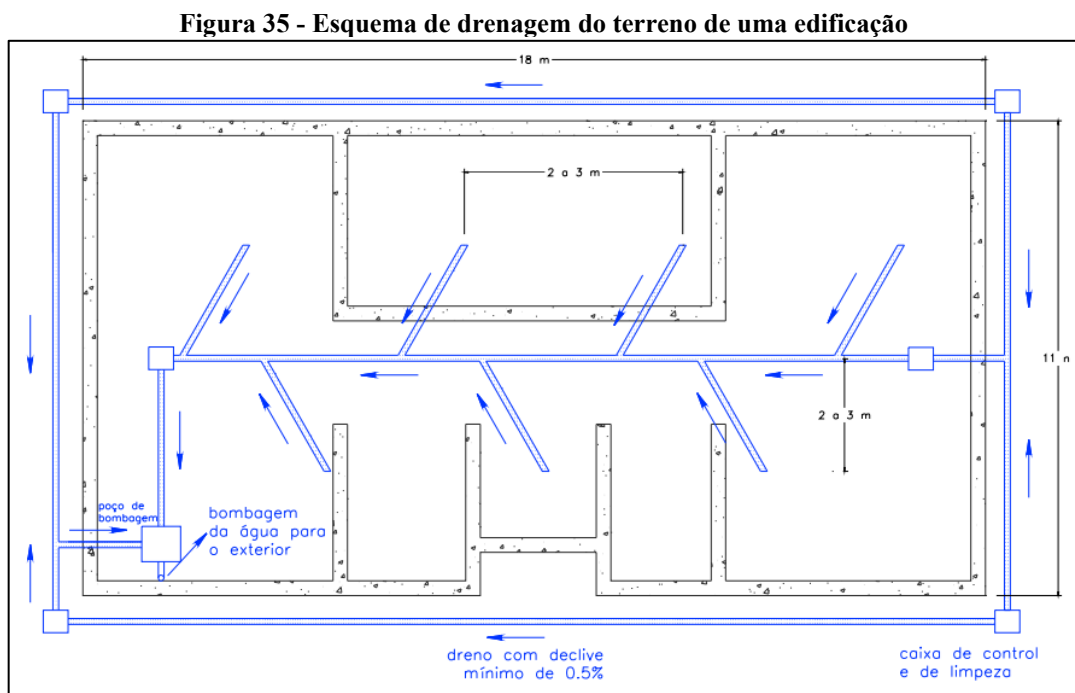
3.7.3.2 Rebaixamento do nível freático.

De acordo com Magalhães (2008), estas soluções consistem na criação de poços ou drenos verticais, dispostos de tal forma, que o novo nível freático se situe abaixo da cota mínima das zonas afetadas. São soluções de difícil execução e normalmente dispendiosas. O rebaixamento do nível freático em certos tipos de terrenos pode originar assentamentos diferenciais das edificações, originando importantes anomalias estruturais.

Ademais, Brito (2003b) cita que as soluções que envolvem técnicas de rebaixamento do lençol freático poderão ser eficazes nas situações em que a água é de origem freática, sendo completamente ineficazes quando a ascensão capilar é originada pelas águas superficiais.

3.7.3.3 Drenagem do terreno

De acordo com Henriques (1994), a fim de evitar que as águas atinjam paredes ou fundações, este procedimento refere-se a recolher águas superficiais em terrenos pouco permeáveis e as conduzir ao sistema de esgoto apropriado, conforme ilustrado na Figura 35.



Fonte: BRITO, 2003a.

A drenagem pode ser executada horizontalmente, através de uma rede de tubagens porosas convenientemente espaçadas que recolhem as águas conduzindo-as a um sistema de esgotos ou na vertical com a execução de valas periféricas (HENRIQUES, 1994).

3.8 SOLUÇÕES PARA UMIDADE DE PRECIPITAÇÕES

As principais soluções a impedir o surgimento de anomalias causadas por esse tipo de umidade, como visto no item 2.1.3, citado por CDT (2012), consistem na impermeabilização das fachadas, em projetar inclinações de telhado adequadas e eliminar as infiltrações de coberturas, na utilização de vedações impermeáveis das juntas de portas e janelas, bem como a instalação de coletores pluviais bem dimensionados.

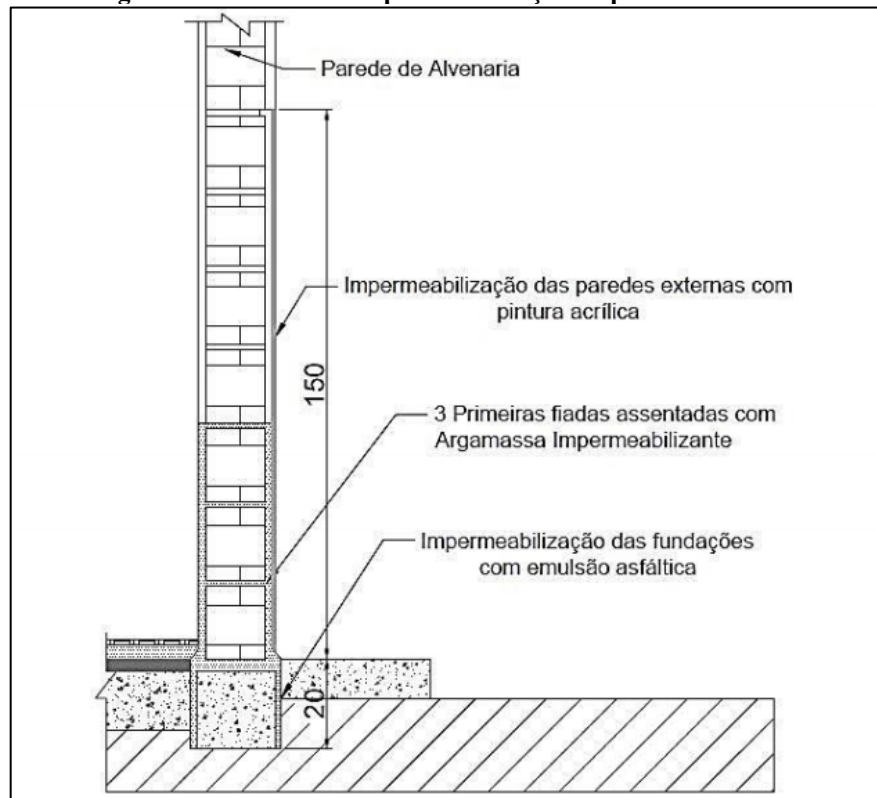
3.8.1 Impermeabilização de fachadas

De acordo com Perdigão (2007), consideram-se fachadas todos os elementos verticais que fazem uma separação física entre o interior e o exterior de uma construção, não se englobando nesta definição os paramentos de separação que se encontrem enterrados. A impermeabilização da fachada é indicada para reduzir a porosidade, impermeabilizar a superfície, elevar a resistência ao intemperismo e evitar o surgimento de problemas, inclusive em áreas já submetidas a reparos eventuais (VEDACIT, 2016).

De acordo com Perdigão (2007), pode-se citar como produtos para uma correta impermeabilização da fachada as argamassas aditivadas, membranas líquidas fabricadas à base de variados produtos e tintas impermeabilizantes. O manual técnico de impermeabilização da Vedacit (2010) recomenda que paredes externas devem ser todas revestidas com argamassa impermeável, sendo esta a maneira mais simples e econômica de evitar, de forma definitiva, a infiltração de água de chuva.

