



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

MARCOS VINÍCIUS PEREIRA

UMIDADE EM EDIFICAÇÕES: MÉTODOS DE PREVENÇÃO E REPARO

UBÁ – MG

2018

MARCOS VINÍCIUS PEREIRA

UMIDADE EM EDIFICAÇÕES: MÉTODOS DE PREVENÇÃO E REPARO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dr.^a Suymara Toledo Miranda

UBÁ – MG

2018

Agradecimentos

Agradeço a Deus: sem Ele jamais teria conseguido alcançar meus objetivos.

Agradeço a minha orientadora, Dr.^a Suymara Toledo Miranda pela paciência tradicional, pelos bate papos a respeito do trabalho e pelos toques recebidos.

Aos mestres do Curso de Engenharia Civil, que durante a graduação, ajudaram-me a compreender melhor as peculiaridades da Engenharia Civil.

Agradeço aos meus pais Marcelo e Cleide pelo amor incondicional e apoio em todos os momentos. A minha irmã Débora por todo o apoio, exemplo, amizade e amor. A minha avó Dorinha pelo seu enorme carinho. Aos meus tios e tias pelo carinho e afeto. Ao Eng. Mauro Fernandes Lima pelo exemplo, ensinamento e pela confiança. Agradeço

Agradeço aos meus colegas José Renato, Guilherme, Weberton, Eduardo, Firmiano, Jeferson, David, Wagner, Matheus, Felipe, Gustavo e Diego, pela grande amizade construída durante esta caminhada.

A todos que tornaram possível meu percurso acadêmico, que me ajudaram e apoiaram, eu quero agradecer! Pois as conquistas raramente são esforços isolados, mas antes o resultado de um trabalho em conjunto. Muito Obrigado a todos.

Resumo

A umidade é responsável pelas principais patologias na construção, sendo uma das mais difíceis de serem resolvidas, visto a complexidade dos fenômenos envolvidos. Desta forma o presente trabalho teve como objetivos realizar uma revisão bibliográfica estudando as patologias causadas pela umidade nas edificações, analisar os métodos utilizados para prevenção e/ou reparo das edificações devido à umidade e realizar um estudo de caso das manifestações patológicas da umidade em uma residência e suas devidas soluções. O trabalho estuda as umidades de infiltração, de obra, ascensional, de condensação e acidental bem como as suas manifestações patológicas: manchas, mofo, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências e gelividade. Apresentam-se métodos de tratamento da umidade e de impermeabilização, no estudo de caso, constatou-se a atuação da umidade ascendente e de condensação nas paredes, apresentando as patologias encontradas e a solução viável para o problema. A conclusão do trabalho se fundamenta na importância da execução de projeto de tratamento da umidade e/ou impermeabilização, sendo projetado antes do início das obras, bem como a ser executado por profissional para evitar falhas no sistema.

Palavras-chave: Patologias da umidade. Umidade em edificações. Sistema de impermeabilização.

Abstract

Moisture is responsible for the main pathologies in construction, being one of the most difficult to solve, considering the complexity of the phenomena involved. In this way the present work had as objectives to carry out a bibliographical review studying the pathologies caused by the humidity in the buildings, to analyze the methods used for prevention and / or repair of the buildings due to the humidity and to carry out a case study of the pathological manifestations of the humidity in a residence and their solutions. The work studies the infiltration, work, ascensional, condensation and accidental humidity as well as its pathological manifestations: stains, molds, rust, efflorescence, crypto-fluorescence and gelivity. Moisture and waterproofing methods are presented. In the case study, it was verified the performance of the rising humidity and condensation on the walls, presenting the pathologies found and the feasible solution to the problem. The conclusion of the work is based on the importance of the execution of the project of treatment of humidity and / or waterproofing, being projected before the beginning of the works, as well as being executed by professional to avoid failures in the system.

Keywords: Humidity pathologies. Humidity in buildings. Waterproofing system.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor essencial para o desenvolvimento da sociedade, movimentando a economia e gerando empregos diretamente e indiretamente. Com o crescimento, aumentou-se às exigências em relação a qualidade nas obras, sendo fundamental a criação de novos métodos, sistemas, tecnologias e materiais. Porém a construção civil está sujeita a falhas e conseqüentemente a danos nas edificações, sendo a umidade um dos principais responsáveis.

Patologia na construção civil significa o estudo dos danos encontrados em uma edificação, sendo o resultado da atuação de um agente qualquer em um material. A origem das patologias pode ser endógenas (internos), exógenas (externas), funcionais e naturais. Estas doenças podem ser adquiridas durante a execução da obra, na concepção do projeto, ou mesmo adquiridas ao longo de sua vida.

A umidade é responsável pelas principais patologias na construção, sendo uma das mais difíceis de serem resolvidas, visto a complexidade dos fenômenos envolvidos. As principais patologias da umidade em uma edificação convencional são a aparição de mofo e manchas, trazendo desconforto visual e danos à saúde humana. As aparições destes males estão ligadas a projetos mal desenvolvidos, falhas de execução, má qualidade dos materiais empregados, ambientes pouco ventilados, vazamentos na rede hidráulica, encharcamento da parede após uma forte chuva de vento.

Uma das medidas utilizadas para proteção das edificações contra a passagem da umidade é a implantação de um sistema de impermeabilização. Conforme Righi (2009), o custo de execução da impermeabilização está ligado diretamente ao estágio da obra em que é executada. Quando realizada desde a fase de projeto o custo é baixo, já se acrescentá-lo durante a obra, além de aumentar o custo ocasiona atrasos e com a obra finalizada o custo aumenta mais, visto que se deve quebrar piso, paredes e acabamentos, causando transtornos para o morador.

É relevante a divulgação de informações relativas aos diversos meios de prevenção e correção das patologias oriundas da presença da umidade nas edificações, uma vez que esclarece à população dúvidas sobre a origem das mesmas em suas casas. Em igual importância, orienta a sociedade a executar um sistema de impermeabilização e de tratamento da umidade, evitando danos na arquitetura das edificações e na saúde.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivos realizar uma revisão bibliográfica estudando as patologias causadas pela umidade nas construções, analisar os métodos utilizados para prevenção e/ou reparo das edificações devido à umidade e realizar um estudo de caso das manifestações patológicas da umidade em uma residência e suas devidas soluções.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Umidade

A umidade consiste na presença de água no estado de vapor ou líquido nos materiais da construção civil. Conforme Barbosa (2018), os defeitos de projeto, de cálculo ou execução, geram infiltrações permitindo que a água penetre nos materiais. Após o surgimento da umidade ocorrem processos patológicos como: manchas, mofos, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências, gelividade, e se não corrigidos provocam lesões nos materiais.

De acordo com Oliveira (2011), o aparecimento das manchas se dá quando a água penetra no material e fica aderente. A água, quando em maior quantidade pode resultar em gotejamento ou até fluir pela parede. As manchas são defeitos mais comuns das infiltrações sendo contida pelas impermeabilizações.

Já o mofo e o bolor são fungos vegetais que se proliferam na madeira ou até mesmo na alvenaria, causando danos e o escurecimento da superfície, podendo com o tempo ocorrer a desagregação nos materiais. Os fungos precisam de ar e água para proliferarem, que na maioria das vezes é decorrente da umidade. Sua eliminação ocorre por meio da impermeabilização e da ventilação do ambiente, sendo de grande importância, visto que além de danos à edificação, pode causar danos à saúde (HENRIQUES, 2007).

A ferrugem consiste na oxidação do ferro e do aço, sendo causada pela presença de umidade. Os concretos permeáveis são os mais propícios para a deterioração desses materiais, dessa forma é preciso buscar um concreto impermeável e o cobrimento das armaduras suficientes para a proteção da ferrugem e conseqüentemente da estrutura (DO NASCIMENTO, 2015).

