

Clayton Eduardo Schönardie

**ANÁLISE E TRATAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS POR INFILTRAÇÃO EM EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia
Civil apresentado como requisito parcial para
obtenção do Grau de Engenheiro Civil.

Ijuí/RS

2009

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo membro da banca examinadora.

Prof. Marcelo Adriano Duart, M. Eng.
Orientador – UNIJUÍ/DeTec

Banca Examinadora

Prof^a. Raquel Kohler, M. Eng.
UNIJUÍ /DeTec

DEDICATÓRIA:

Dedico esta conquista a minha namorada Aline Letícia; à Iracema; à minha mãe Maria Lucinda, ao Mário, meus irmãos Claus e Sheila; aos professores da UNIJUÍ; aos meus colegas e amigos Carlos, Giovanni e Rafael, e; às demais pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de pesquisar os locais de ocorrência das infiltrações nas edificações, suas manifestações patológicas e a indicação de produtos para tratamento. Para tanto foi realizada pesquisa bibliográfica e registro de imagens feitas in loco dos locais onde ocorrem infiltração e/ou umidade. Como resultado da pesquisa realizada foi possível levantar os locais de ocorrência, as manifestações patológicas decorrentes da umidade nestes locais e, classificá-las em cinco áreas da edificação: estruturas enterradas, áreas molhadas, fachadas, reservatórios e coberturas. Para cada local foi criada uma ficha com imagem do problema, descrição, origem, local e indicação de tratamento. A realização deste trabalho continua avançando em busca de uma maior atenção para o tema: impermeabilização de edificações, sendo que além da má aparência, problemas de infiltração, trazem problemas respiratórios aos ocupantes das edificações. Desta forma, o trabalho fica em aberto e serve como estímulo para um contínuo aprofundamento com novas pesquisas nesta área, tão importante na construção civil. Como conclusão deste estudo, constatou-se a importância da prevenção das patologias por meio da impermeabilização e ainda que, mesmo que a presença da água seja inevitável, é possível proteger a edificação contra infiltração e umidade.

Palavras chave: manifestações patológicas, infiltração, umidade, impermeabilização.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Incidência de patologias mais frequentes.....	18
Figura 2: Capilaridade	19
Figura 3: Percolação pela esquadria	20
Figura 4: Condensação pela laje de forro	21
Figura 5: Ação da umidade sobre edificações	23
Figura 6: Impermeabilização de subsolos em terreno úmido	35
Figura 7: Sócolo externo das parede	37
Figura 8: Água sob pressão em reservatório	38
Figura 9: Modelo de ficha	41
Figura 10: Fungos vegetais no banheiro.....	50
Figura 11: Desagregamento do reboco num dormitório.....	50
Figura 12: Formação de fungos por capilaridade	60
Figura 13: Percolação em alvenaria de garagem.....	61
Figura 14: Percolação em alvenaria de garagem.....	62
Figura 15: Manchas em alvenaria inferior por capilaridade.....	63
Figura 16: Mofo em alvenaria inferior	64
Figura 17: Manchas no piso	65
Figura 18: Manchas em parquet	65
Figura 19: Formação esbranquiçada no piso	66
Figura 20: Condensação no forro do banheiro	67
Figura 21: Manchas em alvenaria inferior por respingos	68
Figura 22: Embolhamento no forro	69
Figura 23: Descascamento da pintura do forro.....	69
Figura 24: Formação vegetal esverdeada	70
Figura 25: Goteira pela lâmpada	71
Figura 26: Manchas por ruptura de tubulação.....	72
Figura 27: Vazamento pela floreira	73
Figura 28: Goteira pela jardineira.....	73
Figura 29: Manchas por percolação de água da chuva.....	74
Figura 30: Baixo cobrimento de concreto	75

Figura 31: Corrosão de armaduras.....	75
Figura 32: Formação vegetal pela chuva.....	76
Figura 33: Formação vegetal	76
Figura 34: Manchas escuras por respingos de chuva	77
Figura 35: Descascamento da pintura.....	78
Figura 36: Goteira no reservatório.....	79
Figura 37: Goteira.....	79
Figura 38: Mofo no forro.....	80
Figura 39: Mancha escura no forro.....	80
Figura 40: Eflorescência em encontro de vigas.....	81
Figura 41: Goteira por trincas.....	82
Figura 42: Mofo por ruptura de tubulação	83
Figura 43: Cobertura ajardinada	84
Figura 44: Manchas escuras no forro	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Patologias das construções em alguns países	15
Quadro 2 – Origem da umidade nas construções	16
Quadro 3 – Situações a serem tratadas levando-se em conta a forma de ação da água	34
Quadro 4 – Solicitação dos pisos em relação à água.....	42
Quadro 5 – Vazamentos na rede pluvial do telhado.....	45
Quadro 6 – Vazamentos pelo telhado.....	46
Quadro 7 – Vazamentos pela laje de cobertura e terraço	47
Quadro 8 – Vazamentos em pisos e paredes	48
Quadro 9 – Infiltração em reservatórios	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA DA PESQUISA	10
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	10
1.3 FORMULAÇÃO DAS QUESTÕES DE ESTUDO.....	10
1.4 OBJETIVOS.....	11
1.4.1. <i>Objetivo geral</i>	11
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	11
1.5 JUSTIFICATIVAS.....	11
1.6 SISTEMATIZAÇÃO DO ESTUDO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 PATOLOGIAS DAS EDIFICAÇÕES	14
2.1.1 <i>Umidade</i>	15
2.1.1.1 <i>Umidade provinda do solo</i>	16
2.1.1.2 <i>Umidade provinda da atmosfera</i>	17
2.1.1.3 <i>Umidade provinda da própria construção</i>	17
2.2 CONCEITO E TIPOS DE INFILTRAÇÃO	18
2.2.1 <i>Absorção capilar de água</i>	19
2.2.2 <i>Água de infiltração ou de fluxo superficial</i>	20
2.2.3 <i>Formação de água de condensação</i>	20
2.2.4 <i>Absorção higroscópica de água e condensação capilar</i>	21
2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES	22
2.3.1 <i>Patologias causadas pela umidade</i>	23
2.3.2 <i>Patologias originárias do processo construtivo</i>	27
2.4 DEFINIÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	30
2.4.1 <i>Conceito e tipos de impermeabilização</i>	31
2.4.2 <i>Sistemas de impermeabilização</i>	32
2.4.2.1 <i>Impermeabilização rígida</i>	32
2.4.2.2 <i>Impermeabilização elástica</i>	33
2.5 SOLUÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO	34
2.5.1 ESTRUTURAS ENTERRADAS	35
2.5.2 <i>Áreas molhadas</i>	36
2.5.3 <i>Fachadas</i>	36
2.5.4 <i>Reservatórios</i>	37
2.5.5 <i>Coberturas</i>	38
3. METODOLOGIA.....	40
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	40
3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA.....	40

3.2.1 Plano de coleta dos dados.....	40
3.2.2 Plano de análise e interpretação dos dados.....	40
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	42
4.1 LOCAIS ONDE OCORREM INFILTRAÇÕES	42
4.2 PATOLOGIAS DECORRENTES DA INFILTRAÇÃO	43
4.3 TRATAMENTOS INDICADOS	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
5.1 CONCLUSÕES	54
5.2 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO A – Fichas didáticas	59

1. INTRODUÇÃO

1.1 Tema da Pesquisa

Esta pesquisa aborda o tema de impermeabilização de edificações.

1.2 Delimitação do Tema

Análise das manifestações patológicas causadas pela infiltração em edificações, ocasionadas pela não prevenção e/ou erros de execução, e seu adequado tratamento através da impermeabilização.

1.3 Formulação das questões de estudo

Desde a antiguidade diferentes materiais são utilizados com a finalidade de impermeabilizar estruturas para conservá-las por mais tempo.

Os problemas de umidade quando surgem nas edificações, sempre trazem um grande desconforto e degradam a construção rapidamente, sendo as soluções caras.

A infiltração é a patologia mais comum em edificações, ocasionando uma variedade de problemas que afetam inicialmente a estrutura da obra, além de prejuízos financeiros e principalmente afetando a saúde dos ocupantes.

Em relação à prevenção e tratamento da infiltração através da impermeabilização, se constata a falta de conscientização, inexperiência e resistência por parte dos profissionais e proprietários, em relação ao uso e importância da impermeabilização, em decorrência de fatores como: falhas de execução, custos, falta de planejamento e utilização de produtos inadequados.

Pretende-se responder as seguintes questões:

- Quais as principais manifestações patológicas provocadas pela infiltração em edificações?
- Quais os locais de ocorrência da infiltração numa edificação?
- Quais são os tratamentos adequados de impermeabilização para cada tipo de infiltração?

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo geral

Analisar as manifestações da infiltração em edificações, indicando os locais de ocorrência e apontando as soluções mais adequadas para seu correto tratamento.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar e analisar os locais onde ocorrem infiltrações nas edificações;
- Citar as patologias decorrentes da infiltração;
- Indicar o tratamento mais adequado para a solução de cada caso de infiltração;
- Criar fichas para cada caso de infiltração, com a função de indicar a solução para tratamento da infiltração.

1.5 Justificativas

É comum relacionar a construção civil ao arcaísmo. As técnicas, sistemas e ferramentas utilizadas estão evoluindo aos poucos, mas o processo construtivo continua o mesmo: a mão-de-obra artesanal.

Intervêm ainda, em meio a esse processo, os fatores pessoais, de planejamento, administrativos, de execução e climáticos. Estes e outros fatores são fundamentais para o aparecimento de patologias, decorrentes da não prevenção ou de má execução das etapas construtivas.

Segundo Helene *apud* Silva, Pimentel e Barbosa (2003), os fenômenos patológicos geralmente apresentam manifestação externas características, a partir da qual se pode deduzir a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos. Certas manifestações têm maior incidência, devido a necessidade de cuidados que freqüentemente são ignorados, seja no projeto, na execução ou até mesmo na utilização.

Visto que as patologias relacionadas à infiltração são comuns, o estudo do tema pretende analisar as infiltrações que ocorrem nas edificações, classificadas por locais de incidência, mostrando suas origens, e indicando as soluções mais adequadas para seu tratamento.

Se analisarmos o custo de uma boa impermeabilização, veremos que ele varia de 1% a 3% em média do custo total da obra. Se os serviços forem executados apenas depois de serem

constatados problemas com infiltrações na edificação já pronta, o custo com a impermeabilização ultrapassa em muito este percentual: refazer o processo de impermeabilização pode gerar um acréscimo de 10% a 15% em média do valor final. (CUNHA, 2008).

A função da impermeabilização é proteger a edificação contra patologias que poderão surgir com possíveis infiltrações de água e também prevenir contra vazamentos ou perda de fluidos (ex. reservatórios). A falta ou uso inadequado da impermeabilização compromete a durabilidade da edificação, causando prejuízos financeiros e danos à saúde.

Conforme Perez apud Souza (2008), 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.

A pesquisa tem a finalidade de indicar os locais onde ocorrem as infiltrações, detectar as patologias relacionadas, fornecendo soluções técnicas para o tratamento com produtos existentes no mercado, procurando demonstrar sua importância na questão financeira e da saúde, visando um maior esclarecimento do assunto.

1.6 Sistematização do estudo

Este trabalho está organizado em cinco capítulos distribuídos da seguinte forma:

- 1º Capítulo: Introdução

Apresenta o tema da pesquisa, a delimitação do tema, formulação das questões de estudo, objetivo geral, objetivos específicos e justificativas para o trabalho.

- 2º Capítulo: Revisão da literatura

Apresenta a abordagem dos seguintes temas: patologias das edificações, conceito e tipos de infiltração, manifestações patológicas em edificações, definição de impermeabilização e soluções de impermeabilização.

- 3º Capítulo: Metodologia

Explica como se procedeu a pesquisa, sendo assim realizada: classificação da pesquisa, planejamento da pesquisa, plano de coleta, plano de análise e interpretação dos dados e cronograma das atividades a serem desenvolvidas.

- 4º Capítulo:

Apresenta os resultados obtidos com a pesquisa.

- 5º Capítulo:

Trata das conclusões que envolvem os aspectos mais importantes do trabalho, além de recomendações e sugestões para futuros trabalhos.

No final do trabalho são apresentadas as referências bibliográficas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Patologias das edificações

Desde o início da civilização o homem vem adquirindo conhecimentos sobre a construção de edifícios, visando atender suas necessidades e desejos.

Em muitos casos estas edificações apresentam problemas em termos de durabilidade, conforto, segurança e saúde dos ocupantes, sendo necessária a procura de soluções para a melhoria das construções.

O termo patologia, conforme Peres *apud* Silva (2006) divide-se claramente em duas ciências destinadas a prevenir soluções de problemas em edificações:

a) Patologia das Construções: Que estuda origens, causas, mecanismos de ocorrência bem como manifestações e conseqüências quando uma edificação não demonstra mais desempenho estabelecido.

b) Terapia das Construções: Estudos que tratam da correção dos problemas detectados.

De acordo com Ripper et al *apud* Silva, Pimentel e Barbosa (2003), a patologia na construção civil pode ser entendida como o baixo, ou fim, do desempenho da estrutura em si, no que diz respeito à estabilidade, estética, servicibilidade e, principalmente, durabilidade da mesma com relação às condições a que está submetida.

Conforme o Centre Scientifique et Technique de la Construction – CSTC (*apud* PICCHI, 1986) *apud* Pavan e Dal Pont (2007), a partir dos anos 70, após levantamentos realizados na Europa, referentes aos problemas mais comuns encontrados nas edificações, desenvolve-se mais um campo de estudo específico da construção civil, denominado internacionalmente patologia das edificações.