Ademais, a fim de se obter maior eficiência e proteção, Ribeiro, Soares e Santos (2017) destacam que é necessário aplicar a impermeabilização a altura de 1,5 m do nível da calçada, como também a 20 cm abaixo, sobrepondo a impermeabilização do alicerce conforme está ilustrado na Figura 36, o detalhe de impermeabilização de paredes externas com pintura impermeável de base acrílica.

Figura 36 - Detalhe de impermeabilização de paredes externas



Fonte: RIBEIRO, SOARES & SANTOS, 2017.

3.8.2 Impermeabilização de lajes de cobertura e telhados

O principal objetivo da impermeabilização destes elementos é protegê-los contra as ações da umidade. Perdigão (2007) cita que esta preocupação faz todo sentido, uma vez que estes elementos normalmente se encontram mais expostos à chuva. De modo geral, os sistemas impermeabilizantes para lajes e coberturas mais recomendados são os flexíveis, por estarem sujeitos aos efeitos do sol e da chuva e caso seja feita a utilização de uma argamassa ou concreto impermeável é necessário que se possua uma proteção de uma membrana flexível, a qual acompanha o trabalho da estrutura, impedindo a infiltração de água por possíveis trincas e fissuras (VEDACIT, 2010).

3.8.2.1 Lajes de cobertura

O sistema mais comum utilizado em lajes de cobertura é a impermeabilização com mantas asfálticas, estas são feitas à base de asfaltos modificados com polímeros e armados com estruturantes especiais. O asfalto modificado presente na composição da manta é o responsável pela impermeabilização. A norma vigente ABNT NBR 9952:2014 - Manta asfáltica para

impermeabilização contempla 4 tipos (Tipos I, II, III e IV). Cada tipo possui parâmetros de ensaio e a escolha de cada tipo depende das características da obra e estas especificadas em projeto (VEDACIT, 2010). A figura 37 ilustra uma laje de cobertura impermeabilizada com manta asfáltica.

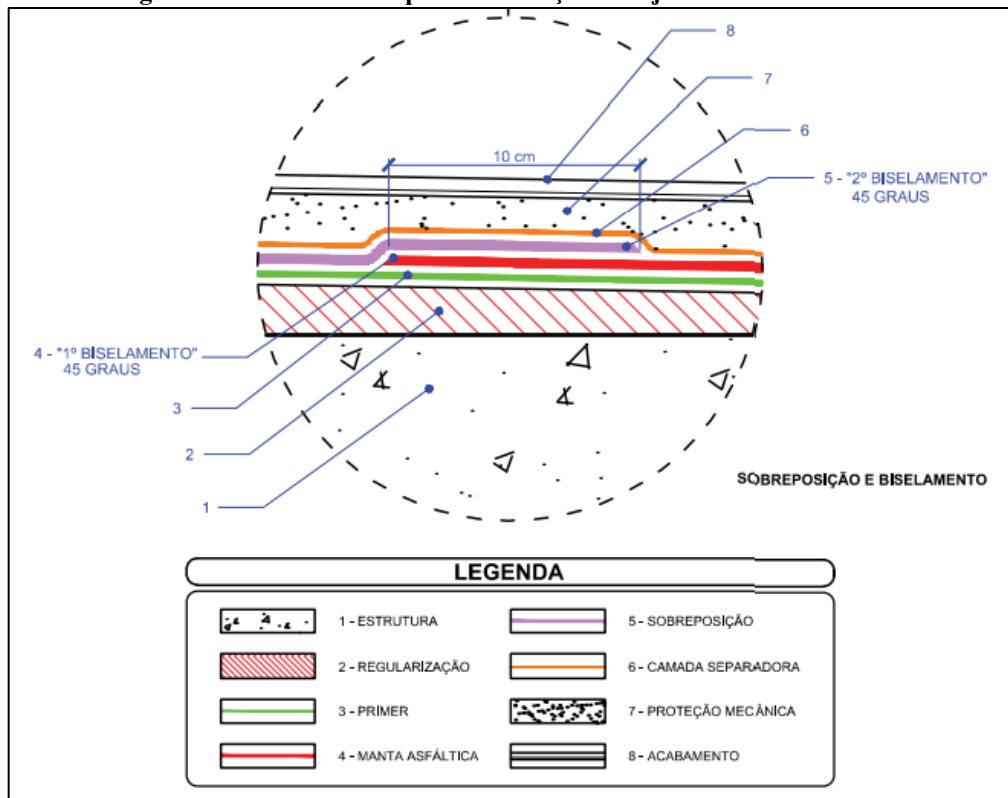
Figura 37 - Laje de cobertura impermeabilizada com manta asfáltica



Fonte: SOLICITE IMPERMEABILIZAÇÃO, 2021.

A Figura 38 abaixo ilustra o detalhe de impermeabilização com manta asfáltica.

Figura 38 - Detalhe de impermeabilização de laje com manta asfáltica



Fonte: Adaptado de VEDACIT, 2016.

O manual técnico da Vedacit (2016) cita que as emendas devem ter sobreposição mínima de 10 cm e receber biselamento com a ponta da colher aquecida, para garantir a perfeita vedação do sistema. A finalização da aplicação do sistema deve ocorrer conforme prescreve a NBR 9574 (ABNT, 2008), bem como o manual do fabricante do produto.

3.8.2.2 Telhados

Para a impermeabilização em telhados, pode-se utilizar, por exemplo, o sistema de pintura impermeabilizante elástica a base de borracha. A principal vantagem na aplicação de produtos deste tipo é que estes são indicados para combater infiltrações, goteiras, reduzir o calor e revitalização, diminuindo a porosidade do material e melhorando o escoamento da superfície onde são aplicados. Também pode-se destacar que estes materiais possuem longa vida útil, estimada em média de 20 anos (IMPERLAST, 2021).

A Figura 39 ilustra a utilização de pintura impermeabilizante em telhados.

Figura 39 - Pintura impermeabilizante em telhados



Fonte: ELASTIMPER, 2021.

3.8.3 Drenagem pluvial

A utilização de coletores pluviais, como calhas e rufos, é essencial para evitar danos em paredes e pinturas, apodrecimento de beirais, bem como desgaste de alvenarias, causados pelo excesso de umidade gerado pelas águas pluviais. O dimensionamento destes elementos deve atender exigências prescritos na ABNT NBR 10844:1989 - Instalações prediais de águas pluviais – procedimento, necessárias aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. A Figura 40 ilustra um exemplo de coletores de águas pluviais.

Figura 40 - Coletor de águas pluviais



Fonte: UOL, 2011.

Ademais, os coletores devem ser bem vedados, a fim de evitar vazamentos. Estes podem ser também impermeabilizados e existem muitos produtos no mercado destinados a promover a estanqueidade destes elementos. Vê-se na Figura 41, a utilização de manta asfáltica aluminizada na impermeabilização de calhas.

Figura 41 - Calha impermeabilizada com manta asfáltica aluminizada



Fonte: CM IMPERMEABILIZAÇÕES, 2017.

3.9 SOLUÇÕES PARA UMIDADE ACIDENTAL

Como visto no item 2.1.4, a origem da umidade acidental é de falhas em sistemas de tubulações, como águas pluviais, esgoto e água potável, e acaba por gerar infiltrações. Pode-se citar que os principais erros em instalações hidráulicas consistem em (FLUXO CONSULTORIA, 2019):

- Projetos realizados sem mão de obra especializada.