As eflorescências são formadas pela reação da água com sais presentes nos materiais, surgindo manchas nas superfícies, causando um aspecto negativo e até mesmo o deslocamento da pintura ou do emboço. A água dissolve os sais trazendo-os para a superfície

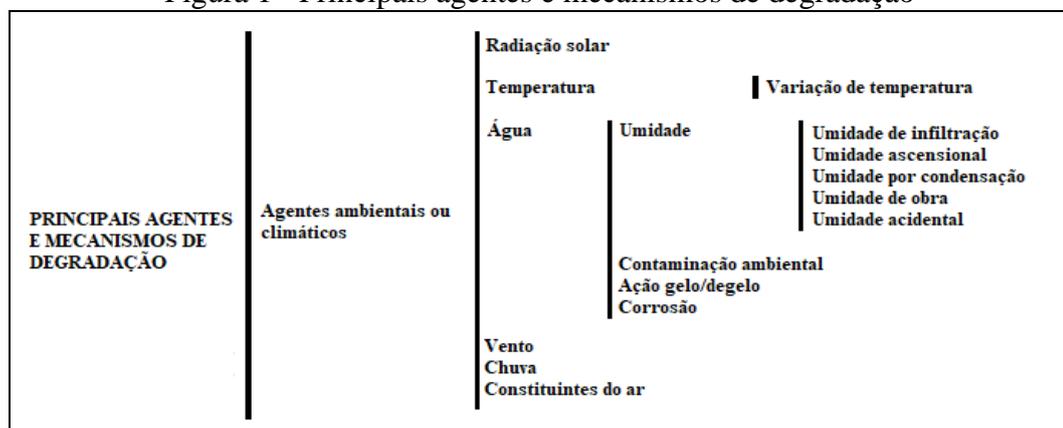
quando estão presentes nos tijolos, cimento, areia, argamassa, concreto, pintura, entre outros. Os sais também podem ser encontrados no solo, sendo conduzidos por capilaridade para a superfície (HENRIQUES, 2007).

Na criptoflorescências ocorre o mesmo princípio das eflorescências, sendo constituída por sais que formam cristais no interior da parede ou estrutura, pressionando a massa, podendo ocasionar rachaduras e até mesmo a queda da parede (BARBOSA, 2018).

A gelividade consiste no congelamento da água, a uma temperatura que pode variar de 0°C até 6°C, nos canais capilares dos tijolos e concretos. Com o congelamento, ocorre o aumento do volume, desagregando a superfície do tijolo (VERÇOZA, 1987).

De acordo com a FIG. 1, os principais responsáveis pela degradação das construções são os agentes ambientais ou climáticos: radiação solar, temperatura, água, vento e chuva. Estão inclusos a. Segundo Queruz (2007), as mudanças de temperatura estão ligadas a atuação da radiação solar, que incide sobre a superfície, causando alterações nas dimensões, dilatação ou contração e tensões nos materiais.

Figura 1 - Principais agentes e mecanismos de degradação



Fonte: Figura 20, Queruz, 2007, p.60, adaptado pelo autor

A água possui vários mecanismos de danificar os materiais: pela contaminação ambiental¹, ação de gelo/degelo, corrosão e pela umidade. Os problemas de umidade são divididos em: umidade de infiltração, ascensional, condensação, obra e acidental, detalhados a seguir (QUERUZ, 2007).

¹ A contaminação ambiental se dá através do lençol freático, por capilaridade, manifestando sais, ou ainda por gases e partículas dispersas na atmosfera (LERSCH, 2003).

2.1.1 Umidade de infiltração

A umidade de infiltração está relacionada com a chuva que infiltra pela parede através de falhas construtivas como as trincas, e também, pela capacidade de absorção de umidade dos materiais. Quando a cobertura é mal executada pode gerar infiltração nas lajes, forros, paredes e cantos de janelas e portas. Em geral, a umidade de infiltração é oriunda da chuva, e com a ação do vento é intensificada, devido ao aumento da pressão de infiltração e da área de contato com a parede. Deve-se ressaltar que a direção e velocidade do vento refletem numa maior ou menor penetração da água de chuva na parede, da mesma forma que influencia na secagem dos materiais (BARBOSA, 2018).

De acordo com Resende (2000) é importante observar o tipo de material utilizado no revestimento das paredes, visto que, aplicando um revestimento de má qualidade submete a estrutura ao tempo. A maioria dos materiais tem capacidade de absorver a umidade existente no ar, proporcionando uma maior vida útil à construção.

A umidade de infiltração ocasiona a aparição de manchas nas paredes e a deterioração da pintura e do reboco da alvenaria, como pode ser observado na FIG. 2.

Figura 2 – Umidade por infiltração



Fonte: Habitissimo (2016)²

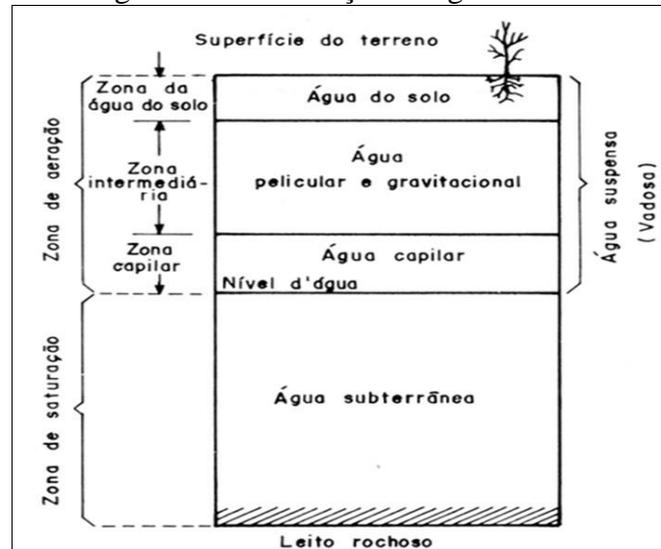
2.1.2 Umidade ascensional

A umidade ascensional também é conhecida como umidade de capilaridade ou de solo. Caracteriza pela presença da água no solo que, pelo efeito da capilaridade sobe pela fundação e paredes das construções através dos poros dos materiais. A presença de água no

² HABITISSIMO, 2016. Disponível em: <<https://perguntas.habitissimo.com.br/pergunta/como-restaurar-uma-parede>>. Acesso em 17 ago. 2018.

solo pode acontecer pela precipitação, o aumento da umidade ou pela presença de lençol freático, como pode-se observar na FIG. 3 (QUERUZ, 2007).

Figura 3 – Distribuição da água no solo



Fonte: Clima e Água (2018)³

A ascensão da umidade do solo ocorre através da ação da água nos interstícios⁴ moleculares dos materiais, que geram tensões nas moléculas, tornando-as com mais pressão que a atmosfera, logo, a água busca caminhos para se equilibrar com o ambiente e utiliza dos vasos capilares para tal ação (RESENDE, 2000; RIGHI, 2009).

A altura de ascensão depende do diâmetro dos vasos capilares, quanto menor, maior será a altura. Segundo Lersch (2003) a altura de ascensão varia entre 0,80m e 1,50m.

Na FIG. 4, pode-se observar os regimes de retenção de umidade nos materiais porosos, estando ligado diretamente com a umidade relativa do ambiente. As regiões A, B e C apresentam quantidade crítica de umidade, chamada de umidade higroscópica, quando o material entre em contato com a água na forma de vapor tende-se a capturar e manter as moléculas de água, fixando-se nas paredes do capilar. Em D, a umidade relativa está próximo de 100%, assim os poros do material estão suficientemente saturados fazendo o transporte por capilaridade. Em E, os capilares estão supersaturados, cheios de água, de forma que apenas

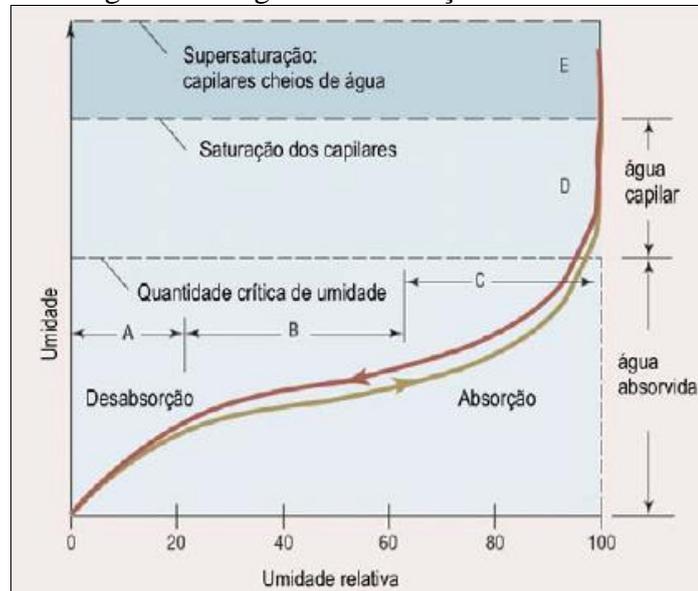
³ CLIMA E ÁGUA, 2018. Disponível em:

<<http://professormarciosantos3.blogspot.com/2018/03/infiltracao.html>>. Acesso em 14 ago. 2018.