De acordo com Picchi *apud* Pavan e Dal Pont (2007), a patologia das edificações estuda as falhas que ocorrem nos diversos componentes ou sistemas da edificação, caracterizando as formas de manifestação e tentando identificar as causas. Os levantamentos apontam que as falhas mais freqüentes dizem respeito a problemas de umidade, deslocamento, fissuração ou instalações.

2.1.1 Umidade

O minidicionário Luft (1993), p. 659, define umidade como:

“qualidade ou estado de úmido, relento, vapor de água na atmosfera.”

Já, a definição de úmido é:

“Levemente molhado ou impregnado de água, líquido ou vapor, da natureza da água, aquoso.”

Dentro da temática para a engenharia, relacionando com as patologias tem-se umidade como sendo, de acordo com Klein *apud* Souza (2008): qualidade ou estado úmido ou ligeiramente molhado.

De acordo com Ripper (1996), a umidade é o maior inimigo das construções e da saúde de seus ocupantes. É justamente contra este mal que não se tomam muitos cuidados na obras, por falta de conhecimento das soluções corretas ou por falta de senso de responsabilidade, partindo-se para soluções mais baratas, mesmo por simples negligência do pessoal encarregado da execução.

Analisando o quadro 1 percebe-se que a umidade é a patologia mais recorrente nos três países europeus analisados.

Natureza das falhas	Bélgica	Grã-Bretanha	Suíça
Umidade	27	53	10
Deslocamento	16	14	28
Fissuração	12	17	27
Instalações	12	-	17
Diversos	33	16	18

Fonte: Adaptado de Picchi *apud* Granato, [20--?].

Quadro 1 – Patologias das construções em alguns países.

A quadro 2 mostra a relação das origens da umidade e os locais onde podem ser encontradas:

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 rede de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Adaptado de Klein *apud* Souza, 2007.

Quadro 2 – Origem da umidade nas construções.

Verçozza (1983), adotou uma classificação mais didática para as origens da infiltração:

- 1) Umidade provinda do solo;
- 2) Umidade provinda da atmosfera:
 - a) devido à chuva;
 - b) devido à condensação.
- 3) Umidade provinda da própria construção:
 - a) devido a reservatórios e instalações hidráulicas;
 - b) devido ao material empregado.

2.1.1.1 Umidade provinda do solo

Todo solo contém umidade, até mesmo o rochoso. Em muitos casos essa umidade tem pressão suficiente para romper a tensão superficial da água. Nesta hipótese, se houver uma estrutura porosa (terra, areia), a água do subsolo sobe por capilaridade e permeabilidade até haver equilíbrio. A pressão é tanto maior quanto mais próxima do lençol freático do terreno.

Se uma parede porosa (tijolos, argamassa de cal) entrar em contato com esse terreno, a capilaridade também se faz sentir na parede, que umedece. Por esta razão, nunca se deve encostar terra diretamente nos tijolos ou rebocos. Até mesmo o concreto absorve umidade.

A umidade do subsolo tem o agravante de trazer consigo sais perniciosos¹, que podem desagregar as argamassas e tijolos, e também manchá-los.

2.1.1.2 Umidade provinda da atmosfera

As umidades devidas à atmosfera manifestam-se em duas formas principais: infiltração das águas de chuva e condensações.

As águas de chuva penetram nos prédios e outras construções por pressão hidrostática e percolação. É comum, por exemplo, que a água penetre por goteiras em telhados e calhas, por má vedação das esquadrias, etc. Nestes casos a solução geralmente é mecânica; não é problema de impermeabilização. Ou então atravessam os terraços e paredes por percolação, quando essas paredes não são impermeáveis, ocasionando manchas no interior das peças. Mesmo que não apareça umidade no lado oposto, sempre há prejuízo.

A condensação é muito comum em peças enterradas. Nesse tipo de peças as paredes geralmente estão bastante frias e há pouca ventilação. Então a água condensa-se nas paredes e não há ventilação para secá-las. Estas peças devem ser feitas deixando-se aberturas permanentes, de preferência em disposição tal que force a circulação de ar. Então haverá uniformidade de temperatura entre paredes e ambiente e também evaporação mais rápida.

2.1.1.3 Umidade provinda da própria construção

Nem todas as manchas são decorrentes das chuvas ou umidade do solo. Reservatórios e canalizações, por exemplo, também causam infiltrações. Por isso eles devem ser absolutamente impermeáveis.

Também os materiais da própria construção podem causar problemas de umidade. Um metro cúbico de alvenaria nova, contém de 130 a 230 litros de água. A madeira nova tem de 15 a 40% de seu peso em água. É normal que a água de assentamento de pisos manche as paredes durante uns seis meses após a aplicação; é normal que o capeamento de parques com resinas sintéticas impermeáveis retenha a água das argamassas por muitos meses, podendo levar até o apodrecimento, descolamento e, mais comumente, ao fissuramento do verniz. Por

¹ Que produz males irremediáveis; danoso, prejudicial, segundo o minidicionário Luft (2001).

isso também é preciso levar em conta esse tipo de formação de umidade. Recomenda-se, por exemplo, só pintar a madeira depois de perfeitamente seca; só colocar verniz sintético em parquê com mais de seis meses de colocação; procurar deixar os revestimentos para o final do verão ou princípio de outono, etc.

2.2 Conceito e tipos de infiltração

Conforme Verçozza *apud* Souza (2008), a umidade não é apenas uma causa de patologias, ela também age como um meio necessário para ocorram grande parte das patologias em construções.

A Figura 1 mostra que a patologia mais freqüente observada nas amostras são as infiltrações, com aproximadamente 85 %.

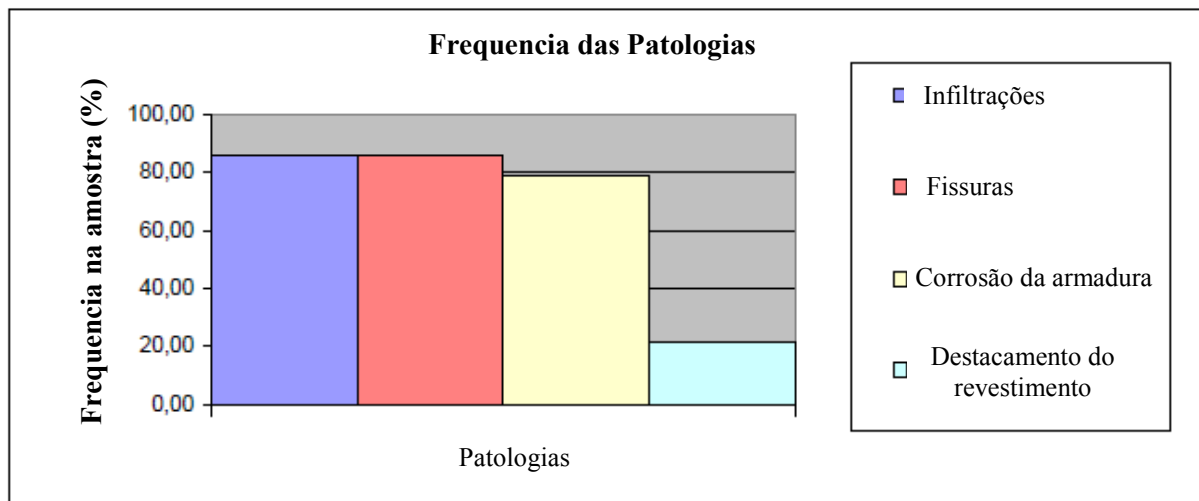


Figura 1: Incidência de patologias mais frequentes.

Fonte: Silva; Pimentel; Barbosa, 2003.

Conforme Bauer (2004), dentre as manifestações mais comuns referentes aos problemas de umidade em edificações, encontram-se manchas de umidade, corrosão, bolor (ou mofo), algas, líquens, eflorescências, descolamento de revestimentos, friabilidade² da argamassa por dissolução de compostos com propriedades cimentíceas, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos. Ainda, o mesmo autor diz que há uma série de mecanismos que podem gerar umidade nos materiais de construção, sendo os mais importantes os relacionados com a absorção de água:

- absorção capilar;
- absorção de águas de infiltração ou de fluxo superficial;

² Substância que é facilmente desmontada, conforme o dicionário Wictionary.

- absorção higroscópica;
- absorção de água por condensação capilar;
- absorção de água por condensação.

Nos fenômenos de absorção capilar e por infiltração ou por fluxo superficial de água, a umidade chega aos materiais de construção na forma líquida, nos demais casos a umidade é absorvida na fase gasosa. (BAUER, 2004).

A seguir são apresentados os mecanismos de umidade de acordo com Bauer (2004, p. 924-928).

2.2.1 Absorção capilar de água

Os materiais de construção absorvem água na forma capilar quando estão em contato direto com a umidade. Isso ocorre geralmente nas fachadas e em regiões que se encontram em contato com o terreno (úmido) e sem impermeabilização. A água é conduzida, através de canais capilares existentes no material, pela tensão superficial. Caso a água seja absorvida permanentemente pelo material de construção em região em contato direto com o terreno, e não seja eliminada por ventilação, será transportada gradualmente para cima, pela capilaridade. Esse é o mecanismo típico de umidade ascendente.

Segundo Pozzobon (2007), a capilaridade ocorre através dos poros dos materiais, pela ação da tensão superficial, onde a situação mais característica é a presença de umidade do solo que se eleva no material, em geral 70 a 80 cm, como pode ser visto na Figura 2.

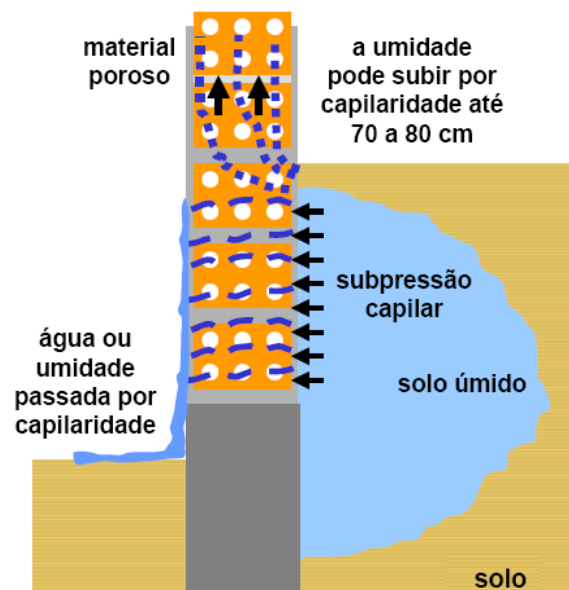


Figura 2: Capilaridade.
Fonte: Pozzobon, 2007.

2.2.2 Água de infiltração ou de fluxo superficial

Se o local que está em contato com o terreno não tiver recebido impermeabilização vertical eficaz, ocorrerá absorção de água (da terra úmida) pelo material de construção absorvente (através de seus poros), que poderá se intensificar caso a umidade seja submetida a certa pressão, como no caso de fluxo de água em piso com desnível.

De acordo com Pozzobon (2007), percolação ocorre quando a água escoar por gravidade livre da ação de pressão hidrostática, situação muito comum em lâminas de água sobre terraços e coberturas, como pode ser observado na Figura 3.

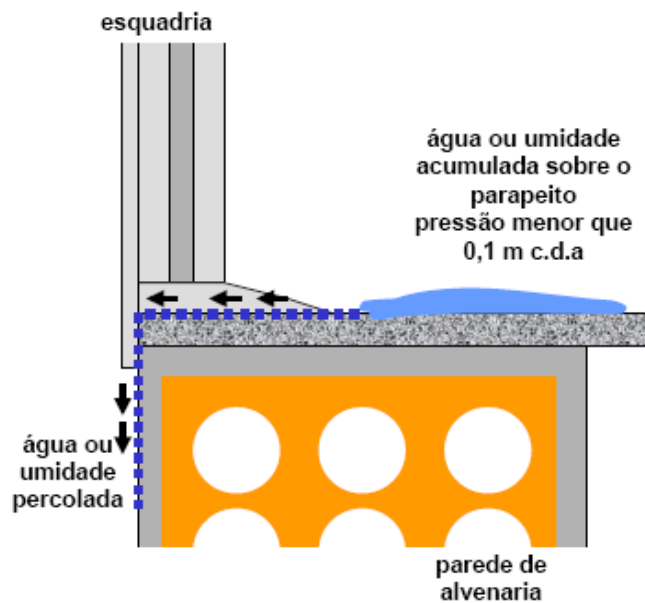


Figura 3: Percolação pela esquadria.

Fonte: Pozzobon, 2007.

2.2.3 Formação de água de condensação

Em determinada temperatura, o ar pode não conter mais que certa quantidade de vapor de água inferior ou igual a um valor máximo, denominado peso de vapor saturante. Caso o peso de vapor seja inferior ao máximo, o ar estará úmido porém não saturado. Esse estado é caracterizado pelo grau higrométrico, igual a relação entre o peso de vapor contido no ar e o peso de vapor saturante. A diferença entre o peso de vapor saturante e o peso de vapor contido no ar representa o poder dessecante do ar. O poder dessecante do ar e, conseqüentemente, a velocidade de evaporação são mais elevados quando o ar é mais quente e seco; esse último indica que o grau higrotérmico é menor. Caso a massa de ar apresente redução da temperatura sem modificação do peso de vapor, será gerada maior umidade. A 17% resulta em grau higrotérmico de 100%, ou seja, ar saturado. Para temperatura inferior, o peso de vapor não poderá exceder o peso de vapor saturante, o que fará

o vapor de água condensar-se. A temperatura de 17° C denomina-se ponto de orvalho. É necessário levar em consideração que a temperatura do ar e a temperatura das paredes de um edifício podem ser muito distintas. Efetivamente, pode ocorrer que a temperatura do ar seja de 20° C, e a das paredes exteriores seja de 15° C a 16° C. Nos cantos do edifício, pode-se chegar até a temperaturas mais baixas, da ordem dos 12° C. Caso a umidade do ar seja de 60% a 70%, nos setores com temperatura de 12° C obrigatoriamente ocorrerá condensação de água, devido à umidade relativa do ar ser mais elevada por causa da redução da temperatura.

