

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia de Materiais de Construção

Curso de Especialização em Construção Civil

**“PATOLOGIAS OCACIONADAS PELA UMIDADE NAS
EDIFICAÇÕES”**

Autor: Marcos Ferreira de Souza

Orientador: Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

Janeiro/ 2008

MARCOS FERREIRA DE SOUZA

“PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES”

Monografia apresentada à **Escola de Engenharia da UFMG** como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Construção Civil**.

Ênfase:

Avaliações e Perícias

Orientador:

Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

Belo Horizonte

2008

À minha família e amigos por todo apoio

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus pela oportunidade que tive para chegar até este ponto e pela força que me dá para sempre continuar.

Ao professor Adriano de Paula e Silva que me ajudou a construir o conhecimento necessário para a realização deste trabalho e que me apoiou, incentivou e dedicou seu tempo, indicando os caminhos a serem seguidos.

Enfim, deixo a minha gratidão a todos que participaram e contribuíram, direta ou indiretamente, pois a concretização do mesmo tem as mãos de muitos que buscaram de uma forma ou outra me ajudar.

SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS	i
LISTAS DE TABELAS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	iv
RESUMO	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Patologia de Umidades	3
1.2 Objetivos	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Água: conceitos e classificação	5
2.2 Origem da Umidade nas Construções	8
2.3 Umidade ou Infiltração no Telhado	11
2.3.1 Vazamentos na rede pluvial	11
2.3.2 Vazamentos e goteiras nos telhados	17
2.4 Vazamentos em lajes de cobertura – terraços	22
2.5 Vazamentos em pisos e paredes	28
2.6 Vazamentos em reservatórios	32
2.7 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas	33
2.7.1 Propriedades higroscópicas dos materiais de construção	34
2.7.2 Configurações típicas de trincas provocadas por movimentações higroscópicas	36
2.8 Eflorescência	40
2.9 Bolor em edifícios	43
2.10 Recomendações para prevenção da penetração de água pelas fachadas	45
3. ANÁLISE CRÍTICA	51
4. CONCLUSÃO	52
5. BIBLIOGRAFIA	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ciclo da água.....	6
Figura 2.2 – Mau desenho da calha	13
Figura 2.3 – Amassamento de calhas e uso de virolas	13
Figura 2.4 – Vazamento na união	14
Figura 2.5 – Infiltrações ocasionadas por erros em algerozes, rufos e similares..	15
Figura 2.6 – Embutimento / Dilatação de Calhas	15
Figura 2.7 – Caimento de Telhas.....	17
Figura 2.8 – Localização do parafuso de fixação das telhas de fibro-cimento.....	18
Figura 2.9 – Recobrimento das telhas de fibro-cimento	19
Figura 2.10 – Uso de tira de espuma plástica para correção de trespasse em telhas de fibro-cimento	19
Figura 2.11 – Recobrimento em telhas de fibro-cimento	20
Figura 2.12 – Corte dos cantos das telhas de fibro-cimento	20
Figura 2.13 – Deformação lenta de telhas	20
Figura 2.14 – Deformação lenta de telhas	23
Figura 2.15 – Deformação lenta de telhas	24
Figura 2.16 – Teste de verificação da impermeabilidade das juntas de dilatação.	25
Figura 2.17 –Impermeabilização de rodapé.....	25
Figura 2.18 –Impermeabilização de rodapé	26
Figura 2.19 –Impermeabilização de ralos	26
Figura 2.20 –Correção de impermeabilização de ralos	26
Figura 2.21 – Infiltração em parede	29
Figura 2.22 – Infiltração em parede	30
Figura 2.23 – Infiltração em parede	30
Figura 2.24– Infiltração em parede	30
Figura 2.25 – Infiltração em parede	31
Figura 2.26 – Foto: Infiltração em parede devido a ruptura de tubulação	31
Figura 2.27 – Movimentações reversíveis e irreversíveis do concreto, em função da variação do teor de umidade	35
Figura 2.28 – Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos	36
Figura 2.29 – Trincas nas peças estruturais	37
Figura 2.30 – Expansão dos tijolos por absorção de umidade provoca o fissuramento vertical da alvenaria	37

Figura 2.31 – Trinca vertical no terço médio da parede	38
Figura 2.32 – Destacamentos entre argamassa e componentes da alvenaria	38
Figura 2.33 – Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo	39
Figura 2.34 – Destacamento da argamassa no topo do muro	39
Figura 2.35 – Fissuração de placas de gesso em forro rigidamente encunhado nas paredes	40
Figura 2.36 – Foto: Eflorescência em encontro de vigas em pavimento de garagem	42
Figura 2.37 – Foto: Eflorescência em piso	43
Figura 2.38 – Projeto no qual a ventilação está prejudicada	44
Figura 2.39 – Circulação do ar no ambiente comprometida pelo alinhamento de porta e janela	45
Figura 2.40 – Causas de bolor em banheiro	45
Figura 2.41 – Fatores que influenciam a penetração de água pelas chuvas	46
Figura 2.42 – Micro clima em fachadas de uma edificação	47
Figura 2.43 – Geometria e dimensões das saliências introduzidas nas superfícies das fachadas	48
Figura 2.44 – Vista em corte de uma junta vertical entre dois painéis	49
Figura 2.45 – Barreira única para juntas	49
Figura 2.46 – Barreira dupla para juntas	50
Figura 2.47 – Assentamento de bloco de concreto – Barreira dupla	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Origem da umidade nas construções	10
Tabela 2.2 – Vazamentos na rede pluvial do telhado	16
Tabela 2.3 – Vazamentos pelo telhado	22
Tabela 2.4 – Vazamentos pelo telhado	28
Tabela 2.5 – Vazamentos em pisos e paredes	32
Tabela 2.6 – Vazamentos em reservatórios	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

USGS – Georgia Water Science Center – Centro de Ciência da água de Geórgia – EUA

cm – Centímetro

cm² - Centímetro Quadrado

mm – Milímetro

m – Metro

m² - Metro Quadrado

RESUMO

O presente trabalho informa a natureza dos problemas ocasionados por umidade nas edificações, as principais patologias decorrentes e mecanismos de proteção visando evitá-las. Isso é feito através de um levantamento dentro da literatura que norteia o tema. Em um segundo momento, o trabalho apresenta uma análise crítica do levantamento anterior e da realidade dentro da construção civil. A conclusão do trabalho se fundamenta na importância de se buscar uma maior durabilidade das edificações, evitando que patologias de umidade venham a danificar o patrimônio e comprometer a saúde das pessoas.

Palavras-chave: patologia; umidade; edificações; impermeabilização

1. INTRODUÇÃO

O homem vem adquirindo um conhecimento sobre a construção de edifícios desde o início da civilização, visando sempre atender suas necessidades e desejos.

Mas, em alguns casos, as construções apresentam problemas nos quesitos de durabilidade, conforto e segurança, sendo necessário procurarem soluções para esses e melhoria dessas construções.

Conforme KLEIN (1999), desde os tempos remotos, antes de Cristo, por volta de 1700 A.C., o Código de Hamurabi, trazia regras severas para os construtores, tais como:

- a) Caso algum construtor fizesse uma moradia para um homem e esta viesse a colapso, causando a morte do morador, o construtor deveria morrer;
- b) Caso quem viesse a falecer fosse o filho do morador, quem morria deveria ser o filho do construtor;
- c) Caso um escravo do proprietário da casa que morresse, um escravo do construtor também deveria falecer;
- d) Se a casa fosse destruída, o construtor deveria restaurar todos os danos por sua própria conta;
- e) Se uma moradia fosse construída e estivesse diferente das especificações e uma parede desmoronasse, o próprio construtor deveria reconstruir a parede com recursos dele próprio.

Desde o último século, vem se usando comumente o termo patologia das construções, em analogia com as enfermidades da medicina. A patologia restringe aos estudos dos danos, fazendo um estudo sistemático dos acidentes e suas causas.

Patologia, de acordo com os dicionários, é a parte da Medicina que estuda as doenças. Com a definição dada pelo portal Wikipédia, a palavra patologia é derivada do grego de *pathos*, que significa sofrimento, doença, e de *logia*, que é ciência, estudo. O Portal cita como sendo “o estudo das doenças em geral sob aspectos determinados”. O dicionário Michaelis informa que é a “Ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças”.

A engenharia veio a utilizar o termo “patologia” para estudar nas construções as manifestações, suas origens, seus mecanismos de ocorrência das falhas e seus defeitos que alteram o equilíbrio pré-existente ou idealizado.

Conforme CANOVAS (1988), a Patologia das Construções não é uma ciência moderna, mesmo que tenha se ganhado proeminência recentemente. A presença de problemas nas edificações nas primeiras casas construídas rusticamente pelo homem primitivo já eram relatadas, como se pode constatar pelo próprio Código de Hamurabi.

Ter um conhecimento da Patologia das Edificações é indispensável para todos que trabalham na construção, indo desde um operário até o engenheiro e o arquiteto. Segundo VERÇOZA (1991), quando se conhece os problemas ou defeitos que uma construção pode vir a apresentar e suas causas, a chance de se cometer erros reduz muito. O autor citado menciona que esse conhecimento é tão mais importante quanto maior a responsabilidade profissional na construção/obra.

Conforme VERÇOZA (1991), as características construtivas modernas favorecem muito o aparecimento de patologias nas edificações. Hoje, sempre se está à procura de construções que sejam realizadas com o máximo de economia, reduzindo assim o excesso de segurança, em função do conhecimento mais aperfeiçoado e aprofundado dos materiais e métodos construtivos. Com o conhecimento preciso de que até que ponto pode se confiar e utilizar um material tem-se a redução do seu consumo. Mas, com isso, o mínimo erro pode gerar diversas patologias. KLEIN (1999) ainda cita a má qualidade da mão-de-obra como favorecimento do surgimento de patologias.

Segundo este autor, a vida útil de uma construção irá depender e ser relacionada, assim como o ser humano, aos cuidados que forem tomados na fase de projeto, execução e na sua manutenção. A obra está submetida à ação de diversos agente agressivos como calor, umidade, ação de ventos, sobrecargas, que irão, com o passar do tempo, produzir sua fadiga e aparecimento de problemas em seus elementos construtivos.

1.1 Patologia de Umidades

Já a palavra Umidade, segundo o dicionário Michaelis é “qualidade do que é ou está úmido, quantidade de líquido no organismo. Relento, orvalho, garoa”.

Dentro da temática para a engenharia, relacionando com as patologias tem-se umidade como sendo “qualidade ou estado úmido ou ligeiramente molhado”, KLEIN (1999).

Conforme PEREZ (1985), a umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil. Essa dificuldade está relacionada à complexidade dos fenômenos envolvidos e à falta de estudos e pesquisas. Essa carência ainda é percebida hoje, mais de 20 anos após elaboração do trabalho do autor citado.

Os problemas de umidade quando surgem nas edificações, sempre trazem um grande desconforto e degradam a construção rapidamente, sendo as soluções caras. Conforme citado anteriormente, como fatores que geraram aumento do número e intensidade de patologias, o aparecimento freqüente de problemas ocasionados por umidade é decorrente de características construtivas adotadas pela arquitetura moderna assim como os novos materiais e sistemas construtivos empregados nas últimas décadas. Com o uso do concreto armado, as paredes passam a ter como função principal a de vedação, deixam de serem portantes, resultando assim em paredes mais esbeltas. Há também a utilização de pré-fabricados e de novos materiais que trouxeram consigo as juntas. Esse conjunto

de materiais de diferentes tipos nas fachadas e coberturas apresenta o problema de desgaste diferencial, pois cada um tem uma durabilidade específica e deste modo o envelope externo fica vulnerável (PEREZ, 1985).

Por outro lado, as técnicas de projetar trabalhos de manutenção continuaram as mesmas, dando importância por parte dos interessados na construção civil, apenas ao projeto estrutural e o das instalações elétricas e hidráulico-sanitárias. Essa postura já está sendo modificada atualmente, surgindo a cultura de realizar manutenções e investir em novas técnicas para a mesma.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral:

- Contribuir com engenheiros, arquitetos, e demais profissionais da área de construção civil, com informações que levem ao entendimento das patologias ocasionadas pela umidade nas edificações, de modo a evitá-las e, não sendo possível, ser uma base para buscar uma forma de saná-las.