⁴ Interstícios são espaços vazios que restam entre átomos. Estes interstícios podem ser ocupados por outros átomos menores. E-QUIMICA, UNESP, 2009. Disponível em: <http://e-quimica.iq.unesp.br/index.php?option=com_content&view=article&id=86:estrutura-de-empacotamento-compacto&catid=36:videos&Itemid=55>. Acesso em 14 ago. 2018.

através de forças externas, como diferença de pressão, conseguem fazer com que o material absorva mais água (POSSER, 2004).

Figura 4 – Regimes de retenção de umidade



Fonte: Posser (2004)

A umidade ascensional provoca manchas escuras e cria bolhas na pintura e conseqüentemente a degradação da pintura nas paredes (FIG.5).

Figura 5 – Umidade ascensional



Fonte: Aecweb (2010)⁵

⁵ AECWEB, 2010. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/impermeabilizacao-drenagem-e-instalacoes-de-protecao-evitam-umidade-ascendente_15623_10_0>. Acesso em: 17 ago. 2018.

2.1.3 Umidade por condensação

A umidade de condensação ocorre quando o vapor d'água entra em contato com uma superfície mais fria. É o mesmo que acontece com um copo com água gelada, pela diferença de temperatura do ar com a água presente no copo, observa-se o surgimento de gotas d'água na superfície externa do copo com a condensação do vapor d'água (KLÜPPEL; SANTANA, 2006).

A umidade de condensação é comum em locais com pouca ventilação, elevada umidade do ar e locais de temperaturas frias, como banheiros, saunas e cozinha. Pode-se manifestar com a aparição de gotas nos vidros, sobre superfícies envernizadas e polidas. Com o agravamento da situação, surgem manchas negras nas paredes devido aos fungos nas partes menos ventiladas (FIG.6), erosões no reboco e degradação da pintura (BARBOSA, 2018).

Figura 6 – Mofos na parede devido à umidade por condensação



Fonte: Aecweb (2010)⁶

Segundo diz Klüppel e Santana (2006, p. 139), a umidade de condensação atua de forma superficial, não aprofundando no interior do material.

Os esporos de vários tipos de microrganismo existem correntemente no ar e sempre que sejam criadas as condições adequadas ao seu desenvolvimento, isto é uma umidade relativa do ar acima de 60% e uma temperatura em torno de 20 a 25 graus, estes proliferam e dão origem aos mofos e fungos e líquens (KLÜPPEL; SANTANA, 2006, p. 139).

Conforme ensina Resende (2000), entre fachadas internas sempre existe diferença de pressão e com uma pequena diferença de pressão faz com que o ar transfira de uma fachada

⁶ AECWEB, 2010. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/bolor-nas-paredes-pode-causar-danos-as-estruturas-das-edificacoes_7490_0_1>. Acesso em: 17 ago. 2018.

para outra em busca de equilibrar a pressão. Desta forma a umidade se desloca e há a condensação das paredes internas e a aparição das manchas.

2.1.3 Umidade de obra ou construção

A umidade de obra consiste na umidade que ficou interna nos materiais devido a sua execução. No processo de construção, a grande maioria dos materiais necessitam de água para sua confecção, quando usado além do necessário ou possuir um tempo de cura elevado, ocorre a transferência de água para os demais materiais internos (FIG 7). O mais comum é a umidade contida no emboço que passa para a alvenaria aumentando o tempo de secagem (RIGHI, 2009). Conforme Lersch (2003) há uma dificuldade de associar os danos causados pela umidade à umidade incorporada durante o processo de construção, devido à falta de informações da quantidade de água utilizada na execução de alguns materiais.

Segundo Henriques (2007), as patologias decorrentes desta umidade param com um tempo relativamente curto, dependendo da região climática e do tipo do ambiente (área molhada ou seca).

Figura 7 – Assentamento de tijolos



Fonte: Iconstruindo (2017)⁷

⁷ ICONSTRUINDO, 2017. Disponível em: <<https://www.iconstruindo.com.br/blocos-ceramicos-atencao-com-excessiva-absorcao-de-agua/>>. Acesso em 19 out. 2018.

2.1.4 Umidade acidental

A umidade acidental pode aparecer devido a falhas em tubulações de água pluvial e água fria e devido a vazamento no telhado (FIG. 8). Os vazamentos nas tubulações de água caracterizam-se pela presença de manchas isoladas de formato circular, no qual o meio se encontra mais úmido gerando pulverulências na zona afetada, conforme Klüppel e Santana (2006).

É de grande importância observar a presença de umidade com este tipo de origem, pois em edificações que apresentam essas patologias há muito tempo, pode significar que os materiais tenham sua vida útil excedida, comprometendo a edificação. Na madeira ocorre a redução da resistência mecânica e variação dimensional, já no concreto armado pode danificar a sua ferragem, reduzindo sua resistência (RIGHI, 2009).

Figura 8 – Vazamento em telhado



Fonte: Habitissimo (2016)⁸

2.2 Tratamento da umidade

Em se tratando de umidade, devem-se procurar meios de solucionar o problema afundo, de forma a evitar novo aparecimento da umidade. Conforme ensina Resende (2000) para cada tipo material da construção existe um efeito e causa da patologia, QUADRO 1.

⁸ HABITISSIMO, 2016. Disponível em:< https://fotos.habitissimo.com.br/foto/vazamento-em-telhado_102980>. Acesso em 20 ago.2018.

Quadro 1 – Diagnóstico para cada tipo de material utilizado em uma construção

SUPERFÍCIE	EFEITO OBSERVADO	CAUSAS	PRODUTOS PRESENTES NA ÁGUA
Todos o materiais poro impermeáveis	Mancha cristalina branca	Afloramentos	Sais solúveis
Tintas	Descoloração, mancha de óleo, superfície pegajosa. Manchas coloridas (frequentemente algo protuberante). Bolhas, escamas	Ataques básicos Mofos Tensão de vapor e cristalização de sais solúveis	Sais básicos Matéria Orgânica Sais solúveis (por vezes)
Gesso	Expansão de bolhas	Hidratação prolongada	Sais solúveis (aceleradores)
Argamassa	Expansão; manchas brancas. Fissuração	Ataque de sulfatos Expansão por umidade e fissuração por retração	Sulfatos solúveis Nenhum
Revestimentos do solo	Rotura da aderência dos revestimentos impermeáveis. Putrefação do linóleo ou produto análogo.	Debilitação da cola Ataque de fungos	Nenhum Esporos
Madeiras e faces orgânicas	Torceduras ou enfolhamentos Putrefação Separação das lâminas do contrapiso	Mudanças de umidade Ataque de fungos Debilitação da cola e mudanças de umidade	Nenhum Esporos Nenhum
Metais	Corrosão	Ataques químicos	Ar, sais (cloretos ácidos); cal(para chumbo e alumínio)
Materiais impermeabilizantes	Bolhas	Pressão de vapores	Nenhum

Fonte: Building Research Station Digest aput Resende (2000)

Segundo Resende (2000), Freitas (2014) e Brito (2003), o tratamento da umidade pode ser feito por três principais métodos:

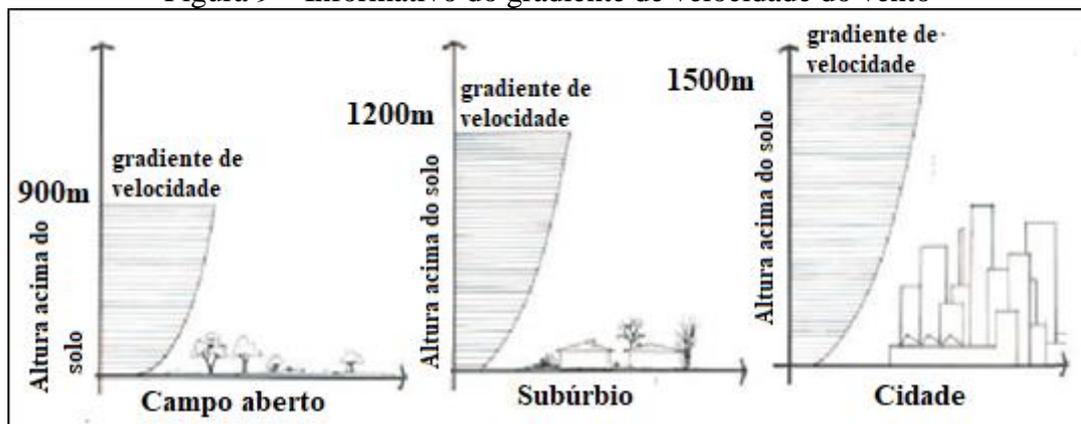
- a) Secagem por ventilação natural: Através de portas, janelas e colchões de ar.
- b) Secagem por sifões atmosféricos (Sistema *Knapen*): Criação de ventilação na base da parede.
- c) Drenagem do solo.

2.2.1 Secagem por ventilação natural

A secagem por ventilação natural consiste na circulação do ar no interior das edificações sem a utilização de sistema mecânico, de forma a evaporar a água presente nos materiais. Este método é ideal para remover a umidade de condensação. Segundo Toledo (1999), a ventilação natural ocorre por diferença de pressão do ar, densidade e temperatura do ar, sendo obrigatória a presença de aberturas.

A velocidade do vento que atinge uma edificação é determinada pela característica do local, altitude e cobertura da superfície. De acordo com Morais (2013), a cobertura da superfície tende a frear o ar em movimento. Pode-se observar na FIG. 9, que a velocidade do vento aumenta à medida que a cobertura vertical da superfície fica mais limpa, em um campo aberto a velocidade atinge seu máximo a uma altura menor do que em um subúrbio, composto por casas rasteiras, e na cidade com grandes edifícios.

Figura 9 – Informativo do gradiente de velocidade do vento

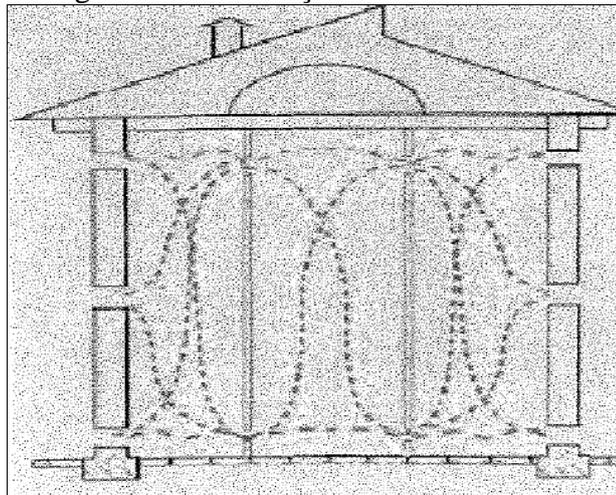


Fonte: Morais (2013)

A altitude influencia na perturbação da distribuição do vento, sendo que, na medida em que aumenta a altura à diminuição desta perturbação, tornando-o mais limpo e livre da influência do atrito com a superfície, até alcançar a altura de gradiente, zona livre de influência (MORAIS, 2013).

Em ambientes internos a secagem por ventilação natural é feita a partir das aberturas, portas e janelas. Permitir que o ar se renove dentro do ambiente é uma forma de tratamento da umidade. Conforme demonstra a FIG. 10, as aberturas inferiores e superiores, permite a saída dos gases pesados e leves, respectivamente (REZENDE, 2000).

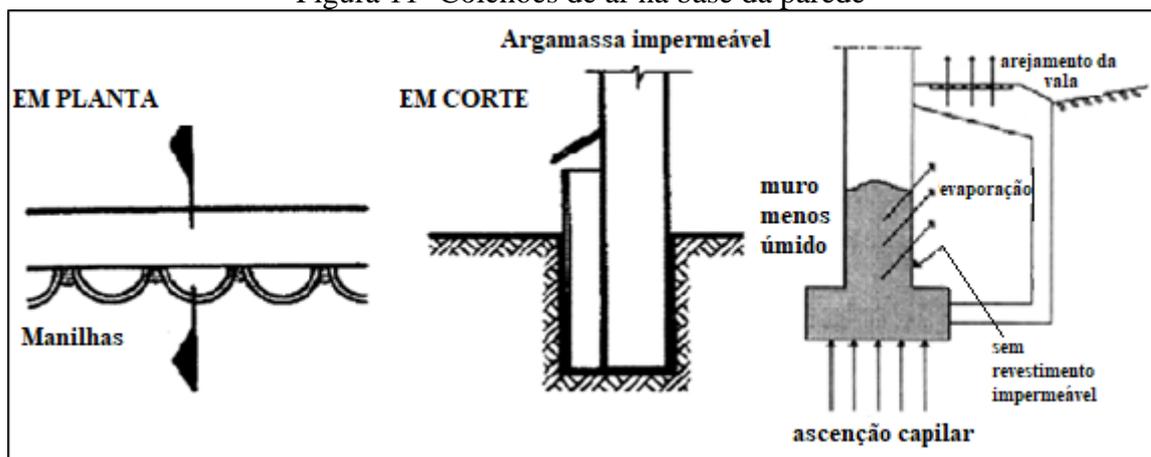
Figura 10 – Circulação do ar no ambiente



Fonte: Resende (2000)

A execução de um colchão de ar na base da parede permite que o ar circule constantemente, secando-a, podendo ser executada com manilhas de concreto ou moldada *in-loco* (FIG. 11). Segundo Brito (2003), as valas deverão possuir sistema de drenagem de água pluvial, possuir cobertura, protegendo-a e permitindo a ventilação. Para melhor utilização do método é necessário à remoção do revestimento externo da parede para acelerar o processo de evaporação. Para definir a profundidade da vala, é preciso considerar a estabilidade estrutural, nunca ultrapassando a fundação.

Figura 11- Colchões de ar na base da parede



Fonte: Resende (2000); Brito (2003), adaptado pelo autor

2.2.2 Secagem por sifões atmosféricos

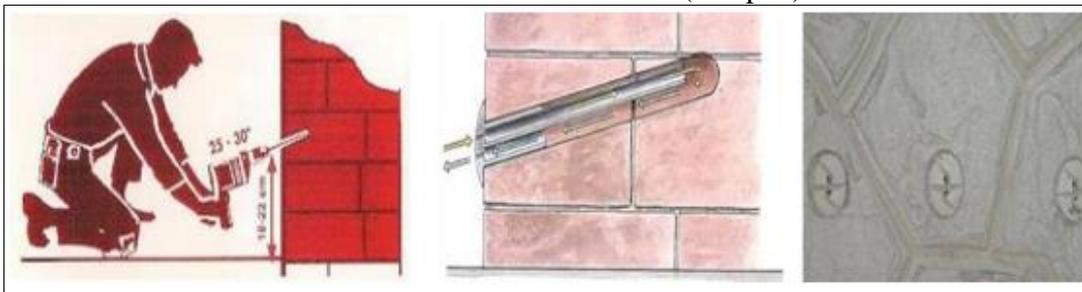
O sistema de secagem por sifões atmosféricos, ou sifões Knapen, é um método de secagem das paredes desenvolvido por Knapen no ano de 1911 e consiste na colocação de

drenos na base da parede com o objetivo de drenar e eliminar os canais capilares (CABAÇA, 2002).