Pozzobon (2007), explica de forma sucinta que a condensação ocorre pelo esfriamento de vapores ou de certo teor de umidade existente no ambiente, como pode ser visto na Figura 4.

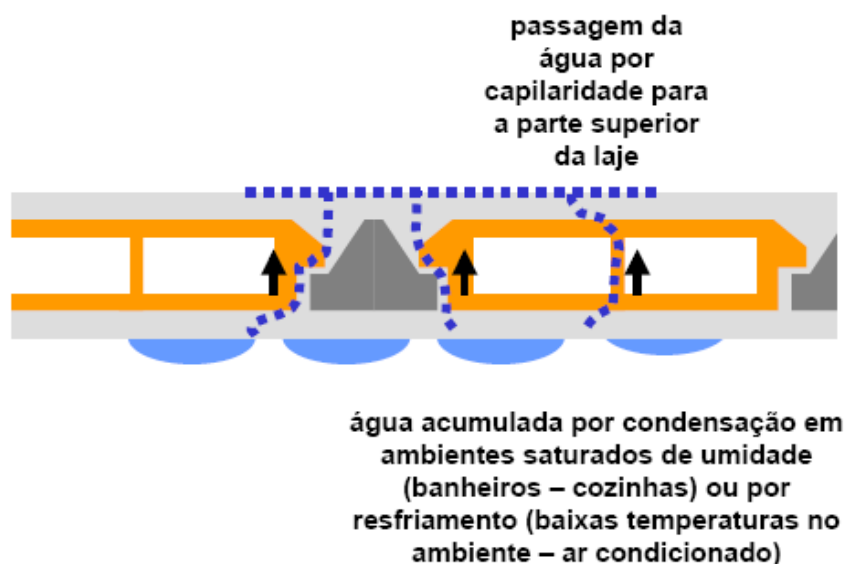


Figura 4: Condensação pela laje de forro.

Fonte: Pozzobon, 2007.

2.2.4 Absorção higroscópica de água e condensação capilar

Em ambos os mecanismos, a água é absorvida na forma gasosa. Na condensação capilar, a pressão de vapor de saturação da água diminui, ou seja, ocorre umidade de condensação abaixo de ponto de orvalho. Quanto menores forem os poros do material de construção, mais alta será a quantidade de umidade produzida por condensação capilar. Além das dimensões dos poros, o mecanismo depende principalmente da umidade relativa do ar. Quanto maior for a umidade relativa, maiores serão os vazios dos poros do material de construção que poderão ser ocupados pela condensação capilar. Um ambiente com umidade relativa do ar em torno de 70% produz, nos materiais de construção, certa quantidade de umidade por condensação capilar, cujo valor se denomina umidade de equilíbrio.

Normalmente, nos materiais não são encontrados teores de umidade menores que a umidade de equilíbrio. Caso o material de construção contenha sais, a umidade de equilíbrio pode variar consideravelmente. O mecanismo de absorção higroscópica da umidade é desencadeado do ar, do grau e do tipo de salinização: a água pode ser absorvida na forma higroscópica durante o tempo necessário até alcançar a umidade de saturação. Naturalmente, a absorção higroscópica da umidade desempenha papel especial nas partes da edificação que se apresentam salinizadas por umidade ascendente. Os locais subterrâneos e o térreo são os mais atingidos. Faz-se necessário conhecer exatamente os mecanismos individuais de umedecimento, ou seja, as causas das anomalias, para poder eliminá-las eficazmente. Para o diagnóstico das anomalias, é preciso verificar especialmente o grau de umidade e a existência de sais. Não só os dados químicos e físicos devem ser levados em consideração na restauração ou tratamento da anomalia; também é de fundamental importância avaliar as condições do contorno. É necessário avaliar especialmente a influência da água subterrânea, de fluxos superficiais de ladeiras e de águas provenientes de infiltrações. Também não se pode esquecer de avaliar e eliminar defeitos de construção, como por exemplo caimentos, prumadas e ralos, que muitas vezes pode ser deficientes, ou estarem rompidos ou entupidos.

2.3 Manifestações patológicas em edificações

Segundo Verçozza *apud* Silva (2006) as patologias podem ser classificadas em:

- Patologias das fundações e alvenarias;
- Patologia do concreto armado;
- Patologia das obras de madeira;
- Patologia da pintura;
- Patologia da umidade.

Peres *apud* Silva (2006) cita a classificação de Ioshimoto (1988), como uma classificação mais ampla, a mais utilizada:

- Umidade;
- Fissuras e trincas;
- Deslocamento de revestimento.

Este estudo enfoca as patologias da umidade.

2.3.1 Patologias causadas pela umidade

A Figura 5 mostra a ação da umidade sobre as edificações.

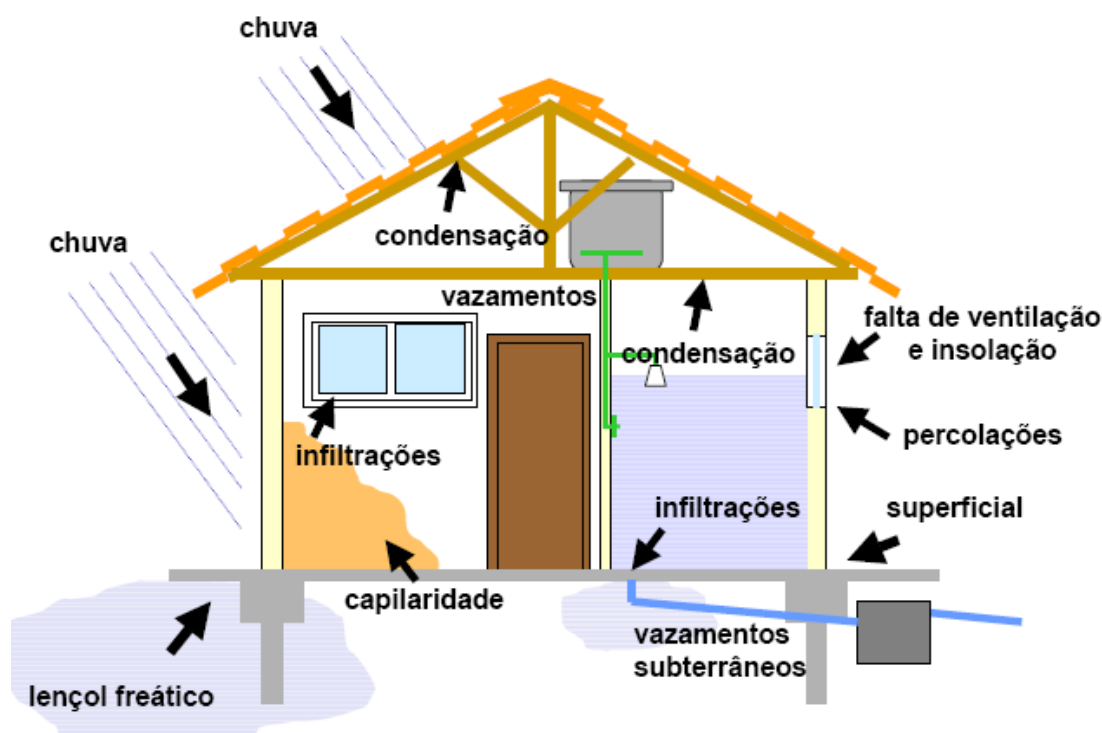


Figura 5: Ação da umidade sobre edificações.

Fonte: Pozzobon, 2007.

Segundo Argillés apud Silva (2007) uma das mais frequentes manifestações patológicas decorrentes da umidade do terreno nas fachadas dos andares térreos, mais especificamente, é o aparecimento de manchas provocadas pela ação dos agentes bióticos.

De acordo com Verçozza (1987), a ausência de impermeabilizantes nas áreas molhadas pode causar, os seguintes problemas: goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências, gelividade e deterioração.

Goteiras e manchas - quando a água atravessa uma barreira, ela pode, no outro lado, ficar aderente e ocasionar uma mancha; ou, se a quantidade é maior, gotejar, ou até fluir. Em qualquer dos casos, numa construção, estes são defeitos que só raramente podem ser admitidos. A umidade permanente deteriora qualquer material de construção, e sempre desvaloriza uma obra. Goteiras e manchas são defeitos mais comuns das infiltrações e que se procura sustar com a impermeabilização.

Mofo e apodrecimento - o apodrecimento da madeira é devido ao mofo e bolor. O mofo e o bolor são fungos vegetais cujas raízes, penetrando na madeira, destilam enzimas

ácidas que a corroem. Até mesmo nas alvenarias eles causam danos, porque eles também ali aderem, escurecendo as superfícies e, com o tempo, desagregando-as. Sendo vegetais, esses fungos precisam de ar e água. Não proliferam em ambientes absolutamente secos. Logo, o mofo e o apodrecimento também são decorrentes da umidade. A eliminação do mofo não é fácil. Para evitar que apareça é preciso eliminar a umidade, o que se consegue com impermeabilizações e com ventilação, que secam as superfícies e removem os esporos (sementes). Mas depois que as raízes atingem maior profundidade é difícil destruí-las.

Ferrugem – oxidação é a transformação lenta de um metal em seus óxidos. No caso do ferro e aço a oxidação toma o nome de ferrugem. A ferrugem é um sal de pouca aderência (cai facilmente sob fricção), de mau aspecto e de volume maior que o do ferro que lhe deu origem. O processo de formação da ferrugem é complexo e não cabe aqui descrevê-lo, mas o essencial é saber que a umidade é que dá condições favoráveis ao aparecimento da ferrugem. Por isso deve-se sempre procurar obter concreto impermeável: se a umidade penetrar até a armadura, facilmente aparece a ferrugem que, ao aumentar de volume, arrebenta o revestimento do concreto armado. Muito mais grave ainda é quando o concreto contém substâncias que se tornam oxidantes ao contato com a água. O cloreto de cálcio, por exemplo, muito usado como aditivo acelerador de pega do concreto, ao contato com a água pode originar ácido clorídrico, que corrói as armaduras rapidamente.

Eflorescências – são formações de sais nas superfícies das paredes, trazidos do seu interior pela umidade. As eflorescências causam mau aspecto, manchas, ou descolamento da pintura, etc. Pior ainda quando elas se situam entre os tijolos e o reboco, fazendo este se descolar. Conforme o volume, chegam a formar estalactites. As eflorescências aparecem quando a água atravessa uma parede que contenha sais solúveis. Estes sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, no concreto, na argamassa, etc. Dissolvendo-se na água eles são trazidos por ela para a superfície, onde a água evapora e os sais se depositam, sólidos ou em forma de pó. Eliminando-se a penetração da água, elimina-se a eflorescência. Exemplos de sais causadores de eflorescências: nitratos alcalinos (formam cristais brancos, vitrificados, volumosos), carbonato de cálcio (pó branco), sais de ferro (cor ferruginosa), sulfoaluminato de cálcio (crosta embranquecida). Nos reservatórios é comum que elas apareçam no fundo, na forma de estalactites; nas paredes, na forma de pó branco. Quando situadas entre o reboco e a parede, as eflorescências formam um plano capilar, por onde sobe a umidade, que aumenta a força de repulsão ao reboco. Os sais que causam as eflorescências também podem estar contidos na atmosfera. Então, na realidade, não é uma eflorescência, mas uma deposição. É o

caso comum das zonas industriais, carregadas de sais de enxofre, altamente reativo. Os sais também podem estar no solo e ser carregados às paredes por capilaridades. É normal que as pinturas não eliminem manchas de eflorescências. Os sais reagem com a nova tinta e a mancha reaparece. Neste caso, é preciso usar um selador eficiente ou remover o reboco atacado.

Criptoflorescências – também são formações salinas, de mesma causa e mecanismo que as eflorescências, mas agora os sais formam grandes cristais que se fixam no interior da própria parede ou estrutura. Ao crescerem, eles podem pressionar a massa, formando rachaduras e até a queda da parede. O maior causador de eflorescência é o sulfato. Os sulfatos, ao receberem água, aumentam muito de volume. Mesmo que a pressão seja pequena, as criptoflorescências fazem desagregar os materiais, principalmente na camada superficial.

Gelividade – a água, ao congelar, aumenta de volume. E a água em canais capilares congela à temperatura acima de 0°. Ela pode congelar à temperatura de até 6°C. Assim sendo, a água depositada nos poros e canais capilares dos tijolos e do concreto congela em dias frios. Ao congelar aumenta de volume. No miolo, este aumento de volume é contido pela massa do tijolo, e se traduz por calor, que então impede o congelamento. Mas na superfície a resistência é menor, formando-se gelo que desloca as camadas mais extensas, desagregando paulatinamente o material. Então a superfície dos tijolos começa a se desgastar, parecendo lixada. Geralmente toma a forma convexa. Não havendo a penetração da água, não haverá gelividade.

Deterioração – todos os defeitos citados antes são causados pela água, ou por ela conduzidos, ou afetados. Esses defeitos vão aos poucos deteriorando os materiais e a obra construída. Logo, a impermeabilidade é também uma exigência de duração, e não somente de aparência ou acabamento.

De acordo com Storte (2004), as manifestações patológicas provocadas pela infiltração de água ocorrem devido a ausência ou falha da impermeabilização.