E possui os seguintes objetivos específicos:

- Indicar as origens da umidade nas edificações e a natureza dos problemas ocasionados;
- Citar as principais patologias decorrentes;
- Apresentar alguns mecanismos de proteção visando evitar patologias ocasionadas pela umidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Água: conceitos e classificação

Para um melhor entendimento sobre a ação da água é necessário conhecer e relembrar alguns conceitos.

Segundo KLEIN (1999), a qualidade da água está diretamente ligada a sua origem e a sua história. Deste modo, as águas naturais apresentam qualidades perfeitamente características de mananciais. Mas as águas provenientes do mesmo manancial poderão apresentar variações referentes em sua qualidade, dependendo das substâncias solúveis encontradas e também de sua capacidade de transportá-las em suspensão.

As águas naturais possuem um ciclo, que é contínuo. O vapor de água, evaporado dos oceanos e mares e de outras superfícies hídricas, armazenado sobre a forma de nuvens de vapor, precipita-se em forma de chuva, neve ou granizo.

Uma parte da água que vem da precipitação e que cai no solo é utilizada pela vegetação, outra parte é evaporada e outras ou são absorvidas pelo solo (formam aquíferos) ou escorrem através da superfície, originando rios e lagos, que irão desaguar nos oceanos e mares, fechando deste modo o ciclo. Este ciclo pode ser observado na figura da página a seguir (2.1).



Figura 2.1 – Ciclo da água - Adaptada de USGS (2008)

Assim, conforme KLEIN (1999), as águas podem ser classificadas como:

a) água de chuva e neve

b) água de superfície

- Cursos de água
- Lagos
- Reservatórios de acumulação (barragens)

c) água subterrânea

- Fontes
- Poços rasos
- Poços profundos

A qualidade da água, segundo o autor citado anteriormente, varia conforme a origem. É pura quando está sobre a forma de vapor armazenada em nuvens. Quando ela sofre precipitação, ela absorve o oxigênio, dióxido de carbono e outros gases que estão presentes no ar, inclusive poeira, fumaça e algumas emanções odoríferas. Por esses últimos componentes, a água proveniente de

chuva nos campos é mais limpa do que a das regiões urbanas. A saturação de oxigênio, e a brandeza são características da água de chuva, mas esta também é insípida ao paladar e dependendo da atmosfera local, pode ser ácida (chuvas ácidas decorrentes de atmosféricas poluídas).

O autor ainda informa que as águas de superfície, as quais são constituídas por cursos de água, lagos e reservatórios, possuem sua qualidade definidas pelo tipo e área da bacia hidrográfica, pela geologia e pela topografia da região, pela extensão e natureza das alterações realizadas pelo ser humano, pela época do ano e pelas condições do tempo. O esgoto e os despejos industriais lançados em mananciais superficiais interferem na qualidade da água, principalmente de áreas onde a concentração urbana é grande.

Parte da chuva, que cai na superfície, percola na terra e vira água subterrânea (ver figura anterior). Ao efetuar essa percolação, a água irá dissolver substâncias orgânicas e inorgânicas provocando modificações na qualidade da mesma. Um fator importante a ser considerado é a condição sanitária nas vizinhanças da fonte de água subterrânea, pois uma poluição existente no lençol freático possui um alto grau de seriedade. O uso de fertilizantes, comuns nas zonas rurais, pode também contaminar as águas subterrâneas (KLEIN, 1999).

Para escolher qual a qualidade da água a ser utilizada deve-se definir qual será a sua finalidade de uso. De um modo geral, utiliza-se água potável em construções, sendo, portanto, livre de contaminações ou poluições. Porém, há casos de utilização de água de mananciais ou fontes localizadas nas redondezas do canteiro de obras, devendo a qualidade ser testada em laboratório de modo que não se tenha contaminação dos materiais de construção utilizados.

2.2 Origem da Umidade nas Construções

Na construção civil, os defeitos mais comuns são decorrentes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade. Esses defeitos geram problemas bastante graves e de difíceis soluções, tais como:

- Prejuízos de caráter funcional da edificação;
- Desconforto dos usuários e em casos extremos os mesmos podem afetar a saúde dos moradores;
- Danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações;
- E diversos prejuízos financeiros.

Os problemas de umidade podem se manifestar em diversos elementos das edificações – paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado, etc. Geralmente eles não estão relacionados a uma única causa.

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

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

Têm-se as seguintes origens as umidades nas construções, conforme VERÇOZA (1991):

- Trazidas durante a construção;
- Trazidas por capilaridade;
- Trazidas por chuva;
- Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas;
- Condensação.

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

Em se tratando da umidade por capilaridade, os autores citados anteriormente, expõem que se trata da umidade que sobe do solo úmido (umidade ascensional). Ela ocorre nos baldrame das edificações, devido às próprias condições do solo úmido, assim como a falta de obstáculos que impeçam a sua progressão. Também ocorre devido aos materiais que apresentam canais capilares, por onde a água passará para atingir o interior das edificações. Têm-se como exemplos destes materiais os blocos cerâmicos, concreto, argamassas, madeiras, etc.

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). Este tipo de umidade pode ocorrer ou não com as chuvas. O simples fato de ocorrer precipitação, não implica em patologias de umidades com esta causa.

Sobre a origem devido aos vazamentos de redes de água e esgoto, VERÇOZA (1991) comenta que é de difícil identificação do local e de sua correção. Isso se deve ao fato destes vazamentos estarem na maioria das vezes encobertos pela construção, sendo bastante danosos para o bom desempenho esperado da edificação.

Já a umidade de condensação possui uma forma bastante diferente das outras já mencionadas, pois a água já se encontra no ambiente e se deposita na superfície da estrutura e não mais está infiltrada.

Na tabela abaixo se tem a relação das origens com os locais onde podem ser encontradas:

Tabela 2.1 – 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 Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999

2.3 Umidade ou Infiltração no Telhado

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. Estes vazamentos, dentre os demais que serão citados nas próximas páginas, são os mais fáceis de localizar e de efetuar a correção, segundo VERÇOZA,1991.

2.3.1 Vazamentos na rede pluvial

Conforme VERÇOZA (1991) são bastante comuns os vazamentos em calhas, condutores, algerozes e outros aparelhos que são utilizados com a finalidade de se coletar a água vinda de chuvas. Estes vazamentos são manifestados através de manchas nos forros ou paredões que lhe ficam abaixo, assim como por goteiras.

Nesse tipo de vazamento, a localização, a identificação e o diagnóstico deste defeito é muito simples, podendo se feito através de uma inspeção visual logo após uma chuva. Mas, conforme o autor citado anteriormente, através de um teste pode-se constatar o problema sem a presença de chuva. Para isso basta dividir a calha em trechos com buchas de pano e papel formando barreiras, represando a água. Em seguida, se enche cada trecho de uma vez, observando possíveis vazamentos e a causa dos mesmos.

Caso fique verificado que o motivo são soldas incompletas ou danificadas, a solução será uma nova solda no local. Para garantir uma maior segurança, é aconselhável acrescentar uma cinta envolvendo a parte que estava com vazamento.

A ferrugem de pregos pode causar furos nas calhas. Nesta situação, uma nova solda pode não trazer resultado. Aconselha-se a efetuar a troca de toda a peça.

Mas existe um tipo de vazamento em calhas e em condutores que não é verificado com este teste de inspeção por trecho: 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. A solução desse tipo de vazamento será a troca da peça inteira por uma com maior seção, que irá suportar uma maior quantidade de água. Para se determinar o tamanho da seção é necessário recorrer a um cálculo de hidráulica. Segundo VERÇOSA, 1991, em média, quando se tem um caimento de 1%, a seção útil da peça (calha) deverá possuir no mínimo a 1 cm² de seção por m² de projeção horizontal do telhado, mas levando em consideração situações que podem requerer outros valores, principalmente porque para áreas pequenas o valor é pouco e para áreas grandes é excessivo.

Não é incomum casos que podem ocorrer em que o caimento encontra-se invertido, ou com bacias de acumulação. Essas situações apresentadas também terão como consequência, em chuvas fortes, o extravasamento de água.

Na tabela a seguir são relacionados os principais locais de vazamento e em que fase foi originado o problema, assim como sua causa e manifestação.

Outro problema, que pode não ser observado em algumas situações, é o fato do desenho das calhas estarem mau feito. O lado interno delas pode estar mais baixo que o externo, onde haverá extravasamento para dentro no caso de transbordo. A figura a seguir ilustra este caso.

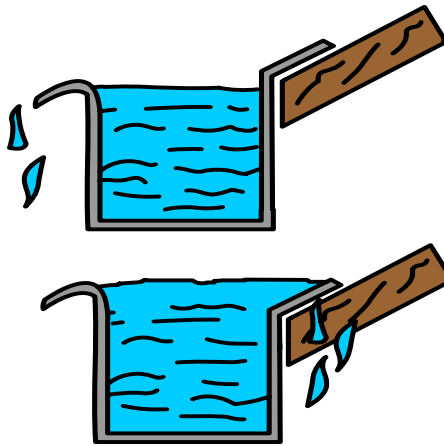


Figura 2.2 – Mau desenho da calha – Adaptada de VERÇOZA, 1991

A entrada dos condutores, o colarinho, pode também se apresentar entupida. Isso pode acontecer com uma alta frequência, devido ao acúmulo de folhas de árvores, de papéis e até por ninhos de passarinhos.

O amassamento das calhas pode gerar vazamentos. Mesmo possuindo uma ótima seção, quando forem abertas, naturalmente ou acidentalmente, elas terão a seção insuficiente. Devido a este fato, é aconselhado que as bordas das calhas tenham uma virola ou uma melhor situação, ou possuam virolas com reforço com fio de aço. Também, após um intervalo de espaços é interessante acrescentar uma chapa fina ligando às faces opostas da calha. Ver figura abaixo.

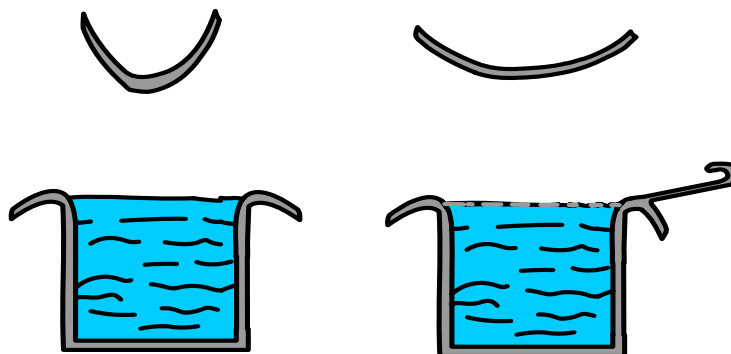


Figura 2.3 – Amassamento de calhas e uso de virolas – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Os condutores (tubos pluviais) apresentam como problema comum o entupimento. Um teste que pode ser realizado é a inspeção simples, nos mesmos moldes da citada anteriormente para calhas. Um defeito pouco freqüente, mas que, quando surge, pode trazer conseqüências graves, é o vazamento no tubo, principalmente quando ele se encontra embutido na alvenaria. A mancha fica abaixo do local onde a água vaza. Isso se deve ao fato de que a água corre entre o condutor e a parede e o problema tenha se manifestado em outra região. Para detectar esse caso, devem ser realizados sondagens e testes em pontos cada vez mais superiores desde a mancha.

Estes vazamentos nos tubos são gerados por furos, soldas realizadas erradamente, quebraduras, etc., e são casos idênticos às calhas, devendo ser adotadas as mesmas soluções para os tubos.

Vazamentos nas uniões de tubos de ponta-e-bolsa podem acontecer quando há um grande volume de água (em chuvas fortes). Este maior volume sobe no tubo e extravasa na união, conforme a figura abaixo que mostra muito bem a situação. Isso pode ser evitado com uma perfeita selagem da parte mencionada.

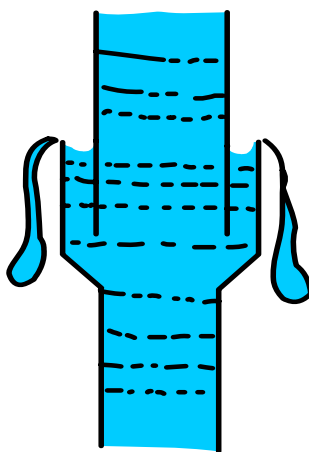


Figura 2.4 – Vazamento na união – Adaptada de VERÇOZA, 1991

A ilustração a seguir mostra as infiltrações ocasionadas por erros em algerozes, rufos e similares. Elas são encontradas no momento em que se lança água sobre as paredes em que estão fixadas. Os erros mais freqüentes são falta de embutimento nas alvenarias, quebra de argamassa de fixação, curtas de mais e caimento insuficiente. Em rincões é freqüente a infiltração por trespasse pequeno.