- Materiais incompatíveis ou de má qualidade.
- Testagem da tubulação somente após o acabamento – A NBR 5626 (ABNT, 2020) prescreve procedimentos para ensaio de estanqueidade das tubulações.
- Não ter um projeto de instalações de água e esgoto.

Portanto, de modo geral, para evitar que estas falhas ocorram é necessário que se tenha a atenção necessária durante a fase de projeto e principalmente na execução destes elementos, afim de evitar infiltrações geradas por causas acidentais.

3.10 SOLUÇÕES PARA UMIDADE DE CONDENSAÇÃO

Os ambientes mais sujeitos a sofrerem condensações são os locais com pouca ventilação, sendo mais comum surgirem patologias em banheiros, saunas, cozinha e garagens. De acordo com Henriques (1994), o principal mecanismo de proteção contra as condensações, sejam elas superficiais ou internas, é o isolamento térmico das paredes, reforço da temperatura do ambiente e a ventilação dos mesmos.

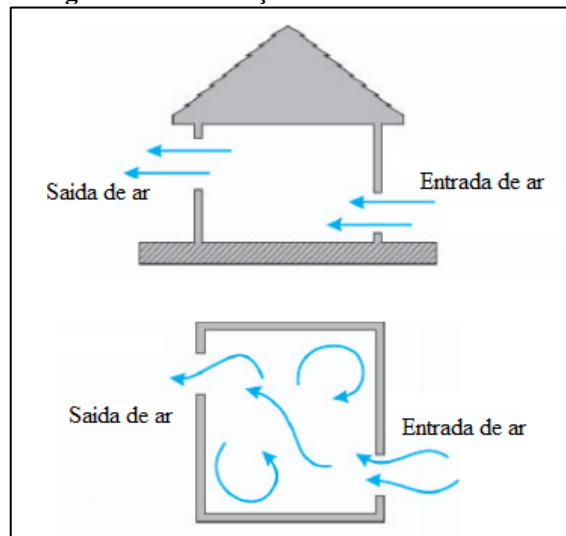
3.10.1 Ventilação dos ambientes

De maneira geral, devem ser criados mecanismos de ventilação nos ambientes, podendo ser feita por dois meios (CDT, 2012):

- Ventilação natural, abrindo janelas e portas.
- Ventilação forçada, por meio de algum sistema mecânico como ventiladores, extractores ou trocadores de ar.

Para se obter uma boa ventilação, deve-se adotar um sistema cruzado de entrada e saída de ar, tanto quanto possível ao longo da diagonal mais longa da casa ou recintos, para que o ar possa fluir através de um maior número de locais. É necessário levar em consideração que quanto mais seco é o ar de admissão, mais eficaz se torna a ventilação, portanto, quando complementada a um bom isolamento térmico pode eliminar completamente o problema de umidade por condensação (CDT, 2012). A Figura 42 ilustra a ventilação cruzada de um ambiente de forma natural.

Figura 42 - Ventilação cruzada em ambiente



Fonte: Adaptado de CDT, 2012.

3.10.2 Barreiras estanques

Outra solução a ser apontada para a evitar as condensações é a utilização de barreiras contravapor a partir de pinturas impermeáveis ou membranas. Abrantes e Silva (2007) apontam que para prevenção de futura fissuração, mero receio do envelhecimento da parede ou correção de anomalias, pode-se recorrer, por vezes, à aplicação de tintas de elevada elasticidade e estanqueidade à água.

Pode-se considerar útil a utilização de argamassa com aditivos impermeáveis a fim de evitar o acumulo de umidade nas paredes. Contudo, de acordo com o manual técnico da Vedacit (2010), 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 uma vez que a presença de umidade nas casas provoca doenças respiratórias. Portanto, a impermeabilização das áreas sujeitas a condensação é de caráter preventivo.

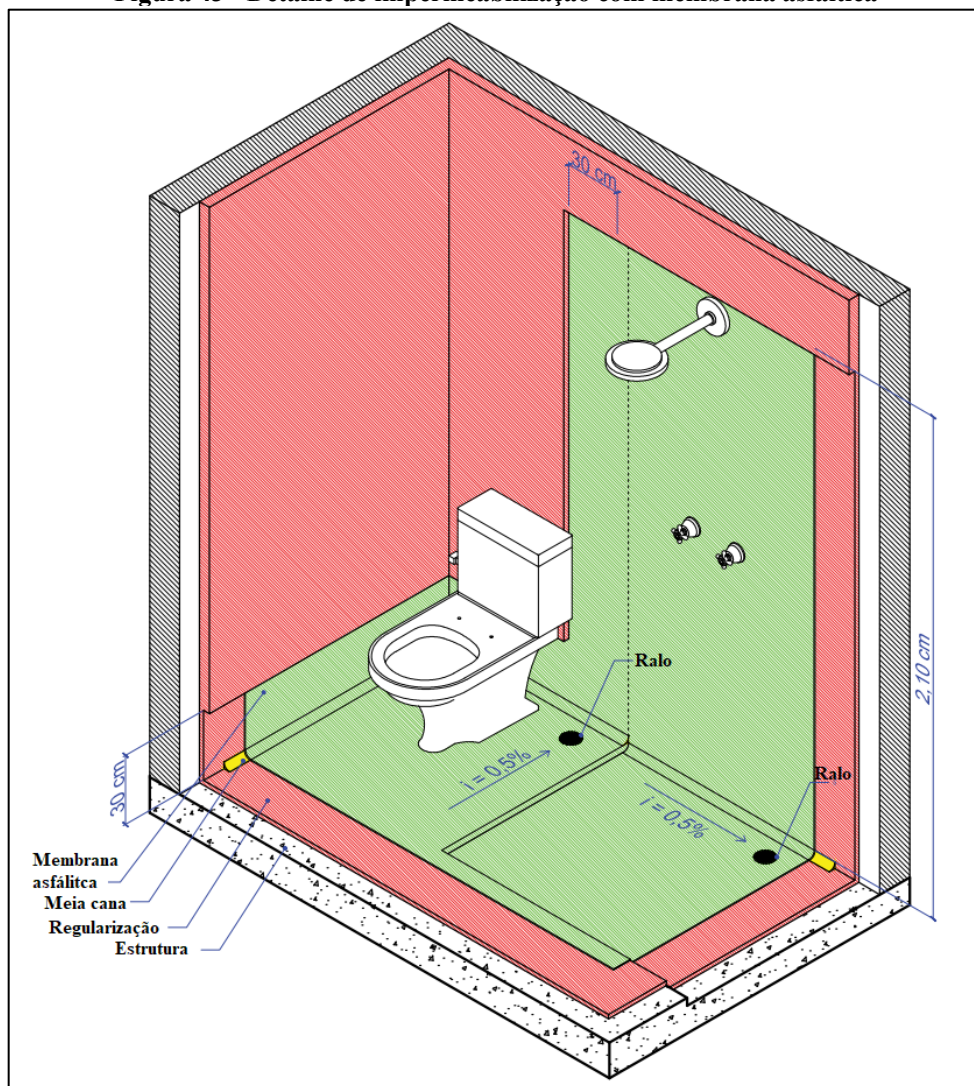
3.10.2.1 Impermeabilização em banheiros

Sendo os boxes dos banheiros expostos a grande variação de temperatura, Righi (2009) descreve que para um melhor desempenho, deve-se aplicar algum tipo de sistema impermeabilizante no box, não havendo a necessidade de se impermeabilizar o restante do banheiro, exceto no caso de existência de banheiras de hidromassagem, que por ser uma área mais úmida que o box, exige uma atenção maior quanto à impermeabilização. O autor ainda

recomenda que caso o banheiro tenha fechamento com gesso acartonado, os pontos críticos da impermeabilização são as juntas entre os painéis e no encontro do piso com a parede.

