

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MAICON DIONI DE CASTRO
RENATO MOSER MARTINS**

**ANÁLISE E SUGESTÕES TERAPÊUTICAS DAS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS DE INFILTRAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM MAIS DE
20 ANOS – ESTUDO DE CASO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2014

**MAICON DIONI DE CASTRO
RENATO MOSER MARTINS**

**ANÁLISE E SUGESTÕES TERAPÊUTICAS DAS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS DE INFILTRAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM MAIS DE
20 ANOS – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Mario Arlindo Paz Irrigaray

PATO BRANCO

2014



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE E SUGESTÕES TERAPÊUTICAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE INFILTRAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM MAIS DE 20 ANOS – ESTUDO DE CASO

**MAICON DIONI DE CASTRO
RENATO MOSER MARTINS**

Aos 11 dias do mês de fevereiro do ano de 2014, às 15h15min, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº 09-TCC/2014.

Orientador: Prof. Dr. MARIO ARLINDO PAZ IRRIGARAY (DACOC / UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Dr. GUSTAVO LACERDA DIAS (DACOC / UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof^a. Dr^a. HELOIZA A. PIASSA BENETTI (DACOC / UTFPR-PB)

AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao nosso professor orientador Mário Arlindo Paz Irrigaray por ter-nos auxiliado neste estudo; ao síndico Antonio Damaso e moradores do edifício que nos ajudaram na localização e histórico dos problemas patológicos; à equipe de manutenção de elevadores e a todos os colegas que apoiaram e deram suas opiniões para o aprimoramento deste trabalho.

RESUMO

CASTRO, Maicon Dioni de, MARTINS, Renato Moser. **Análise e sugestões terapêuticas das patologias de infiltração de um edifício com mais de 20 anos- Estudo de caso.** 2014. 78. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

Esta obra apresenta as manifestações patológicas de infiltração existentes em um edifício com mais de 20 anos e sugere possíveis terapias para os casos identificados. Ademais, faz menção a um conjunto de normas regulamentadoras que fixam diretrizes para o bom funcionamento da edificação e disciplinam as relações entre fornecedor e consumidor. O estudo é embasado em literatura do ramo e não aborda detalhes a respeito de custos. Além disso, expõe as diferentes origens das patologias, classificando-as em falha de projeto, especificação incorreta de materiais ou materiais de baixa qualidade, falha de execução, manutenção incorreta ou inexistente e mal-uso.

Palavras-chave: Patologia. Terapia. Construção civil.

ABSTRACT

CASTRO, Maicon Dioni de, MARTINS, Renato Moser. **Analysis and therapeutic suggestions of infiltration pathologies in a building with more than 20 years - Case Study.** 2014. 78. Conclusion Course Work (bachelor's degree in civil engineering) – Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2014

This work presents the pathological manifestations of existing infiltration in a building with more than 20 years and suggests possible therapies for identified cases. Moreover, mentions a set of regulatory rules setting guidelines for the proper functioning of the building and governing the relations between supplier and consumer. The study is grounded in the literature of the area and does not address details regarding costs. Moreover, exposes the different origins of diseases, ranking design flaw, incorrect specification of materials or poor quality of execution failure, incorrect or nonexistent maintenance and misuse materials.

Keywords: Pathology. Therapy. Civil Construction

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Inter-relacionamento entre conceitos de durabilidade e desempenho das estruturas de concreto.....	14
Figura 2 - Tipos de manutenção e início de intervenção	15
Figura 3 - Expressão gráfica da queda de desempenho natural de uma edificação com o tempo	
Figura 4 - Coeficiente de permeabilidade do concreto em relação ao fator água cimento.....	18
Figura 5 - Diagrama dos fatores que afetam a permeabilidade do concreto	19
Figura 6 - Detalhe do concreto endurecido	20
Figura 7 - Exemplo de Eflorescência.....	24
Figura 8 - Fissura causada por umidade.....	26
Figura 9 - Influência teórica das fissuras sobre a corrosão das armaduras	27
Figura 10 - Distribuição dos pavimentos	37
Figura 11 - Localização do imóvel em relação a quadra	38
Figura 12 – preparo e aplicação de manta asfáltica para impermeabilização e lajes	43
Figura 13 - Constatação de rufo e contra rufo em projeto	44
Figura 14 - Constatação de inexistência de churrasqueira no projeto arquitetônico .	51
Figura 15 – Detalhe do banheiro original (à esquerda) e alteração de projeto (à direita)	56
Figura 16 - Nível do solo da edificação vizinha	60

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Laje acima da casa de máquinas sem proteção mecânica	40
Fotografia 2 - Canaletas embutidas na parede para impermeabilização	41
Fotografia 3 - Pintura asfáltica para impermeabilização.....	42
Fotografia 4 - Patologia na sacada.....	47
Fotografia 5 – Patologias nas floreiras e alvenarias comunicantes	48
Fotografia 6 - Desprendimento de reboco na viga da sacada	49
Fotografia 7 - Armadura corroída	50
Fotografia 8 - Descolamento de pintura e fissura causada pela infiltração da água vinda da churrasqueira.....	53
Fotografia 9 - Corrosão da chaminé e fissuras na alvenaria	54
Fotografia 10 - Parede da sacada com perda parcial do reboco.....	55
Fotografia 11 - Mofo acompanhado de manchas no banheiro	56
Fotografia 12 - Eflorescência no formato de estalactite	57
Fotografia 13 - Piso reformado do hall de entrada	58
Fotografia 14 - Desvio do tubo de queda devido ao entupimento pela raiz de uma árvore	58
Fotografia 15 - Poço do elevador esquerdo sem água depositada no fundo.	59
Fotografia 16 - Poço do elevador direito com água depositada no fundo	59
Fotografia 17 - Constatação de patologias advindas dos terrenos vizinhos.....	60
Fotografia 18 – Incidência da água pluvial diretamente no muro de divisa	61
Fotografia 19 – Solo em contato com muro desprovido de impermeabilização no terreno vizinho (fundos).....	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis.....	30
Gráfico 2 - Origem das falhas relacionadas à infiltração do imóvel em estudo	65
Gráfico 3 - Tipo de patologias de infiltração encontradas no imóvel	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais manifestações patológicas por umidade.....	21
Quadro 2 - Natureza Química das Eflorescências	23
Quadro 3 - Metodologia básica proposta para diagnóstico de patologias em estruturas de concreto armado.....	35
Quadro 4 - Localização das patologias segundo os pavimentos.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das fissuras conforme dimensão.....	28
Tabela 2 - Classificação normalizada das fissuras conforme largura.....	28
Tabela 3 - Origem das falhas em edificações, em diversos países.....	30

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBI	Instituto Brasileiro de Impermeabilização
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO	11
1.1.1 OBJETIVO GERAL	11
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 DESEMPENHO E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES	13
2.2 MANUTENÇÃO	14
2.2.1 Manual do proprietário	16
2.3 UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES	16
2.4 PERMEABILIDADE	17
2.5 PATOLOGIAS DE UMIDADE	19
2.5.1 Lixiviação	22
2.5.1.1 Eflorescência	22
2.5.2 Mofo e Bolor	24
2.5.3 Trincas e fissuras	25
2.6 CORROSÃO	28
2.7 CARBONATAÇÃO	28
2.8 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	29
2.8.1 Fase de projeto e planejamento	29
2.8.2 Fase de especificação de materiais	30
2.8.3 Fase de execução da estrutura	31
2.8.4 Fase de uso e manutenção	31
2.9 IMPERMEABILIZAÇÃO	32
2.9.1 Aditivos impermeabilizantes	33
2.10 METODOLOGIA PARA INSPEÇÃO PREDIAL E PROCEDIMENTO DE ANALISE DAS PATOLOGIAS	34
3 MATERIAIS E MÉTODOS	36
4 ESTUDO DE CASO	37
4.1 INSPEÇÃO	40
4.1.1 Laje da casa de máquinas	40
4.1.2 Alvenaria externa da casa de máquinas	44
4.1.3 Revestimento interno da casa de máquinas	46
4.1.4 Pisos das sacadas	47
4.1.5 Floreiras e alvenaria comunicante	48
4.1.6 Teto das sacadas	49
4.1.7 Pilares da garagem e do salão de festas	50
4.1.8 Salão de festas	51
4.1.9 Alvenaria externa do salão de festas	54

4.1.10 Alvenaria das sacadas.....	55
4.1.11 Sanitários dos andares comerciais.....	56
4.1.12 Laje da garagem.....	57
4.1.13 Poços de elevador.....	59
4.1.14 Muros de divisa da gargem.....	60
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	63
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

O desempenho de uma edificação está ligado ao cumprimento dos objetivos e funções para os quais ela foi projetada, propiciando aos usuários conforto térmico, acústico, luminoso, visual e antropodinâmico, questões de acessibilidade, segurança estrutural, dentre outros.

Diversas normas existem para garantir, o desempenho da edificação, em especial a NBR15575-1/2013, que embora tenha entrado em vigor em julho de 2013 existe desde o ano 2000.

Quando a edificação apresenta algum problema, vício ou defeito subentende-se que não se verifica o seu bom desempenho, seja dos materiais empregados ou do sistema adotado. Parte desses problemas é chamada de patologia, que na construção civil é qualquer manifestação ou anomalia que venha danificar ou prejudicar a performance de um elemento construído.

Listam-se os gastos desnecessários de tempo e dinheiro para reparo dos elementos construídos como impactos negativos causados pelas patologias. Além disso, existem os transtornos causados aos moradores, ocasionados pela convivência e reparo dessas patologias, podendo inclusive relacionar problemas de saúde aos usuários.

Os problemas patológicos identificados nas edificações, geralmente, são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo. Adicionalmente podem acarretar outros problemas associados ao inicial (HELENE 1997).

Segundo Souza (2008) os defeitos mais comuns, na construção, são decorrentes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade. Esses defeitos geram problemas bastante graves e de difíceis soluções. A fim de evitar os defeitos oriundos da penetração da água, cita-se a técnica de impermeabilização nos elementos da edificação como um dos métodos a serem empregados.

O benefício da impermeabilização numa construção resulta na durabilidade maior da construção, custos reduzidos de manutenção, ambientes sem fungo ou mofo nas paredes e não compromete a vida útil dos sistemas que compõe o edifício.

A vida útil de uma edificação, conforme NB 15575-1/2013 é o período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as

quais foram projetadas, considerando a devida execução e frequência de manutenção. A inexistência desta última, segundo IBAPE (2012) causa prejuízo funcional aos sistemas, perda acelerada de desempenho e diminuição da vida útil.

Se realizada sem critério técnico, a manutenção pode causar falhas, gastos indevidos sem os benefícios esperados, danos materiais, físicos e psicológicos aos usuários e terceiros. Por outro lado, pode desvalorizar o imóvel, causar condenações jurídicas por negligência, impedindo o uso do imóvel. (IBAPE, 2012).