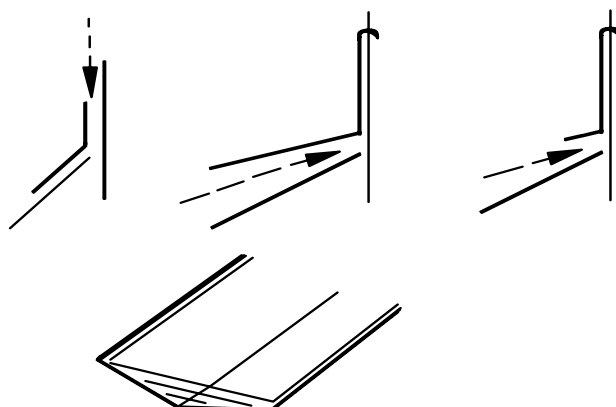


Figura 2.5 – Infiltrações ocasionadas por erros em algerozes, rufos e similares – Adaptada de VERÇOZA, 1991

O autor ainda cita o fato de que os elementos possuem diferentes dilatações, principalmente por serem feitos de diferentes materiais (calhas, alvenarias e madeiras). Com isso, as calhas não devem ser embutidas diretamente na alvenaria. Conforme pode ser visto na figura abaixo (2.6), devem ser fixadas de forma que tenham uma livre dilatação. Caso continuem embutidas na alvenaria, poderá acontecer o estouro do reboco, gerando um caminho para entrada de água, gerando diversas patologias.

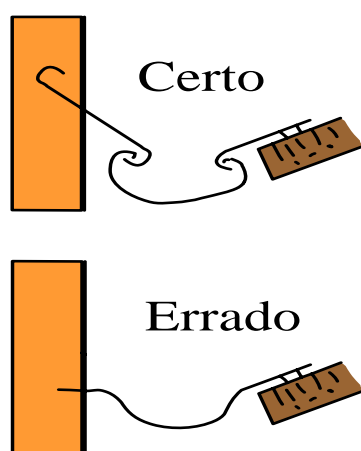


Figura 2.6 – Embutimento / Dilatação de Calhas – Adaptada de VERÇOZA, 1991

A tabela a seguir relaciona os possíveis locais com a fase onde podem ter sido gerados os erros, com suas causas e manifestações.

Tabela 2.2 – Vazamentos na rede Pluvial do Telhado

Locais de Vazamento	Erros de	Causas	Manifestações
<p>Calhas</p> <p>Tubos de queda (condutores)</p> <p>Algerozes</p>	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Seção insuficiente para a vazão nas calhas e condutores 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas nos forros e paredes • Goteiras • Escorrimento de águas pelas paredes • Mofo • Prevenção de vegetação nas calhas
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Soldas incompletas ou rompidas • Pouco caimento para escoamento da água • Calhas sem apoio • Uniões inadequadas nos tubos de queda • Trespases insuficientes em algerozes, rufos, etc • Fixação insuficiente das algerozes nas paredes 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Degradação dos materiais utilizados (oxidação das calhas) • Furos nas calhas e condutores • Entupimento por detritos (folhas, papel, etc) • Amassamento das calhas 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa Qualidade 	

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999

2.3.2 Vazamentos e goteiras nos telhados

A área coberta pelas telhas deveria ser estanque, porém os telhados apresentam diversos vazamentos sendo contrário a esta propriedade. Há vazamentos conforme VERÇOZA (1991), que ocorrem em determinados tipos de telhas e outros que são comuns a todos os tipos.

Um defeito comum que acontece é o caimento inadequado: as telhas possuem ângulos limites, fora dos quais os vazamentos são improváveis. Diversos fatores influenciam estes ângulos, tais como: sistema de fixação das peças, sistema de encaixes longitudinais e laterais, impermeabilidade das telhas, etc.

A figura a seguir ilustra dois casos: caimento exagerado e caimento pequeno. No primeiro, a telha pode chegar a se soltar dos encaixes e cair com a ação dos ventos. Já no segundo caso, o vento chega a forçar a entrada de água para dentro do telhado, conforme pode ser visto pela indicação da seta na imagem (figura 2.7). O caimento deve ser o primeiro fator a ser observado quando ocorrer com freqüência muitas goteiras.

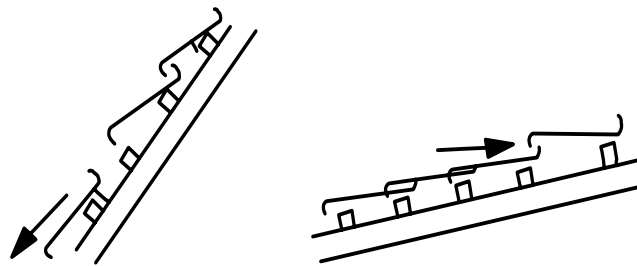


Figura 2.7 – Caimento de Telhas – Adaptada de VERÇOZA, 1991

A qualidade das telhas também faz diferença na contribuição pra vazamentos. Telhas porosas, finas demais, ou até mesmo tortas. Estes defeitos de qualidade da telha são facilmente identificados através de ensaios simples, observando sempre o que as normas informam. A utilização de pintura com vernizes impermeabilizantes é uma saída, assim como a alteração do caimento, sendo, porém, solução geralmente mais cara.

O autor coloca um ponto interessante: esses defeitos relatados no parágrafo anterior podem desaparecer com o tempo. Isso ocorre por causa da colmatação pelo pó, limo, etc.

O mofo é um defeito muito constante em telhados, interferindo nas características estéticas dos mesmos. A pintura será uma saída prática para esta patologia. Mais à frente será abordado o mofo dentro de patologias de umidade.

O madeiramento mau feito também é um problema que contribui para vazamentos. Quando este é fraco, gera flechas que irão deixar as telhas fora de seu plano, contribuindo para o aparecimento de goteiras.

Conforme VERÇOZA (1991), nos telhados de telhas de fibro-cimento são freqüentes os vazamentos por fissuras nas peças. Aconselha-se então a trocar a telha danificada. Outro problema são os parafusos mal colocados e/ou má vedação dos furos de passagem, uma falha de projeto/execução deste tipo implica na substituição da peça. O autor traz a informação de que os parafusos devem sempre estar na parte elevada das ondas (observar a figura a seguir, 2.8), nunca na parte baixa.

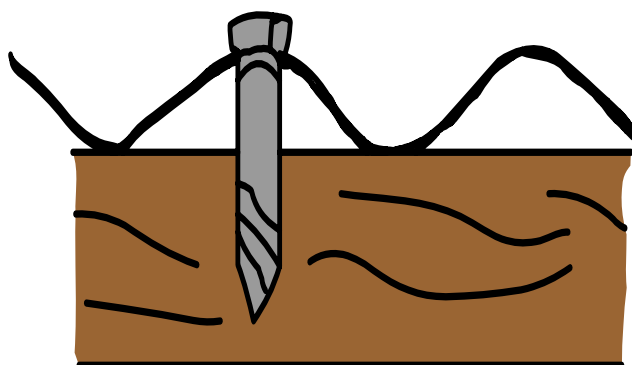


Figura 2.8 – Localização do parafuso de fixação das telhas de fibro-cimento – Adaptada de VERÇOZA, 1991

O recobrimento pequeno é outro problema comum nos telhados de fibro-cimento. Assim, deve-se adotar um recobrimento tanto no sentido lateral como no longitudinal, conforme ilustrado na figura 2.9.

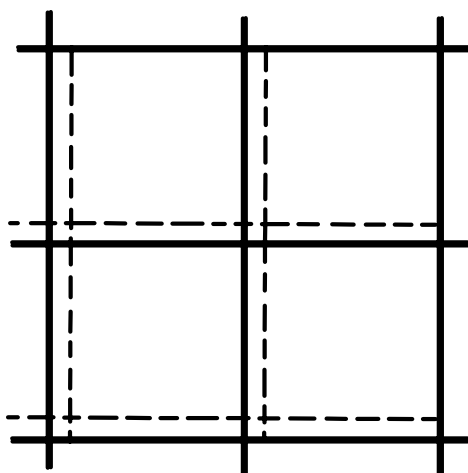


Figura 2.9 – Recobrimento das telhas de fibro-cimento – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Os caimentos podem variar de poucos graus e ir até a posição vertical, desde que observados as normas e os catálogos dos fabricantes. Quando os trespases não são levados em consideração, ocorrem os problemas de infiltração. Quando este problema acontece, a solução é aumentar o trespasse. Isso pode ser feito através do acréscimo de novas telhas (que é caro) ou a colocação, entre as peças, de uma tira de espuma plástica embebida em alcatrão, bem prensada. VERÇOZA (1991) sugere afrouxar-se um pouco a telha que está na parte superior para que se possa acrescentar a tira dita, sempre acompanhando a ondulação das telhas. Isso pode ser mais bem exemplificado na figura a seguir.

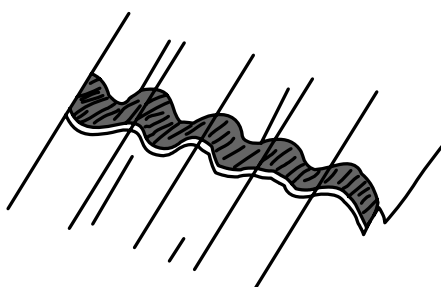


Figura 2.10 – Uso de tira de espuma plástica para correção de trespasse em telhas de fibro-cimento – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Também deve ser observado o recobrimento das telhas, sendo no sentido lateral, nunca se deve recobrir menos de uma onda (ilustrado na figura a seguir, 2.11).

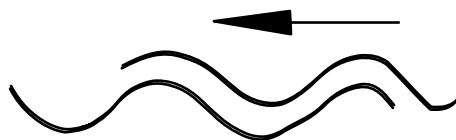


Figura 2.11 – Recobrimento em telhas de fibro-cimento – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Sobre a figura acima, a colocação deve ser realizada de forma que a fresta permaneça voltada para a direção contrária da ação dos ventos dominantes.

A próxima figura indica um ponto importante indicado nos catálogos dos fabricantes de telhas que é o de cortar os cantos das mesmas. Isso evita o aparecimento rápido de fissuras e goteiras.

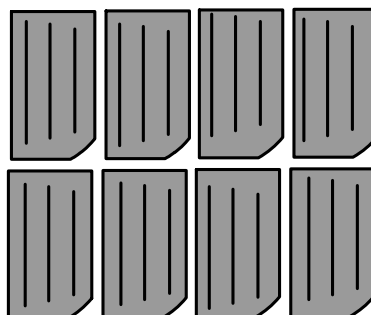


Figura 2.12 – Corte dos cantos das telhas de fibro-cimento – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Outro defeito que pode acontecer e que é citado pelo autor mencionado é o da deformação lenta, que faz com que as telhas verguem em vãos exagerados. Isso é freqüente em telhados que possuem telhas auto-portantes, em telhas muito longas e nos balanços (ver figura abaixo).

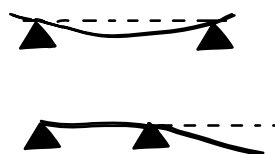


Figura 2.13 – Deformação lenta de telhas – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Os telhados de telhas metálicas podem apresentar problemas idênticos ao de telhas de fibro-cimento. Mas podem apresentar um defeito particular deste material, que é o de ferrugem, a qual pode ser originada quimicamente ou eletroquimicamente. Neste caso, a solução segundo VERÇOSA (1991) é a troca.

Em se tratando de telhas, de forma geral, tem de ser levado em consideração que elas são feitas de materiais e que estes apresentam suas próprias patologias, deste modo, conhecendo-se bem o material que será empregado, pode-se evitar o surgimento de vazamentos oriundos de defeitos citados anteriormente.

A tabela da próxima página traz a relação das causas das manifestações patológicas, com a fase onde ocorre e as causas para os diversos tipos de telhas.