De modo geral, nos banheiros podem ser utilizados os materiais com características flexíveis moldados no local, como as membranas asfálticas e acrílicas e argamassas poliméricas (VEDACIT, 2010). A impermeabilização no box do banheiro, conforme o detalhe de impermeabilização com membrana asfáltica ilustrado na Figura 43, deve ser executada até a altura do chuveiro, 2,10m, dentro de toda a área do box passando 30 cm lateralmente. Nas demais áreas, a impermeabilização deve ser executada no piso e subir a uma altura de 30 cm nos rodapés (VEDACIT, 2016).

Figura 43 - Detalhe de impermeabilização com membrana asfáltica



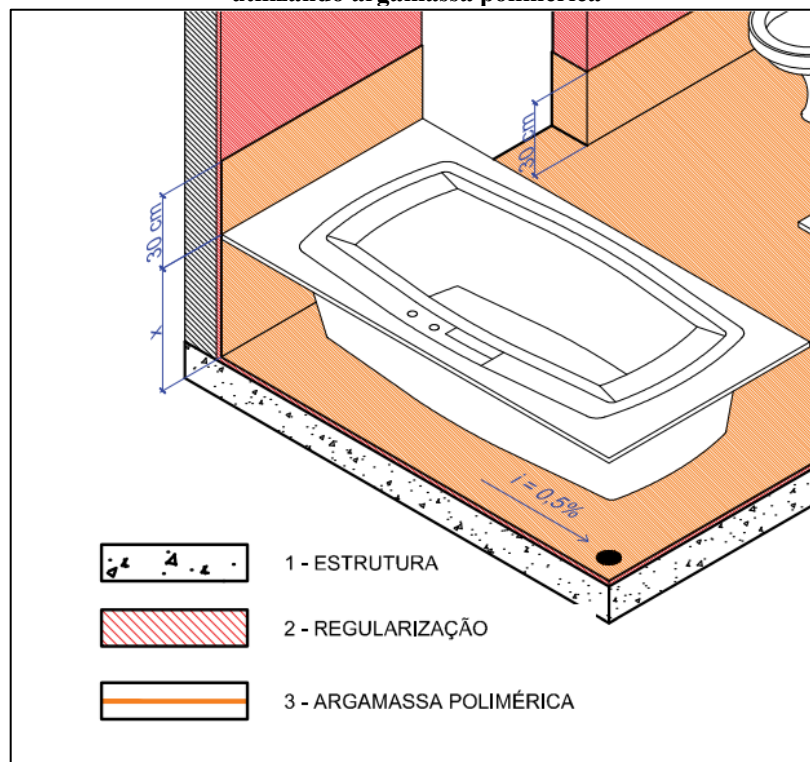
Fonte: Adaptado de VEDACIT, 2016.

De acordo com o manual técnico da Vedacit (2016), em áreas que possuam banheiras, a impermeabilização deve ser feita sobre a regularização do piso e subir nos rodapés até uma

altura de 30 cm acima da banheira, conforme ilustrado na Figura 44, o detalhe de impermeabilização em áreas com banheira utilizando argamassa polimérica.

Depois de executada a impermeabilização, deve-se ter cuidados quanto a manutenção da mesma. Righi (2009), cita como exemplo, que na fixação do box no piso do banheiro deve-se cuidar para não perfurar a impermeabilização. Além disso, não se deve deixar a cerâmica sem rejuntas e ter uma atenção especial ao ralo, evitando quebras ou entupimentos.

Figura 44 - Detalhe de impermeabilização em área com banheira utilizando argamassa polimérica



Fonte: Adaptado de VEDACIT, 2016.

3.11 SOLUÇÕES PARA UMIDADE DEVIDO A HIGROSCOPICIDADE

As principais soluções para este tipo de umidade, consistem em evitar a movimentação higroscópica dos materiais gerada pela expansão e retração que varia de acordo com o teor de umidade. De acordo com Thomaz (1996), a água em excesso tende a evaporar e por tanto provocar a contração do material. Portanto, controlar este fator é primordial para prevenir o surgimento de patologias deste tipo.

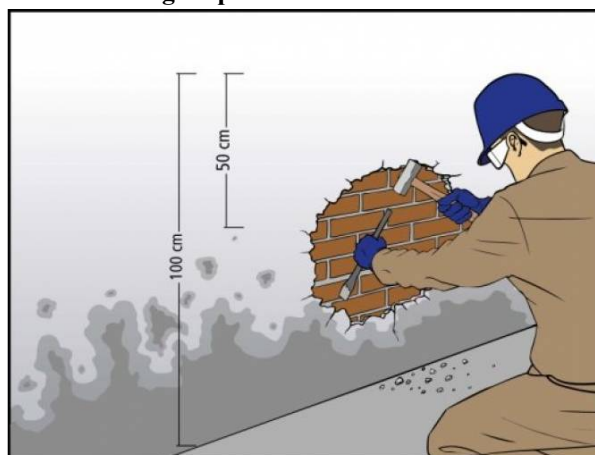
De modo geral, podem ser apontadas as seguintes soluções a fim de evitar o surgimento de patologias devido a este fenômeno (THOMAZ, 1996):

- Deve-se evitar o excesso de umidade resultante da produção dos componentes construtivos, como as argamassas por exemplo, bem como o excesso de umidade resultante da execução da obra, como a utilizada no processo de assentamento de alvenarias. A prática usual de umedecer os componentes durante esse procedimento é correta, porém, é necessário levar em consideração o teor de umidade dos materiais a fim de se evitar excessos.
- Protegendo-se da umidade do ar e de precipitações. O autor destaca que estas podem ser absorvidas ainda durante a obra, por tanto é necessário que seja observado mecanismos de proteção para os materiais a fim de evitar o fenômeno de higroscopicidade.
- Contendo a ascensão da umidade do solo, a partir de impermeabilização entre o solo e a base da construção.

3.12 SUBSTITUIÇÃO DOS ELEMENTOS E MATERIAIS AFETADOS

Esta técnica consiste na aplicação de revestimentos de parede como argamassas de reboco aditivadas, materiais sintéticos, pinturas estanques, que sejam impermeáveis ou estejam associados a outros materiais que garantam a estanqueidade (HENRIQUES, 1994). Em muitos casos é necessário que se faça a remoção do revestimento danificado, para que se possa fazer a aplicação do novo produto impermeável conforme as necessidades prescritas pelo fabricante do material escolhido, ou pelo nível do dano gerado pela patologia no elemento. A Figura 45 ilustra a remoção do reboco em uma parede atingida por umidade ascendente.