Os sifões inicialmente eram feitos de material cerâmico, atualmente encontra-se de plástico, com um canal exterior estriado longitudinalmente com aproximadamente 30 cm de diâmetro, nunca ultrapassando a espessura da parede (FIG. 12), Segundo Resende (2000, p. 39).

Os sifões, por sua forma, atrai a umidade do muro, que se condensa na superfície interior do canal. A umidade líquida busca evaporação, e para obtê-lo necessita de calor, absorvendo o ar contido no canal, e ao esfriar-se este ar, sua densidade é aumentada, "desliza" sobre a pendente e cai para o exterior, levando consigo a umidade gasosa, produto da evaporação. Se produz assim um movimento de ar contínuo, cuja força motriz reside na própria umidade (RESENDE,2000, p.39).

FIG. 12 – Sifões atmosféricos (Knapen)



Fonte: Freitas (2014)

Segundo Freitas (2014), o método de sifões Knapen é aplicado em edifícios sem impermeabilização ou nas edificações em que o sistema de impermeabilização não consiga conter a umidade ascensional, podendo ser aplicado em paredes internas e externas. Por outro lado, não é aconselhável em paredes espessas ou que possuem a presença de sais, que podem degradar o tubo.

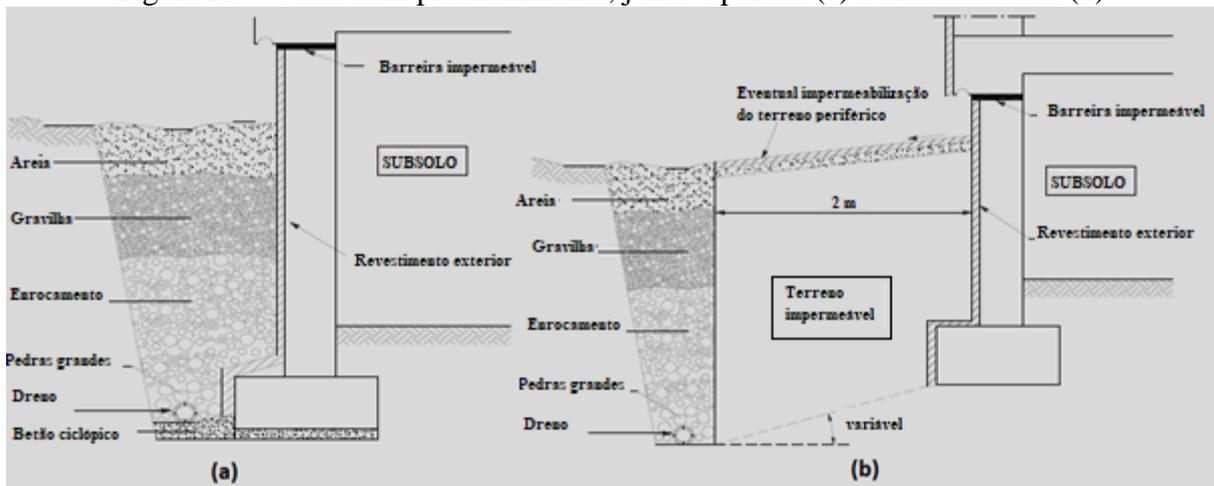
De acordo com Brito (2003), o sistema apresenta pouco sucesso, visto que os drenos não reparam, apenas atenuam o efeito da umidade. Em locais que apresentam umidade e condensações excessivas, como cozinha, banheiro e lavanderia o sistema pode agravar o problema. Os sais existentes na alvenaria se acomodam entre o tubo e parede, dificultando ou impedindo a passagem do vapor de água. O reparo mais comum do sistema é a substituição dos drenos de 5 em 5 anos.

2.2.3 Drenagem do solo

A drenagem do solo pode ser realizada através de valas preenchidas com material permeável, este tipo de vala pode ser feita junto à parede ou afastada, esta última desde que o terreno entre a vala e a parede seja impermeável (BRITO, 2003).

Na FIG.13 observa-se que as valas podem ser executadas junto à parede (a) ou afastadas desta (b). Segundo Freitas (2014), na base da vala coloca-se o sistema de dreno responsável por recolher e conduzir a água infiltrada, sobrepondo-o por quatro camadas de agregados, diminuindo sua granulometria até a superfície. A parede deve ser revestida com material ou produto impermeável, conforme a FIG.14.

Figura 13 – Valas com preenchimento, junto à parede (a) e afastada desta (b)



Fonte: Brito (2003)

Figura 14 – Drenagem periférica com impermeabilização da parede por emulsão betuminosa



Fonte: Freitas (2014)

De acordo com Freitas (2014), além da impermeabilização da parede por emulsão betuminosa, pode-se utilizar telas filtrantes, que impermeabilizam a parede e conduz a água do terreno até o dreno na base da vala.

2.3 Sistema de impermeabilização

O sistema de impermeabilização é uma das partes mais importantes da obra, e deve ser elaborada por um responsável técnico seguindo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira Recomendada (NBR) 9575 (ABNT, 2010) – “Impermeabilização – Seleção e Projeto”, que determina as exigências para elaboração de um projeto de impermeabilização, de forma que a construção esteja protegida contra a passagem de fluidos, tornando os elementos construtivos estanques e a construção segura e confortável para o usuário.

De acordo com Tomas e Silva (2015), um projeto de impermeabilização é dividido em básico e de execução. O projeto básico tem como finalidade analisar todas as características do local para escolha do sistema de impermeabilização adequado. No projeto executivo constam-se todas as especificações, materiais e métodos, a serem utilizados para impermeabilização na construção.

Segundo Soares (2014), classifica-se os impermeabilizantes quanto sua capacidade de resistir à dilatação da estrutura, que é classificada em rígida e flexível. De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) a impermeabilização flexível possui características flexíveis capazes de manter sua função mesmo com a movimentação da estrutura, já a impermeabilização rígida não apresenta características de flexibilidade, de acordo com Soares (2014) é utilizada em locais protegidos de variação térmica e incidência solar, onde as deformações são limitadas.

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), o tipo de impermeabilização está associado ao material principal da composição do impermeabilizante, podendo este ser de material cimentício, asfáltico ou polímero.

São definidos como material cimentício, as argamassas com aditivo impermeabilizante ou modificada com polímero, argamassa polimérica e os cimentos modificados com polímero. Os asfálticos são as membranas de asfalto modificadas e elastomérico, membrana de emulsão asfáltica, membrana de asfalto elastomérico em solução e a manta asfáltica. Os polímeros, tem-se a manta acrílica, membrana de polímero modificado com cimento ou asfalto, membrana de poliuretano, manta de policloreto de vinila (P.V.C), entre outros (ABNT, 2010).

Na escolha do tipo de impermeabilização deve-se considerar a atuação do fluido no material, podendo ser por ação da água por percolação, pela água por condensação, pela umidade do solo ou sobre pressão unilateral ou bilateral (ABNT, 2010).

2.3.1 Manta asfáltica

De acordo com Righi (2009), a manta asfáltica desempenha função de impermeabilizante a partir da sua composição no qual é constituída de asfalto modificado com polímero armados com estruturantes especiais como filme de polietileno, véu de fibra de vidro e tela de poliéster.

A NBR 9952 (ABNT, 2014) – “Manta asfáltica para impermeabilização”, estabelece a classificação dos tipos de manta, os materiais empregados, e os ensaios necessários. De acordo com a norma, as mantas asfálticas podem ter acabamento superficial do tipo granular, geotêxtil, metálico, polietileno, areia de baixa granulometria ou plástico metalizado, podendo haver outros tipos de material desde que atenta aos requisitos estabelecidos na norma.