Tabela 2.3 – Vazamentos pelo Telhado

Tipos de Telhas	Erros de	Causas	Manifestações
De barro cozido • Tipo francesa • Colonial • Planas	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Caimento inadequado para o telhado <ul style="list-style-type: none"> ➤ Muito Alto – Telha Escorrega ➤ Muito Baixo – Penetra água no trespassse • Dimensionamento incorreto da estrutura do telhado (flechas exageradas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Goteiras • Apodrecimento do madeiramento • Mofo na superfície inferior da telha • Fungo sobre a telha • Manchas de umidade • Eflorescência • Ruptura por congelamento
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Madeiramento mal executado • Fixação inadequada das telhas • Falta de imunização contra cupim do madeiramento • Sistema de encaixes longitudinais e laterais inadequados 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade das telhas: porosas, muito finas, empenadas, tamanhos variáveis 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Telhas quebradas ou fissuradas • Telhas com fungos e com degradação • Telhas fora de posição (escorregamento) 	
De fibrocimento • Onduladas • Calhetões	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Caimento inadequado • Trespases laterais e longitudinais insuficientes • Deformação lenta da telha produzindo flexão da mesma 	<ul style="list-style-type: none"> • Goteiras • Apodrecimento de madeiramento • Acúmulo de água por deformação lenta • Mofo na superfície inferior • Fungos sobre a telha • Fissura na telha
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Fixação inadequada das telhas colocando mal o parafuso (na parte baixa da onda) ou sem vedação nos furos de fixação • Trespases inadequados 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade: muito finas, grande deformação lenta 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Telhas quebradas ou fissuradas • Telhas com fungos e mofo 	
Metálicas Onduladas Auto-portantes	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Caimento inadequado • Trespases inadequados • Madeiramento mal dimensionado 	<ul style="list-style-type: none"> • Amassamento • Corrosão • Gotejamento • Manchas
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Pregos de fixação mal colocados e sem vedação • Disposição errada das telhas • Trespases errados 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade, muito finos, pouco resistente 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Sem pintura protetora • Telhas com furos pela oxidação 	

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999

2.4 Vazamentos em lajes de cobertura - terraços

O grande problema que contribui para vazamentos em lajes de cobertura e terraços é o defeito na impermeabilização.

A impermeabilização neste caso é mal feita 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. Caso a resposta seja negativa sobre a existência do sistema, a solução será realizá-la por completo e com perfeição para a não ocorrência de problemas futuros.

Conforme VERÇOZA (1991), caso exista impermeabilização, deverão ser realizadas duas verificações. A primeira consiste em verificar se paredes e platibandas adjacentes possuem rachaduras. Conforme o autor, na maioria das vezes, a água entra pela rachadura da platibanda e vai para baixo do sistema de impermeabilização, onde ocorrem e aparecem os sintomas idênticos à impermeabilização perfurada. A correção a ser feita deverá adotar mástiques próprios para a situação com epóxi ou argamassa expansiva.

O caso citado no parágrafo anterior pode ser visualizado na figura abaixo.

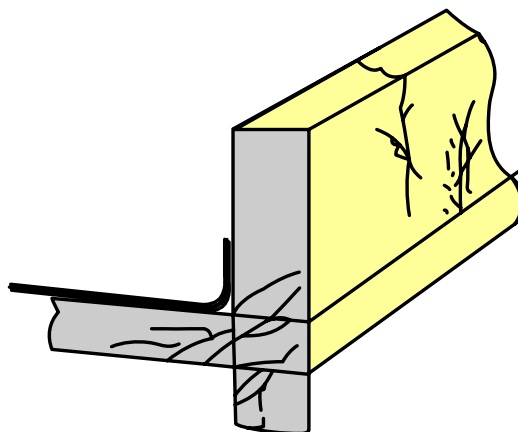


Figura 2.14 – Deformação lenta de telhas – Adaptada de VERÇOZA, 1991

A segunda verificação é nas redes pluviais ou hidráulico-sanitárias. Geralmente essas tubulações, conforme o autor comenta, correm dentro da laje ou entre duas lajes e apresentam vazamentos, ou estes acontecem nas ligações entre ralos e tubulações.

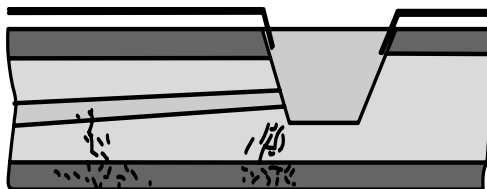


Figura 2.15 – Deformação lenta de telhas – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Em se tratando de redes pluviais, as manchas de umidade só aparecem nos dias de chuva ou logo após, levando a deduzir que se trata de defeito de impermeabilização. Um teste prático é colocar uma mangueira dentro do ralo, em quantidade definida em que o ralo fique cheio de água, mas não chegue a tingir o nível de extravasamento. Caso as duas verificações não identifiquem a causa da infiltração, o autor conclui que esta deve estar na impermeabilização. Constatando que há vazamento, um outro teste deve ser realizado para descobrir se está ocorrendo no ralo ou na tubulação. A maneira de fazê-lo é bem simples: fecham-se as saídas do ralo e enche-o de água até o limite. Após certo tempo, observa-se o aparecimento de mancha. Caso seja positivo, o problema é no ralo; caso contrário, tubulação.

Grande parte dos defeitos de impermeabilização acontece nas juntas de dilatação. Com o conhecimento desta informação, deve-se então efetuar um teste primeiramente sobre as mesmas. Este teste consiste na construção de uma barragem com tijolos, a qual será cheia com água. Caso ocorra vazamento, as juntas deverão ser calafetadas e um profissional deverá ser chamado. A figura (2.16) na próxima página ilustra o teste mencionado.

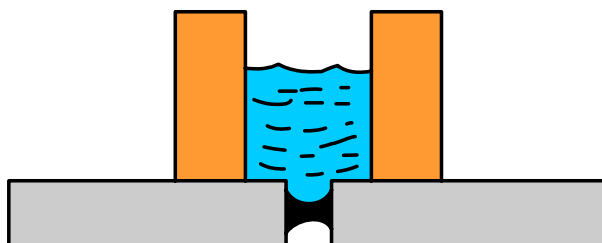


Figura 2.16 – Teste de verificação da impermeabilidade das juntas de dilatação – Adaptada de VERÇOZA, 1991

VERÇOZA, 1991, relata que a segunda maior causa de defeitos em impermeabilização é devido a rodapés mal executados. Toda impermeabilização de lajes tem de possuir remate, nas platibandas e paredes vizinhas, por um rodapé que estenda até 30cm ou 20cm acima do piso depois de pronto. Quando isso não é feito, segundo o autor, a água penetra sob a impermeabilização. Deste modo, o rodapé deve ficar bem fixado, com a dobre arredondada (as maiores tensões ocorrem nas quinas, local onde certamente a impermeabilização poderá quebrar).

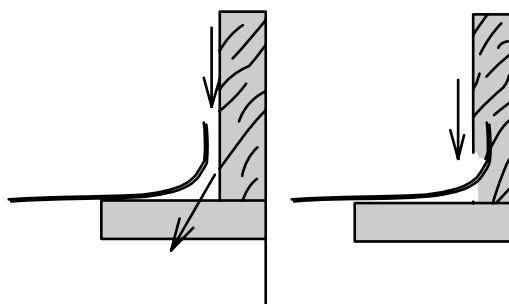


Figura 2.17 –Impermeabilização de rodapé – Adaptada de VERÇOZA, 1991

A seguir, a próxima figura (2.18) ilustra a melhor forma de fixar um rodapé (imagem da esquerda). A central indica a fixação por chapas de fibro-cimento aparafusadas e a da direita, mostra com embutimento em canaletas. Em todos os três casos é de suma importância não deixar que ocorra aristas vivas, pois, conforme VERÇOZA (1991), “em impermeabilização, ângulo vivo é fatal”.

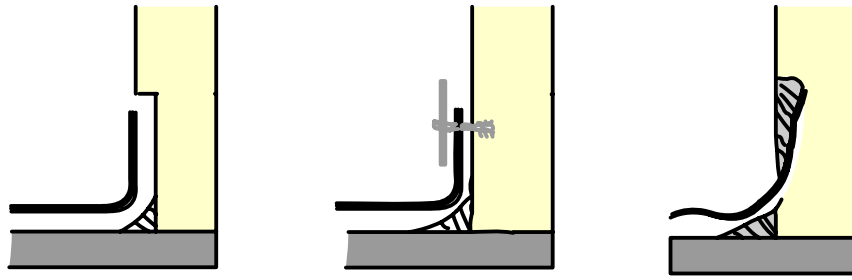


Figura 2.18 –Impermeabilização de rodapé – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Outro ponto de falhas em impermeabilização é nos ralos pluviais e outras passagens de tubulações. Ele afirma que os ralos devem sempre se situar sob a impermeabilização, esta deve penetrar uns 10cm para dentro deles e permanecer fixada em todo o perímetro, conforme dito anteriormente, sem arestas vivas.

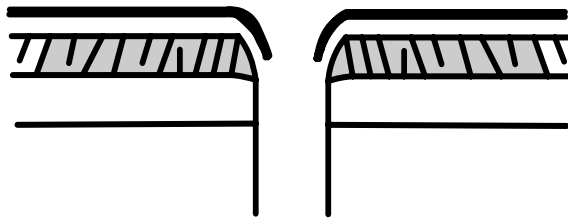


Figura 2.19 –Impermeabilização de ralos – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Na correção da impermeabilização de um ralo com emulsão, quando for refeita, deve-se realizar a proteção dentro e em torno do ralo, adotando-se uma área de 1m². Esse procedimento é para garantir que não ocorrerá vazamento entre as duas impermeabilizações (ver figura a seguir).

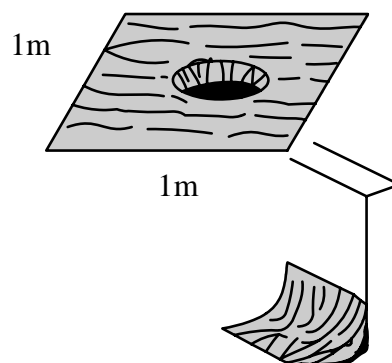


Figura 2.20 – Correção de impermeabilização de ralos – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Dependendo do tipo de impermeabilização a ser feita ou corrigida, é de suma importância o material a ser utilizado. A correção do sistema deve ser feita, utilizando o mesmo material da impermeabilização de origem. Quando os vazamentos forem generalizados e constatar falha do sistema escolhido, a impermeabilização deverá ser toda refeita.

VERÇOZA (1991) afirma que a correção de defeitos em impermeabilização deve ser feita no nível apropriado, sendo este abaixo do contra piso protetor.

Qualquer impermeabilização deverá ser protegida com piso ou contra piso, mesmo que ela não sofra cargas de trânsito. Os raios solares incidindo sobre o sistema impermeabilizante o estragam.

A tabela (2.4) a seguir exhibe as fases em que ocorrem os erros, suas causas e manifestações patológicas correspondentes às infiltrações relatadas neste item do trabalho.

Tabela 2.4 – Vazamentos pelo Telhado

Erros de	Causas	Manifestações
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de impermeabilização • Escolha de materiais inadequados • Dimensionamento inadequado para o escoamento das águas pluviais • A não consideração do efeito térmico sobre a laje • Pouco caimento para o escoamento das águas 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas • Mofo • Gotejamento • Corrosão das armaduras da laje • Lixiviação do concreto • Descolamento de cerâmicas do piso • Desagregação do revestimento do forro
Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Execução inadequada da impermeabilização • Mal execução das juntas • Rodapés mal executados – arremate inadequado da impermeabilização na platibanda ou muro • Acabamento mal executado no entorno de ralos ou passagem de tubulações pela laje • Ralos quebrados 	
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Rachaduras da platibanda provocam a penetração de água por baixo da impermeabilização • Materiais de baixa qualidade • Materiais inadequados 	
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento de redes pluviais ou hidráulico-sanitários por tubulação furada ou rachada • Entupimento de ralos • Ruptura da impermeabilização • Ruptura de ladrilhos cerâmicos • Ralos quebrados 	

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999

2.5 Vazamentos em pisos e paredes

Segundo KLEIN, 1999, a umidade em parede e pisos pode se originar conforme esses três meios:

- Por vazamentos pela ruptura de canalizações de água fria, quente, esgoto pluvial, cloacal;
- Pela penetração de água da chuva;
- Pela percolação de água oriunda do solo, por ascensão capilar.