Além das citadas anteriormente, Storte (2004) ainda cita as manifestações patológicas mais frequentes:

Carbonatação do Concreto - A reação do cimento com a água resulta em compostos hidratados. Na confecção do concreto, normalmente adiciona-se um excedente de água de amassamento necessária para sua mistura e trabalhabilidade. Assim, obtém-se um concreto compacto e denso, porém poroso.

A elevada alcalinidade do concreto (PH entre 12 e 14) deve-se principalmente ao hidróxido de cálcio resultante da reação do cimento. O hidróxido de cálcio em combinação com os hidróxidos ferrosos do aço formam uma capa passivadora, composta de óxidos compactos e contínuos, que mantém a armadura protegida, mesmo em concretos com elevada umidade.

A carbonatação do concreto, notadamente em concretos porosos ou com baixo cobrimento das armaduras reduz a alcalinidade do concreto para valores de PH inferiores a 10, tendo como consequência a destruição da capa passivadora da armadura, permitindo a início do processo de corrosão, quando em presença de água (eletrólito), oxigênio e diferença de potencial da armadura.

Degradação das pinturas e revestimentos - A água também pode já estar presente na edificação através da umidade das materiais de construção, utilizados na sua construção. A umidade degrada uma série de componentes de uma construção, inclusive das pinturas, revestimentos de papel de parede, laminados decorativos, madeira, etc, tanto pela ação direta da água, como pela dissolução dos sais presentes nos materiais de construção.

As patologias mais observadas são manifestadas nas pinturas, dentre as quais são citadas:

- **Eflorescências** - Manchas esbranquiçadas que surgem na pintura, provocada pela lixiviação dos sais solúveis das argamassas e alvenarias. Os principais sais solúveis presentes na alvenaria e argamassa de revestimentos podem ser classificados como os carbonatos (cálcio magnésio, potássio, sódio), hidróxidos de cálcio, sulfatos (cálcio, magnésio, potássio, sódio), cloretos (cálcio, magnésio) e nitratos (potássio, sódio, amônia).

- **Desagregamento** - Caracteriza-se pela destruição da pintura que se esfarela, destacando-se da superfície, podendo inclusive, destacar com parte do reboco. Normalmente é causado pela reação química dos sais lixiviados, pela ação da água que ataca as tintas ou adesivos de revestimentos.

- **Saponificação** - Manifesta-se pelo aparecimento de manchas na superfície pintada, freqüentemente, provocando o destacamento ou degradação das pinturas, notadamente as do tipo PVA, de menor resistência. A saponificação também ocorre, devido a alta alcalinidade do substrato, que pode ter se manifestado pela, eflorescência dos sais altamente alcalinos.

- **Bolhas** - O maior poder impermeabilizante, de alguns tipos de tintas e adesivos de revestimentos, dificultam a dissipação do vapor de água ou a própria água encontrada no substrato, podendo provocar o deslocamento e formação de bolhas nas pinturas ou

revestimentos. Normalmente ocorrem em tintas alquídicas (esmaltes, óleo), epóxi, hypalon, bem como perda de propriedades adesivas de colas de revestimentos de papéis, vinílicos, laminados, etc.

- **Bolor** - A absorção ou presença de umidade nas tintas, notadamente dos tipos PVA, em função das resinas e aditivos da formulação (espessantes, plastificantes, etc.), proporcionam condições adequadas para o surgimento e crescimento de colônias de fungos e bactérias, notadamente em ambientes pouco ventilados e luminosos.

- **Destacamento** - É provocado pela reação dos sais das eflorescências lixiviados até a interface das pinturas, prejudicando sua aderência.

Bolor - O desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações é ocorrência comum em climas tropicais. O bolor está associado a existência de alto teor de umidade no componente atacado e no meio ambiente, podendo interferir na salubridade e habitabilidade da edificação.

Também pode ocorrer o emboloramento em paredes com umidade provocada por vazamentos ou infiltrações. Os fungos tem seu desenvolvimento bastante afetado pelas condições ambientais, notadamente pela umidade e temperatura. Sua manifestação ocorre em ambientes com elevado teor de umidade ou ambiente com elevada umidade relativa do ar (acima de 75%). Desenvolvem-se bem entre temperaturas de 10 a 35° C. Estas condições ambientais são genéricas, pois mesmo fora destes referenciais, podem ocorrer emboloramento, dependendo da espécie de fungos consideradas.

2.3.2 Patologias originárias do processo construtivo

De acordo com Storte (2004), as manifestações patológicas originárias do processo construtivo, podem provocar o rompimento ou danos à impermeabilização.

O autor ainda cita as manifestações patológicas mais freqüentes:

Trincas e fissuras em edificações - Dentre os inúmeros problemas patológicos das edificações, as trincas são particularmente importantes pelos seguintes fatos:

- aviso de um eventual problema estrutural ou de estado perigoso;
- comprometimento da estanqueidade da edificação;
- constrangimento psicológico dos usuários da edificação.

Abaixo são relacionados os principais tipos de trincas encontradas na patologia das construções:

a) Variações térmicas - Os componentes de uma construção estão sujeitas a variações térmicas diárias e sazonais, que provocam sua variação dimensional. Estes movimentos de dilatação e contração, são restringidos pelos diversos vínculos que envolvem os materiais, gerando tensões que podem provocar trincas ou fissuras. As movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as suas propriedades físicas, com a intensidade das variações da temperatura.

A temperatura da superfície do material exposto a fonte de radiação solar pode ser estimada a partir da temperatura do ar e da cor desta superfície, podendo-se analisar a intensidade das movimentações em função dos limites extremos de temperatura, a que está submetido o material e em função do seu coeficiente de dilatação térmica linear. As tensões desenvolvidas no material, poderão ser estimados com base no módulo de deformação e nas condições de vínculos que restringem sua movimentação, podendo, analogamente, verificar o efeito de sua deformação sobre os componentes vizinhos. As lesões verificadas em obras sob efeito das movimentações diferenciadas, assumem diversas situações e intensidade, como exemplo:

- destacamentos entre alvenarias e estruturas;
- destacamento das argamassas de seus substrato;
- fissuras ou trincas inclinadas em paredes com vínculo em pilares e vigas, expostos
- ou não à insolação;
- fissuras ou trincas regularmente espaçadas em alvenarias ou concreto, com grandes vãos sem juntas;
- fissuras ou trincas horizontais em alvenarias apoiadas em lajes submetidas a forte insolação.

Teor de umidade dos materiais - A alteração da umidade dos materiais porosos, acarretam variações dimensionais nos elementos e componentes de uma construção. O aumento da umidade provoca expansão; inversamente, a diminuição da umidade provoca a contração do material. Havendo vínculos que restringem a movimentação, aliado a intensidade da movimentação e do módulo de deformação, o material desenvolve tensões que podem provocar trincas ou fissuras, de forma semelhante às provocadas pela variação térmica.

As variações do teor de umidade provocam movimentações de dois tipos:

- Irreversíveis - Ocorrem geralmente logo após a confecção do material, e são originadas devido a perda ou ganho de umidade, até que o material atinja a umidade higroscópica de equilíbrio.

- Reversíveis - Ocorrem por variação de umidade do material ao longo do tempo, limitadas a um certo período em que o material esteja entre os limites seco ou saturado.

Sobrecargas - Os carregamentos previstos ou não em projeto podem produzir fissuras, sem que comprometa a estabilidade estrutural. A ocorrência de fissuras no concreto armado, provoca uma redistribuição das tensões ao longo do componente fissurado. De forma geral são previstas as possibilidades de fissuração do concreto nas regiões tracionadas. Procura-se limitar a fissuração em função do efeito estético, da deformabilidade da estrutura e de sua durabilidade, frente aos agentes agressivos, notadamente da corrosão das armaduras. Os tipos mais comuns, são provocados por torções por excessiva deformabilidade de lajes ou vigas, recalques diferenciais e por sobrecargas.

Deformação excessiva do concreto armado - As estruturas de concreto armado deformam-se sob ação de cargas permanentes ou acidentais. O cálculo estrutural admite flechas que não comprometem a estabilidade ou o efeito estético. Entretanto suas amplitudes podem gerar tensões, que comprometem as alvenarias e outros componentes apoiados ou vinculados à estrutura, acarretando a formação de fissuras ou trincas.

Recalques diferenciais - A deformação do solo sob o efeito de cargas externas, pode ser diferente ao longo das fundações de uma edificação, podendo gerar recalques diferenciais que geram tensões variáveis, que podem induzir na ocorrência de trincas e fissuras.

Retração hidráulica - O concreto ou argamassa retrai quando seca e expande quando absorve água. Estas variações de volume, devido a presença de água, são inerentes ao concreto e argamassas. A mistura de água ao cimento, produz uma série de reações cujos produtos compõem-se de materiais cristalinos e uma grande quantidade de gel (tobermorita).

A variação do traço do concreto e argamassas apresenta maior ou menor retração. A quantidade de água tem relação direta com a retração. As medidas preventivas para reduzir a retração hidráulica são:

- menor relação água/cimento;
- maior teor de agregados;
- espessura do cimento;
- hidratação.

Aderência - A preparação do substrato que receberá uma impermeabilização, deve ser executada de forma a proporcionar sua adequada aplicação. Não deve apresentar cantos e arestas vivas, que deverão ser arredondados com raio compatível com o sistema a ser adotado,

isentas de pontas de ferro, protuberâncias, ninhos, sujeita e com caimentos adequados. Para tanto na maioria das vezes, o substrato recebe uma regularização com argamassa de cimento e areia. Muitas vezes tem-se observado uma total displicência no preparo das argamassas de regularização, acarretando no seu descolamento, que acaba por danificar a impermeabilização, perdendo-se a sua eficiência. Independente do traço adequado da argamassa aplicada como preparação para a impermeabilização, é essencial que tenhamos uma adequada aderência ao substrato. A aderência se dá pela penetração do aglomerante nos poros da base e seu endurecimento subsequente. A aderência, além de outros fatores, está diretamente relacionada a textura da base, da capacidade de absorção do aglomerante e da homogeneidade das propriedades finais.

Quando a base não for suficiente áspera e porosa, ou quando se constituir de materiais de graus de absorção diferenciados, a norma NBR 7200 recomenda a aplicação prévia de um chapisco, para se evitar o descolamento da argamassa de regularização. A baixa aderência das argamassas de regularização pode ser ainda comprometida, caso o substrato esteja sujo, com partículas soltas, impregnado de óleos desmoldantes, resíduos orgânicos, aditivos hidrofugantes, ou com superfície excessivamente lisa, tais como nata de cimento, etc.

Outros fatores que alteram a aderência estão relacionadas a elevada quantidade de água no preparo da argamassa, do seu manuseio após o fim do tempo de pega, ausência de hidratação prévia do substrato, ausência de cura da argamassa, etc. A argamassa de regularização deve Ter um módulo de deformação o mais perto possível do módulo de deformação do substrato, de forma a evitar tensões diferenciadas elevadas que possam gerar esforços cisalhantes intensos na interface de aderência, que podem acarretar no seu descolamento.

Ninhos e falhas de concretagem - A impermeabilização não deve ser aplicada num substrato desagregado ou de baixa resistência. Alguns sistemas de impermeabilização, como os cimentos impermeabilizantes por cristalização, só apresentam eficiência sobre substratos de concreto ou argamassa compactos.

2.4 Definição de impermeabilização

De acordo com a NBR 9575³ (2003), em seu item 3.49,

³ A NBR 9575 estabelece as exigências e recomendações relativas à seleção e projeto de impermeabilização, para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como a salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a ser garantida a estanqueidade das partes construtivas que a requeiram.

“Produto resultante de um conjunto de componentes e elementos construtivos (serviços) que objetivam proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade; produto (conjunto de componentes ou o elemento) resultante destes serviços. Geralmente a impermeabilização é composta de um conjunto de camadas, com funções específicas.”

Conforme Guedes (2004), fica estabelecido que os serviços de impermeabilização tem em mira realizar obra estanque, isto é, assegurar mediante emprego de materiais impermeáveis e de outras disposições, a perfeita proteção da construção contra a penetração de água.

A atividade de impermeabilização é entendida de forma simplória, como a adoção de técnicas com o objetivo de formar uma barreira química ou física, contra a passagem da água. (STORTE, 2004).

No entanto, a impermeabilização tem uma função muito mais importante, que é a de proteger os materiais de construção, contra a degradação provocada pela água, visto que a maioria deles são suscetíveis à esta degradação, explica o autor citado anteriormente.

2.4.1 Conceito e tipos de impermeabilização

De acordo com Guedes (2004), o tipo adequado de impermeabilização será determinado segundo três maneiras distintas de solicitação imposta pela água:

1) Impermeabilização contra água sob pressão, confinada ou não, exercendo pressão superior a 1 kPa, conforme o item 2.2 da NBR 8083⁴ (1983);

O mesmo autor cita os tipos de impermeabilização contra água sob pressão:

- Concreto impermeável;
- Argamassa impermeável;
- Membrana asfáltica;
- Membrana de polímeros.

2) Impermeabilização contra água de percolação, atuando sobre a superfície, não exercendo pressão hidrostática superior a 1 kPa, segundo o item 2.1 da NBR 8083 (1983);

Guedes (2004) cita os tipos de impermeabilização contra água de percolação:

- Concreto impermeável;

⁴ A NBR 8083 define os termos técnicos utilizáveis às normas de impermeabilização.

- Argamassa impermeável;
- Membrana asfáltica;
- Membrana de polímeros;
- Manta asfáltica e polimerizada;
- Manta polimérica.

3) Impermeabilização contra a umidade do solo.