Uma conclusão equivocada a respeito da causa do problema no imóvel poderá gerar gastos desnecessários e ainda impedir o reaparecimento da patologia.

Diante dos conceitos abordados o presente trabalho irá identificar as patologias existentes num edifício e sugerir para estas, possíveis soluções.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e caracterizar as manifestações patológicas que ocorrem na edificação vertical, estudar a causa e sugerir soluções nos locais onde foram constatadas as patologias.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir a finalidade do trabalho, o mesmo pretende:

- Levantar e catalogar as ocorrências de patologias no imóvel;
- Sugerir terapia para os quadros patológicos;
- Expor de forma gráfica os resultados de origem das patologias e tipo e incidência das patologias de umidade/infiltração;

1.2 JUSTIFICATIVA

Diante da grade curricular do curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este projeto de pesquisa vem auxiliar na formação do engenheiro, uma vez que os conceitos abordados e análises feitas objetivam auxiliar e intervir na tomada de decisões de um caso real sobre as medidas que se deve tomar para se conservar e recuperar um imóvel.

Em um primeiro momento, o desenvolvimento deste trabalho está fundamentado na importância do cumprimento das exigências das normas de conforto e desempenho, que quando não verificadas podem levar judicialmente o contratado/construtor a resolver os problemas referentes à edificação, pois se trata da venda/locação de um produto.

Uma segunda justificativa é a contribuição com dados quantitativos para novas pesquisas, pois, conforme Souza (2008), a umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil. E tal dificuldade está relacionada à falta de estudos e pesquisas.

Em terceiro lugar esta obra é uma forma de comprovar que os defeitos dos imóveis e suas consequências podem ter sido causados pela ausência de cuidados, conhecimento e planejamento nos diversos setores do processo construtivo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESEMPENHO E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES

Desempenho - da edificação - é um termo que sofreu alteração conceitual com o tempo. Gibson (1982) *apud* Borges (2013) afirma que a abordagem de desempenho deve ser considerada uma prática de se pensar em termos de fins e não de meios. A preocupação deve estar nos requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como essa deve ser construída.

Conforme a norma NBR15575-1/2013, normas de desempenho são estabelecidas buscando atender às exigências dos usuários, propiciando condições de salubridade no interior da edificação, estabelecendo as diversas interações e interferências entre os diferentes sistemas construtivos.

Por outro lado, o conceito de durabilidade é definido pela norma NBR 6118/2003, a qual versa que durabilidade está na capacidade da estrutura resistir às influências ambientais a qual está exposta. Sendo estas previstas e determinadas pelo autor do projeto estrutural em conjunto com o contratante.

Segundo Souza e Ripper (1994), as normas e regulamentos estabelecem critérios que permitem aos responsáveis individualizar, convenientemente, modelos duráveis para as suas construções, a partir da definição de classes de exposição das estruturas e de seus componentes em função da deterioração a que estarão submetidas, a partir de:

- corrosão das armaduras, sob efeito da carbonatação e/ou dos cloretos, por tipo de ambiente;
- ação do frio e/ou do calor, também por tipo de ambiente;
- agressividade química.

A Figura 1 resume os parâmetros relacionados com os critérios para a obtenção de uma construção durável.

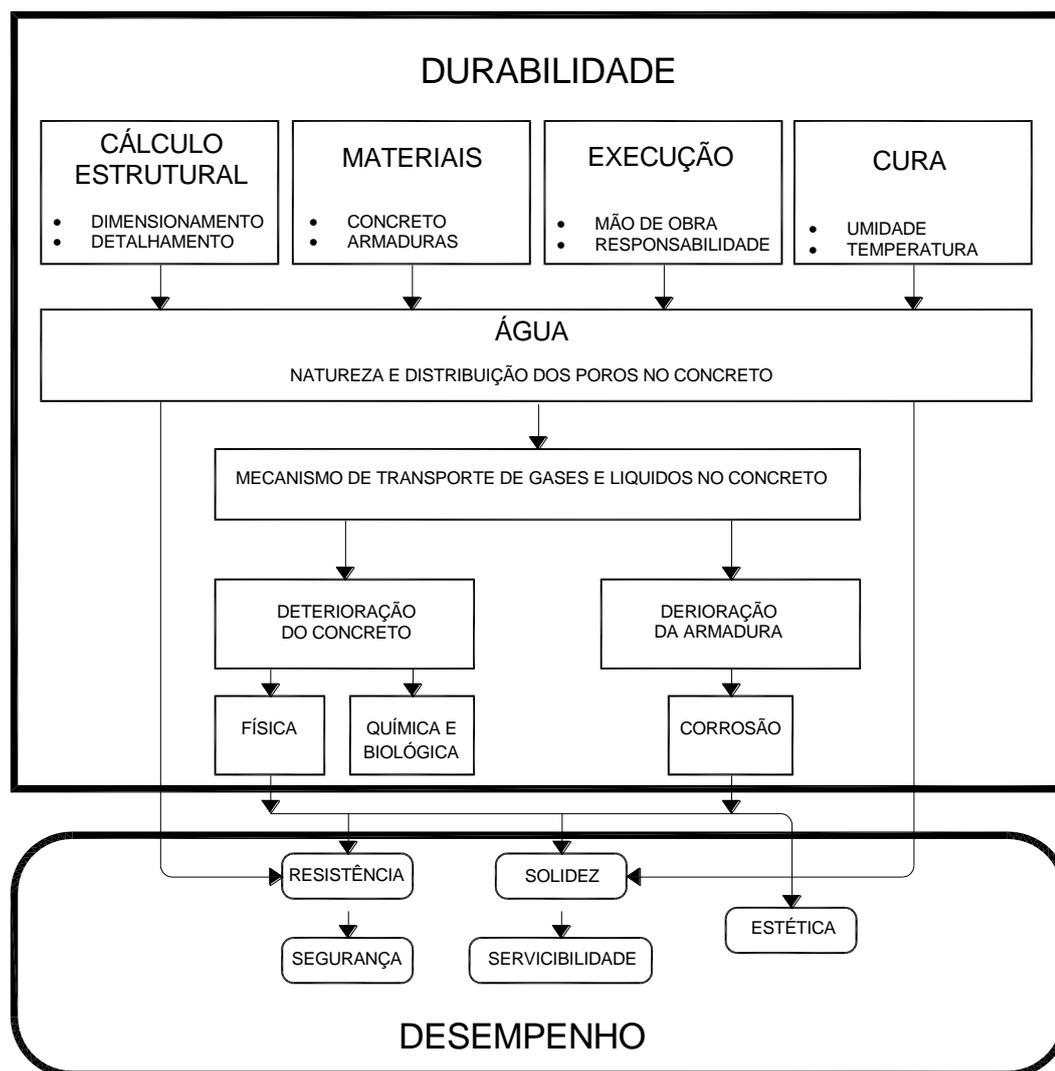


Figura 1 - Inter-relacionamento entre conceitos de durabilidade e desempenho das estruturas de concreto
Fonte: Souza e Ripper (1998).

2.2 MANUTENÇÃO

Segundo a norma NBR 5462/1994, manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Já Mirshawka (1991), define manutenção como um conjunto de ações que admitem manter ou restabelecer um bem a um estado específico ou, ainda, garantir um determinado serviço. Na Figura 2 é possível verificar os tipos de manutenção e início de intervenção.

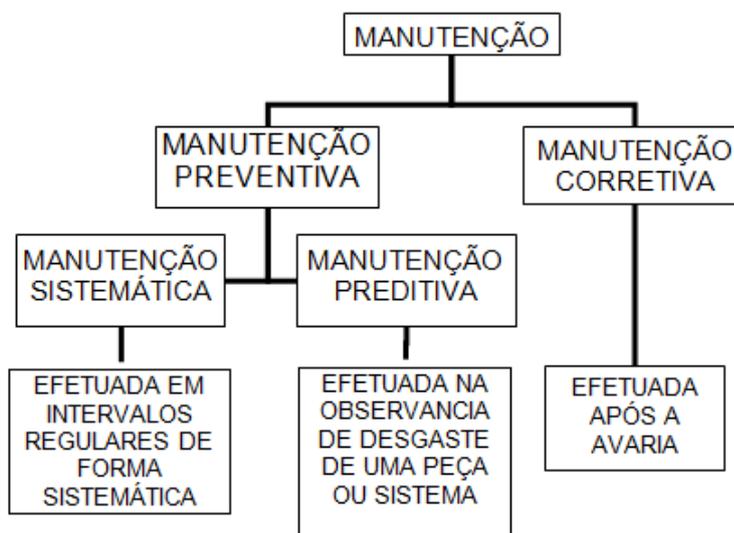


Figura 2 - Tipos de manutenção e início de intervenção
Fonte: Mirshawka (1991).

Helene (1992) diz que a manutenção corretiva, que costuma ser a mais comum, caracteriza-se por serviços de manutenção realizados quando já se manifesta a patologia.

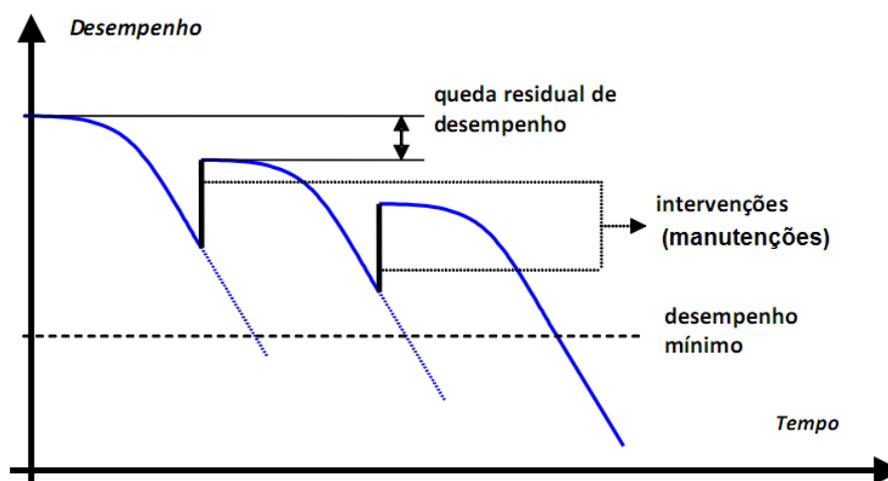


Figura 3 - Expressão gráfica da queda de desempenho natural de uma edificação com o tempo
Fonte: Lichtenstein (1986).

A edificação deve ser periodicamente inspecionada para verificar a necessidade de sua manutenção, para que continue mantendo sua funcionalidade (HELENE, 1992).