Um tipo de infiltração em parede, de acordo com VERÇOZA (1991), é o que acontece em muros e platibandas na parte superior. As manchas aparecem nos forros, bem junto à parede, ou na própria. Na figura abaixo, pode-se constatar esse fato.

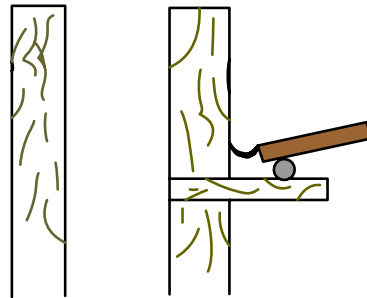


Figura 2.21 – Infiltração em parede – Adaptada de VERÇOZA, 1991

É de fácil percepção essa mancha pela sua posição elevada. A solução para este caso será o capeamento do cimo da parede, que poderá ser realizado com uma cerâmica apropriada, com chapas metálicas ou com telhas cumeeira.

Outra forma de vazamento em paredes é o tipo de umidade generalizada, quase permanente que acontece logo após chuvas vindas de determinadas direções. Uma causa poderia ser o reboco poroso, outra o reboco salpicado, que é capaz de reter água, que irá atravessar a parede. Em se tratando de paredes de tijolo à vista, a causa de infiltração é devido às juntas mal feitas. Na figura abaixo, esta situação é exemplificada.

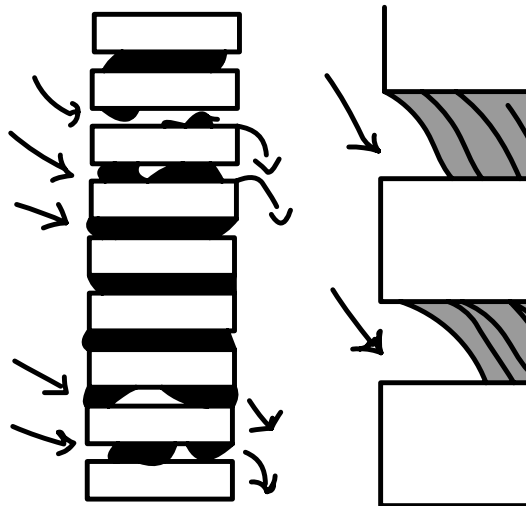


Figura 2.22 – Infiltração em parede – Adaptada de VERÇOZA, 1991

A próxima figura (2.23) ilustra manchas circulares em paredes rebocadas. Essa presença indica que ali naquele ponto está faltando tijolo: somente recebeu a argamassa de revestimento.



Figura 2.23 – Infiltração em parede – Adaptada de VERÇOZA, 1991

No caso das manchas serem sinuosas, conforme a figura a seguir, há indicação de que existe uma rachadura na parede e que esta deve ser corrigida.

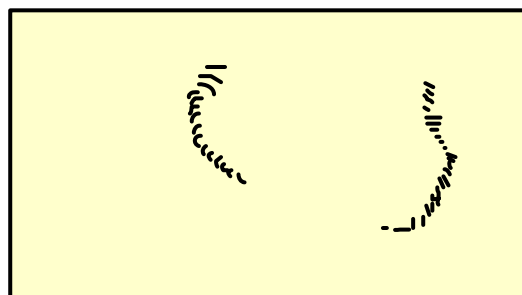


Figura 2.24– Infiltração em parede – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Manchas também sobre o peitoril das janelas são devido à inexistência ou à falta de tijolos sobre as mesmas (ver figura abaixo).

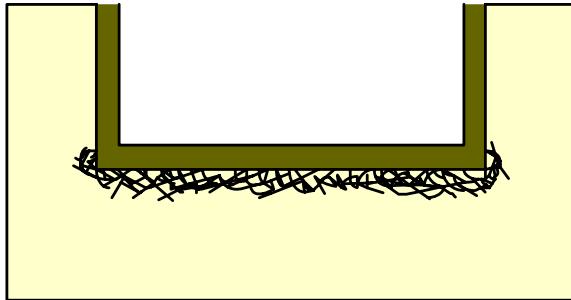


Figura 2.25 – Infiltração em parede – Adaptada de VERÇOZA, 1991

Outro tipo de infiltração bastante encontrado em parede é a umidade que sobe do solo por capilaridade, quando não há impermeabilização da base da parede ou em casos que a mesma é mal feita.

Existe ainda um tipo de umidade que aparece e engana leigo. Trata-se da umidade de condensação, presente em cozinhas, garagens, banheiros, áreas com pouca ventilação. A solução para estes casos será a correção da ventilação deficitária, seja com acréscimo de janelas ou exaustores, venezianas, etc.



Figura 2.26 – Foto: Infiltração em parede devido a ruptura de tubulação

A tabela (2.5) a seguir mostra as origens dos vazamentos em pisos e paredes relacionando-os com os tipos de erros, suas causas e suas manifestações patológicas.

Tabela 2.5 – Vazamentos pisos e paredes

Origem	Erros de	Causas	Manifestações
Ruptura de	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento inadequado da tubulação • Especificações inadequadas para os materiais 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas permanentes devidas ao rompimento de canalizações • Gotejamento • Manchas próximas ao forro • Manchas próximas ao piso • Corrosão de armaduras da laje • Escorrimento • Degradação dos materiais de revestimento • Descolamento de rebocos e materiais de revestimento • Desgaste da pintura • Manchas nos peitoris das janelas • Manchas sinuosas devidas às fissuras nas paredes • Lixiviação do concreto • Degradação dos blocos cerâmicos e revestimentos pelo ataque de sais (cloretos, sulfatos e nitratos)
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Uniões mal executadas • Pouco caimento • Caixas trincadas • Impermeabilização mal executadas 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade • Uso inadequado do material 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de canalização obstruída 	
Água de chuva	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Incompatibilidade do revestimento externo de argamassa com as condições ambientais • Saliências indesejadas nas fachadas que permitem a infiltração de águas • Especificação inadequada de materiais • Projeto de esquadrias inadequadas 	
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de materiais e traços inadequados para os revestimentos • Fissuração mapeada do reboco (retração) • Técnicas de execução de revestimentos mal empregadas • Vedação mal executada nas esquadrias • Camadas excessivas de revestimento • Falta de aderência do revestimento no substrato 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade, alta porosidade • Baixa resistência 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de pintura de proteção • Falha na impermeabilização dos pisos (banheiros) • Falta de reparo das fissuras de movimentação termo higroscópicas 	
Água do solo (penetra na parede por capilaridade – umidade ascendente)	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de sistema de impermeabilização dos baldrames • Falta de sistemas de drenagem • Especificação errada dos materiais • Projeto de esquadrias inadequado 	
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Execução inadequada da impermeabilização ou de outro sistema de barreira contra a umidade 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa e concreto muito permeáveis • Inadequado material para a impermeabilização 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Entupimento do sistema de drenagem 	

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999

2.6 Vazamentos em reservatórios

Este tipo de vazamento, em reservatórios, barragens e piscinas, é de fácil solução, mas difícil de se atingir um bom resultado. A solução segundo, VERÇOZA, 1991, é refazer a impermeabilização. Caso seja generalizado o problema, a impermeabilização para esta situação não está funcionando bem e deve ser analisada e verificado se é a melhor opção.

Vazamentos deste tipo frequentemente possuem manchas ou estalactites de carbonato, brancas, que indicam externamente o local do fluxo de água. Esse fluxo ocorre geralmente nas juntas de concretagem. Se for uma mancha circular ou elipses, geralmente o vazamento está no centro, originado por falha de concretagem e pode se constatar que geralmente neste local há um oco. Já as manchas lineares indicam fissuras na impermeabilização.

Podem ser observadas, na tabela a seguir, as principais causas de vazamentos em reservatórios e as suas manifestações patológicas.

Tabela 2.6 – Vazamentos em reservatórios

Erros de	Causas	Manifestações
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> Falta de impermeabilização Dimensionamento Estrutural Especificação inadequada para os materiais e traços A não observância das ações produzidas pelo inclinação e esvaziamento no cálculo estrutural 	<ul style="list-style-type: none"> Manchas brancas devidas a carbonatação do concreto
Execução	<ul style="list-style-type: none"> Concretagem mal executada, produzindo: falhas, concreto desagregado Formas mal executadas Instalações das tubulações mal executadas Impermeabilização mal executada Juntas de concretagem mal executadas 	<ul style="list-style-type: none"> Presença de estalactites pela lixiviação do concreto Manchas marrons devido a oxidação das armaduras
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> Baixa qualidade, pouca resistência, muito permeável 	<ul style="list-style-type: none"> Manchas circulares ou elípticas indicativas de falhas de concretagem
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> Falta de inspeções periódicas Falta de limpeza interna 	<ul style="list-style-type: none"> Fissuras nas paredes

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999

2.7 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

Conforme THOMAZ (1996), as mudanças higroscópicas 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. Existindo então vínculos que irão impedir ou restringir essas movimentações por umidade, ocorrerão fissuras.

As vias as quais a umidade pode penetrar nos materiais já foram mencionadas no início deste capítulo.

2.7.1 Propriedades higroscópicas dos materiais de construção

THOMAZ, 1996, informa que a quantidade de água absorvida por um material tem a relação direta com dois fatores, que são a porosidade e a capilaridade. O mais importante dentre estes dois é o segundo, pois na secagem de materiais porosos, ela provoca o surgimento de forças de sucção, que atuam na condução da água até a superfície do elemento, onde após um período de tempo, sofrerá evaporação.

O autor considera ainda que essas forças de sucção citadas no parágrafo anterior são inversamente proporcionais às aberturas dos poros. Exemplificando, caso dois materiais diferentes são postos em contato, o que possui maior número de poros fechados absorverá água do outro com mais poros abertos. Sabe-se que os materiais apresentam variações no tipo de poros, possuindo os mesmos em várias aberturas.

A umidade higroscópica de equilíbrio do material 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, atingindo, então, um equilíbrio.

As variações no teor de umidade provocam movimentações 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. 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.

Tem-se o exemplo do concreto. Para este material há uma contração inicial por perda da água em excesso, que foi utilizada no processo de fabricação (este acontecimento não é a retração originada das reações químicas entre o cimento e a água). Depois de finalizada esta fase inicial, o concreto, sujeito aos variados teores de umidade, apresenta movimentações que permanecem dentro de um intervalo. Apesar de se saturar o concreto por completo, este material não retornará ao seu volume inicial, segundo THOMAZ (1996). A figura abaixo exemplifica o caso do concreto.

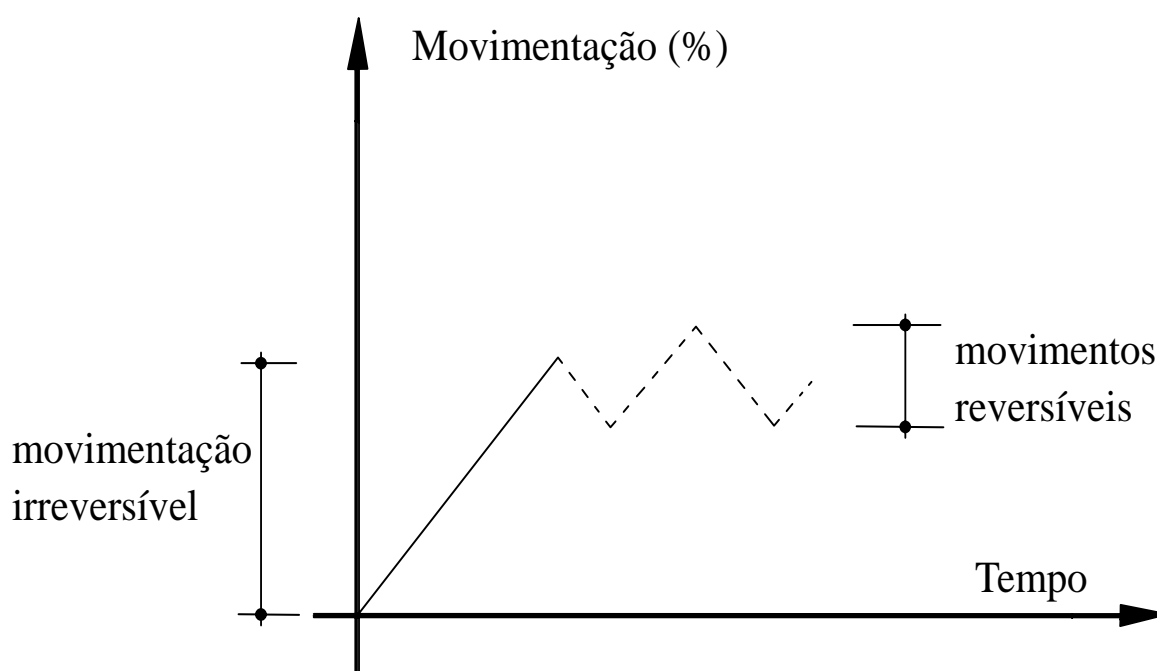


Figura 2.27 – Movimentações reversíveis e irreversíveis do concreto, em função da variação do teor de umidade – Adaptada de THOMAZ, 1996

Para os materiais de construção civil que possuem contração inicial por secagem, no âmbito geral, os movimentos reversíveis são inferiores aos irreversíveis. Isso, porém, não pode ser aplicado para as madeiras, pois estas são suscetíveis a grandes variações dimensionais, em se tratando de seus teores de umidade presentes.