Figura 45 - Remoção do reboco em uma parede atingida por umidade ascendente

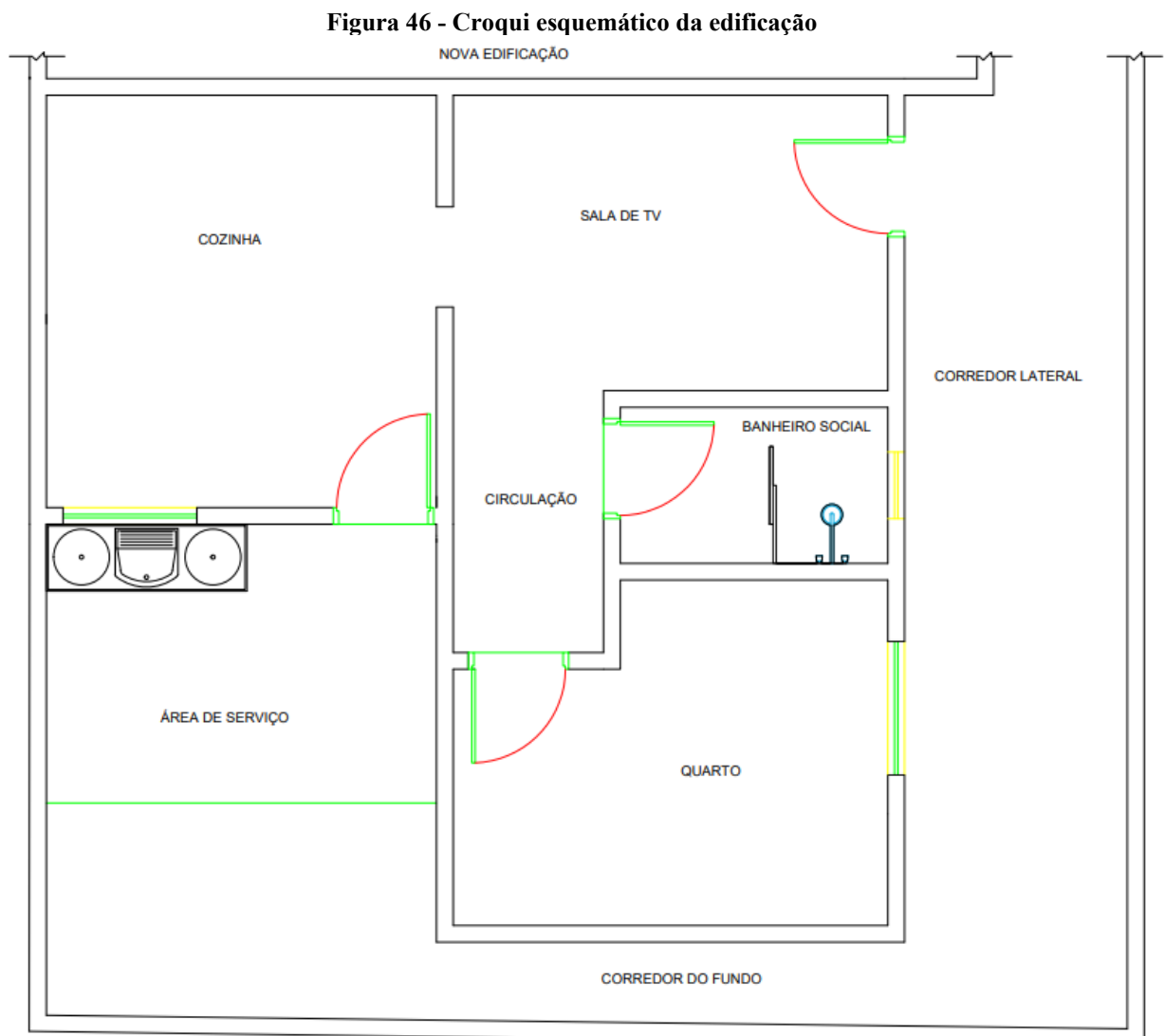


Fonte: BEVILACQUA, 2013

Esta técnica pode ser adotada como solução paliativa as patologias causadas pelos tipos de umidade apresentados. Henriques (1994) salienta que esta produz bons resultados a curto prazo, contudo, tratando-se de umidade ascendente, ao longo prazo esta técnica faz com que ocorra um acréscimo da altura atingida pela umidade nas paredes, a modo que as patologias podem reaparecer futuramente com maior intensidade.

4 ESTUDO DE CASO

A partir dos conhecimentos obtidos através da revisão bibliográfica realizada, foi feita uma análise sobre as patologias causadas por umidade em uma pequena edificação residencial, de baixo padrão, localizada na rua Major Miranda, bairro Jardim das Américas 3ª etapa, Anápolis-GO. Trata-se de uma edificação com mais de 20 anos e pôde-se constatar que esta não possui impermeabilização, bem como foram feitas poucas manutenções ao longo do tempo. A edificação antiga divide parede com uma nova edificação, que futuramente será a principal, encontrando-se atualmente em fase de acabamento e não será abordada neste estudo. Os danos causados pela umidade foram identificados visualmente, caracterizados pela degradação dos revestimentos, formação de manchas e bolores, registrados em relatório fotográfico. A Figura 46 apresenta um croqui esquemático da edificação analisada.



Fonte: Dos autores.

4.1 PATOLOGIAS IDENTIFICADAS

As principais patologias encontradas na edificação foram as manchas escuras, mofo (bolor) e formação de vegetações parasitas nas paredes (externamente), causando-as aspectos envelhecidos e a degradação dos revestimentos, como o desagregamento, destacamento, enrugamento e vesículas na pintura. Notou-se que as infiltrações externas, também geraram patologias nas áreas internas nos mesmos locais.

4.1.1 Ausência de impermeabilização nas paredes e baldrame

As patologias causadas por este motivo atingem a base das paredes e foram identificadas majoritariamente externas a sala, banheiro e quarto, conforme o registro na Figura 47.

Figura 47 - Base externa da parede do quarto



Fonte: Dos autores.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor), formação de vegetal esverdeada.

Origem: Umidade Ascendente; respingos de chuva; fungos vegetais.

Local: Base da parede, canto da parede da janela entre o quarto e o corredor lateral (lado externo).

Tratamento: As soluções a evitar o surgimento destas patologias são apontadas no item 3.7 com a impermeabilização dos baldrame e das paredes. Pode-se adotar como tratativa a substituição dos elementos e materiais afetados, visto no item 3.12. A fim de combater os bolores, deve-se proceder as seguintes ações (HENRIQUES, 1994):

- Lavagem esterilizante com a solução a 10% de hipoclorito de sódio;
- Lavagem com água simples;

- Secagem perfeita;
- Aplicação de produto fungicida;
- Extração por secagem do produto fungicida cerca de três dias após a sua aplicação;
- Pintura geral do parâmetro ou aplicação de outro acabamento equivalente previamente previsto.

Na Figura 48, vê-se a patologia na parede interna do quarto, com manchas escuras causadas pela umidade ascendente.

Figura 48 - Base interna da parede do quarto



Fonte: Dos autores.

Descrição: Manchas escuras, formação de mofo (bolor).

Origem: Umidade Ascendente.

Local: Base da parede, canto da parede da janela entre o quarto e o corredor lateral (lado interno).

Tratamento: Assim como na área externa, as soluções a evitar o surgimento destas patologias são apontadas no item 3.7 com a impermeabilização das paredes dos baldrames. Ademais, pode-se adotar as ações vistas anteriormente descritas por Henriques (1994) para combater os bolores, como também a substituição dos elementos e materiais afetados e a execução de uma nova pintura.

4.1.2 Ausência de coletores pluviais

O desgaste e a pintura praticamente inexistente nas paredes externas evidenciam a falta de manutenção na edificação. Outro aspecto notado é a ausência coletores pluviais, como rufos

e calhas, em toda edificação, gerando infiltrações em áreas externas e internas da edificação, principalmente na parede entre a área de serviço e o quarto conforme ilustra a Figura 49.