É possível que as manutenções não solucionem o problema, atuando apenas no efeito (e não na causa) ou ainda não atacando todas as causas reais do problema. As falhas de manutenção podem ter diversas causas. Podem ter origem em execução de atividades inadequadas; mau planejamento; uso indevido de materiais; deficiências com mão de obra; problemas com ausência de registros; contratos de terceirizadas incompatíveis com a realidade operacional das instalações; dentre outras. (IBAPE, 2012).

2.2.1 Manual do proprietário

O item 25.4 da NBR 6118/2003 diz:

Dependendo do porte da construção e da agressividade do meio e de posse das informações dos projetos, dos materiais e produtos utilizados e da execução da obra, deve ser produzido por profissional habilitado, devidamente contratado pelo contratante, um manual de utilização, inspeção e manutenção. Esse manual deve especificar de forma clara e sucinta, os requisitos básicos para a utilização e a manutenção preventiva, necessárias para garantir a vida útil prevista para a estrutura, conforme indicado na ABNT NBR 5674.

2.3 UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

A NBR 8083/1983 define umidade do solo como sendo a água existente no solo absorvida e/ou adsorvida pelas partículas do mesmo. Klein (1999) apud Souza (2008) interpreta umidade sendo qualidade ou estado úmido ou ligeiramente molhado.

Segundo Souza (2008) os defeitos mais comuns na construção civil são decorrentes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade. Esses defeitos geram problemas bastante graves.

A umidade pode estar presente de diversas formas nas edificações:

- Umidade da obra, proveniente das etapas de construção;
- Umidade de absorção e capilaridade, originária da absorção da água existente no solo, migrando por capilaridade para paredes, pisos, estrutura;

- Umidade de infiltração, resultante das águas das chuvas e demais fenômenos meteorológicos;
- Umidade de condensação, provocada pela umidade do ar, pelo vapor da água, dependendo da época do ano;
- Umidade Acidental, provocada por vazamentos nas instalações (IPOG, 2013).

Os danos observados decorrentes da umidade ascendente são os mais variados possíveis, como danos arquitetônicos; danos funcionais; danos estruturais; danos à saúde dos usuários, físico e psicológico; podendo terminar em uma ação na justiça gerando desgastes entre todas as partes envolvidas no processo (IPOG, 2013).

As anomalias oriundas da ação da umidade sobre as construções podem apresentar formas variadas. Para cada tipo de caso, sintomas diferentes podem se manifestar, os quais poderão ser detectados visualmente, através de ensaios, análises ou cálculos específicos (UEMOTO, 1988 apud SANTOS e CERQUEIRA 2010).

2.4 PERMEABILIDADE

Metha e Monteiro (1994) define que permeabilidade é a relação entre a taxa de fluxo de um fluido para o interior de um sólido poroso em um determinado tempo.

Bauer (2010) destaca que, os vazios presentes no concreto são de origens diversas, como por exemplo, excesso de água de mistura necessária à obtenção de trabalhabilidade conveniente, ar eventualmente ou propositadamente arrastado durante a operação da mistura, sendo estes fatores, responsáveis pelo aparecimento de vazios de maior dimensão, propiciando ao concreto, a permeabilidade aos líquidos e gases.

A importância do conhecimento do grau de permeabilidade não depende somente de sua utilização na construção de obras hidráulicas, mas também dos casos que a durabilidade do material pode ser ameaçada pela ação de agentes agressivos (BAUER, 2010).

Contudo, Neville (1997) comenta que o valor do coeficiente de permeabilidade – em concretos - decresce consideravelmente com o aumento da relação água/cimento, conforme mostra na Figura 4 abaixo.

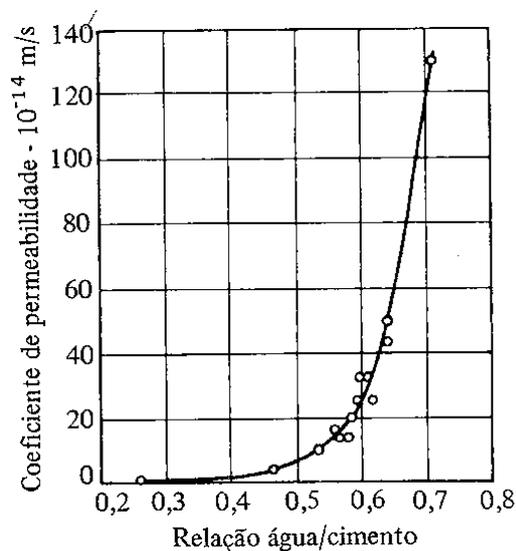


Figura 4 - Coeficiente de permeabilidade do concreto em relação ao fator água cimento

Fonte: Neville (1997).

A permeabilidade do concreto também é importante no que se refere à estanqueidade à água em estruturas para contenção de líquidos e outras formas, a permeabilidade do concreto também é influenciada pelas propriedades do cimento (NEVILLE, 1997).

Na Figura 5 a seguir, estão esquematizados os diferentes fatores que influenciam na permeabilidade do concreto.

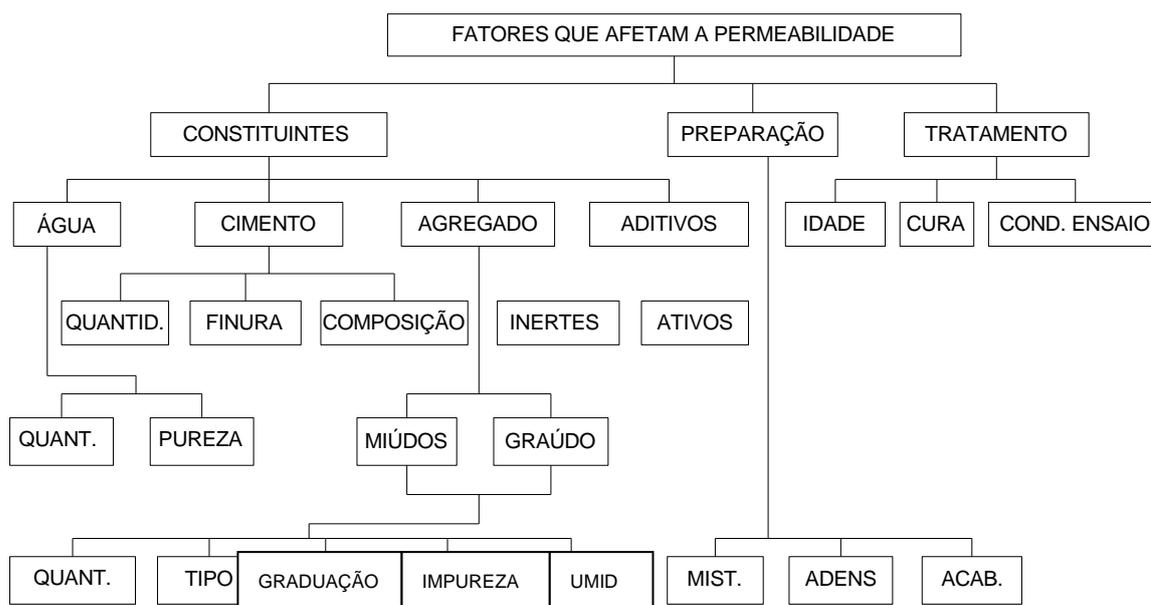


Figura 5 - Diagrama dos fatores que afetam a permeabilidade do concreto
Fonte: Bauer (2010).

A água tem por efeito, de provocar o inchamento do concreto, tornando-o menos permeável, devido à dissolução de sais solúveis e da cal em particular, transportando-os no sentido da corrente, ao fim da qual eles se cristalizam por queda de pressão e eventual evaporação da água, entupindo os poros. Ao fim de certo tempo, é diminuída a permeabilidade à água por efeito dessa mesma água (BAUER, 2010).

2.5 PATOLOGIAS DE UMIDADE

Verçoza (1991) cita que a umidade é a causa ou meio necessário para grande maioria das patologias em construções. Ela é indispensável para o aparecimento de mofo, eflorescência, ferrugem, perda de pinturas, de rebocos e até causa de acidentes estruturais.

.As umidades nas construções podem ter as seguintes origens:

- Trazidas durante a construção;
- Trazidas por capilaridade;

- Trazidas por chuva;
- Resultantes de vazamentos em redes;
- Condensação;

Umidade originada pela própria construção são aquelas necessárias para as obras, mas que logo depois desaparecem como as águas usadas para fazer concretos e argamassas, para as pinturas entre outros. Em alguns casos essas umidades levam até seis meses ou mais para secar (VERÇOZA, 1991).

A capilaridade vem dos materiais que possuem os canais capilares, por onde a água é levada ao interior das edificações (VERÇOZA, 1991).

Os poros capilares, que formam uma rede de canais intercomunicantes ao longo de toda a massa de concreto, são decorrentes essencialmente da evaporação do excesso de água de amassamento (FUSCO, 2008).

Após o endurecimento do concreto, parte dessa água evapora, ficando uma rede capilar com os poros menores saturados de água e os maiores contendo ar e vapor do seu interior e uma película de água absorvida ao longo de suas paredes. Conforme a Figura 6 abaixo (FUSCO, 2008).

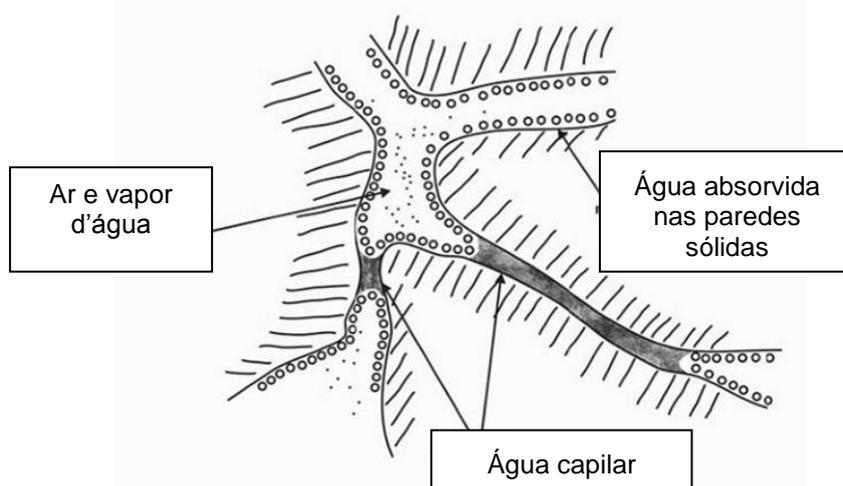


Figura 6 - Detalhe do concreto endurecido
Fonte: Fusco (2008).

Os vazamentos de redes de água, esgotos e pluviais podem ser bastante difíceis de localizar e corrigir, porque muitas vezes estão encobertos pela construção (VERÇOZA, 1991).