Segundo o autor citado acima, os tipos de impermeabilização com umidade do solo são:

- Concreto impermeável;
- Argamassa impermeável;

2.4.2 Sistemas de impermeabilização

Para Cunha e Neumann (1979), relativamente às formas de execução, existem três tipos de impermeabilizações: rígidas, plásticas ou elásticas e laminares.

Segundo Yazigi (2004, p. 502), basicamente existem os seguintes sistemas:

“- Membrana flexível moldada in loco: Emulsões asfálticas; Soluções asfálticas; Emulsões acrílicas; Asfaltos oxidados + Estrutura; Asfaltos modificados + Estrutura + Elastômeros em solução (neoprene/Hypalon).
 - Manta flexível Pré-fabricada: Mantas asfálticas; Mantas elastoméricas (Butil/EPDM); Mantas poliméricas (PVC).
 - Membrana rígida moldada in loco: Cristalização; Argamassa rígida.”

De acordo com Ripper (1996), existem dois tipos de impermeabilização: rígidas e elásticas.

2.4.2.1 Impermeabilização rígida

A NBR 9575 (2003), em seu item 3.54, define impermeabilização rígida como:

“Conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeitas à fissuração.”

Conforme Ripper (1996), a impermeabilização rígida é feita com argamassa de cimento, areia e aditivos impermeabilizantes. Apresentam a desvantagem de trincarem quando as bases sobre as quais foram aplicadas não tiverem sido bem dimensionadas ou

ficarem expostas a grandes variações de temperatura. Nesse caso aparecem trincas, perdendo-se a eficiência.

Conforme a NBR 9575 (2003), em seu item 4.1.1,

- “A impermeabilização do tipo rígido deve ser de:
- a) argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
 - b) argamassa modificada com polímero;
 - c) argamassa polimérica;
 - d) cimento cristalizante para pressão negativa;
 - e) cimento modificado com polímero;
 - f) membrana epoxídica.”

2.4.2.2 Impermeabilização elástica

De acordo com a NBR 9575 (2003), em seu item 3.51,

“Impermeabilização flexível: Conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração.”

Conforme Ripper (1996), as desvantagens das impermeabilizações rígidas não ocorrem com as impermeabilizações elásticas, que acompanham esses pequenos movimentos da base sem se romperem.

Conforme a NBR 9575 (2003), em seu item 4.1.2,

- “A impermeabilização do tipo flexível deve ser de:
- a) membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;
 - b) membrana de asfalto modificado com adição de polímero elastomérico;
 - c) membrana de emulsão asfáltica;
 - d) membrana de asfalto elastomérico em solução;
 - e) membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado;
 - f) membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R), em solução;
 - g) membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);
 - h) membrana de poliuretano;
 - i) membrana de poliuréia;
 - j) membrana de poliuretano modificado com asfalto;
 - l) membrana de polímero modificado com cimento;
 - m) membrana acrílica;
 - n) manta asfáltica;
 - o) manta de acetato de etilvinila (E.V.A.);
 - p) manta de policloreto de vinila (P.V.C.);
 - q) manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.);

- r)manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.);
 s)manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R).”

2.5 Soluções de impermeabilização

Serão apresentadas as soluções mais comuns, sendo estas analisadas de forma a indicar sua utilização ideal, ou seja, nas zonas da edificação onde seja mais apropriada sua aplicação.

De acordo com Pozzobon (2007), a escolha do sistema de impermeabilização mais adequado é função da forma de atuação da água sobre o elemento da edificação e do comportamento físico dos elementos sujeitos a ação da água. Em geral, os sistemas de impermeabilizações adotam mais de uma solução, pois é comum ocorrerem mais de uma forma de atuação da água numa mesma situação.

No quadro 3, são apresentadas as situações corriqueiras a serem tratadas, levando-se em conta a forma de ação da água e o comportamento dos elementos das edificações, exemplos mais comuns para cada situação e as indicações para se resolver o problema.

Situação	Ação dos agentes	Exemplos típicos	Soluções
Atuação da água	Percolação	Lajes Terraços Coberturas Marquises Parapeitos Caixas d'Água Cisternas Reservatórios Piscinas	Argamassa impermeabilizada Mantas Asfálticas Juntas
	Água sob pressão hidrostática		Argamassa impermeabilizada Concreto impermeabilizado Membranas
	Umidade do solo	Muros de arrimo paredes em subsolo	Argamassa impermeabilizada Concreto impermeabilizado Pinturas asfálticas Drenagem subterrânea
Comportamento dos elementos da edificação	Sujeitos à fissuração e trincamento	Estruturas com fissuras e trincas devidas a dilatação/retração, recalques, fadiga e movimentações estruturais	Juntas Membranas Mantas Reforços
	Sujeitos à esforços externos	Fissuras e trincas provocadas por falhas no lançamento, adensamento e cura do concreto, tráfego de veículos, obras vizinhas, etc	Juntas Membranas Mantas

Fonte: Adaptado de Pozzobon, 2007.

Quadro 3 – Situações a serem tratadas levando-se em conta a forma de ação da água.

Em qualquer situação, é bom ter em mente que a melhor solução é a aquela prevista corretamente na fase de projeto e que as alternativas para corrigir problemas pós ocupação são sempre mais complicadas e com custo mais elevado. (POZZOBON, 2007).

2.5.1 Estruturas enterradas

De acordo com Perdigão (2007), englobam-se nas estruturas enterradas todo o paramento que está em contato permanente com o solo.

Compreendem estruturas enterradas em edificações: muros de contenção, vigas de fundação, contra-piso e lajes de piso.

Ainda, o autor acima citado, diz que, podem-se encontrar variadas soluções de impermeabilização para estes casos, são elas: argamassas aditivadas, emulsões betuminosas, membranas de betume produzidos à base de diversos materiais como elastômeros ou plastômeros, membranas líquidas, produzidas também à base de resinas ou de borracha butílica e por último as membranas de PVC.

Conforme Guedes (2004), nos subsolos serão considerados a proteção contra a água subterrânea e sob pressão, levando-se em conta o lençol freático, as água superficiais de infiltração e a possibilidade de elevação acidental e temporária do nível d'água.

Ainda serão considerados a proteção contra a umidade ascendente ou de penetração lateral, oriunda de infiltração superficial, absorção do terreno ou capilaridade.

Ripper (1996), sugere executar as fundações com aditivo impermeabilizante e antes do acabamento do piso, executar uma argamassa com aditivo cobrindo os lados das vigas de baldrame e uma pintura asfáltica espessa até atingir as paredes, formando assim uma vedação horizontal completa e contínua, como pode ser visto na Figura 6.

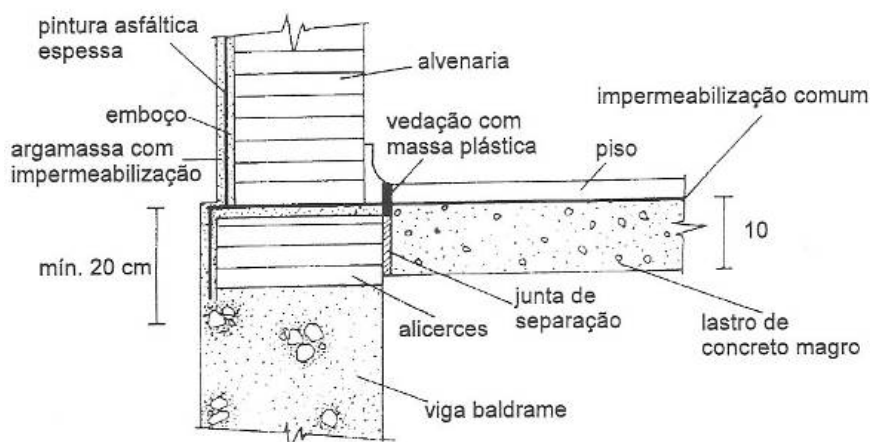


Figura 6: Impermeabilização de subsolos em terreno úmido.

Fonte: Ripper, 1996.

2.5.2 Áreas molhadas

De acordo com Storte (2008), o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Pernambuco (CREA-PE), concluiu em uma pesquisa realizada em 1997, que a maior incidência de infiltrações se dá nas áreas molhadas: banheiro, cozinha, área de serviço, varanda, jardineira.

Conforme Ripper (1996), quando se trata de ambientes onde se usa muita água, como banheiros, sanitários, cozinhas, chuveiros, lavanderias, etc, o andar inferior deve protegido com impermeabilização da laje de piso. Esta impermeabilização pode ser de argamassa com aditivo impermeabilizante, camadas de feltro asfáltico, coladas com asfalto oxidado.

Ainda o mesmo autor, recomenda nos chuveiros, uma impermeabilização das paredes com aditivo impermeabilizante na argamassa do emboço. Isto seve para evitar manchas de umidade nos ambientes contíguos ao chuveiro.

2.5.3 Fachadas

Perdigão (2007), diz que se consideram fachadas todos os elementos verticais que fazem uma separação física entre o interior e o exterior de uma construção, não se englobando nesta definição os paramentos de separação que se encontrem enterrados.

Por serem elementos verticais o contacto com a água dá-se quase exclusivamente em dias de chuva não existindo grande risco de a água ficar demoradamente em contacto com a superfície, ou seja, a água é escoada naturalmente pela gravidade. Contudo a impermeabilização deve ser colocada, sob o risco de, no caso de esta não o ser, a água se infiltrar nessas que são, na maior parte das vezes, relativamente porosos.

Encontram-se no mercado diversos produtos que permitem uma correta impermeabilização das fachadas, como argamassas aditivadas, membranas líquidas fabricadas à base de variados produtos e tintas impermeabilizantes.

De acordo com Ripper (1996), os pingos da chuva contra a alvenaria externa provocam manchas de umidade no interior do prédio, e uma boa proteção é a execução de uma barra (sócolo) de 60 cm de altura, de argamassa impermeável, pedra, ladrilhos, pastilhas, etc. Este sócolo protege também a alvenaria contra água empoçada ou de enchentes, como pode ser observado na figura 7.

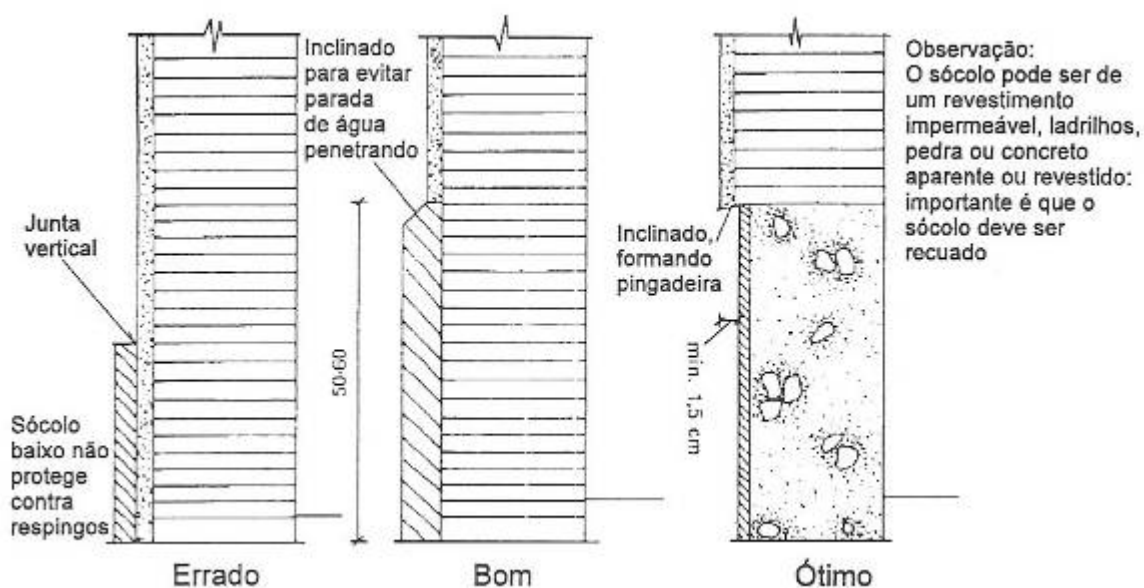


Figura 7: Sócolo externo das paredes.

Fonte: Ripper, 1996.

Ainda Ripper (1996), considera muito importante para proteção das fachadas, a pintura externa à base de silicone, com duração máxima de 2 anos; pintura à base de verniz acrílico, com duração de 5 anos e, pintura à base de verniz poliuretânico, com durabilidade de 8 anos, tendo esta a desvantagem de escurecer com o tempo.

2.5.4 Reservatórios

Considera-se como reservatório de água todas as estruturas com o objetivo de reservar líquidos no seu interior. Existem vários produtos impermeabilizantes de reservatórios que no geral dependem do tipo de produto existente no reservatório. Enumeram-se uma vez mais por ordem alfabeticamente surgindo em primeiro lugar as argamassas aditivadas, seguidas de emulsões betuminosas, membranas de betume à base de elastómeros ou plastómeros, membranas líquidas à base de borracha butílica, membranas de poliureia e por último membranas de PVC. (PERDIGÃO, 2007).

De acordo com Guedes (2004), as paredes laterais e fundo dos reservatórios serão impermeabilizados pela face interna e a tampa receberá proteção pela face externa se exposta ao tempo. Pela face interna, a tampa dos reservatórios receberá pintura com esmalte, de base epóxi, bicomponente e isento de solventes.

A ação da pressão hidrostática provoca goteiras em reservatórios, através de fissuras, como pode ser observado na figura 8.