Alguns fatores vão interferir nas movimentações higroscópicas dos produtos à base de cimento, tais como: quantidade do cimento e agregados, dosagem da mistura e condições de cura.

Os materiais cerâmicos geralmente apresentam movimentações pequenas, reversíveis com as variações de umidade e temperatura. De forma geral, os materiais de construção movimentam-se com a variação do teor de umidade.

2.7.2 Configurações típicas de trincas provocadas por movimentações higroscópicas

Segundo THOMAZ (1996), as trincas provocadas por variação de umidade dos materiais de construção civil são muito parecidas com as provocadas por variações de temperatura. Podem acontecer, em casos específicos, aberturas variando em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e das amplitudes de variação da temperatura ou umidade.

A figura a seguir exemplifica trincas horizontais na alvenaria, provenientes da expansão dos tijolos: o painel é solicitado à compressão na direção horizontal.

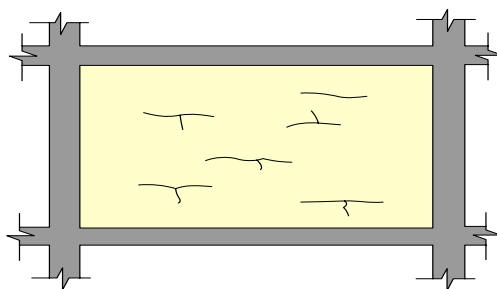


Figura 2.28 – Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos – Adaptada de THOMAZ, 1996

Já na próxima figura (2.29), se tem trincas nas peças estruturais: a expansão da alvenaria solicita o concreto à tração.

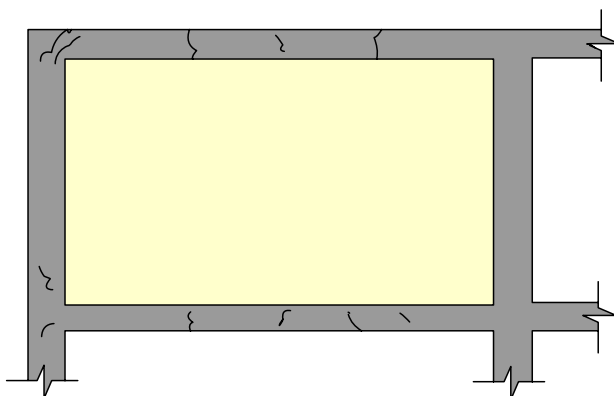


Figura 2.29 – Trincas nas peças estruturais – Adaptada de THOMAZ, 1996

A próxima (2.30) ilustra o caso em que a expansão dos tijolos por absorção de umidade provoca o fissuramento vertical da alvenaria, no canto do edifício.

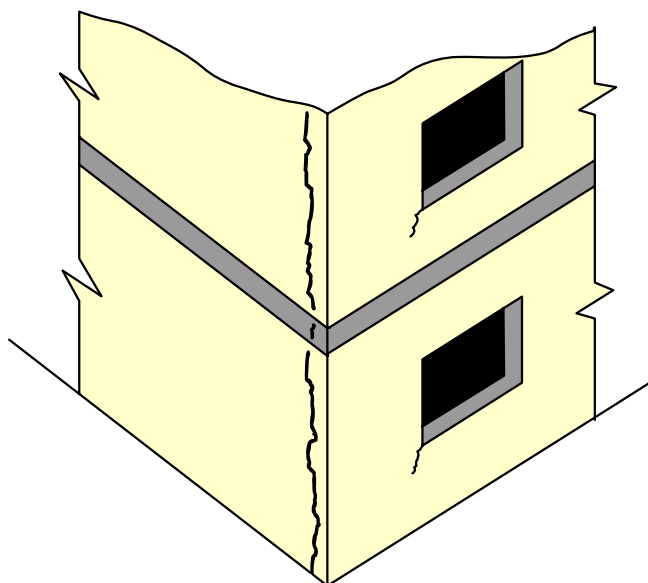


Figura 2.30 – Expansão dos tijolos por absorção de umidade provoca o fissuramento vertical da alvenaria – Adaptada de THOMAZ, 1996

A ilustração (2.31) a seguir mostra a trinca vertical no terço médio da parede, causada por movimentações higroscópicas de tijolos e solo-cimento.

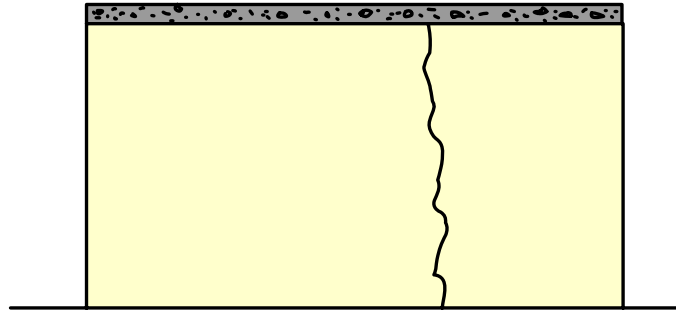


Figura 2.31 – Trinca vertical no terço médio da parede – Adaptada de THOMAZ, 1996

Para tijolos maciços de solo-cimento, se constata na prática que a fissura exemplificada na figura acima está no terço médio da parede. Acontece mais em paredes relativamente longas, com cerca de 6 a 7 metros e ela pode ser causada tanto pela contração de secagem do produto como por suas movimentações reversíveis. Este tipo de material é altamente suscetível às variações de umidade.

“Movimentações reversíveis ou irreversíveis podem originar também destacamentos entre os componentes da alvenaria e a argamassa de assentamento” THOMAZ (1996). Isso pode ser exemplificado na figura abaixo.

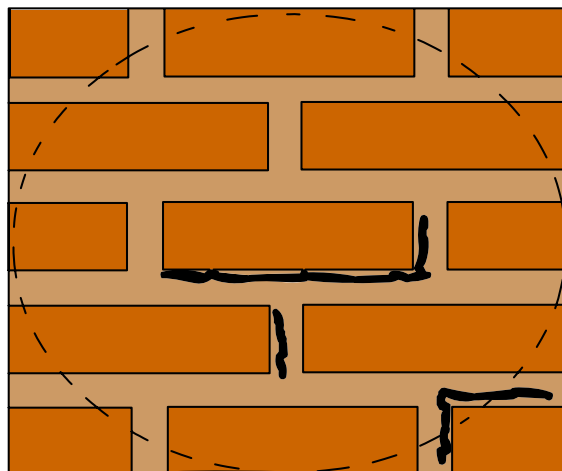


Figura 2.32 – Destacamentos entre argamassa e componentes da alvenaria – Adaptada de THOMAZ, 1996

As trincas horizontais aparecem também na base de paredes, onde geralmente a impermeabilização dos alicerces foi mal-realizada. Deste modo, os componentes da alvenaria, os quais estão diretamente em contato com o solo, absorvem umidade, apresentando movimentações diferenciadas em relação às fiadas superiores, estas as quais estão em contato com insolação direta e à perda de água por evaporação. O autor ainda menciona que este tipo de trinca geralmente vem acompanhada por eflorescências, o que auxilia o seu diagnostico (ver figura abaixo, 2.33).

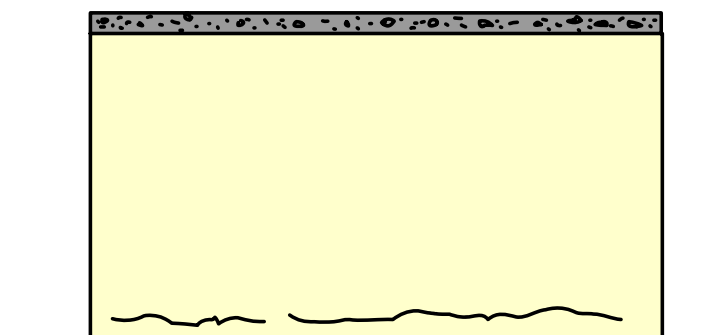


Figura 2.33 – Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo – Adaptada de THOMAZ, 1996

Um outro tipo de fissura ocasionada por umidade, conforme THOMAZ (1996) é a que está presente no topo de muros, peitoris e platibandas, (exemplificada na figura a seguir) que não estão protegidos por rufos. A argamassa do topo da parede absorve água e movimenta-se diferencialmente ao corpo do muro, tendo como consequência o destacamento do mesmo.



Figura 2.34 – Destacamento da argamassa no topo do muro – Adaptada de THOMAZ, 1996

THOMAZ (1996) ainda menciona que outro material que também apresenta movimentações higroscópicas acentuadas é o gesso. Um problema específico neste caso, que é observado, é o fato de que nos edifícios ocorre o fissuramento de placas de gesso constituintes de forros, pela inobservância de juntas de movimentação entre as paredes e o forro.

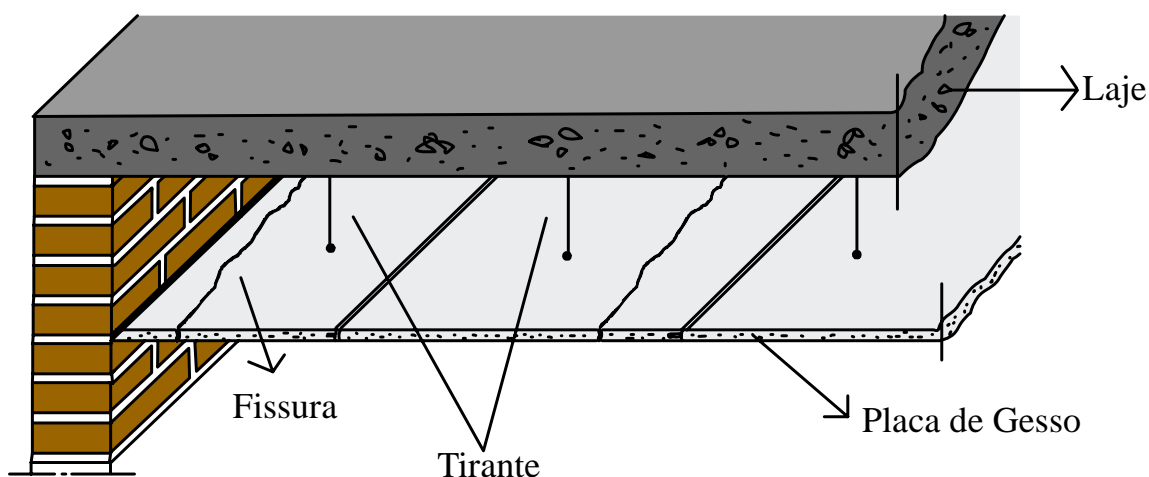


Figura 2.35 – Fissuração de placas de gesso em forro rigidamente encunhado nas paredes –
Adaptada de THOMAZ, 1996

Uma informação colocada pelo autor de suma importância para conhecimento é o fato de que em se tratando de variações higroscópicas, as madeiras são os materiais de construção que apresentam a maior sensibilidade em relação à movimentação de suas fibras.

2.8 Eflorescência

Segundo UEMOTO (1985), o termo eflorescência tem como significado a formação de depósito salino na superfície de alvenarias, isto sendo resultado da exposição de intempéries.