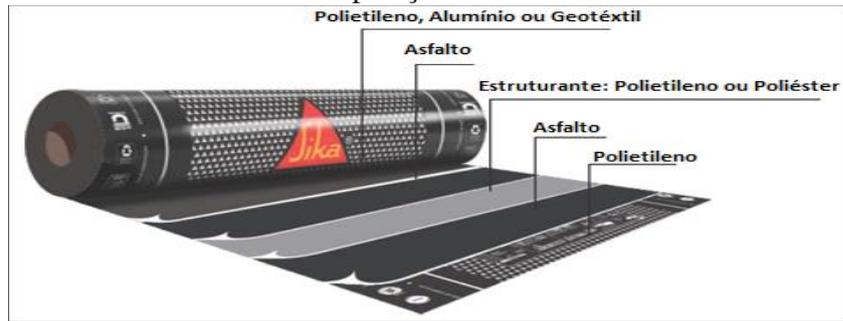
5.1 Características das mantas asfálticas

As mantas asfálticas devem possuir as seguintes características:

- a) apresentar compatibilidade entre seus constituintes: asfalto, armadura e acabamento nas mantas asfálticas autoprotégidas, de modo a formar um conjunto monolítico;
- b) suportar os esforços atuantes para os quais se destinam, mantendo-se estanques;
- c) apresentar superfície plana com espessura uniforme, de bordas paralelas, não serrilhadas;
- d) ser impermeáveis, resistentes à umidade e sem apresentar alteração de seu volume, quando em contato com a água;
- e) resistir aos álcalis e ácidos dissolvidos nas águas pluviais;
- f) apresentar armadura distribuída uniformemente em toda a sua extensão e que não se destaque, descole ou delamine ao longo do tempo (ABNT, NBR 9952, 2014, p. 3-4).

Conforme visto na FIG.15, a manta asfáltica é composta de cinco camadas, a espessura da manta pode ser de 3 ou 4 cm, dependendo dos parâmetros que pretende-se obter (ABNT, 2014).

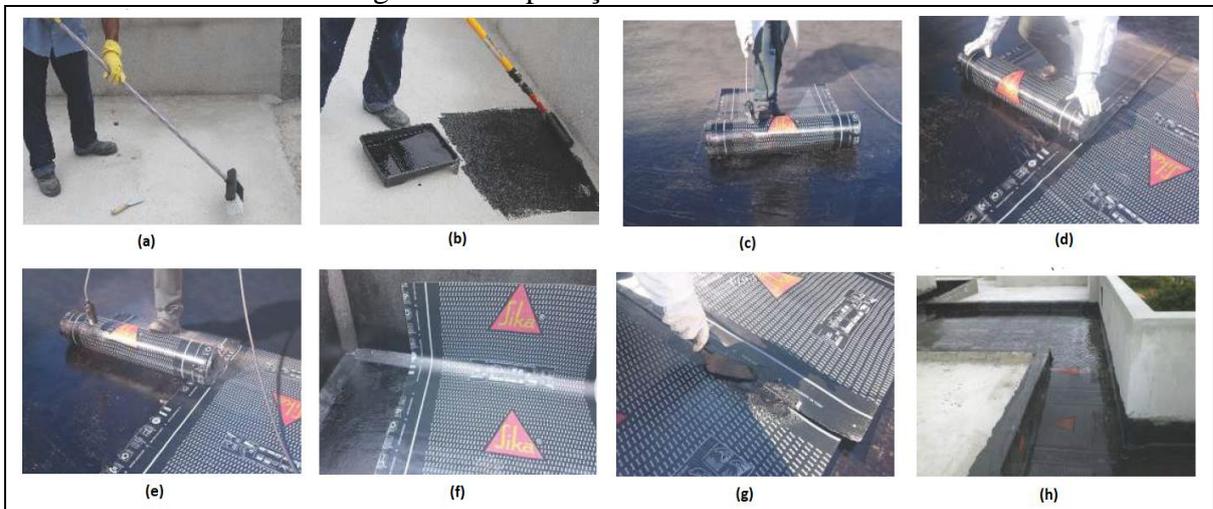
FIG. 15- Composição da manta asfáltica



Fonte: Sika (2014)

A fabricante de manta asfáltica Sika (2014), descreve em seu manual os procedimentos para aplicação da manta asfáltica. Com visto na FIG. 16, o processo de aplicação é feito por etapas. Na figura (a), tem-se que o local de aplicação da manta deve ser limpo retirando quaisquer resíduos encontrados para a aplicação do substrato. Em (b), é aplicado na superfície o substrato composto de cimento asfáltico policondensado aguardando sua cura. Após a aplicação de todo o substrato, desenrola-se a manta aos poucos queimando o filme de polietileno com o auxílio de um maçarico ou a colagem com asfalto derretido, (c). Em (d) e (e), a sobreposição entre as mantas devem ter 10 cm, para promover a aderência e permitir a estanqueidade. Na figura (f) tem-se que nos cantos de parede, deve-se aplicar a manta na base da parede para evitar infiltração. Em (g) observa-se que após a aplicação de toda a manta com uma colher de pedreiro aquecida faz-se o biselamento das emendas. Após todo o processo concluído deve-se verificar a sua estanqueidade, tampando os ralos do local, enchendo a área com aproximadamente 5 cm de água por 72 horas, verificando assim se há algum vazamento na impermeabilização, (h).

Figura 16 – Aplicação de manta asfáltica



Fonte: Sika (2014)

A manta asfáltica apresenta como vantagens a alta resistência de fissuração, capacidade de aderência, grande elasticidade, resistência a fadiga e sua espessura fixa, 3 ou 4 mm. A desvantagem da manta asfáltica está ligada a sua aplicação que necessita de um serviço especializado para sua aplicação (SOUZA; BÉ, 2014).

2.3.2 Argamassa polimérica

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), argamassa polimérica consiste em um tipo de impermeabilização industrializado, composta de agregados minerais inertes, cimento e polímeros, formando uma camada impermeabilizante.

Conforme Oliveira (2014), argamassa polímera é aplicada na forma de pintura, utilizando uma broxa (FIG. 17) ou na forma de revestimento utilizando a desempenadeira. A argamassa polimérica garante a estanqueidade sob a atuação de forças positivas e/ou negativas. É comumente utilizado o sistema bicomponente com o cimento misturado a agregados minerais, e o componente polímero. Existe também o sistema monocomponente à base de agregados selecionados e polímero modificado para uso em concreto, argamassa ou alvenaria, sendo fornecido por fabricantes pronto para o uso, sendo necessário a adição de água.

Para aplicação do produto o local de aplicação deve ser limpo, retirando todos os elementos que possa impedir a perfeita aderência do produto, retirando poeiras, nata de cimento, pinturas, pontas de ferro, restos de madeira, entre outro. A superfície deve ser umidecida com água, e de preferencia plana (SIKA, 2013).

Utilizando o material bicomponente devem-se misturar os dois componentes de forma homogênea. Para o material monocomponente apenas adiciona-se água na proporção de 0,280 l/kg (para 1 kg de argamassa adiciona-se 0,280 litros de água, ou para um saco de 25 kg do produto adiciona-se 7,0 litros de água). Na hora de misturar aconselha-se que para grandes volumes utiliza-se um misturador durante 3 minutos a baixa rotação (entre 400 e 500 rpm), já para um volume pequeno pode-se misturar manualmente por 5 minutos (SIKA, 2013).

Figura 17 – Aplicação de argamassa polimérica utilizando brocha



Fonte: Sika (2015)⁹

Conforme ensina Sika (2012)¹⁰ em seu vídeo oficial, ao aplicar o produto em paredes com umidade ascendente deve-se remover todo o revestimento comprometido até a alvenaria e a uma altura de 50 cm acima do foco máximo de umidade, limpar e umedecer o local e aplicá-la na forma de pintura. Devem-se aplicar duas demãos de forma cruzada para obter uma completa impermeabilização, após a secagem, aplica-se a argamassa de revestimento e o acabamento final.

Em áreas frias (banheiro, cozinhas, lavanderias), devido as suas características de utilização estão sujeitas a infiltração de água, logo deve-se aplicar de 2 a 3 demãos do produto, também é preciso aplicar o produto nas paredes até 1,5 metros do piso.