Conforme Helene (1997) pode-se afirmar que as correções serão mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis de executar e muito mais baratas quanto mais cedo forem executadas.

De acordo com Perez (1988), as principais manifestações patológicas causadas pela umidade estão conforme o Quadro 1:

Manifestações	Aspectos Observados	Causas prováveis
Eflorescência	-manchas de umidade -Pó branco acumulado sobre a superfície	-umidade constante -sais solúveis presentes no elemento da alvenaria -Cal não carbonada
Bolor	-manchas esverdeadas ou escuras -revestimento em desagregação	-umidade constante -área não exposta ao sol
Descolamento com empolamento	-a superfície do reboco descola do emboço formando bolhas, cujos diâmetros aumentam progressivamente -o reboco apresenta som cavo sob percussão	-infiltração de umidade -hidratação retardada do óxido de magnésio da cal

Quadro 1 - Principais manifestações patológicas por umidade

Fonte: Perez (1988).

Também são comuns os vazamentos em reservatórios, piscinas e barragens. É interessante registrar que para esse tipo de defeito a solução é fácil de indicar, mas difícil de dar bom resultado. A solução é refazer a impermeabilização no local com vazamento, a não ser que ele seja generalizado, o que indica que o sistema de impermeabilização não foi adequado para o caso. Pequenos pontos de vazamento espalhados em toda a área ou umidade total indicam vazamento generalizado e então a solução é nova impermeabilização, mais adequada (VERÇOZA, 1991).

Vazamento em reservatório sempre mostra manchas ou estalactites de carbonato, brancas, que indicam externamente o local da passagem da água. Essas passagens costumam ocorrer principalmente nas juntas de concretagem. Por isso sempre é recomendável que as impermeabilizações de reservatórios incluam internamente um capeamento com argamassa impermeável, mesmo que depois venham a receber sobre ele outro tipo de impermeabilização (VERÇOZA, 1991).

2.5.1 Lixiviação

Um dos mecanismos de deterioração do concreto se dá através do processo de lixiviação. Fusco (2008) revela que, a agressão somente se manifesta quando há percolação de água através da massa de concreto, como pode acontecer em revestimentos de túneis, reservatórios enterrados.

Jorge et. al (2001) e Helene (1997), citam que a lixiviação pode ser definida como a ação extrativa ou de dissolução que os compostos hidratados da pasta de cimento podem sofrer quando em contato com águas, principalmente puras ou ácidas.

Com o carreamento dos compostos hidratados da pasta de cimento, ocorre a redução do pH do extrato aquoso dos poros superficiais do concreto, ocorrendo o processo de despassivação da armadura, ou seja, o processo de lixiviação atua de forma dupla, atacando principal e primeiramente o concreto e em segundo a armadura.

Segundo Bauer (2010), a lixiviação do concreto ocorre quando entra em contato com água doce, ácidos, sais, graxas e óleos. Na água doce, há o ataque ao concreto na sua camada superficial, quanto mais baixa, for quantidade de carbonato ácido de cálcio e de magnésio, maior a sua dissolução, menos dura é a água.

A maioria dos ácidos ataca o cimento do concreto, no curso da reação água/ácidos ocasiona a formação de sais de cálcio, sendo este muito pouco solúvel atacando o concreto de uma forma lenta (BAUER, 2010).

2.5.1.1 Eflorescência

Verçoza (1991) e Uemoto (1985) definem que, eflorescência, em construção, é o aparecimento de formações salinas na superfície dos materiais.

Na maior parte dos casos as eflorescências não causam problemas maiores que o mau aspecto resultante, mas há circunstâncias em que o sal formado pode levar a lesões tais como o descolamento dos revestimentos ou pintura, desagregação das paredes e até queda de elementos construtivos. (VERÇOZA 1991)

Metha e Monteiro (1994) comentam que as reações químicas se manifestam através de efeitos nocivos (ao concreto), tais como aumento da porosidade e permeabilidade, diminuição na resistência, fissuração e lascamento.

Neville (1997) relata que, é mais provável que ocorra a eflorescência em concretos que sejam porosos nas proximidades da superfície. Além disso, se tratando no surgimento dela, a mesma ocorre quando em um tempo frio e chuvoso é seguido por um período seco e quente, com isso, há uma pequena ou nenhuma carbonatação inicial, a cal é dissolvida pela umidade superficial e o Ca(OH)_2 finalmente trazido para a superfície. No Quadro 2 verifica-se as diferentes composições químicas, com suas fórmulas, sua solubilidade em água e suas prováveis fontes.

Composição Química	Fórmula química	Solubilidade em água	Fonte provável
Carbonato de Cálcio	CaCO_3	Pouco solúvel	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto
Carbonato de Magnésio	MgCO_3	Pouco solúvel	Carbonatação da cal lixiviada de argamassa de cal não-carbonatada
Carbonato de Potássio	K_2CO_3	Muito solúvel	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis
Carbonato de Sódio	Na_2CO_3	Muito solúvel	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis
Hidróxido de Cálcio	Ca(OH)_2	Solúvel	Cal liberada na hidratação do cimento
Sulfato de Magnésio	MgSO_4	Solúvel	água de amassamento
Sulfato de Cálcio	CaSO_4	Parcialmente solúvel	água de amassamento
Sulfato de Potássio	K_2SO_4	Muito solúvel	agregados; água de amassamento;
Sulfato de Sódio	Na_2SO_4	Muito solúvel	Agregados, água de amassamento
Cloreto de Cálcio	CaCl_2	Muito solúvel	Água de amassamento; limpeza com ácido muriático
Cloreto de Magnésio	MgCl_2	Muito solúvel	Água de amassamento
Cloreto de alumínio	AlCl_3	Solúvel	Limpeza com ácido muriático
Cloreto de Ferro	FeCl_3	Solúvel	Limpeza com ácido muriático

Quadro 2 - Natureza Química das Eflorescências

Fonte: Bauer (2010), adaptado.

Um exemplo de eflorescência pode ser constatado na Figura 7, neste caso em uma laje em uma obra ainda em construção,

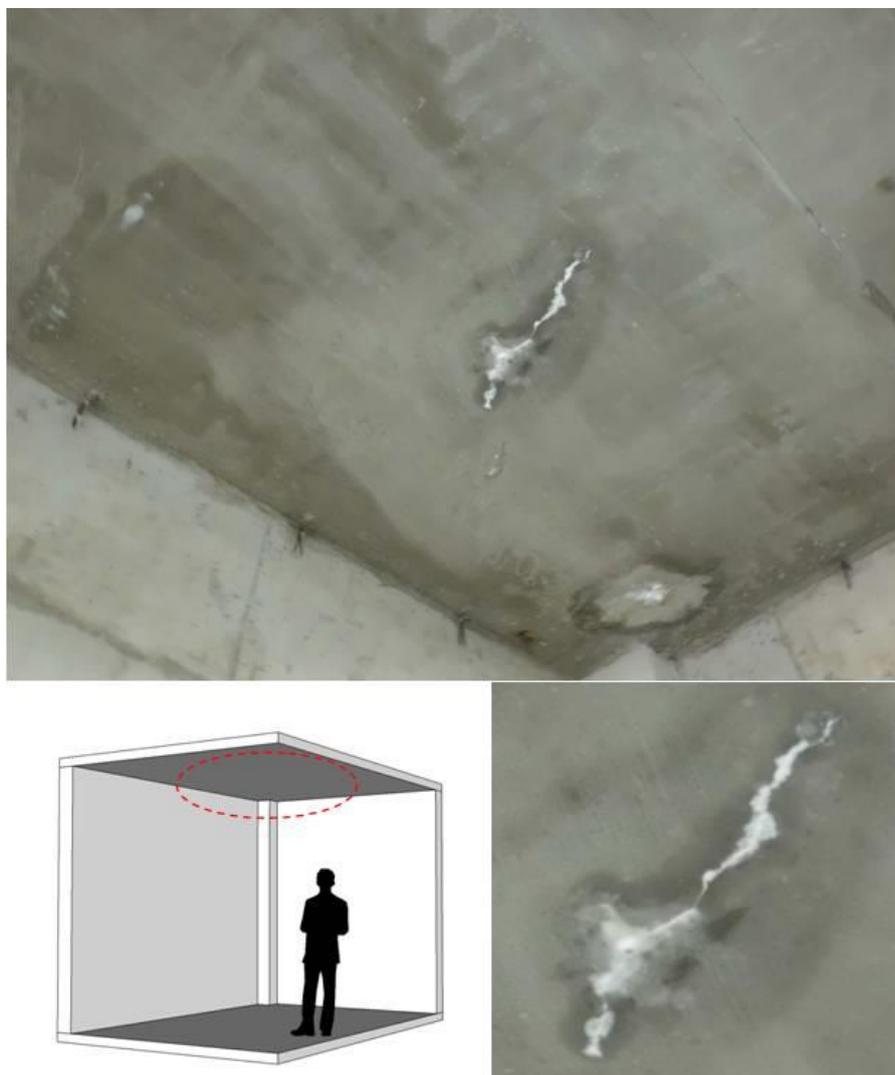


Figura 7 - Exemplo de Eflorescência
Fonte: Autoria própria (2014).

2.5.2 Mofo e Bolor

Salma et al. (2006) explica que, este fenômeno patológico envolve a participação de micro-organismos, como por exemplo: bactérias e fungos, e de macro-organismos como cupins e roedores, contribuindo para a deterioração dos materiais.

Pode ocorrer pela combinação de compostos do próprio material, através de micro-organismo ou excreção de materiais agressivos do macro-organismos,

durante a sua reprodução. Tais mecanismos produzem substâncias agressivas como ácidos inorgânicos (sulfúrico) e ácidos orgânicos (acético cítrico ou oxálico) Salma et al. (2006).

Paulino (2001) versa que os fungos em certas condições formam bolor e mofo. Estes últimos são constituídos por colônias de fungos formadas a partir de esporos existentes no ar e que encontraram um meio adequado para seu desenvolvimento.

Na espécie humana são conhecidas diversas doenças causadas por fungos, dentre essas as de ação cancerígena (PAULINO, 2001).

Além do aspecto visual depreciado, os fungos geram problemas respiratórios nas pessoas que convivem nos ambientes em que estes são encontrados. A manifestação de doenças como asma e rinite em indivíduos que tem a tendência a este tipo de disfunção respiratória podem ser causadas pelos bolores, que são constituídos por fungos (SOBRINHO, 2008 apud SHIRAKAWA et al., 1995).

2.5.3 Trincas e fissuras

Trincas são definidas como fraturas lineares no concreto, que podem se desenvolver parcial ou completamente ao longo de um elemento estrutural. A diferença entre trincas e fissuras se dá pela magnitude, sendo que a segunda possui aberturas menores (Norma DNIT 083/2006 – ES).