Este fenômeno pode ocorrer em qualquer elemento da edificação. Ela pode trazer modificações apenas estéticas ou ser agressiva. No primeiro comportamento, ela altera a aparência do elemento onde está depositada e, no segundo, devido aos sais constituintes, pode até causar degradação profunda. Observa-se um contraste de cor maior quando se tem sais (eflorescência branca) e uma base de tijolos vermelhos.

Quimicamente, conforme o autor citado, a eflorescência é constituída por sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio), solúveis ou parcialmente solúveis em água. Diante disso, pela água da chuva ou do solo, o elemento irá estar saturado e os sais serão dissolvidos. Depois a solução migra para a superfície e, por evaporação, a água sai, deixando, na base do elemento, um depósito salino.

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. 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.

Existem alguns procedimentos que podem ser adotados para o reparo desta patologia. Conforme UEMOTO (1985), caso a eflorescência ocorra em alvenaria externa de edificação recém-terminada, ela geralmente irá desaparecer sozinha. Isto porque ainda estão ocorrendo reações e também devido ao fato desta patologia possuir solubilidade em água, sumindo após a ação de chuvas. O que se deve fazer na maioria dos casos é usar uma escova de aço para limpar o local, lavando com bastante água abundante. Pode-se também utilizar algum produto químico para efetuar a retirada, principalmente em determinados tipos de eflorescências, devendo ser estudado antes o elemento químico a ser usado, pois poderá intervir na durabilidade do elemento construtivo.



Figura 2.36 – Foto: Eflorescência em encontro de vigas em pavimento de garagem



Figura 2.37 – Foto: Eflorescência em piso

2.9 Bolor em edifícios

Conforme ALUCCI & FLAUZINO & MILANO (1985), o desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações pode ser considerado como um grande problema com grandeza econômica e ocorrência comum em regiões tropicais.

Essa patologia provoca alteração na superfície, exigindo na maioria das vezes a recuperação ou até mesmo a necessidade de se refazer revestimentos, gerando gastos dispendiosos.

O crescimento de bolor está diretamente ligado, conforme os autores citados acima, à existência de umidade (alto teor no elemento o qual estão ou no ar). É comum o emboloramento em paredes umedecidas por infiltração de água ou vazamento de tubulações.

O emboloramento nada mais é do que uma alteração que pode ser constatada macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo consequência do desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos. Assim,

como todos os organismos vivos, estes possuem seus desenvolvimentos afetados com as condições ambientais, sendo a umidade um fator essencial.

Os fungos precisam sempre de um teor de umidade elevado no material onde se desenvolvem ou uma umidade relativamente bastante elevada no ambiente. As formas dessa presença de água nos componentes internos e externos da edificação já foram citadas nos itens anteriores, tais como, por exemplo, umidade proveniente de vazamentos, da obra, do solo, etc.

Para se evitar que o bolor aconteça nas edificações, já na fase de projeto, medidas devem ser tomadas. Essas medidas visam garantir uma ventilação, iluminação e insolação adequada aos ambientes, 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, ALUCCI & FLAUZINO & MILANO (1985).

Caso não seja possível prevenir, e a patologia ocorra, a limpeza da superfície é necessária, com emprego de soluções fungicidas podendo até ocorrer a troca de materiais, que estavam contaminados por outros que resistam a ação de crescimento do bolor.

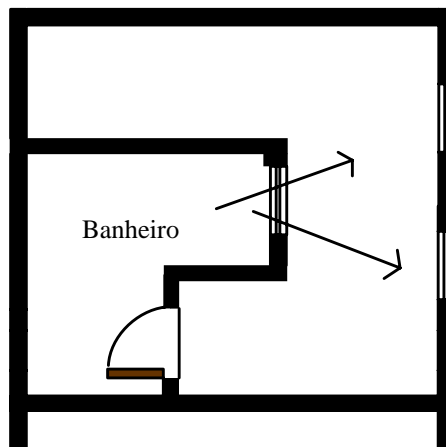


Figura 2.38 – Projeto no qual a ventilação está prejudicada – Adaptada de ALUCCI & FLAUZINO & MILANO (1985)

Na figura acima, tem-se a ventilação do banheiro dando para uma área interna, ficando a retirada de ar e troca do mesmo (ventilação) prejudicado, principalmente em épocas de chuvas, quando as janelas permanecem fechadas.

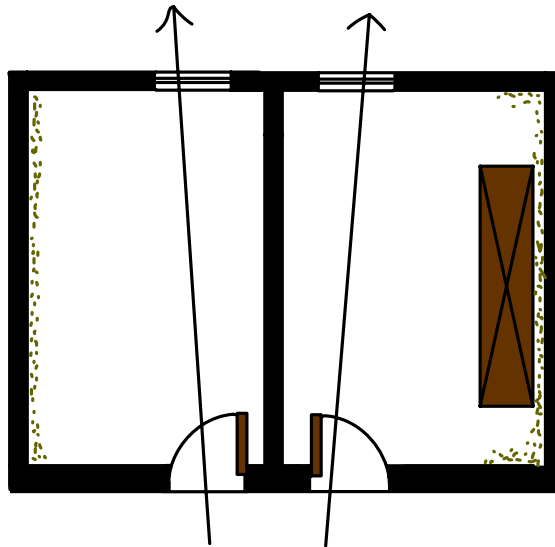


Figura 2.39 – Circulação do ar no ambiente comprometida pelo alinhamento de porta e janela – Adaptada de ALUCCI & FLAUZINO & MILANO (1985)

Na figura acima há o alinhamento de portas e janelas, dificultando a circulação do ar pelos ambientes. Deste modo, tem-se o surgimento de mofo/bolor em partes pouco ventiladas, no caso da imagem, canto dos quartos e atrás do armário.

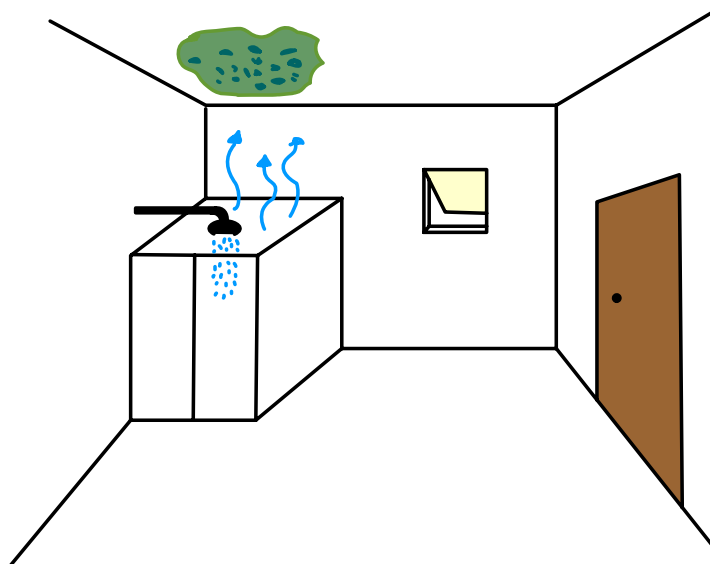


Figura 2.40 – Causas de bolor em banheiro – Adaptada de ALUCCI & FLAUZINO & MILANO (1985)

Na figura 2.40, há o excesso de vapor de água originado pelo chuveiro, juntamente com material empregado no revestimento e uma ventilação precária.

2.10 Recomendações para prevenção da penetração de água pelas fachadas

Conforme PEREZ (1985), “a umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem resolvidos dentro das ciências da construção civil”. As patologias de umidade quando surgem nas edificações, geralmente acarretam grande desconforto e degradam a construção muito rapidamente. Além de que, as soluções para correções desses problemas envolvem muito dinheiro.

O mesmo autor menciona que um dos fatores que mais contribuiu para o aparecimento constante de problemas envolvendo a umidade foram as características construtivas adotadas pela arquitetura moderna, bem como os novos materiais e sistemas construtivos introduzidos. Peças mais esbeltas, utilização de juntas devido aos novos materiais e pré-fabricação de componentes, o conjunto de diferentes materiais nas fachadas e coberturas, cada um destes tendo um desgaste diferencial (cada material com uma durabilidade).

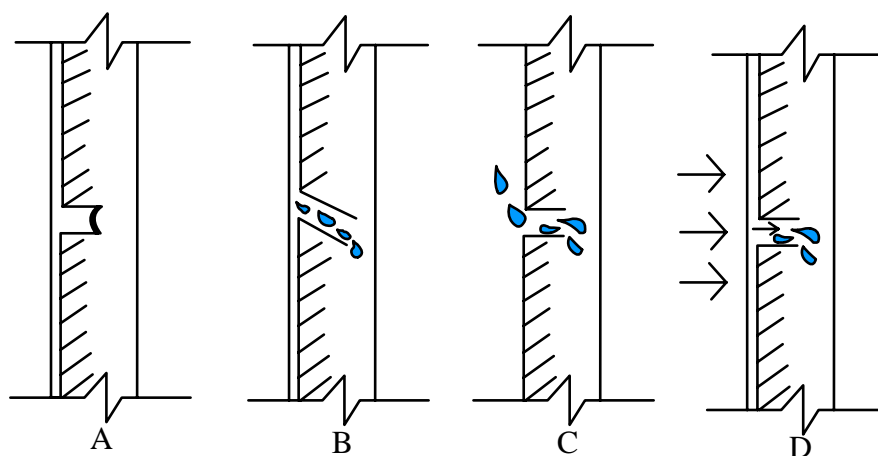


Figura 2.41 – Fatores que influenciam a penetração de água pelas chuvas – Adaptada de PEREZ (1985)

A figura anterior (2.41) ilustra os fatores que influenciam a penetração de água pelas chuvas, sendo: A – Ação capilar, B – Ação das forças de gravidade, C – Energia cinética das gotas de chuva e D – Ação do vento.

A próxima figura mostra a importância de se conhecer o micro clima no qual a edificação está inserida. Devido ao modo e à intensidade que a chuva atua em cada uma das fachadas, estas devem ser projetadas de modos diferentes, sendo as mais afetadas pela ação da chuva com maior estanqueidade. As fachadas “a”, “b” e “d” têm que possuir esta característica com maior efeito.

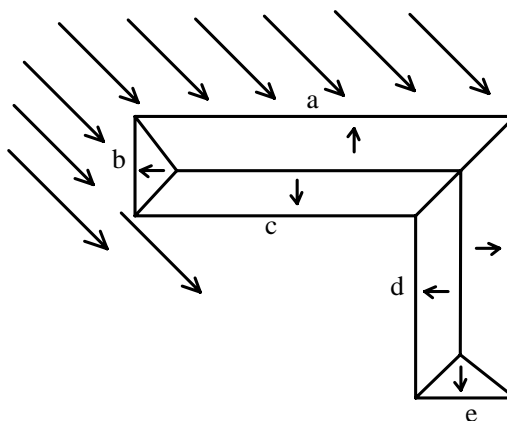


Figura 2.42 – Micro clima em fachadas de uma edificação – Adaptada PEREZ (1985)

A maneira pela qual a água escoa pela superfície de um edifício tem sido deixada de lado. Detalhes nas fachadas deixaram de ser utilizados tendo como finalidade a retirada dos mesmos apenas para melhorar a estética. Com isso, os detalhes que antes acabavam com as concentrações de fluxos de água de chuva e descolavam laminas de água que se formavam nas superfícies das paredes, sumiram dos projetos.

O segredo para que se evite a deterioração das fachadas expostas à água de chuva é o controle eficiente da água que escorre; a dissipação da concentração da mesma e a proteção das partes vulneráveis da edificação.

A figura 2.43 da página seguinte traz seis tipos de detalhes construtivos em diversas situações de chuva: A – 7mm de Projeção, B – 13mm de Projeção, C – 26mm de Projeção, D – 39mm de Projeção, E – 39mm de Projeção e F – 39mm de Projeção.