Figura 49 - Topo externo da parede do quarto



Fonte: Dos autores.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor), infiltração.

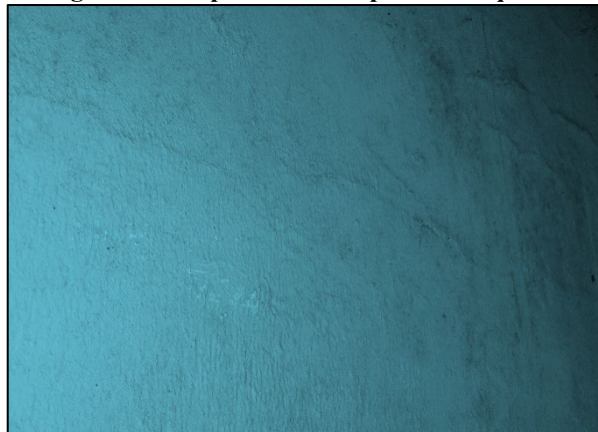
Origem: Umidade de precipitação.

Local: Telhado, parede entre o quarto e a área de serviço.

Tratamento: Conforme o item 3.8.3, é importantíssimo a utilização dos coletores pluviais para evitar infiltrações causadas pelas águas da chuva. Pode-se citar também a utilização de sistemas impermeabilizantes como as argamassas impermeabilizantes, pinturas asfálticas com tinta betuminosa e membranas poliméricas. Pode-se adotar como tratativa a substituição dos elementos afetados e instalação dos coletores pluviais.

Internamente, os danos causados pela ausência de coletores pluviais são menores que os vistos externamente, mas também podem ser notados, caracterizados por pintura enrugada e manchas no topo da parede entre o quarto e a área de serviço, conforme ilustra a Figura 50.

Figura 50 - Topo interno da parede do quarto



Fonte: Dos autores.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor), infiltração.

Origem: Umidade de precipitação.

Local: Parede entre o quarto e a área de serviço (lado interno).

Tratamento: As soluções consistem em eliminar as infiltrações, a partir dos métodos apresentados anteriormente para o lado externo. Pode-se adotar a substituição dos elementos afetados e a execução de uma nova pintura.

4.1.3 Ausência de pingadeiras

Os muros também apresentam danos causados pela umidade, ilustrado na Figura 51, as manchas escuras estão presentes por toda extensão do muro, tanto na base, quanto no topo.

Figura 51 - Muro do fundo do lote



Fonte: Dos autores.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor), infiltração, fissuras.

Origem: Umidade de precipitação.

Local: Muro de divisa, corredor do fundo.

Tratamento: A adoção de barreiras estanques, como a utilização de pingadeiras no muro, como visto no item 3.5.8, elemento importante para evitar patologias deste tipo. Acrescenta-se também a utilização de argamassas impermeabilizantes e pinturas impermeáveis e a fim de evitar a degradação de revestimentos e infiltrações. Ademais, a substituição dos elementos afetados e a instalação de das pingadeiras nos muros.

Pôde-se observar que a ausência de pingadeira nas janelas também caracterizou o surgimento de patologias, como manchas causadas pelo escorrimento d'água na lateral das janelas, conforme ilustrado nas Figuras 52 e 53.

Figura 52 - Janela do banheiro



Fonte: Dos autores.

Figura 53 - Janela do quarto



Fonte: Dos autores.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor), infiltração nas laterais da janela.

Origem: Umidade de precipitação.

Local: Janelas do quarto e do banheiro (lado externo).

Tratamento: Assim como nos muros, as pingadeiras são importantes para evitar patologias deste tipo nas janelas e como visto no item 3.5.8, é importante que o peitoril avance além do vão da janela e possua o friso para evitar o escoamento d'água na parede. A utilização de sistemas impermeabilizantes como as argamassas aditivadas, membranas ou emulsão asfáltica podem ser citadas como medidas para evitar as patologias. Ademais, como tratativa, pode-se adotar a substituição dos elementos afetados e a instalação de das pingadeiras nas janelas.

4.1.4 Falta de aderência do reboco e pintura

Pôde-se observar que há falta de aderência do reboco e da pintura à estrutura, conforme ilustrado nas Figuras 54 e 55.

Figura 54 - Parede de divisa da sala e a nova edificação



Fonte: Dos autores.

Figura 55 - Parede interna da sala ao lado da porta



Fonte: Dos autores.

Descrição: Manchas escuras, desagregamento e destacamento da pintura.

Origem: Umidade ascendente, infiltrações de precipitações.

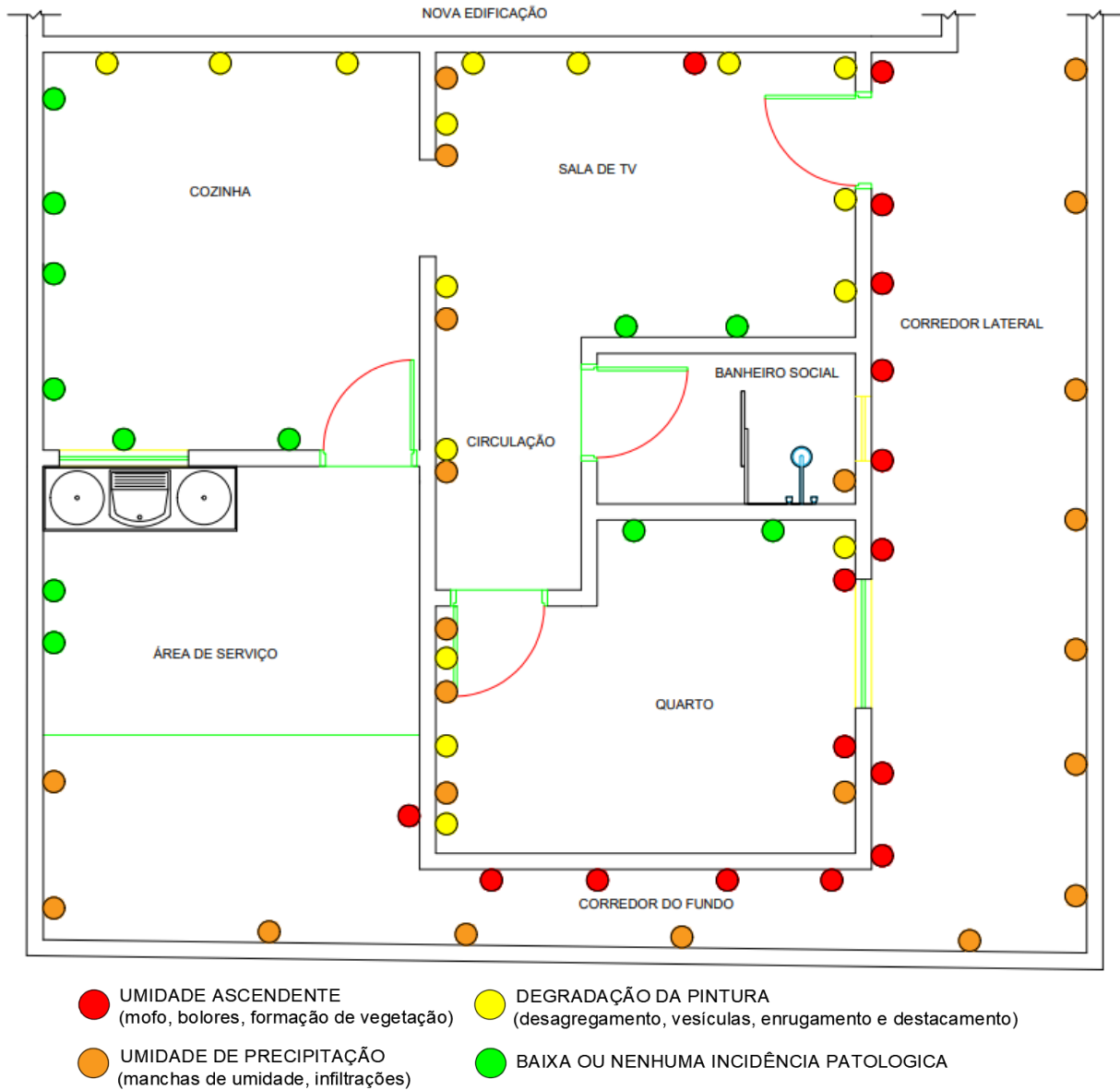
Local: Paredes da sala (lado interno).