As vantagens da argamassa polimérica estão ligadas a suas características de resistência a pressão hidrostáticas, fácil aplicação, visto que qualquer operário prepara a mistura e executa. Porém não pode ser aplicado em estruturas elevadas como cobertura de concreto, não resiste a grandes variações térmicas, vibrações e exposição solar intensa (SOUZA; BÉ, 2014).

2.3.3 Membrana de silicone

Segundo Dias e Dias (2015), as membranas de silicone são formadas de polímeros de silicone líquido, sendo aplicadas em coberturas, lajes, pontes, viadutos, torres eólicas, dentre outros.

⁹ SIKA, 2015. Disponível em: <<https://youtu.be/HBf6XSLuIyw>>. Acesso em 27 set. 2018.

¹⁰ SIKA, 2012. Disponível em: <<https://youtu.be/5SdwdWeDL2o>>. Acesso em 27 set. 2018.

[...] As membranas de silicone para impermeabilização são também autoprotégidas, refletindo os raios solares como as demais membranas citadas neste trabalho. E, ainda, em geral possuem outras características específicas como elevada resistência às intempéries, alto poder de aderência ao substrato, elevadas tensões de tração na ruptura e alongamento percentual, elevado teor de sólidos, baixa tensão superficial, constituem sistema monocomponente, livre de solventes orgânicos, com facilidade na aplicação (sobre concreto, argamassa, metais, madeira etc.), baixo custo de manutenção, podendo serem aplicadas no reparo de/sobre outras membranas (neoprene-hypalon, acrílicas, poliuretano) e outros sistemas de impermeabilização (poliuretano, butyl, EPDM, TPO, PVC, mantas asfálticas etc.). Para o sistema de membranas de silicone a espessura indicada é de 0,6mm a 1,0 mm, e a membrana deve receber estruturante/armadura com tecido em regiões de substrato sujeito a fissuração e sobre juntas [...] (DIAS; DIAS, 2015, p. 8).

A aplicação da membrana de silicone consiste na aplicação do “primer” de base epoxídica, seguido de massa de silicone nas fissuras e trincas não estruturais. É feito o tratamento das juntas estruturais, fissuras ou transpasses de telhas com a massa de silicone, faixas de tecido de poliéster e filmes de polietileno antiaderentes, conforme FIG.18 (DIAS; DIAS, 2015).

Figura 18 – Aplicação da resina de silicone para formação da membrana impermeabilizante



Fonte: Dias; Dias (2015)

2.3.4 Emulsão asfáltica

Segundo Hussein (2013), as soluções de emulsão asfáltica são produtos compostos por misturas de asfalto, modificadas ou não por polímeros, em água ou solvente. Conforme Righi (2009), usa-se como material impermeabilizante produtos derivados do Cimento Asfáltico de

Petróleo (CAP)¹¹. Podem ser aplicados a frio na forma de pintura, devem-se aplicar as demãos do produto de forma cruzada para permitir uma perfeita impermeabilização, aguardando um intervalo de secagem entre as demãos. A aplicação do produto a quente, deve ser realizado por mão de obra especializada, visto que necessita o uso de caldeira.

Conforme a FIG. 19, aplica-se a membrana em baldrames e em fundações de concreto. Além da impermeabilização dos elementos da fundação, a Caixa Econômica Federal estabelece em seu Código de Práticas¹² que deve-se impermeabilizar as alvenarias, até 60 cm nas paredes externas no térreo e 20 cm nas paredes internas acima do piso acabado.

Figura 19 – Aplicação de emulsão asfáltica em baldrame



Fonte: Marques (2005)

2.4 Estudo de caso

Após a revisão bibliográfica, fez-se um estudo de caso das manifestações patológicas da umidade em uma residência, buscando o histórico da obra com o proprietário da edificação, com o objetivo de fazer a identificação das causas das patologias e suas devidas soluções.

¹¹ CAP é um líquido viscoso, semi-sólido ou sólido, a temperatura ambiente, que apresenta comportamento termoplástico, tornando-se líquido se aquecido e retornando ao estado original após resfriamento. Obtido através de diversos processos de destilação do petróleo, ele é quase totalmente solúvel em benzeno, tricloroetileno e em bissulfeto de carbono (BETUMEL. Disponível em: <<https://www.betunel.com.br/pdf/cap.pdf>>. Acesso em 01 out. de 2018).

¹² Código de Práticas CAIXA tem como objetivo padronizar as orientações relativas às boas práticas consagradas na construção civil, de acordo com as especificações mínimas definidas pelo Ministério das Cidades para o programa e podem ser repassadas as Entidades Organizadoras – EO que atuam no âmbito dos programas de produção habitacional operados pela CAIXA. Disponível em: < http://autogestao.unmp.org.br/wp-content/uploads/2016/03/CodPraticasCAIXA_MCMVEntidades_v003-vers%C3%A3o-atualizada-postada-no-site-julho-2016.pdf>. Acesso em 01 out. 2018.

Conforme constato no local, a edificação encontra-se em um local úmido, cercada por morro com vegetação densa e a aproximadamente 30 metros existe um brejo e uma nascente d'água, como ilustra a FIG. 20.

Figura 20 – Localização da residência em estudo



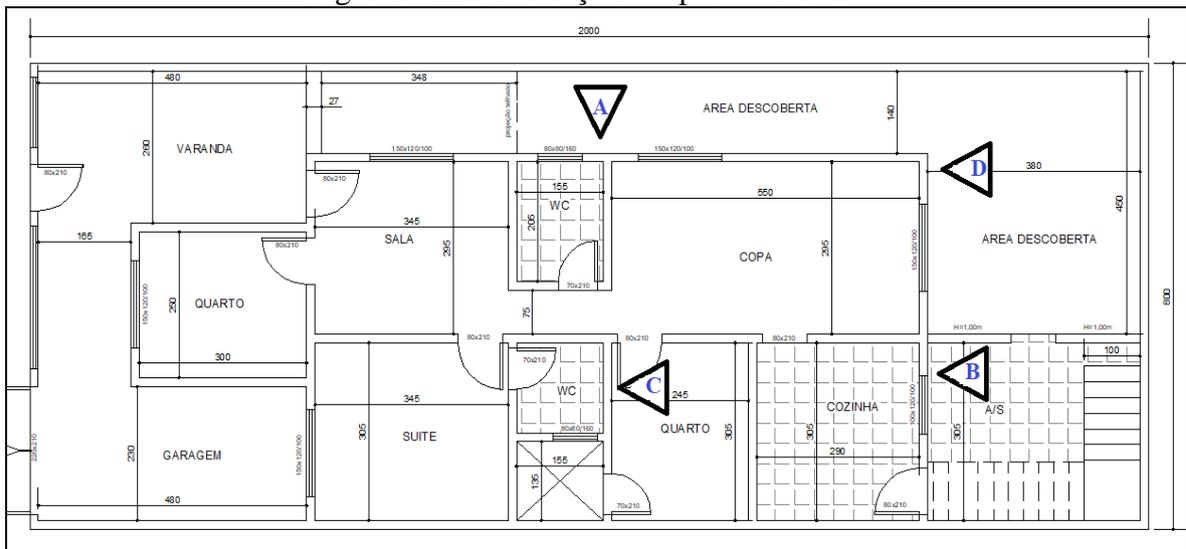
Fonte: Googlemaps (2018) ¹³

Segundo o proprietário da edificação a obra teve início no ano de 1994 e término no ano de 1996. Os primeiros problemas com umidade começou há aproximadamente 6 anos depois, com as bolhas na pintura. A fundação da edificação não possui nenhum tipo de impermeabilização e de acordo com o proprietário foi executada viga baldrame de concreto armado e contra piso, nivelando o piso com a viga baldrame e as paredes feitas de bloco cerâmico.

Depois de identificado as patologias, foram escolhidas quatro paredes que apresentam o problema para estudo, como ilustrado na FIG. 21.

¹³ GOOGLMAPS, 2018. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em 02 out. 2018.