Thomaz (1989) em sua obra relaciona os motivos de formação de fissuras a diversos fatores, dentre eles as fissuras causadas por movimentação térmica; fissuras causadas por sobrecarga; fissuras causadas pela retração de produtos à base de cimento e fissuras causadas por alterações químicas dos materiais.

Bauer (2010) relaciona outros fatores causadores das fissuras, como a ausência de vergas e contravergas, cobrimento deficiente do concreto e movimentações higroscópicas, conforme Figura 8.

A respeito das fissuras de umidade nas alvenarias, Bauer (2010) destaca que:

Sendo constituída de materiais porosos, o comportamento das alvenarias será influenciado pelas movimentações higroscópicas desses materiais. A expansão das alvenarias por higroscopicidade ocorrerá com maior intensidade nas regiões da obra mais sujeitas à ação da umidade, como por exemplo, cantos desabrigados, platibandas, base das paredes, etc. (BAUER 2010, p433)

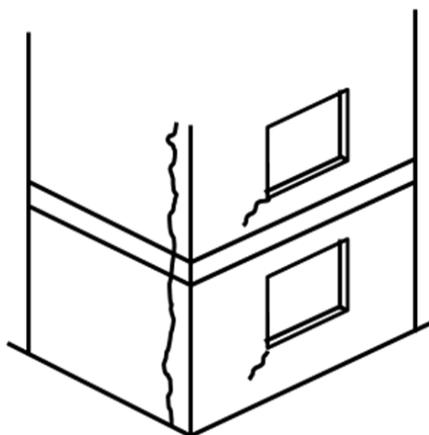


Figura 8 - Fissura causada por umidade
Fonte: Bauer (2010).

Outro motivo apontado por Bauer (2010) a respeito das fissuras e/ou trincas horizontais na argamassa de revestimento são as falhas e/ou deficiências na impermeabilização de lajes, em rodapés de alvenaria e platibandas.

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. (SCHÖNARDIE 2009, p28)

Segundo Bauer (2010), há dois tipos de fissuras na estrutura, quanto à sua movimentação, uma delas é: as movimentações 'vivas', com movimentação da estrutura e a movimentação 'morta', movimentações já estabilizadas ou sem movimentação.

A penetração de agentes agressivos externos permitida pela fissura ocasiona corrosão da armadura, comprometendo a integridade estrutural da peça fissurada, conforme Figura 9 (BAUER, 2010).

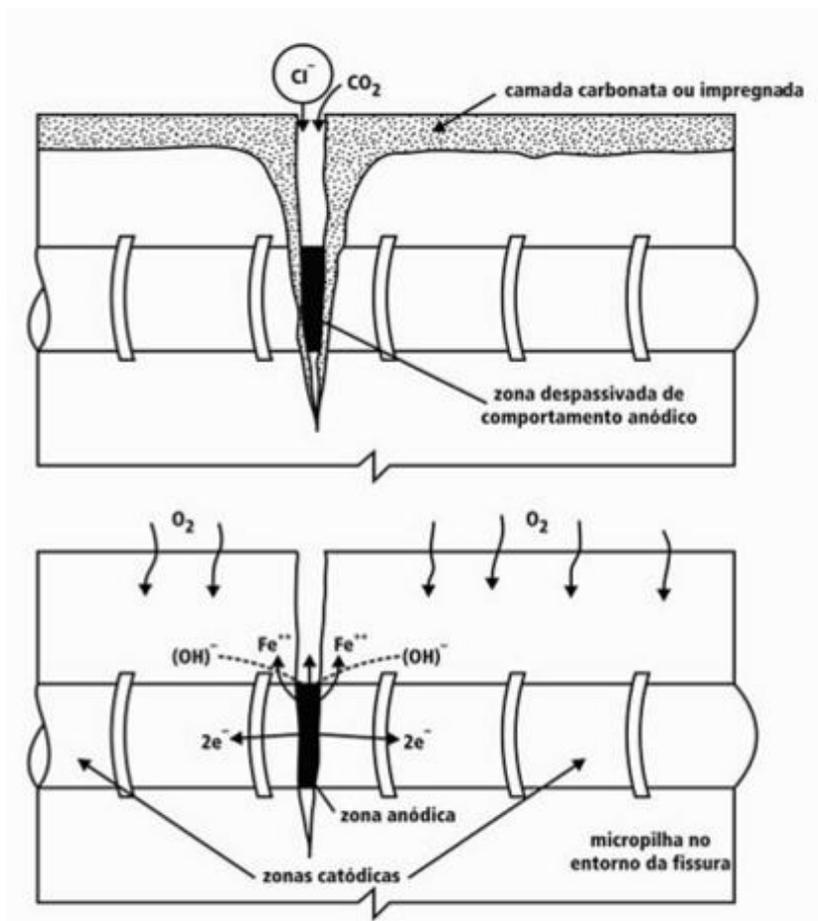


Figura 9 - Influência teórica das fissuras sobre a corrosão das armaduras
Fonte: Fusco (2008).

Além disso, Neville (1994) comenta que a fissura pode ser devida a sobrecarga em relação à resistência real do elemento de concreto, mas isso pode ser consequência de erro de projeto.

Olivari (2003) esclarece que, ao analisar uma patologia de fissuração, deve-se primeiramente identificar a sua classificação e também verificar se o processo patológico já estabilizou ou se as causas ainda atuam sobre as peças. A classificação das fissuras conforme dimensão pode ser analisada conforme as Tabelas 1 e 2, na segunda Tabela tem-se dados da Norma já substituída a NBR 9575/2003, no entanto a norma atual NBR 9575/2010 não possui esta classificação conforme a largura da fissura:

Tabela 1 - Classificação das fissuras conforme dimensão

FISSURA CAPILAR	DIMENSÃO
Fissura	De 0,2mm a 0,5mm
Trinca	De 0,5mm a 1,5mm
Rachadura	De 1,5mm a 5,0mm
Fenda	De 5,0mm a 10,0mm
Brecha	Mais de 10,0mm

Fonte: Olivari (2003).

Tabela 2 - Classificação normalizada das fissuras conforme largura

DENOMINAÇÃO	LARGURA
Microfissura	Menor que 0,05mm
Fissure	Menor que 0,5mm
Trinca	De 0,5mm a 1,0mm

Fonte: adaptado, extinta NBR 9575/2003.

2.6 CORROSÃO

Para Polito (2006) apud Helene (1986), corrosão é uma interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química, ou eletroquímica.

A corrosão é a transformação não intencional de um metal, a partir de suas superfícies expostas, em compostos não aderentes, solúveis ou dispersíveis no ambiente em que o metal se encontra. (Bauer, 2010).

Para que as armaduras de aço dentro do concreto sofram corrosão, é preciso que junto a elas haja umidade e oxigênio, pois o meio em que elas estão mergulhadas é alcalino (FUSCO, 2008).

2.7 CARBONATAÇÃO

O fenômeno químico da carbonatação resulta de uma alteração química do concreto, em que o dióxido de carbono existente no ar penetra lentamente no concreto com a ajuda da umidade e reage com o hidróxido de cálcio existente nele, tendo como principal consequência a perda de alcalinidade do meio composto pelo concreto e pela água que se encontra nos seus poros (PDIG, 2013).

Essa perda de alcalinidade é responsável pela destruição de uma camada protetora de óxido de ferro, que atua como barreira do aço à umidade e ao oxigênio, que uma vez destruída permite o início da corrosão das armaduras (PDIG, 2013).

2.8 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Helene (1997) e Isaia (2010) concordam que, as patologias se manifestam tanto nas etapas de execução como no período pós entrega e uso da edificação, isto considerando que o processo construtivo envolve etapas de planejamento, projeto, especificação de materiais, execução e uso.

Aos especialistas, encarregados pelas análises dos problemas patológicos, em muitos casos, cabe identificar não só a causa do problema, como também sua origem, ou seja, em que fase do processo construtivo foram criadas as condições favoráveis para o seu aparecimento e desenvolvimento ISAIA (2010)

2.8.1 Fase de projeto e planejamento

Segundo Figueiredo (2009) apud Corrêa (2005) projeto pode ser definido como um conjunto único de atividades relacionadas entre si, estudadas de forma a se produzir um resultado definido, dentro de um prazo utilizando de uma distribuição racional dos recursos.

As manifestações patológicas de origem de etapas de planejamento e projeto ocupam a maior porcentagem das falhas no processo construtivo e são em geral mais graves que as falhas de qualidade dos materiais ou má execução (HELENE, 1997).

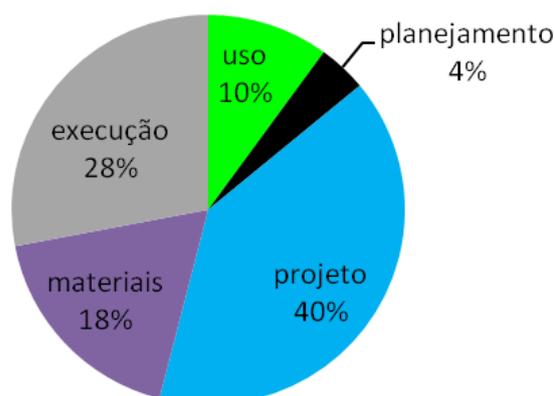


Gráfico 1 - Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis

Fonte: Grunau (1981 apud Helene,1992).

Tabela 3 - Origem das falhas em edificações, em diversos países

Origem das falhas	País e período da pesquisa					
	BÉLGICA 1974-1975 (%)	BÉLGICA 1976-977 (%)	Grã Bretanha 1970 – 1977 (%)	República Federal Alemã 1970 – 1977 (%)	Dinamarca 1972-1977 (%)	Romênia 1971-1977 (%)
Projeto	49	46	39	37	36	37
Execução	22	22	29	30	22	19
Defeitos dos materiais	15	15	11	14	25	22
Erros de Utilização	9	8	10	11	9	11
Diversos	5	9	1	8	8	11

Fonte: Picchi (1986).

2.8.2 Fase de especificação de materiais

O item 5.3 da norma NBR15575-1/2013 diz que cabe ao projetista especificar materiais, produtos e processos que atendam o desempenho mínimo tanto à referida norma quanto às normas prescritivas (específicas) e também o que prescreve os fabricantes dos ditos materiais.

Helene (1997) diz que, é farta a quantidade de materiais disponíveis e que com freqüência são lançados novos produtos no mercado. Entretanto, nem todos esses materiais possuem boa qualidade, o que obrigou o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) a criar um certificado para atestá-los.

Os requisitos de qualidade solicitados por norma acerca dos materiais devem ser verificados antes do início da obra e atestados durante o processo de construção (ISAIA, 2010).