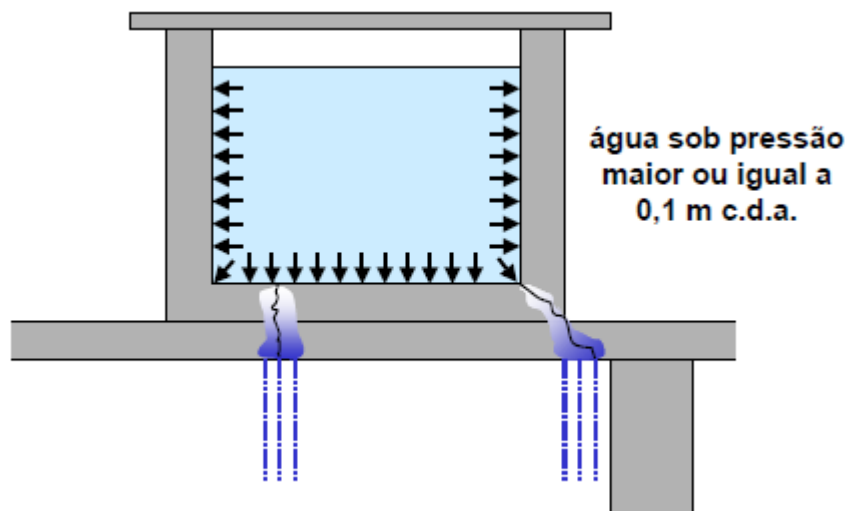


Figura 8: Água sob pressão em reservatório.
Fonte: Pozzobon, 2007.

2.5.5 Coberturas

De acordo com Perdigão (2007), existe uma infinidade de soluções para diferentes tipos de coberturas que, de acordo com o tipo de utilização dada à cobertura, se tornam mais ou menos eficientes. Importa assim diferenciar os tipos de coberturas existentes que são:

- Coberturas não acessíveis, ou seja, coberturas que não vão ser usadas para qualquer tipo de circulação à exceção de eventuais trabalhos de manutenção que lá tenham que ser feitos;
- Coberturas acessíveis, em que é permitida a livre circulação de pessoas ou veículos sobre a cobertura, o que implica uma proteção mecânica da camada de impermeabilização;
- Coberturas ajardinadas, onde se colocam jardins com todo o tipo de vegetação e que pelas suas características especiais, desde a necessidade de rega que aumenta a quantidade de água existente até à erosão causada pelas próprias raízes da vegetação, vão necessitar de cuidados especiais na escolha do tipo de impermeabilização a aplicar. Chama-se à atenção para o fato do caso das soluções para cobertura acessíveis poderem, regra geral, ser utilizadas em coberturas não acessíveis uma vez que as exigências das duas são bastante similares, ao contrário das soluções existentes para coberturas não acessíveis, que não devem ser utilizadas em coberturas acessíveis por não terem capacidade de resistência mecânica inerente ao uso.

Existe uma gama muito variada de produtos que podem ser utilizados em coberturas, como as argamassas aditivadas, membranas de betume fabricadas das mais variadas maneiras

tais como elastómeros, plastómeros, betume modificado contendo resinas polipropilénicas e betume oxidado. Existem ainda as membranas líquidas que, tal como as anteriores, têm na sua base os mais variados produtos tais como borracha butílica, dispersão estireno-plástica ou copolímeros, por fim vão ainda ser analisadas membranas de poliuretano e membranas de PVC.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de pesquisar as manifestações da infiltração em edificações, determinando os locais onde ocorrem as mesmas, a fim de apresentar soluções técnicas adequadas, para descrevê-las e caracterizá-las, foram utilizados os métodos descritos a seguir.

3.1 Classificação da pesquisa

Quanto aos objetivos, a pesquisa realizada é classificada como exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema em questão, através de revisão bibliográfica.

3.2 Planejamento da pesquisa

O planejamento se deu da seguinte forma:

- 1) Inicialmente realização de pesquisa bibliográfica e documental.
- 2) Os dados levantados foram organizados.
- 3) Os dados classificados foram ordenados.
- 4) Finalmente foram criadas fichas didáticas.

3.2.1 Plano de coleta dos dados

Os dados textuais foram coletados através de pesquisa em fontes bibliográficas e documentais como, por exemplo: meio eletrônico (internet), obras literárias, artigos técnicos, publicações, revistas técnicas, normas, manuais técnicos de produtos, entrevista com fornecedores e, por contato direto, pessoal ou por e-mail, com profissionais que atuam na área de impermeabilização de edificações.

As imagens foram obtidas através da internet e registro fotográfico 'in loco' na cidade de Três de Maio/RS, utilizando para este último, uma câmera digital Sony Cyber-Shot 6.0 Mega Pixels.

3.2.2 Plano de análise e interpretação dos dados

Os dados levantados foram filtrados e organizados, ou seja, as imagens obtidas foram classificados conforme cada patologia.

Após a organização dos dados, os mesmos foram analisados conforme sua relevância e especificidade, ou seja, cada solução de impermeabilização foi direcionada ao seu problema correspondente.

Foram criadas fichas ilustradas e classificadas, utilizando-se do software Corel Draw 12, onde consta uma ou duas imagens ilustrando a patologia, uma breve descrição, origem, local de ocorrência e uma indicação do tratamento, como mostra a Figura 8.

N. - ÁREA:
TIPO.

Foto 1

Foto 2

Descrição:

Origem:

Local:

Tratamento:

Figura 9: Modelo de ficha.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante a pesquisa foi importante e necessário focar as áreas mais atingidas pela infiltração e umidade nas edificações, procurando descrever as patologias decorrentes.

4.1 Locais onde ocorrem infiltrações

Nem todas as áreas de uma edificação estão sujeitas a ação da água. A umidade está presente na execução do concreto e argamassa, em coberturas (telhados), paredes, lajes de terraço, solo (através do lençol freático), pisos, forros, banheiros, cozinhas, etc.

Souza e Melhado (1998) classificaram a solicitação da água numa escala, conforme o Quadro 4:

Área	Solicitação em relação à água
Varanda	Alta
Box do banheiro	Alta
Banheiro	Média a alta
Cozinha	Baixa a média
Área de Serviço	Baixa a média
Lavabo	Muito baixa

Fonte: Souza e Melhado, [1998].

Quadro 4 – Solicitação dos pisos em relação à água.

As cinco áreas definidas onde ocorrem infiltração ou umidade numa edificação são:

- 1 - Estruturas enterradas;
- 2 - Áreas molhadas;
- 3 - Fachadas;
- 4 - Reservatórios;
- 5 - Coberturas.

Para melhor identificar os problemas na edificação, cada área foi subdividida em itens, ou seja, locais onde as patologias são percebidas:

1 - Estruturas enterradas:

- a) Paredes em contato direto com o solo (contenção, muretas);
- b) Vigas de fundação;
- c) Contra-piso.

2 - Áreas molhadas:

- a) Banheiro;
- b) Cozinha;
- c) Lavadeira;
- d) Floreiras/jardineiras.

3 - Fachadas:

- a) Percolação pela pingadeira;
- b) Percolação pela sacada;
- c) Incidência direta da chuva.

4 - Reservatórios:

- a) Vazamentos, goteiras.

5 - Coberturas:

- a) Não acessíveis;
- b) Acessíveis;
- c) Ajardinados.

4.2 Patologias decorrentes da infiltração

Através da revisão bibliográfica, foi possível determinar as principais patologias causadas pela umidade, que podem ser encontradas numa edificação, assim citadas:

- Goteiras e manchas;
- Mofo e apodrecimento;
- Ferrugem;
- Eflorescências;
- Criptoflorescências;
- Gelividade;

- Deterioração;
- Carbonatação do concreto;
- Degradação das pinturas e revestimentos;
- Desagregamento de pintura e reboco;
- Saponificação;
- Bolhas;
- Bolor;
- Destacamento, entre outras.

As patologias descritas acima são importantes, pois definem problemas que comumente afetam as edificações e, mesmo sendo visíveis, não são tratadas ou não é dada a importância devida.

O detalhamento das patologias citadas estão explicadas neste trabalho, no item 2.3.1.

O Quadro 5 relaciona os locais, erros, causas e manifestações de 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 • Trespasses 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: Adaptado de Souza *apud* Klein, 2008.

Quadro 5 – Vazamentos na rede pluvial do telhado.

O Quadro 6 traz a relação das causas das manifestações com vários tipos de telhas:

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: Adaptado de Souza *apud* Klein, 2008.

Quadro 6 – Vazamentos pelo telhado.

O Quadro 7 exhibe os erros, causas, e as manifestações correspondentes às infiltrações pela laje de cobertura e terraço:

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: Adaptado de Souza *apud* Klein, 2008.

Quadro 7 – Vazamentos pela laje de cobertura e terraço.

O Quadro 8 mostra as origens dos vazamentos em pisos e paredes, suas causas e manifestações:

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 amaduras 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: Adaptado de Souza *apud* Klein, 2008.

Quadro 8 – Vazamentos em pisos e paredes.

No Quadro 9 são apresentadas causas e manifestações da infiltração 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 • Presença de estalactites pela lixiviação do concreto • Manchas marrons devido a oxidação das armaduras • Manchas circulares ou elípticas indicativas de falhas de concretagem • Fissuras nas paredes
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 	
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade, pouca resistência, muito permeável 	
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de inspeções periódicas • Falta de limpeza interna 	

Fonte: Adaptado de Souza *apud* Klein, 2008.

Quadro 9 – Infiltração em reservatórios.

As manifestações mais comuns observadas são manchas escuras e mofo (bolor), na superfície de alvenarias e forro. Estas manifestações além de provocarem prejuízos ao substrato, causam danos à saúde e um aspecto muito desagradável ao morador da edificação.

A Figura 9, por exemplo, demonstra o avançado estado de desenvolvimento de fungos vegetais em um banheiro, decorrentes da umidade e já enraizadas na alvenaria.



Figura 10: Fungos vegetais no banheiro.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Outra manifestação importante constatada com a pesquisa foi o desagregamento (lixiviação) da pintura, causando além de sujeira e manchas, prováveis riscos à saúde, já que o problema ocorre num dormitório. Esta manifestação tem origem pela reação química nos sais presentes na alvenaria, provocada pela umidade ascendente do solo, por causa do contato da viga de fundação com o solo, como pode ser visto na figura 10.



Figura 11: Desagregamento do reboco num dormitório.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

4.3 Tratamentos indicados

Após a definição dos locais mais afetados pela umidade na edificação, foi realizada uma pesquisa de soluções técnicas e produtos indicados para cada problema.

É importante salientar, que as indicações de soluções foram obtidas através de páginas da internet e folhetos explicativos, das empresas fabricantes de produtos.

As soluções são apenas indicativas, ou seja, não é determinado que esta seja a melhor ou única solução para o problema a ser tratado.

Além disso, apenas são indicadas as soluções técnicas e produtos, sendo que não foi explicado como se procede sua preparação e aplicação. Esta decisão se deve ao fato de que, as fichas são para consulta rápida e também ao fato de que algumas soluções podem ser utilizadas para mais de um tipo de problema, podendo ser repetitivo o detalhamento.

Os tratamentos indicados foram divididos por área de atuação da infiltração ou umidade e cada solução dirigida aos locais pertinentes:

- Aditivo Hidrófugo: Vigas de fundação, paredes, contrapisos, argamassa de assentamento (evita umidade ascendente), reservatórios.
- Aditivo Hidrorepelente: Fachadas, paredes externas.
- Argamassa Polimérica (Impermeabilizante): Reservatórios, piscinas, subssolos, paredes internas e externas, pisos, pedras naturais antes do assentamento (evita eflorescências).
- Cristalizante: Rodapés (evita umidade ascendente), paredes em sub-solo (evita infiltração por lençol freático-pressão negativa).
- Manta Asfáltica de alta performance – Lajes, coberturas, piscinas.
- Manta Asfáltica à base de asfalto modificado – lajes, piscinas.
- Manta Asfáltica anti-raiz: floreiras, contra-piso e paredes em contato com o solo.
- Manta Asfáltica aluminizada: áreas expostas e sem trânsito: lajes inclinadas, coberturas, marquises.
- Manta Asfáltica à base de asfalto modificado com polímeros: lajes, contra-piso, terraços, varandas, baldrames, lavabos, banheiro, cozinha, lavanderia.
- Tinta betuminosa: proteção de superfícies de concreto, alvenaria, madeira e metálicas, baldrames, fundações, paredes em contato com o solo.
- Membrana Polimérica: lajes de cobertura, marquises, sheds, lajes, terraços, calhas, baldrames, paredes em contato com umidade, rodapés, floreiras, piscinas.

- Membrana asfáltica elastomérica: lajes, floreiras, marquises, pisos, terraços calhas, baldrames, piscinas.
- Membrana acrílica: lajes, marquises.
- Membrana de poliuretano: lajes, floreiras, marquises, pisos, terraços, calhas, baldrame.
- Resina termoplástica: piscina, reservatório,
- Emulsão Asfáltica: Lajes, pisos, baldrames.
- Emulsão acrílica: Lajes, pisos, paredes, calhas.

As fichas didáticas criadas foram elaboradas com as seguintes informações: locais, parte afetada, imagem ilustrativa, breve descrição do problema, origem, local e tratamento indicado e estão em anexo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de medidas preventivas no sentido de evitar ou minimizar a ocorrência de situações desagradáveis faz parte do cotidiano de todos. Na área da Engenharia Civil, tais medidas assumem uma dimensão imensurável, posto que esta área lida com edificações e com vidas humanas, estas últimas, presentes quer no processo de construção da obra, quer como usuárias (consumidoras) de seu trabalho. Portanto, a consciência da prevenção deve ser inerente ao profissional da engenharia civil.

Embora a infiltração se caracterize como uma das patologias da área da construção civil em que há diversos estudos que abordam sua origem e a forma de preveni-la, esta ainda se constitui em um problema que ocorre, com grande frequência, tanto em obras construídas recentemente como naquelas com alguns anos de existência.