Figura 21 – Localização das paredes analisadas



Fonte: O autor (2018)

A parede “A” (FIG. 22) mostra os problemas encontrados no lado externo da parede do banheiro, sendo indícios de umidade ascendente. Houve a tentativa de acabar com a umidade com a colocação de revestimento cerâmico até uma altura de 1,50 m, porém a umidade apareceu acima do revestimento causando o deslocamento da pintura e a desagregação do emboço.

Pode-se levar em consideração que a parede pertence ao banheiro social da casa, especificamente a parede do Box e, que juntamente com a umidade ascendente agrava as patologias.

Figura 22 – Parede “A”



Fonte: O autor (2018)

A parede “B” (FIG. 23) divide a cozinha e a área de serviço, possui o mesmo revestimento cerâmico que na parede “A” e apresenta deslocamento da pintura e do emboço, sendo indícios de umidade ascendente, podendo também ter sido agravada pelo fato do ambiente ser em área molhada.

Figura 23 – Parede “B”



Fonte: O autor (2018)

Na parede “C” (FIG. 24) constatou-se a presença de mofo, manchas, deterioração da pintura e do emboço. As evidências concluem que além da presença de umidade ascendente há no local umidade de condensação, visto que o quarto não possui ventilação adequada e é mais frio que o restante dos cômodos. O fato de fazer divisa com o banheiro não há influência, visto que, as quatro paredes do quarto apresentam o mesmo problema.

Figura 24 – Parede “C”



Fonte: O autor (2018)

A parede “D” (FIG. 25) difere das demais analisadas pelo fato da mesma se encontrar em local descoberto com constante ventilação e ação do sol. A mesma apresentou sintomas de umidade ascendente, possuindo o deslocamento da pintura e do emboço e umidade de infiltração, visto que a parede está exposta a chuva de vento potencializando a formação das patologias.

Figura 25 – Parede “D”



Fonte: O autor (2018)

2.4.1 Soluções encontradas

Após análises das patologias, recomenda-se impermeabilizar a base das paredes com produtos impermeabilizantes como a argamassa polimérica, visto que há impossibilidade técnica de intervenção na baldrame da edificação. Segundo Marques (2005), a argamassa polímera é o método mais utilizado.

Como já mencionado no estudo, deve-se remover todo o revestimento comprometido até a alvenaria a uma altura de 50 cm, acima do foco máximo de umidade, limpar e umedecer o local e aplicá-la na forma de pintura. Devem-se aplicar duas demãos de forma cruzada para obter uma completada impermeabilização, após a secagem, aplica-se a argamassa de revestimento e o acabamento final.

Vale lembrar que a aplicação do impermeabilizante deve seguir as orientações do fabricante e ser executada por mão de obra especializada.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar que as umidades de infiltração, de obra, ascensional, de condensação e acidental apresentam as mesmas manifestações patológicas, manchas, mofos, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências, gelividade, sendo fundamental o tratamento do problema, evitando o incomodo dos moradores e possíveis danos a sua saúde.

Foi possível observar os diferentes tipos e formas de tratamento da umidade: a secagem natural onde por meio da ventilação do ambiente procura-se impedir a ação da umidade, sistema de colchão de ar na base das paredes evitando a umidade ascendente, a secagem utilizando sifões atmosféricos, sistema de drenagem. Bem como se estudou os sistemas de impermeabilização, os seus diferentes tipos e métodos de execução demonstrados no corpo do trabalho.

Fez-se um estudo de caso em uma residência onde se evidenciou a atuação da umidade ascendente e de condensação nas paredes, edificação esta que não possui nenhum tipo de proteção contra a umidade, apresentando a argamassa polímera com uma solução viável para o problema.

Os sistemas apresentado, para ser executado corretamente, deve ser realizado por um profissional, seja na fase de projeto, na execução e nos reparos, para que o sistema não apresente falhas e seu objetivo seja atingindo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9575:** Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.
- _____. **NBR 9952:** Manta asfáltica para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2014.
- BARBOSA, Rafael Madeira Estevam. **Patologia da impermeabilização de edificações: aspectos técnicos e metodológicos.** Projeto de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.
- BRITO, Jorge de. **Humidade ascendente em paredes térreas de edifícios.** Tese de Mestrado – Universidade de Lisboa. Lisboa, 2003.
- CABAÇA, Sónia Carvália. **Umidade ascendente em paredes de edifícios antigos: processos de reabilitação e prevenção.** Construlink, 2002. Disponível em:<<https://www.passeidireto.com/arquivo/1182866/humidade-ascendente-em-edificios-antigos>>. Acesso em 19 out. 2018.
- DIAS, NEY; DIAS, GABRIELA. **Inovação em impermeabilização e proteção de estruturas e coberturas com membranas de silicone.** 2015.
- DO NASCIMENTO, Felipe Bomfim Cavalcante. **Corrosão em armaduras de concreto.** Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 3, n. 1, p. 177-188, 2015.
- FREITAS, Rolando Jorge Gonçalves de. **Técnicas de Tratamento/Controlo da Humidade Ascensional – Catálogo.** Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. Porto, 2014.
- HENRIQUES, Fernando M. A. **Humidade em Paredes.** 4. ed. Lisboa: LNEC, 2007. 182 p. ISBN 978-972-49-1592-0.
- HUSSEIN, Jasmin Sadika Mohamed. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão – PR.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.
- KLÜPPEL, Griselda Pinheiro; SANTANA, Mariely Cabral de. **Manual de conservação preventiva para edificações.** IPHAN / MONUMENTA / BID, 2006.
- LERSCH, Inês Martina. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- MARQUES, R. **Proteção subterrânea.** Técnica, 96 ed, mar. 2005.

MORAIS, Juliana Magna da Silva Costa. **Ventilação natural em edifícios multifamiliares do “Programa Minha Casa Minha Vida”**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, 2013.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **Tecnologia da conservação e da restauração - materiais e estruturas: um roteiro de estudos**. 4. ed. rev. e ampl. Salvador: EDUFBA, PPGAU, 2011. 243 p. ISBN 978-85-232-0923-0.

OLIVEIRA, Ibsen Sá de. **A importância da impermeabilização da viga baldrame e as patologias decorrentes da falta ou má execução da mesma**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2014.

POSSER, Natália Dilda. **Proporcionamento de argamassas para reboco de recuperação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

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

RESENDE, Zuleica de Sá. **Processos preventivos e corretivos no tratamento da umidade em construções**. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas, 2000.

RIBAS, Pedro Gomes. **Metodos para impermeabilização em base de paredes internas e externas**. Revista TechnoEng-ISSN 2178-3586, v. 2, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.cescage.edu.br/publicacoes/technoeng>> Acesso em set. 2018.

RIGHI, G. V. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Casos**. 94 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

SIKA. **Soluções Asfálticas - Mantas Asfálticas: Guia Rápido**. 2014. Disponível em: <<https://bra.sika.com/pt/solucoes-produtos/area-de-projetos/mantas-asfalticas.html>>. Acesso em set. 2018.

_____. **Ficha Técnica - Sika MonoTop®-100 Seal**. 2013. Disponível em: <https://bra.sika.com/content/brazil/main/pt/solutions_products/02/02a015/02a015sa11/02a015sa11100/02a015sa11102.html>. Acesso em set. 2018. SikaTop® 100

_____. **Ficha Técnica - SikaTop® 100**. 2013. Disponível em: <https://bra.sika.com/content/brazil/main/pt/solutions_products/02/02a015/02a015sa11/02a015sa11100/02a015sa11102.html>. Acesso em set. 2018.

SOARES, Felipe Flores. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, Daniel Augusto Silva de; BÉ, Gabriel Lemos. **Comparativo técnico entre manta asfáltica e impermeabilizante líquido**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2014.

TOLEDO, Eustáquio. **Ventilação Natural das habitações**. Alagoas, EdUFAL, 1999.

TOMAZ, Fláminia Esteves; SILVA, Willians Gavioli da. **Análise da impermeabilização em edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. UNIFEG. Guaxupé, 2015.

VERÇOZA, Enio J. **Impermeabilização na construção**. 2.ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 152 p. ISBN: 8524101024.