2.8.3 Fase de execução da estrutura

A escolha equivocada de métodos construtivos pode contribuir para o aparecimento de patologias na edificação. Desse argumento, tem-se que a observância às prescrições da norma NBR 14931:2004, que versa sobre execução de estruturas de concreto, é de fundamental importância (ISAIA, 2010)

Das atividades que podem ser geradoras de patologia se executadas de forma errônea, cita-se as fundações, que em casos de recalques, geralmente diferenciais, geram fissuras na edificação (ISAIA, 2010)

Outro exemplo é a reutilização de formas e escoramentos, que dependendo do nível de desgaste contribuem para o surgimento de patologias marcadas pela deficiência de compacidade do concreto entre outros. Conforme explica Isaia (2010):

A grande maioria das falhas ocorridas nas estruturas está relacionada com a baixa qualificação da mão-de-obra utilizada.[...]O problema estende-se, também, aos subempreiteiros que, no interesse de angariar novos negócios, utilizam pessoal menos qualificados, com resultados comprometedores” (ISAIA, 2010).

2.8.4 Fase de uso e manutenção

Cabe ao usuário da edificação zelar pelo bem cuidando para que os projetos executados constituintes da edificação permaneçam íntegros dentro das suas respectivas vidas úteis. Entretanto, em muitos casos, as vistorias são realizadas em épocas tardias por parte dos donos dos imóveis ou síndicos, sendo possível observar condição de degradação avançada da edificação (ISAIA, 2010).

Outro fator agravante, o qual pode gerar inúmeras conseqüências, é o proprietário realizar modificações no projeto sem consultar um profissional, como nos mostra (ISAIA, 2010).

Não é raro que proprietário ou responsáveis resolvam fazer modificações ou utilizar a construção de forma diferente do que foi projetado, gerando, muitas vezes, conseqüências graves para a estabilidade do empreendimento. Em geral os responsáveis por essas alterações desconhecem os riscos inerentes a sua atitude, e sequer fazem qualquer consulta técnica a respeito (ISAIA ,2010).

2.9 IMPERMEABILIZAÇÃO

O IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização define que a impermeabilização é uma técnica que consiste na aplicação de produtos específicos com o objetivo de proteger as diversas áreas de um imóvel contra ação de águas que podem ser de chuva, de lavagem, de banhos ou de outras origens.

A NBR 9575/2010 define que a impermeabilização deve ser realizada de forma a:

a) evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos; (NBR 9575/2010 adaptado).

b) proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo; (NBR 9575/2010 adaptado).

c) proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização; (NBR 9575/2010, adaptado).

d) possibilitar sempre que possível acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo seja percebido falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos. (NBR 9575/2010, adaptado).

Cunha e Neumann (1979) e Picchi (1986) mencionam que a impermeabilização ou sistemas de impermeabilização são classificados de acordo com a atuação da água sobre o elemento da construção e de acordo com o

comportamento físico do elemento da construção, ou seja, se é passível de alteração de sua dimensão.

Picchi (1986) em sua obra reforça que os sistemas de impermeabilização são ainda classificados quanto à existência de especificação, isto é, normalizado ou não-normalizado; quanto ao método de execução; quanto à existência de armadura; quanto ao número de camadas aplicadas no canteiro; quanto ao material dentre outros.

A combinação de diversos materiais que compõem os sistemas de impermeabilização pode ser dividida em materiais básicos, materiais elaborados e pré-fabricados ou auxiliares (PICCHI, 1986).

Os materiais básicos dão origem aos demais materiais, através dos processos industriais. Os materiais elaborados por sua vez, são obtidos dos materiais básicos, a partir de combinações entre si ou com outros materiais. Materiais pré-fabricados caracterizam-se por ser sempre produtos finais, que após aplicados dão origem a impermeabilizações pré-fabricadas (PICCHI, 1986).

2.9.1 Aditivos impermeabilizantes

Bauer (2010) define que aditivo é um produto dispensável à composição e finalidade do concreto, que colocado na mistura, faz aparecer ou reforça certas características. Os aditivos se baseiam na ação ou nos efeitos.

Neville (1997) disserta que uns desses aditivos são os impermeabilizantes, que visa impedir a penetração da água no concreto através da sucção capilar, pois devido à tensão superficial nos poros capilares da pasta de cimento hidratada, o concreto “puxa para dentro” a água.

O efeito do aditivo impermeabilizante é tornar o concreto hidrofóbico, significa aumento do ângulo de contato entre a água e as paredes dos poros capilares, de modo que a água passa a ser empurrada para fora dos poros (NEVILLE, 1997).

Bauer (2010) denomina impermeabilizante integral, o produto que afeta as propriedades do concreto endurecido, com isso torna-o praticamente impermeável.

São chamados de aditivos à absorção capilar, substâncias que estão dentro dos estearatos, oleatos e alguns derivados do petróleo. Os mais usados são os estearatos (BAUER, 2010).

Quando em contato com a cal liberada durante a hidratação do cimento, formam estearatos de cálcio, que com isso, adere-se nas paredes dos poros e pequenos capilares, formando-se uma película delgada quando secado, tornando assim, o concreto repelente à água ou criam uma capilaridade negativa (BAUER, 2010).

2.10 METODOLOGIA PARA INSPEÇÃO PREDIAL E PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DAS PATOLOGIAS

O glossário de terminologia do IBAPE -Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo (2002) define 'inspeção predial' como sendo a apreciação isolada ou combinada das qualidades técnicas, de uso e de manutenção da edificação.

Para a NBR 15575-1/2013, inspeção predial é a investigação, através de metodologia técnica, das condições de uso e de manutenção preventiva e corretiva da edificação.

Na prática, é uma avaliação com o objetivo de identificar o estado geral da edificação e se seus sistemas construtivos, observados os aspectos de desempenho, funcionalidade, vida útil, segurança, estado de conservação, manutenção, utilização e operação, consideradas as expectativas dos usuários. (IBAPE, 2012).

Lichtenstein (1986) afirma que a prática profissional de análise dos problemas patológicos na construção civil tem sido muitas vezes caracterizadas pela falta de uma metodologia universalmente aceita e que intuições pessoais fundamentadas na experiência prevalecem no lugar do método.

Contudo, Lichtenstein (1986) expõe etapas de como proceder para diagnosticar as construções. Estas etapas se resumem no levantamento de subsídios para o entendimento do problema através de vistoria do local, do histórico do edifício e do resultado de exames complementares; entendimento completo dos

fenômenos ocorridos; definição da conduta a partir da escolha da alternativa de intervenção conveniente.

Uma vez instalado o problema patológico em uma estrutura, as fases de inspeção e diagnóstico são fundamentais para o sucesso de uma intervenção ou reabilitação. (ISAIA, 2010).

Vários autores propõem metodologias para avaliação de patologias em estruturas, que de modo geral pode-se resumir em quatro atividades principais conforme o Quadro 3:

Descrição da atividade	Ações recomendadas
Análise da estrutura	-Levantamento de informações: idade da estrutura, processo construtivo e projeto estrutural (quando possível), condições de exposições, etc
Anamnese do problema	-Descrição do tempo em que o problema vem ocorrendo. -Locais predominantes e evolutivos de ocorrência. -Levantamento de dados a respeito de eventuais reparos já executados. -Análise histórica dos possíveis materiais e procedimentos utilizados.
Definição de ações para investigação	-Definição de ensaios e investigações necessárias -Detalhamento dos ensaios: metodologia, local, amostragem.
Diagnóstico das causas prováveis	-Elaboração de laudo técnico contemplando descrição das etapas anteriores, análise dos resultados obtidos nos ensaios e investigações, descrição das causas para a ocorrência do problema (em geral segmentada conforme as origens principais: projeto, materiais, produção e uso/manutenção) e prognóstico da sua evolução.

Quadro 3 - Metodologia básica proposta para diagnóstico de patologias em estruturas de concreto armado

Fonte: Isaia (2010), p.982.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise das manifestações patológicas do edifício em estudo utilizou-se, dentre outras bibliografias, o Quadro 3 que propõe sucintamente o roteiro de ações a serem tomadas.

De início, foram obtidos os dados relevantes acerca das condições de exposição do prédio ao ambiente: amplitude térmica; umidade relativa; velocidade dos ventos e precipitação.

Em um segundo momento, a obtenção das informações a respeito de manutenções já realizadas são imprescindíveis, bem como reparos, reconstruções ou adaptações. É desejável informações a respeito da composição do concreto nas suas diversas aplicações na obra, servindo como auxiliar no julgamento da durabilidade do mesmo.

Em seguida efetuou-se o processo de *anamnese* com o síndico, moradores e usuários das salas comerciais para obter informações dos problemas e do histórico do edifício.

Realizou-se visita e registro fotográfico dos locais mencionados pelo síndico - ambientes coletivos (garagem, poço de elevador, hall de entrada, escadas, cobertura e proximidades) - de cima para baixo. E a *posteriori* os ambientes particulares de baixo para cima.

Comparou-se o aspecto visual dos problemas constatados com bibliografia da área, para poder julgar se tal problema era de fato de origem de umidade/infiltração.

Finalizado este processo, buscou-se o estudo terapêutico das patologias, com base nas causas possíveis, consultando bibliografia da área.

4 ESTUDO DE CASO

O imóvel em estudo trata-se de um edifício cuja identificação permanecerá em sigilo por motivos de ética profissional. O prédio possui cerca de 60m de altura e está localizado numa cidade cujo clima é subtropical úmido. A umidade relativa do ar fica em média a 74% durante o ano chegando até a 90%¹.

Na cidade em que o prédio está contido, incidem ventos que chegam a 70km/h, e a precipitação anual da cidade é de 2109,79 mm/ano – considerado alta. Ainda, a amplitude térmica do município já superou os 40°C.

O edifício possui um sistema construtivo convencional de lajes, vigas e pilares de concreto; alvenaria mista de blocos cerâmicos e gesso.

Foi projetado com uma configuração mista de salas comerciais e apartamentos residenciais, na Figura 10 a distribuição dos pavimentos.