Especificamente em relação à prevenção da infiltração, é de conhecimento dos profissionais da área que tal medida, além de possibilitar uma maior vida útil da obra, impede ou limita o surgimento de desconfortos aos moradores decorrentes desse problema, incluindo-se aí o gasto financeiro. A este respeito, é importante ter consciência que recuperar ou reparar uma obra com problemas de infiltração é bem mais dispendioso do que realizá-la no momento da edificação, portanto estes problemas poderiam ser evitados com simples medidas preventivas

Outro aspecto que também se deve levar em conta é o tempo gasto com a recuperação da obra, o que também se constitui em incômodo.

Para um profissional de qualquer ramo de atividade, a análise de falhas ou defeitos encontrados em trabalhos desenvolvidos por outros profissionais nunca é motivo de orgulho ou satisfação. No entanto, o importante nesses casos é compreender a necessidade de se estudar as manifestações patológicas e suas causas no sentido de evitar a sua ocorrência no presente, prevenindo também, com isso, problemas futuros.

Conforme referido no início deste trabalho, inúmeros são os fatores que podem ser associados ao início desse problema; entre estes, destacam-se a resistência dos profissionais e proprietários em relação à aplicação do sistema de impermeabilização, no momento da edificação da obra; a falta de planejamento; e a utilização de produtos inadequados e de mão-de-obra não qualificada.

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. 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.

É fato concluir que a prevenção é a melhor solução e, seguindo esta afi aplicando-a 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.

5.1 Conclusões

Como resultados da pesquisa apresentam-se as seguintes conclusões:

- A presença de água na edificação é inevitável e é um fator originador de várias patologias na edificação, porém é possível impedir sua ação através de medidas preventivas, ou seja, impermeabilização bem executada antes dos problemas surgirem;
- A ausência de manutenção pode, muitas vezes, agravar quadros patológicos eliminando, na maioria dos casos, a possibilidade de reformas, restando como única alternativa a reconstituição total do componente onde atua o agente patológico.

Esta pesquisa foi de significativa importância, pois o estudo propiciou conhecer melhor as patologias e também saber que é perfeitamente possível diagnosticar com êxito a maioria deste problemas nas construções.

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 da sua frequência nas edificações, despertando a necessidade de aprofundar mais no caso em quem se deparar e/ou utilizar informações para evitar que as mesmas aconteçam.

O estudo revelou ainda que há necessidade de maior esclarecimento por parte dos engenheiros em relação à importância da prevenção da infiltração e dos benefícios obtidos, bem como da importância de elaboração do projeto de impermeabilização.

Ainda, o desenvolvimento deste estudo contribuiu para a ampliação dos conhecimentos teóricos acadêmicos, posto que foi necessário realizar uma revisão de literatura que oferecesse sustentação ao trabalho.

Espera-se a partir deste trabalho poder incentivar discussões que venham agregar maiores conhecimentos e realização de mais trabalhos sobre o tema de patologia das construções.

5.2 Sugestões e Recomendações

Tem-se a clareza de que este estudo não se constitui em algo terminado. Dessa forma, deseja-se que este se constitua em uma experiência que possa gerar novas pesquisas sobre este tema, com vistas a oferecer uma contribuição mais efetiva para esta área, especialmente em relação à produção científica. Diante do exposto, julga-se oportuno apresentar as seguintes sugestões:

Ao curso de Engenharia Civil, que busque aprofundar a discussão sobre sistemas de impermeabilização mediante a inclusão, em seu Currículo Acadêmico, de disciplina específica e que procure incentivar a produção científica na área de patologias de edificações.

Aos engenheiros civis, que procurem rever seus conceitos em relação ao serviço de impermeabilização, sobretudo, que construam e executem projetos de impermeabilização, que em seu espaço de influência estimulem a realização deste serviço no momento de execução da obra e que busquem conhecer com profundidade a qualidade do material e do serviço de impermeabilização oferecido.

Às construtoras, que elaborem e executem projetos de impermeabilização conforme preconiza a NBR 9575, que estejam atentas à contratação de serviços especializados na área e que invistam em capacitação profissional.

Às empresas de impermeabilização, que invistam na qualificação de mão de obra; que observem a NBR 9574 no momento de execução do serviço; e que exijam projetos específicos de impermeabilização dos responsáveis pela obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de impermeabilização**: procedimento. NBR 9574. Rio de Janeiro, 1986. 02 p.

_____. **Impermeabilização**: seleção e projeto: NBR 9575. Rio de Janeiro, 1986. 12 p.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de construção**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC S.A., 2004. v. 2.

ClicNegócios. **Arquitetura e Construção**. Disponível em: http://www.clicnegocios.com/clic/layout01.php3?opti=exibe_materia&id_materia=305. Acesso em 02 de setembro de 2009.

CMI Brasil. **Fotos da Biblioteca Nacional II**. Disponível em: <http://www.midiaindependente.org/pt/blue/2005/05/317223.shtml>. Acesso em 02 de setembro de 2009.

CUNHA, Joaquim Geraldo da Cunha. **A importância do projeto de impermeabilização**. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2008, [São Paulo, SP]. Artigos. [São Paulo, SP]: [UNASP], 2008. Disponível em: <http://enaic.unaspec.edu.br/pdf/A_importancia_do_projeto_de_impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o_-_final.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2009.

CUNHA, Aimar G. da; NEUMANN, Walter. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como projetar e executar**. 2 ed. Rio de Janeiro: Argus, 1979. 156 p.

Dicionário Wiktionary. Disponível em: <<http://gl.wiktionary.org/wiki/friabilidade>>. Acesso em: 28 abr. 2009.

Ebanataw. **A profilaxia de patologias nas edificações**. Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/patologias/profilaxiaCaso4.htm>. Acesso em 02 de setembro de 2009.

Eduardo Leite. **Caos na saúde. Por quê ainda continua?**. Disponível em: <http://eduardoleite.blogspot.com/2008/01/caos-na-sade-porque-ainda-existe.html>. Acesso em 02 de setembro de 2009.

GRANATO, José Eduardo. **Manutenção das edificações**. Disponível em: <<http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/granato.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2009.

GUEDES, Milber Fernandes. **Caderno de encargos**. 4 ed. São Paulo: Pini Ltda, 2004. 736 p.

IBI. Equipe de Obra. **Lajes com vazamento**. Disponível em: http://www.ibisp.org.br/?pagid=vrevista_obra&id=13. Acesso em 15 de dezembro de 2009.

ImperConsultoria. **Impermeabilizaçã-Prevenção e proteção.** Disponível em: <http://imperconsultoria.blogspot.com/2009/04/impermeabilizacao-prevencao-e-protecao.html>. Acesso em 02 de setembro de 2009.

Jardineiro.net. **Paisagismo em Varandas e Terraços.** Disponível em: http://www.jardineiro.net/br/artigos/paisagismo_varanda.php. Acesso em 15 de dezembro de 2009.

LUFT, Celso Pedro. **Minidicionário Luft.** 20 ed. São Paulo: Prol Ltda, 2001. 688 p.

LWart Química. **Problemas e Soluções.** Disponível em: http://www.lwart.com.br/site/content/quimica/problemas_detalle.asp?id=5&prId=16&x=11&y=7. Acesso em 02 de setembro de 2009.

MORAES, Cláudio Roberto Klein de. **Impermeabilização em lajes de cobertura: Levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre.** 2002. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

Mulher e beleza. **Aprenda a Tirar Manchas de Umidade das Paredes.** Disponível em: <http://www.mulherbeleza.com.br/dicas/aprenda-a-tirar-as-manchas-de-umidade-das-paredes>. Acesso em 02 de setembro de 2009.

National Geographic Brasil. **O céu é verde.** Disponível em: <http://viajeaqui.abril.com.br/national-geographic/edicao-110/fotos/telhado-ecologico-450583.shtml?foto=0p>. Acesso em 15 de dezembro de 2009.

Overmundo. **Desomenagem ao Memorial Henrique de Melo Spengler.** Disponível em: <http://www.overmundo.com.br/overblog/desomenagem-ao-memorial-henrique-de-melo-spengler>. Acesso em 02 de setembro de 2009.

PAVAN, Ademilton; DAL PONT, Tiago Estano. **Impermeabilização com manta asfáltica: Um estudo de caso no tratamento da infiltração em lajes de cobertura.** 2007. 87 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2007.

PERDIGÃO, Raul da Costa Cabanas. **Impermeabilização de construções: Soluções tecnológicas e critérios de seleção.** 2007. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007.

POZZOBON, Cristina Eliza. **Notas de Aulas da disciplina de Construção Civil II.** 2007. 17 p.

PRODUTOS: Impertudo Comercial de Impermeabilização LTDA. Disponível em: http://www.impertudo.com.br/modules/mastop_publish/?tac=Produtos. Acesso em 20 de outubro de 2009.

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

SFS Online. **Situação crítica.** Disponível em: <http://sfsonline.wordpress.com/2009/03/08/victor-konder/>. Acesso em 02 de setembro de 2009.

SILVA, Armando Felipe de. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados: estudo de caso em edifícios em Florianópolis.** 2007. 190 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA. Fabrício Nunes da. **Caracterização das manifestações patológicas presentes em fachadas de edificações multipavimentadas da cidade de Ijuí/RS.** 2006. 122 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil)-Departamento de Tecnologia, Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

SILVA, Felipe Tavares da; PIMENTEL, Roberto Leal; BARBOSA, Normando Perazzo. **Análise de patologias em estruturas de edificações da cidade de João Pessoa.** In: 45º Congresso Brasileiro do Concreto, 2003, [João Pessoa, Paraíba]. Publicações. [Porto, Portugal]: [FEUP], 2003. Disponível em: <<http://www.fe.up.pt>>. Acesso em: 27 abr. 2009.

STORTE, Marcos. **A Importância da Impermeabilização.** In: 46º Congresso Brasileiro do Concreto, 2004 [Florianópolis – SC]. Publicações. 2004. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/7330425/Impermeabilizacao-e-Patologias-TrabalhoStorte>. Acesso em: 24 abr. 2009.

STORTE, Marcos. **Impermeabilização como qualidade de vida.** Disponível em: <http://www.secovi.com.br/noticias/arq_not/eng._%20marcos_storte_viapol.pdf> Acesso em: 24 abr. 2009.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas construções.** 2008. 64 p. Monografia (Especialização em Construção Civil)-Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, Júlio Cesar Sabadini de; MELHADO, Silvio Burrattino. **Diretrizes para a seleção e projeto de impermeabilização dos pisos do pavimento tipo de edifícios.** In: Congresso Latino-Americano: Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Soluções para o terceiro milênio, 1998, [São Paulo, São Paulo]:[PCC-USP], 1998.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 6 ed. São Paulo: Pini Ltda, 2004. 722 p.

VERÇOZA, Enio José. **Impermeabilização na construção.** 2 ed. Porto Alegre: Sagra,1987. 151 p.

ANEXO A – Fichas didáticas

1- ESTRUTURAS ENTERRADAS: PAREDES EM CONTATO DIRETO COM O SOLO.



Figura 12: Formação de fungos por capilaridade.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor). Formação de fungos vegetais (cor esverdeada) decorrentes da umidade.

Origem: Ascensão de água no solo por capilaridade, transmitido pela alvenaria em contato direto com o solo.

Local: Parte inferior das alvenarias, geralmente das divisas e garagens.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), cristalizante, manta asfáltica anti-raiz, pinturas asfálticas com tinta betuminosa, membrana polimérica.

1 - ESTRUTURAS ENTERRADAS: PAREDE DE CONTENÇÃO



Figura 13: Percolação em alvenaria de garagem.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Superfície molhada, com umidade em excesso, chegando a percolar.

Origem: Contato direto da parede com solo úmido, provocado por capilaridade.

Local: Parte interna das alvenarias, geralmente em garagens.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), cristalizante, manta asfáltica anti-raiz, pinturas asfálticas com tinta betuminosa, membrana polimérica.

I- ESTRUTURAS ENTERRADAS: VIGAS DE FUNDAÇÃO



Figura 14: Percolação em alvenaria de garagem.

Fonte: <http://www.lwart.com.br>.

Descrição: Desagregamento (lixiviação) da pintura e/ou parte do reboco, causando sujeira e manchas.

Origem: Reação química nos sais presentes na alvenaria, provocada pela umidade ascendente do solo, pelo contato direto com o solo ou pela viga de fundação.

Local: Parte inferior das alvenarias internas.

Tratamento: Concreto impermeabilizante (polimérico), Aditivo hidrófugo, Pinturas asfálticas com tinta betuminosa, Membrana polimérica, Membrana asfáltica elastomérica, Membrana de poliuretano, Emulsão asfáltica.

1- ESTRUTURAS ENTERRADAS: VIGAS DE FUNDAÇÃO



Figura 15: Manchas em alvenaria inferior por capilaridade.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor).

Origem: Ascensão de água no solo por capilaridade, transmitido pelas vigas de fundação, criando fungos vegetais decorrentes da umidade.

Local: Parte inferior das alvenarias externas e internas.

Tratamento: Concreto impermeabilizante (polimérico), Aditivo hidrófugo, Pinturas asfálticas com tinta betuminosa, Membrana polimérica, Membrana asfáltica elastomérica, Membrana de poliuretano, Emulsão asfáltica.

1- ESTRUTURAS ENTERRADAS: VIGAS DE FUNDAÇÃO



Figura 16: Mofo em alvenaria inferior.
Fonte: <http://www.mulherbeleza.com.br>.

Descrição: Manchas escuras, bolhas na pintura, apodrecimento do rodapé.

Origem: Ascensão de água no solo por capilaridade, transmitido pelas vigas de fundação, criando fungos vegetais decorrentes da umidade.