Tratamento: Assim como no item 4.1.1, as soluções a evitar o surgimento destas patologias consistem em promover a estanqueidade dos elementos com a impermeabilização dos baldrames e das paredes nos muros, evitando a infiltração na estrutura. Ademais, a substituição dos elementos e materiais afetados e a execução de uma nova pintura.

4.2 ANÁLISE GERAL DA EDIFICAÇÃO

Os principais danos registrados podem ser observados na Figura 56.

Figura 56 - Patologias registradas



Fonte: Dos autores.

Pode-se perceber que as patologias que causaram maiores danos foram encontradas nas paredes externas, pois a degradação dos revestimentos e fachadas está diretamente relacionada ao envelhecimento dos materiais construtivos, agravada pela exposição as condições climáticas e ambientais. Observou-se que a maior incidência de patologias está associada a umidade ascendente e umidade de precipitação. Viu-se também que as infiltrações causam danos externos e internos, tanto pelas águas da chuva, como pelo acúmulo de umidade nas paredes.

Notou-se que a ausência de elementos básicos construtivos, como os coletores pluviais, falta de impermeabilização das baldrame e paredes e a falta de manutenção na edificação foram determinantes para a situação encontrada. Tal característica pode ser justificada por se tratar de uma construção antiga que não possui nenhum projeto e não houve qualquer acompanhamento técnico durante a obra, como também a busca por maior economia possível para construir, sem visar a eficiência da edificação ao longo prazo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo apresentar, a partir de revisão bibliográfica de artigos e teses sobre a temática, as manifestações da umidade como agente causadora de patologias, diferenciando a origem, principais características, ações e efeitos nas edificações, bem como as soluções para as mesmas. Pôde-se evidenciar que estas patologias tão recorrentes nas edificações, de baixo a grande porte, ainda são um problema para os construtores quanto a vida útil e qualidade das edificações, percebendo-se que a informalidade, despreparo e a despreocupação dos construtores quanto a eficiência da edificação tornam-se também causadores de patologias.

De modo geral, notou-se que as patologias apresentam sintomas característicos semelhantes e causam a degradação dos revestimentos. Embora sejam simples de serem identificadas, as soluções corretivas para as patologias nem sempre são viáveis, cabendo a avaliação sobre os custos de reparo em relação ao custo da edificação. Neste aspecto ficou claro que é melhor prevenir do que reparar. Demonstrou-se também que o projeto e execução de impermeabilização são o melhor mecanismo para evitar o surgimento das anomalias.

Faz-se necessário a conscientização dos proprietários e profissionais quanto a importância da implantação dos sistemas impermeabilizantes e os seus benefícios a saúde do imóvel. Ademais, para obter-se sucesso, os projetistas e construtores, devem estar atentos aos pequenos detalhes construtivos, bem como ao projeto como um todo, da fase de concepção à manutenção da edificação, de modo a prolongar sua vida útil.

Viu-se também que a avaliação dos custos, bem como os parâmetros para escolha da impermeabilização são critérios essenciais que muitas vezes são ignorados pelos gestores e projetistas. É necessário que os profissionais da área, responsáveis por idealizar e construir, saibam como a umidade atua, além disso, é importantíssimo preparar a mão de obra para obter-se um produto de melhor qualidade.

Desta feita, tanto quanto for melhor a qualificação da mão de obra e acompanhamento do supervisor técnico, menor será a incidência de surgimentos de anomalias durante a obra e após a edificação concluída, podendo elevar a durabilidade da edificação e melhorar o bem-estar dos ocupantes. Sendo assim, cabe aos profissionais da engenharia buscarem sempre a capacitação e melhoria dos seus processos, evitando o surgimento de novas falhas nas edificações.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, V.; SILVA J, M. **Patologia em paredes de alvenaria: causas e soluções**. Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P.B. Lourenço et al. (eds.), 2007. 20p
- ALUCCI, M. P., FLAUZINO, W. D., MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações**. 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.565-70
- ANTONELLI, G, R. **Impermeabilização de lajes térreas em edifícios residenciais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. 2001.
- ANTONELLI, G, R.; CARASEK, H. CASCUDO, O. **Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-GO**. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu – Paraná, 2002. 10p
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626 - **Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574 - **Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575 - **Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9952 - **Manta asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844 - **Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1989.
- BARBOSA, R, M, E. **Patologia da impermeabilização em edificações: aspectos técnicos e metodológicos**. Projeto de Graduação – UFRJ - Escola Politécnica - Curso de Engenharia Civil, 2018.
- BAUER, E. R. **Resistência a penetração da chuva em fachadas de alvenaria de materiais cerâmicos: uma análise de desempenho**. Dissertação Mestrado em Engenharia – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1987. 168p
- BEVILACQUA. **Impermeabilização de paredes**. 2013. Disponível em: <<https://www.bevilacqua.com.br/blog/>>. Acesso em: abril de 2021.
- BRITO, J. **Drenagem de pisos enterrados**. Dissertação de Mestrado Avançado em Construção e Reabilitação. Instituto Superior Técnico, Lisboa. 2003a.

BRITO, J. **Humidade ascendente em paredes térreas de edifícios**. Dissertação de Mestrado em Construção. Instituto Superior Técnico, Lisboa. 2003b.

CARDOSO, M, R, D.; BARROS, J, R.; MARCUZZO, F, F, N. **Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal**. Acta Geografia, revista científica da Universidade Federal de Roraima. 2014. 16p

CARVALHO, Y, M.; PINTO, V, G. **Umidade em edificações: conhecer para combater**. ForScience: revista científica do IFMG, Formiga, v. 6, n. 3, e00476, jul. /dez. 2018.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto - inspeção e técnicas eletroquímicas**. São Paulo: Pini; Goiânia, GO: Editora UFG, 1997.

CLIMA-DATE. **Anápolis Clima**. 2021. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>> . Acesso em: fevereiro de 2021.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Anápolis, BR**. Disponível em: < <https://www.climatempo.com.br/>>. Acesso em: fevereiro de 2021.

CM IMPERMEABILIZAÇÕES. **Manta Asfáltica 4mm**. 2017. Disponível em: <<http://www.cmimpermeabilizacao.com.br/>> . Acesso em: março de 2021

CORPORACIÓN DE DESARROLLO (CDT). **Húmedad por condensación en viviendas. 2. Ed.** Santiago de Chile: Trama Impresores, 2012.