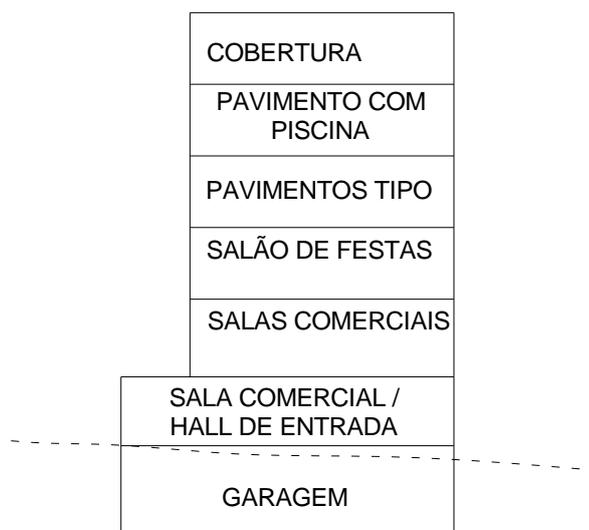
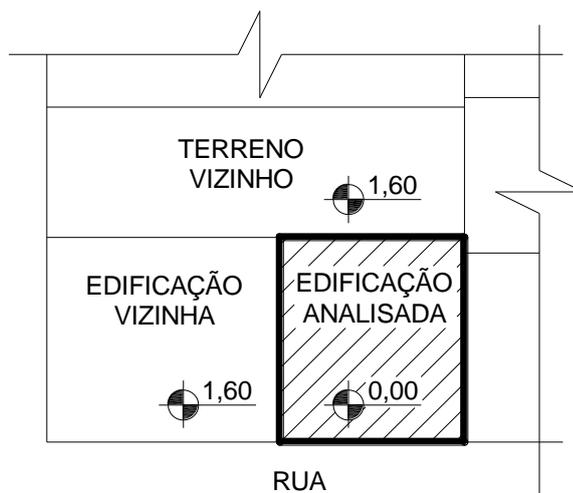


Figura 10 - Distribuição dos pavimentos
Fonte: Autoria própria (2014).

Sua localização na quadra é conforme Figura 11 abaixo:

¹ TABALIPA, Ney L. FIORI, Alberto P.



**Figura 11 - Localização do imóvel em relação a quadra
*níveis aproximados
Fonte: Aatoria própria (2014).**

A edificação possui um histórico bastante peculiar, que envolve desde a ausência de registro de 'Habite-se' até alterações na configuração das salas comerciais. Ocorrem ainda erros graves de execução, alagamento, falta manual de uso da edificação, programa de manutenção e de zelo por parte do primeiro proprietário.

Com o acompanhamento do síndico do prédio, foram localizadas as manifestações patológicas em diversos pontos da edificação. O quadro a seguir demonstra um resumo da localização das patologias existentes no edifício.

No Quadro 5 estão relacionadas todas as patologias que foram verificadas *in loco* na edificação em estudo, foram classificadas e divididas em lixiviação, fissura, bolor, corrosão, descolamento de revestimento, macha de umidade e descolamento de pintura.

PAVIMENTO	PATOLOGIA						
	Lixiviação/ Eflorescência	Fissura	Bolor	Corrosão	Descolamento de revestimento	Mancha de unidade	Descolamento da pintura
Casa das Máquinas	Parede externa	Parede externa	Parede Interna		-		Parede Interna
Apto. Duplex		Parede interna	Parede interna	Parede interna			
Salão de Festas	Parede externa, Pilares	Pilares		Pilares	Pilares, Parede Externa		Parede Interna
Hall de Entrada							
Parede Garagem	Parede Interna, Pilares, piso	Teto	Parede Interna	Pilares	Pilares	Teto Parede divisa	
Poço de Elevador		Parede			Parede		Parede
Fachada	Parede Externa	Parede Externa			Parede Externa		
Sacada	Teto, viga, floreira	Parede, revestimento do pilar		Estrutura metálica do guarda-corpo	Parede, Teto		Parede, Teto
Pavimentos tipo		Parede interna	Teto Bwc, parede junto a floreira		Cozinha Área de serviço	Teto bwc Parede sala	Teto bwc Parede sala
Salas comerciais			Teto bwc		cozinha	Parede cozinha e teto bwc	Teto bwc

Quadro 4 - Localização das patologias segundo os pavimentos
Fonte: Autoria própria (2014).

4.1 INSPEÇÃO

Conforme objetivo deste trabalho, foi realizada visita no imóvel acompanhado pelo síndico, que apontou os locais onde apresentavam os defeitos a serem observados. Cada local foi devidamente verificado, fotografado e a seguir são listados o local de cada ocorrência da patologia, sua discriminação, são apontadas suas possíveis causas, conforme bibliografia, relacionados os efeitos da mesma e as possíveis sugestões terapêuticas.

4.1.1 Laje da casa de máquinas



Fotografia 1 - Laje acima da casa de máquinas sem proteção mecânica
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia (Fotografia 1): laje superior da casa de máquinas.

Discriminação: Bolor e descolamento de pintura no teto.

Causas prováveis: término de vida útil da impermeabilização¹, má execução de impermeabilização; uso de materiais ou métodos de baixa qualidade.

Efeito: aspecto visual prejudicado, perda da proteção oferecida pela pintura no teto.

Sugestão terapêutica: Segundo Bauer (1994), antes de impermeabilizar, deve-se abrir canaletas para embutir as bordas da impermeabilização nas paredes e platibandas adjacentes, Fotografia 1 com 30cm de altura. Na Fotografia 2 é apresentado um modo correto de ser executado tal serviço de modo a minimizar as possíveis patologias.



Fotografia 2 - Canaletas embutidas na parede para impermeabilização
Fonte: Autoria própria (2014).

O próximo passo para obter aderência entre o contra piso e a manta asfáltica, é uma pintura primária a base de emulsão asfáltica, conforme Fotografia 3

¹ NBR 15575-1, tabela C.6



Fotografia 3 - Pintura asfáltica para impermeabilização
Fonte: Autoria própria (2014).

Conforme NBR 9575 (2010), a impermeabilização com mantas asfálticas deve ser aplicada sobre superfícies com caimento para as águas recolhidas, necessitando um caimento mínimo de 1% (FOTOGRAFIA 3).

No caso de manta asfáltica, usa-se o maçarico para obter a aderência entre a manta e a pintura com emulsão asfáltica. Contudo, a manta asfáltica deve-se transpassar 10cm de cada lado, conforme a Figura 12:



Figura 12 – preparo e aplicação de manta asfáltica para impermeabilização e lajes
Fonte: Mlotto (2014).

Os ralos devem ser colocados antes da impermeabilização. Para constatar que o serviço foi executado corretamente, há a necessidade de verificar a estanqueidade da mesma, realizando o teste de estanqueidade ou teste da lâmina d'água. Uma lâmina d'água de 5cm de altura, medindo a partir do ponto mais alto, que deve permanecer no local por 72 horas a fim de constatar vazamentos e infiltrações.

4.1.2 Alvenaria externa da casa de máquinas



Fotografia 4 - Eflorescência na platibanda e abaixo da janela da casa de máquinas
Fonte: Autoria própria (2014).

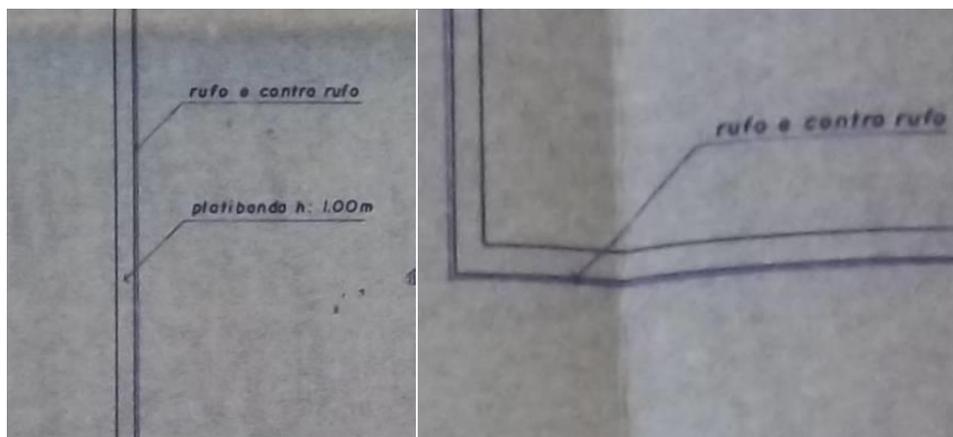


Figura 13 - Constatação de rufo e contra rufo em projeto
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 4: Parede Lateral de casa das máquinas.

Discriminação: Eflorescência

Causas prováveis : [1] a inexistência de pilaretes pouco espaçados na platibanda e também a inexistência de um sistema de amarração viga-alvenaria fez

com que, a dilatação tanto da viga quanto da alvenaria originasse uma fissura que percorre todo o perímetro da cobertura, conforme Bauer (2010). Este fato abriu margem para a passagem de água e conseqüentemente a ocorrência de eflorescência. Agravante: ausência de rufo/pingadeira na platibanda.

[2] Inexistência de rufo galvanizado que se estende pelo perímetro da parede; término de vida útil de pintura¹ Apesar de haver a previsão de colocação de rufos em projetos, verificado na Figura 13, aparentemente não se constatou a execução conforme os mesmos.

Efeito: manchas de umidade e pó branco acumulado sobre a superfície. Possibilidade de que a água percorra e atinja outros locais.

Sugestão terapêutica: Inserir pilaretes na platibanda, a fim de evitar movimentação mecânica e diminuir o deslocamento da estrutura.

Sugere-se que seja removido o reboco abaixo da janela, seguida de uma nova camada de reboco com aditivo impermeabilizante e Aplicação de pintura com produto específico repelente à umidade. Silva et al (2011). Com isso, instala-se um rufo galvanizado com selador ao longo da alvenaria, incapacitando dessa forma, a entrada da água.

Logo, a grande maioria das eflorescências pode ser removida por processos simples, tais como: escovação com escova dura e seca, escovação com escova e água, saturar a alvenaria com água, e em seguida, lavar com solução clorídrica a 10%, e para finalizar com água abundante (UEMOTO,1985).

¹ NBR 15575-1 tabela C6

4.1.3 Revestimento interno da casa de máquinas



Fotografia 5 - Trincas causadas pela umidade excessiva
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 5: casa das máquinas.

Discriminação: infiltração.

Causa: Má impermeabilização externa

Efeito: aspecto visual prejudicado, perda da proteção oferecida pela pintura.

Sugestão terapêutica: isolar a parede na parte externa, dessa forma, tira-se o agente causador das patologias. Remover o reboco e reaplicar pintura com aditivo hidrofugante.

4.1.4 Pisos das sacadas



Fotografia 4 - Patologia na sacada
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia: sacada do apartamento.

Discriminação: infiltração, fissuras de infiltração e eflorescência.

Causa provável: inclinação pouco significativa do piso ocasionando o acúmulo de água, agravado pelo entupimento do ralo. Inexistência, em alguns casos, de rodapés e rejunte já deteriorados.

Sugestão terapêutica: remoção do piso cerâmico, execução de maior inclinação com argamassa impermeabilizante; fixação de rodapé. Execução de um novo revestimento onde tiver sido atingido pela umidade; pintura hidrofugante.