Local: Parte inferior das alvenarias externas e internas.

Tratamento: Concreto impermeabilizante (polimérico), Aditivo hidrófugo, Pinturas asfálticas com tinta betuminosa, Membrana polimérica, Membrana asfáltica elastomérica, Membrana de poliuretano, Emulsão asfáltica.

1 - ESTRUTURAS ENTERRADAS: CONTRA-PISO.



Figura 17: Manchas no piso.
Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 18: Manchas em parquet.
Fonte: <http://sfsonline.wordpress.com>.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor).

Origem: Ascensão de água no solo por capilaridade.

Local: Contra-piso (piso bruto) de garagens, podendo atacar pisos de madeira (parquet, laminado, etc) e carpetes.

Tratamento: Concreto impermeabilizante (polimérico), Aditivo hidrófugo, Pinturas asfálticas com tinta betuminosa, Membrana polimérica, Membrana asfáltica elastomérica, Membrana de poliuretano, Emulsão asfáltica.

I- ESTRUTURAS ENTERRADAS: CONTRA-PISO.



Figura 19: Formação esbranquiçada no piso.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Formações esbranquiçadas, carbonatação.

Origem: Eflorescência causada pela ascensão de água do solo por capilaridade.

Local: Contra-piso (piso bruto) de garagens, atingindo pisos de material cerâmico, etc..

Tratamento: Aditivo hidrófugo, Concreto impermeabilizante (polimérico), manta asfáltica de alta performance, a base de asfalto modificado, aluminizada, a base de asfalto modificado com polímeros, membrana polimérica, asfáltica elastomérica, acrílica, de poliuretano, emulsão asfáltica, acrílica.

2- ÁREAS MOLHADAS: BANHEIRO.



Figura 20: Condensação no forro do banheiro.

Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/>

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor). Formação de fungos decorrentes da umidade do chuveiro.

Origem: Água de condensação, respingos de água do chuveiro.

Local: Forro de banheiro e parte superior das paredes.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), cristalizante, pinturas asfálticas com tinta betuminosa, membrana polimérica.

2- ÁREAS MOLHADAS: BANHEIRO.



Figura 21: Manchas em alvenaria inferior por respingos.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor). Formação de fungos decorrentes da umidade do chuveiro.

Origem: Respingos de água do chuveiro.

Local: Parte inferior das paredes do banheiro.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, cristalizante, pinturas asfálticas com tinta betuminosa, membrana polimérica.

2- ÁREAS MOLHADAS: BANHEIRO.



Figura 22: Embolhamento no forro.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.



Figura 23: Descascamento da pintura do forro.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Embolhamento e destacamento da pintura.

Origem: Umidade retida em excesso na pintura, causando bolhas ao tentar sair sob forma de vapor.

Local: Forro e alvenarias internas do box do banheiro, sem azulejos.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, cristalizante.

2- ÁREAS MOLHADAS: BANHEIRO.



Figura 24: Formação vegetal esverdeada.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Formação vegetal esverdeada.

Origem: Fungos vegetais (algas verdes) decorrentes do excesso de umidade, enraizada na alvenaria.

Local: Alvenarias internas do box do banheiro.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, cristalizante, emulsão acrílica.

2- ÁREAS MOLHADAS: BANHEIRO.



Figura 25: Goteira pela lâmpada.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Goteira pela lâmpada.

Origem: Fissuras na laje superior de banheiro ou de cobertura.

Local: Forro.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, cristalizante, Manta asfáltica, Membrana polimérica, Membrana acrílica, Membrana de poliuretano, Emulsão asfáltica.

2- ÁREAS MOLHADAS: COZINHA E LAVANDERIA.



Figura 26: Manchas por ruptura de tubulação.

Fonte: Arquivo pessoal, 2009

Descrição: Manchas escuras, mofo, descolamento da pintura.

Origem: Ruptura da tubulação, respingos de água pelo tanque, devido a falta de azulejos e impermeabilização.

Local: Parte média/inferior de paredes.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, hidropelente, cristalizante, Manta asfáltica a base de asfalto modificado com polímeros.

2- ÁREAS MOLHADAS: FLOREIRAS/JARDINEIRAS

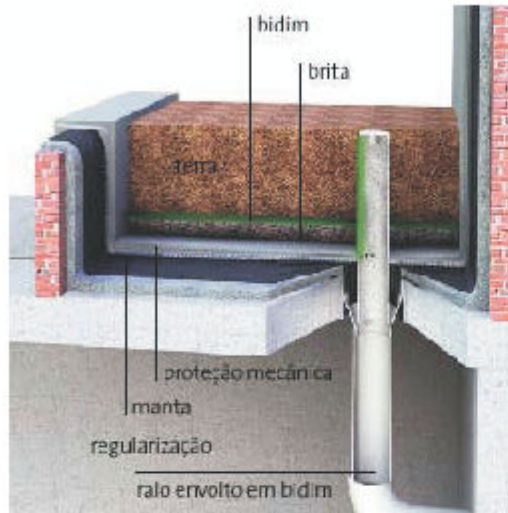


Figura 27: Vazamento pela floreira.
Fonte: <http://www.jardineiro.net>

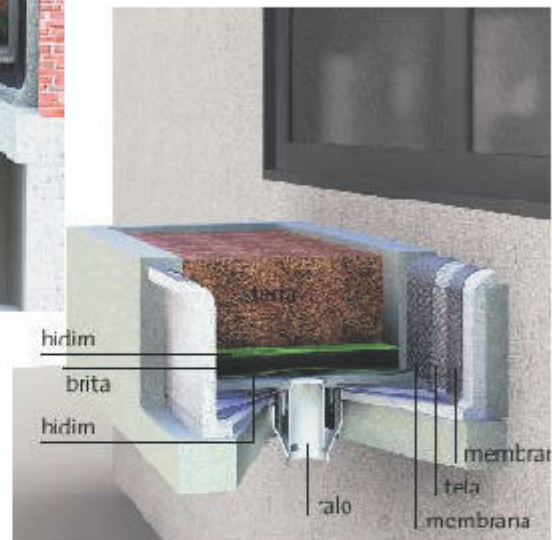


Figura 28: Goteira pela jardineira.
Fonte: <http://www.jardineiro.net>

Descrição: Parede manchada, mofo.

Origem: Vazamento, goteira da floreira na parede, causada pela capilaridade ou diretamente pelo ralo, percolando até a parede.

Local: Parede encostada na floreira.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, hidropelente, cristalizante, Manta asfáltica anti-raiz, a base de asfalto modificado com polímeros, membrana asfáltica elastomérica,

3 - FACHADAS: PERCOLAÇÃO PELA PINGADEIRA.



Figura 29: Manchas por percolação de água da chuva.
Fonte: Fonte: <http://www.ebanataw.com.br>.

Descrição: Manchas e rachaduras, causando infiltração no interior da edificação.

Origem: Ineficiência ou falta da pingadeira, solicitada pela percolação de água da chuva pela fachada.

Local: Parte inferior externa das paredes, abaixo das janelas.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, cristalizante, Membrana polimérica, Membrana acrílica, Membrana de poliuretano, Emulsão asfáltica.

3 - FACHADAS: PERCOLAÇÃO PELA SACADA.



Figura 30: Baixo cobrimento de concreto.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.



Figura 31: Corrosão de armaduras.

Fonte: <http://imperconsultoria.blogspot.com>.

Descrição: Corrosão das armaduras.

Origem: Ineficiência ou falta da pingadeira, baixo cobrimento de concreto, solicitada pela percolação de água da chuva pela fachada seguida pela sacada.

Local: Laje das sacadas e marquises.

Tratamento: Manta asfáltica, Membrana polimérica, Membrana asfáltica elastomérica, Membrana acrílica, Membrana de poliuretano, Emulsão asfáltica, Emulsão acrílica.

3 - FACHADAS: INCIDÊNCIA DIRETA DA CHUVA.



Figura 32: Formação vegetal pela chuva.
Fonte: <http://www.overmundo.com.br/>



Figura 33: Formação vegetal.
Fonte: <http://www.overmundo.com.br/>

Descrição: Manchas escuras e formação vegetal esverdeada.

Origem: Respingos de chuva.

Local: Parte inferior externa das paredes.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, Aditivo hidrorrepelente, cristalizante, Manta asfáltica, Membrana polimérica, Emulsão acrílica.

3 - FACHADAS: INCIDÊNCIA DIRETA DA CHUVA.



Figura 34: Manchas escuras por respingos de chuva.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Manchas escuras (mofo), bolor e trincas.

Origem: Respingos de chuva.

Local: Parte inferior externa das paredes, perto da queda de calhas.

Tratamento: Argamassa impermeabilizante (polimérica), Aditivo hidrófugo, cristalizante, pinturas asfálticas com tinta betuminosa, membrana polimérica.

3 - FACHADAS: INCIDÊNCIA DIRETA DA CHUVA.



Figura 35: Descascamento da pintura.
Fonte: <http://www.clicnegocios.com>.

Descrição: Descascamento da pintura.

Origem: Respingos e chuva direta.

Local: Parte externa das paredes.

Tratamento: Aditivo hidrófugo, aditivo hidrorrepelente, Argamassa impermeabilizante (polimérica), cristalizante, pinturas asfálticas com tinta, betuminosa, membrana polimérica, emulsão acrílica.

4 - RESERVATÓRIOS: VAZAMENTOS, GOTEIRAS.

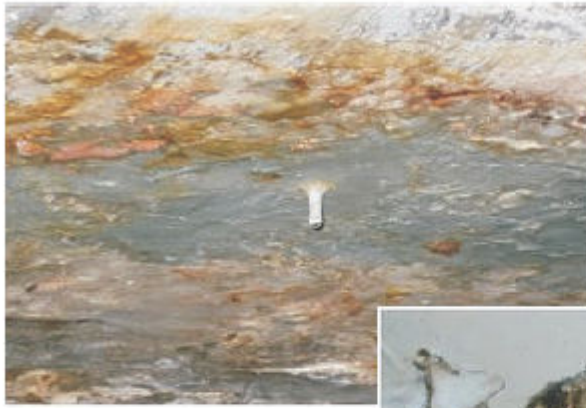


Figura 36: Goteira no reservatório.
Fonte: <http://eduardoleite.blogspot.com>



Figura 37: Goteira.

Descrição: Goteira no reservatório. Fonte: <http://eduardoleite.blogspot.com>

Origem: Percolação da água, devido à porosidade do concreto ou trincas.

Local: Laje inferior de reservatórios.

Tratamento: Aditivo hidrófugo, Concreto impermeabilizante (polimérica), resina termoplástica, membrana polimérica, membrana asfáltica elastomérica, manta asfáltica de alta performance, manta asfáltica a base de asfalto modificado.

5 - COBERTURAS: NÃO ACESSÍVEIS.



Figura 38: Mofo no forro.

Fonte: <http://www.midiaindependente.org>



Figura 39: Mancha escura no forro.

Fonte: <http://www.ibisp.org.br>

Descrição: Manchas escuras, mofo (bolor).

Origem: Infiltração devido a problemas nas telhas e lajes de cobertura.

Local: Laje de cobertura (forro).

Tratamento: Concreto impermeabilizante (polimérico), manta asfáltica de alta performance, a base de asfalto modificado, aluminizada, a base de asfalto modificado com polímeros, membrana polimérica, asfáltica elastomérica, acrílica, de poliuretano, emulsão asfáltica, acrílica.

5 - COBERTURAS: NÃO ACESSÍVEIS.



Figura 40: Eflorescência em encontro de vigas.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Formações esbranquiçadas, carbonatação.

Origem: Eflorescência causada pela umidade.

Local: Vigas de respaldo na cobertura.

Tratamento: Aditivo hidrófugo, Concreto impermeabilizante (polimérico), manta asfáltica de alta performance, a base de asfalto modificado, aluminizada, a base de asfalto modificado com polímeros, membrana polimérica, asfáltica elastomérica, acrílica, de poliuretano, emulsão asfáltica, acrílica.

5 - COBERTURAS: ACESSÍVEIS.



Figura 41: Goteira por trincas.
Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

Descrição: Goteiras.

Origem: Infiltração devido a trincas.

Local: Lajes de cobertura, forro.

Tratamento: Aditivo hidrófugo, Concreto impermeabilizante (polimérico), manta asfáltica de alta performance, a base de asfalto modificado, aluminizada, a base de asfalto modificado com polímeros, membrana polimérica, asfáltica elastomérica, acrílica, de poliuretano, emulsão asfáltica, acrílica.

5 - COBERTURAS: ACESSÍVEIS.



Figura 42: Mofo por ruptura de tubulação.

Fonte: Arquivo pessoal, 2009.

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

Origem: Infiltração devido a trincas na laje e vazamento na tubulação.

Local: Lajes de cobertura, forro, próximo à tubulações.

Tratamento: Aditivo hidrófugo, Concreto impermeabilizante (polimérico), manta asfáltica de alta performance, a base de asfalto modificado, aluminizada, a base de asfalto modificado com polímeros, membrana polimérica, asfáltica elastomérica, acrílica, de poliuretano, emulsão asfáltica, acrílica.

5 - COBERTURAS: AJARDINADOS.



Figura 43: Cobertura ajardinada.
Fonte: <http://viajeaqui.abril.com.br>



Figura 44: Manchas escuras no forro.

Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/>

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

Origem: Infiltração na laje percolando para o forro.

Local: Lajes de cobertura ajardinadas.

Tratamento: Aditivo hidrófugo, Concreto impermeabilizante (polimérico), manta asfáltica de alta performance, a base de asfalto modificado, aluminizada, a base de asfalto modificado com polímeros, membrana polimérica, asfáltica elastomérica, acrílica, de poliuretano, emulsão asfáltica, acrílica.