CRUZ, J.H.P. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

ELASTIMPER. **Elastimper borracha líquida**. Disponível em: <<https://elastimper.com.br/produto/borracha-liquida>>. Acesso em: abril de 2021.

ENGEFÁCIL. **Como prevenir a aparição de mofo e bolor**. 2019. Disponível em: <<https://regularizacaodeobra.com.br/>>. Acesso em: março de 2021.

FARIA, T, G.; FILHO, R, F, P.; MARCUZZO, F. **Chuvas no Estado De Goiás: Análise Histórica e tendência futura**. Acta Geografia, revista científica da Universidade Federal de Roraima. 2012. 13p

FLUXO CONSULTORIA. **Instalações de Água: 5 erros para evitar**. 2019. Vinculada a Escola Politécnica e a Escola de Química da UFRJ. Disponível em: <<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/>>. Acesso em: abril de 2021.

FREITAS JR, J, A. **Construção civil II – Impermeabilização**. 2020. Disponível em: <<http://www.dcc.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/>>. Acesso em: março de 2021.

FREITAS, V. P. de. (Ed.). **A State-of-the-Art Report on Building Pathology**. Portugal: CIB – W086 Building Pathology, 2013.

HENRIQUES, F. M. **Humidade em Paredes**. Edifícios / Série Conservação e Reabilitação, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1994. 168p

IMPERLAST – **Sobre a Borracha Natural**. Disponível em: <<https://imperlast.com/borracha-natural/>>. Acesso em: abril de 2021.

INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO (IAU). **Fachadas**. USP. São Carlos – São Paulo. Disponível em: <<https://www.iau.usp.br/pesquisa/>>. Acesso em: março. 2021.

IOSHIMOTO, E. **Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais**. Anais Epusp. Serie a: Engenharia Civil, São Paulo, 1988.

KANO, M, H. **Procedimentos para análise de projeto e controle da execução de impermeabilização de edificações**. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios. 2017. 159p.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 1999.

LACERDA, F, C. **Revestimentos de piso para restaurantes e cozinhas industriais**. Projeto de Graduação – Universidade Federal de Minas Gerais - Curso de Engenharia Civil, Belo Horizonte, 2014. 68p.

LEAK. **Como tratar infiltração em lajes e paredes**. 2019. Vulcano. Disponível em: <<https://www.leak.com.br/>>. Acesso em: março de 2021.

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

LSTIBUREK, J.; CARMODY, J. **Moisture control handbook: new, low-rise, residential construction**. United States: The Department of Energy (DOE), 1991.

MAGALHÃES, D, T. **Inspecção, diagnóstico e controle da ascensão capilar de águas do terreno pelas alvenarias: Aplicação na Igreja de Cidadelhe**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – UTAD, Vila Real, 2008.

MORAES, C, R, K. **Impermeabilização de lajes de cobertura: Levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2002.

MUNDO DA TINTA. **Salitre – Eflorescências e Criptoflorescências: parte 1**. 2021. Disponível em: <<http://mundodatinta.wordpress.com/tag/>>. Acesso em: março de 2021.

NETO, F, M.; SILVA, A, P.; CARVALHO JR, A, N.; **Perícias em patologias de revestimentos em fachadas**. X Congresso Brasileiro de Engenharia de avaliações e perícias - X COBREAP. 1999. 12p

OBRA É COMPROMISSO. **Impermeabilize ralos com manta asfáltica**. 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VgTgn6qhU3U>>. Acesso em: março de 2021.

OLIVEIRA, D, F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Projeto de Graduação – UFRJ - Escola Politécnica - Curso de Engenharia Civil, 2013.

OLIVEIRA, M. **Tecnologia da conservação e restauração – materiais e estruturas: um roteiro de estudos**. Salvador: EDUFBA/ABRACOR, 2002.

PERDIGÃO, R, C, C. **Impermeabilização de construções: Soluções tecnológicas e critérios de seleção**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007. 82 p

PINTO, J.A.N. **Patologias de impermeabilização**. Santa Maria: Multipress, 1996. 270 p.

POLISSENI, A. E. **Método de campo para avaliar a capacidade impermeabilizante de revestimentos de parede: método do cachimbo**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1985.

PORCIÚNCULA, E. **A importância do projeto de impermeabilização**. Fórum da Construção. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/>> Acesso em: março de 2021.

PORTEOUS, W. A. 1994. **Learning from aggregated building failures**. In: Procedimentos do CIB W86 Simpósio “Dealing with Defects in Buildings”, 65 - 74. Itália, 1994.

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

RIBEIRO, D. J.; SOARES, W. C.; SANTOS, S. X. **Patologias causadas pela umidade: estudo de caso em uma edificação residencial no município de Nova União/MG**. Revista CONSTRUINDO, Belo Horizonte, v. 9, Ed. Esp. de Patologia, p. 72 – 92, 2017.

RIGHI, G. V. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**, Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2009.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. 3 ed. São Paulo: Pini Ltda, 1996.168 p.

RODRIGUES, A, H. **Estanqueidade de alvenaria revestida com diferentes argamassas e acabamentos: aplicação da NBR 15575-4/2008**. Trabalho de diplomação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010. 72p.

SABINO, R. **Patologias causadas por infiltrações em edificações**. Fórum da Construção. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/>>. Acesso em: fevereiro de 2021.

SCHÖNARDIE, C, E. **Análise e tratamento das manifestações patológicas por infiltração.** Trabalho de diplomação em Engenharia Civil – UNIJUÍ/DeTec, Ijuí - Rio Grande do Sul. 2009. 84p.

SILVA, G. **Impermeabilizantes rígidos ou flexíveis: saiba especificar.** AECweb, 2015. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/>>. Acesso em: março de 2021.

SOARES, F. F. **A importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil.** Projeto de Graduação – UFRJ - Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil. 2014.

SOLICITE IMPERMEABILIZAÇÃO. **Impermeabilização de laje, com manta asfáltica.** Disponível em: <<https://www.soliciteimpermeabilizacao.com.br/>>. Acesso em: março de 2021.

SOUZA, J.C.S.; MELHADO, S.B. **Parâmetros para seleção e projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios.** In: XVII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Gramado - RS. 1997.

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

STORTE, M. **Impermeabilização – Prevenção e Proteção.** 2009. Instituto Brasileiro do Concreto. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/elkawp/>>. Acessado em março de 2021.

TECNOSIL. **Corrosão de armadura: o que causa e como amenizar esse dano?** 2017. Disponível em: <<http://www.tecnosilbr.com.br/>>. Acesso em: março de 2021.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios.** São Paulo, Editora Pini, 1996. 194p.

TOCA OBRA. **Bolhas na parede: saiba como resolver.** 2020. Disponível em: <<https://blog.tocaobra.com.br/bolhas-na-parede/>>. Acesso em: março de 2021.

TORRES, R. J. **Humidades ascensionais em paredes de alvenaria de edifícios antigos.** Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Construção e Reabilitação – Instituto Superior Técnico de Lisboa. Portugal, 2014.

UOL. **Que cuidados tomar na minha construção para evitar problemas com as fortes chuvas de verão?** 2011. Disponível em: <<http://casaeimoveis.uol.com.br/>>. Acesso em: abril de 2021

VEDACIT – **Manual técnico de impermeabilização de estruturas.** 6º Edição. 2010. 110p.

VEDACIT – **Manual técnico.** 48º Edição, 2016. 365p.

VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na construção.** Porto Alegre, Editora Sagra, 1987. 151p.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações.** Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.