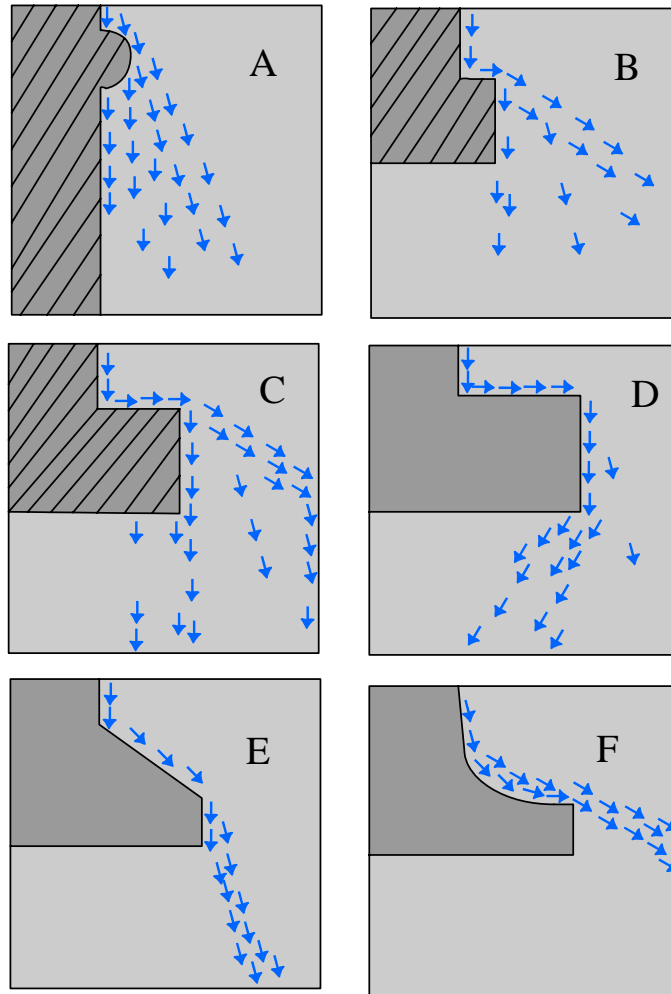


Figura 2.43 – Geometria e dimensões das saliências introduzidas nas superfícies das fachadas –
Adaptada PEREZ (1985)

A geometria e dimensões das saliências introduzidas sobre as superfícies das fachadas vão determinar o maior ou o menor grau da dissipação dos fluxos de água de chuva que se formam na superfície, conforme ilustrado na figura anterior.

O autor ainda informa que os fluxos de água verticais e horizontais que se formam nas superfícies das paredes podem ser controlados com estes detalhes construtivos de modo que estas discontinuidades propositalmente minimizem o volume de água que passa sobre uma junta (ver a próxima figura, 2.44).

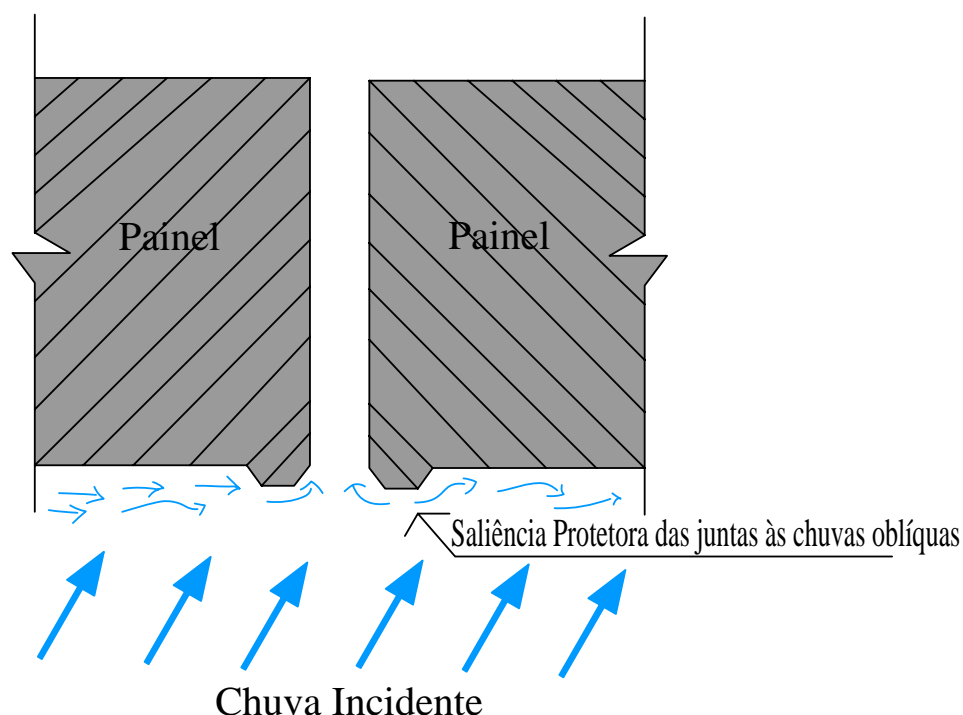


Figura 2.44 – Vista em corte de uma junta vertical entre dois painéis – Adaptada PEREZ (1985)

“Os problemas de estanqueidade nas juntas são frequentemente complexos” afirma PEREZ (1985). Elas são tornadas estanques por meio de materiais que vão permitir esta propriedade, evitando-se o ar e água, formando barreiras (ou uma barreira).

O sistema barreira única compreende um só plano de estanqueidade que é geralmente feito através da utilização de um mástique. Este irá impedir simultaneamente a ação da água da chuva e a penetração do vento. O problema na escolha do material é que, caso este apresente algum defeito, irá comprometer todo o sistema de vedação.

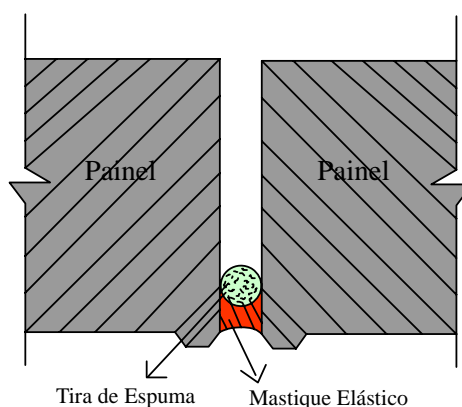


Figura 2.45 – Barreira única para juntas – Adaptada PEREZ (1985)

O sistema de barreira dupla consiste em dois planos de proteção: um pára-chuva e outro pára-vento, e no meio deles há um espaço, que se comunica com o espaço exterior através de um dreno. Este tipo de barreira é a mais empregada por ser mais durável e segura, além de eficiente.

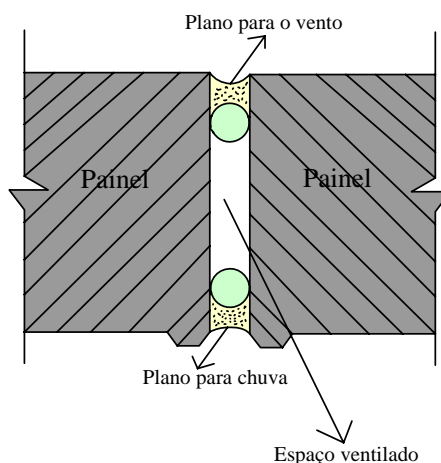


Figura 2.46 – Barreira dupla para juntas – Adaptada PEREZ (1985)

Segundo PEREZ (1985), as funções do espaço que separa os dois planos são:

- “Opor-se à infiltração de água ou limita-la aplicando uma contrapressão sobre o plano pára-chuva, (tendo o espaço vazio ligação com o exterior, tem-se um equilíbrio de pressões)”;
- “Exercer uma ação anticapilar e evacuar para o exterior a água eventualmente infiltrada”.

O assentamento de bloco de concreto e juntas entre partes fixas e móveis de caixilhos pode ser feito utilizando este conceito de barreira dupla (ver ilustração a seguir).

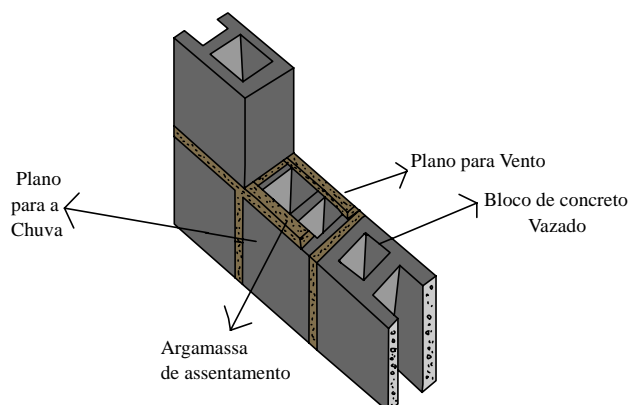


Figura 2.47 – Assentamento de bloco de concreto – Barreira dupla – Adaptada PEREZ (1985)

3. ANÁLISE CRÍTICA

Através da revisão bibliográfica podem se obter informações sobre a umidade nas edificações e quais as alterações que a mesma pode efetuar nos elementos construtivos e nos materiais constituintes dos mesmos. O foco central não foi elaborar um complexo texto sobre o assunto, entretanto, abordar o ensino e conhecimento acerca das patologias de umidade diante das suas freqüência nas edificações, despertando a necessidade de aprofundar mais no caso em quem se deparar e/ou utilizar informações para evitar que as mesmas aconteçam.

As manifestações patológicas ocasionadas pela umidade são muito comuns no mundo da construção e estas podem gerar danos elevados, gerando gastos enormes em recuperação e reparo, que poderiam ser evitados com medidas simples preventivas.

Percebe-se que as construções antigamente possuíam características construtivas as quais afastavam a água. Os telhados eram projetados de tal modo que criavam um beiral suspenso que protegia a edificação, como exemplo. Novos seguimentos estéticos aboliram vários dispositivos que atribuem tais características, tornando assim o edifício atual mais propício a desenvolver patologias de umidade do que os antigos.

4. CONCLUSÃO

Os problemas referentes à ação da umidade estão presentes em todas as fases da vida de uma edificação, indo desde o projeto até a manutenção da mesma. É fato concluir que a prevenção é a melhor solução. Corrigir erros na fase de projeto é primordial.

A escolha de materiais empregados e tipos de sistemas construtivos podem evitar o surgimento de patologias de umidade, assim como uma boa impermeabilização.

A impermeabilização deve ser muito bem escolhida e estudada, pois reparos e uma nova aplicação são dispendiosos. Atualmente percebe-se que é freqüente o erro de não se dar atenção a este sistema, gerando gastos superiores na substituição que na primeira impermeabilização (é necessário refazer jardins, calçamento, etc).

Também tem de ser considerado o micro clima que atua na edificação, o qual é de fundamental importância para se evitar a ação de água como causador de patologias. A incidência de chuva e vento pode variar de uma fachada para outra, exigindo características especiais e cuidados.

“Prevenir é melhor que remediar”: seguindo este lema preventivo e aplicando o contra as patologias de umidade, além de ser mais eficaz e sem gastos econômicos, garante uma maior segurança e durabilidade da estrutura. Deste modo, será benéfico não só para a edificação em si, mas também para todas as pessoas que a utilizam.

Um estudo sobre a impermeabilização e atuação de micro climas nas edificações é recomendado para um maior aprofundamento do tema e enriquecimento da literatura sobre a área.

5. BIBLIOGRAFIA

- 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.
- BAUER, L. A. F. Materiais de Construção. Rio de Janeiro, Editora LTC, V. 1e 2, 2001. 980p.
- Dicionário Michaelis. Disponível em <http://michaelis.uol.com.br>. Acessado em 20 de outubro de 2007.
- FIORITO, A. J. S. I. Manual de Argamassas e Revestimentos – Estudos e Procedimentos de Execução. São Paulo, Editora Pini, 2003. 224p.
- KLEIN, D. L. Apostila do Curso de Patologia das Construções. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.
- MEHTA, P.K. Concreto: Estrutura, propriedades e materiais. São Paulo, Editora Pini, 1994. 579p.
- PEREZ, A. R. Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988. p.571-78.
- RIPPER, E. Como evitar erros na construção. São Paulo, Editora Pini, 1996. 168p.
- SILVA, P. F. A. Durabilidade das estruturas de concreto aparente em atmosfera urbana. São Paulo, Editora Pini, 1995. 152p.

- SOUZA, V. C. M. RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, Editora Pini, 2001. 255p.

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

- UEMOTO, K. L. Patologia: Danos causados por eflorescência. 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.561-64.

- USGS – Georgia Water Science Center – Centro de Ciência da água de Geórgia - EUA. Ilustração do Ciclo da água. Disponível em <http://ga.water.usgs.gov/edu/graphics/watercycleportuguesehigh.jpg>. Acessado em 28 de janeiro de 2008.

- VERÇOZA, E. J. Patologia das Edificações. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

- Wikipédia – Enciclopédia Livre. Disponível em <http://pt.wikipedia.org> . Acessado em 20 de outubro de 2007.