4.1.5 Floreiras e alvenaria comunicante



Fotografia 5 – Patologias nas floreiras e alvenarias comunicantes
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia- FOTOGRAFIA 6: floreira do apartamento.

Discriminação: infiltração na parede.

Causa provável: falta de impermeabilização ou impermeabilização inadequada; término de vida útil da impermeabilização.

Sugestão terapêutica: primeiro deverá ser sanado o problema causador da infiltração. Com isso, há a necessidade de impermeabilizar a floreira da fotografia 6, impedindo dessa forma, que a água escoe pela parede.

Para restaurar a parede, serão necessários os seguintes passos:

- Retirada de todo reboco desprendido;
- Execução de novo reboco com aditivo impermeabilizante;
- Aplicação de pintura com produto específico repelente à umidade.

E na parte interna, nos casos mais graves, serão recuperados com a retirada do reboco danificado e execução de novo reboco e pintura (SILVA et al 2011).

4.1.6 Teto das sacadas



Fotografia 6 - Desprendimento de reboco na viga da sacada
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 7: sacada.

Discriminação: manchas, fissuras, bolhas e eflorescências.

Causa provável: problema do piso da sacada do andar de cima, citado anteriormente.

4.1.7 Pilares da garagem e do salão de festas



Fotografia 7 - Armadura corroída
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 8: garagem e salão de festas.

Discriminação: descolamento do reboco e corrosão da armadura.

Causa provável: acúmulo de água pluvial, ascensão de água capilar no pilar da esquerda.

Sugestão terapêutica: retirada conforme Helene (1986) consiste basicamente em três etapas:

- Limpeza rigorosa, de preferência com jato de areia e apicotamento de todo o concreto solto e fissurado;
- Análise criteriosa da possível redução de seção transversal das armaduras atacadas.
- Reconstrução do cobrimento das armaduras de preferência com concreto bem adensado, o mesmo têm a finalidade de :

Impedir a penetração de umidade, oxigênio e agentes agressivos até as armaduras;

Recompor a área da seção de concreto original;

Propiciar um meio que garanta a manutenção da capa passivadora no aço.

Com isso, Helene (1986), ratifica que o cobrimento mínimo deve ser de 50mm e adesivos à base de epóxi para a união do concreto “velho” e o “novo”, impermeabilizando a armadura e com isso, impedindo a corrosão.

4.1.8 Salão de festas

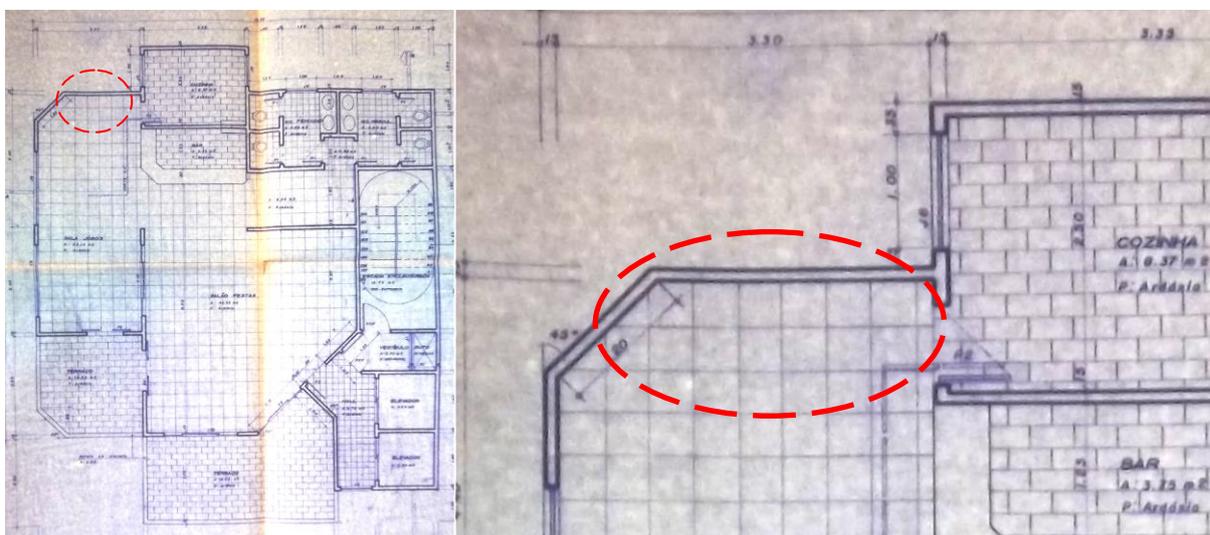


Figura 14 - Constatação de inexistência de churrasqueira no projeto arquitetônico
Fonte: [Projeto Arquitetônico] (1989).



Fotografia 9 - Churrasqueira com fissuras executada sem projeto
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 9: Salão de festas.

Discriminação: infiltração, na Fotografia 10 ainda pode-se perceber o descolamento do revestimento da alvenaria.

Causa provável: Devido à má vedação entre a parede e o duto da chaminé da churrasqueira ocorre a infiltração da água pela churrasqueira, ocasionando fissuras na alvenaria aparente do salão de festas. Como é possível verificar no projeto original, Figura 14, não havia especificação da churrasqueira no mesmo.

Sugestão terapêutica: remover pintura do duto da chaminé galvanizada com lixamento manual, seguida de uma aplicação do fundo preparador e pintura com esmalte sintético, também colocar silicone para melhor vedação entre os diferentes materiais.



Fotografia 8 - Descolamento de pintura e fissura causada pela infiltração da água vinda da churrasqueira
Fonte: Autoria própria (2014).

4.1.9 Alvenaria externa do salão de festas



Fotografia 9 - Corrosão da chaminé e fissuras na alvenaria
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 11: Salão de festas.

Discriminação: infiltração.

Causa provável: falta de vedação no conjunto chaminé-churrasqueira e a conseqüente inundação do salão de festas.

Sugestão terapêutica: substituir o trecho da chaminé que foi atingido pela corrosão e prever uma aplicação de fundo preparador e pintura anticorrosiva e resistente a altas temperaturas¹. Colocar também silicone para melhor vedação entre os diferentes materiais e se possível prever uma barreira física para evitar o contato e penetração da água pelos vãos existentes entre a chaminé e a alvenaria da churrasqueira.

¹ http://export.gov.ru/pt/rus_export_catalog/17768/467.html

4.1.10 Alvenaria das sacadas



Fotografia 10 - Parede da sacada com perda parcial do reboco
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 12: Sacada.

Discriminação: infiltração.

Causa provável: inclinação inadequada com piso da sacada e respingos de chuva, causando desagregamento da pintura e parte do reboco.

Sugestão terapêutica: remoção do reboco, utilizar argamassa com aditivo impermeabilizante e pintura impermeabilizante.

4.1.11 Sanitários dos andares comerciais



Fotografia 11 - Mofo acompanhado de manchas no banheiro
 Fonte: Autoria própria (2014).

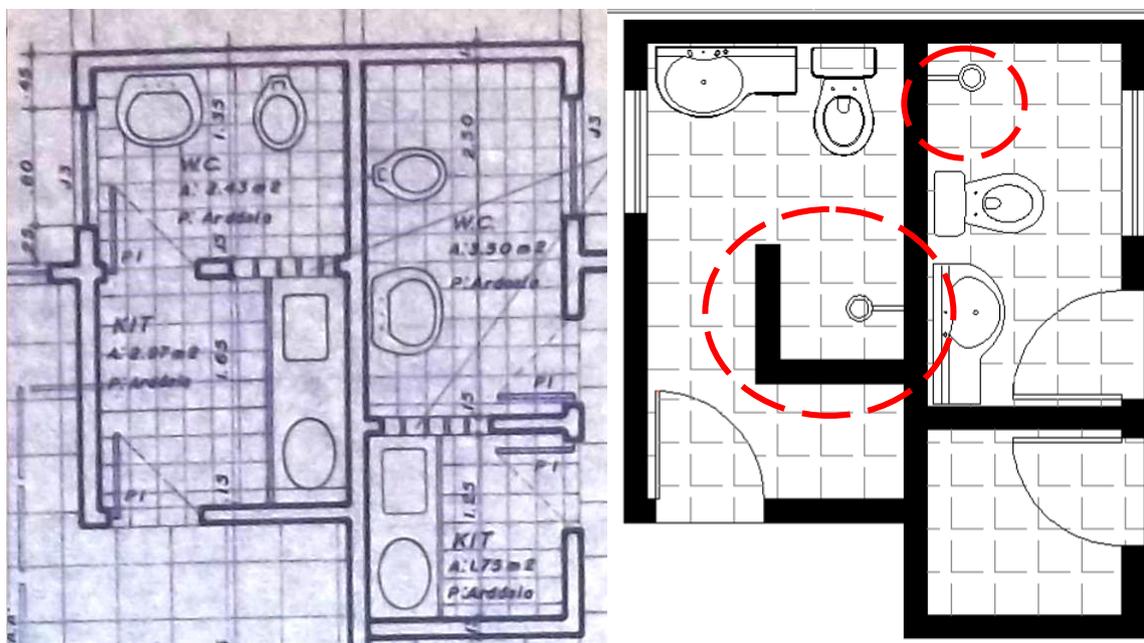


Figura 15 – Detalhe do banheiro original (à esquerda) e alteração de projeto (à direita)
 Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia –FOTOGRAFIA 13: banheiro.

Discriminação: infiltração.

Causa provável: má impermeabilização da laje superior do banheiro. Condensação devido a uma ventilação não direcionada do chuveiro, agravado pela alteração de projeto, como verificado na Figura 15.

Sugestão terapêutica: remoção do piso da laje superior, aplicação de manta impermeabilizante e argamassa com aditivo impermeabilizante hidrofugante, pintura no teto do banheiro com tinta anticondensação e tinta Inibidora do Desenvolvimento de Organismos¹.

4.1.12 Laje da garagem



Fotografia 12 - Eflorescência no formato de estalactite
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 14: Garagem.

Discriminação: infiltração.

Causa: má impermeabilização da laje superior (na Fotografia 15 verifica-se o piso reformado cuja impermeabilização pode ser a causa) e acúmulo de água devido ao entupimento do tubo de queda da água pluvial (Fotografia 16) ocasionado por uma raiz de árvore no hall de entrada.

¹ Bauer (2010)



Fotografia 13 - Piso reformado do hall de entrada
Fonte: Autoria própria (2014).

Sugestão terapêutica: remoção do piso da laje superior, aplicação de argamassa com aditivo impermeabilizante hidrofugante, remoção da raiz do tubo de queda do Hall de entrada, como mostra a figura abaixo.



Fotografia 14 - Desvio do tubo de queda devido ao entupimento pela raiz de uma árvore
Fonte: Autoria própria (2014).

4.1.13 Poços de elevador



**Fotografia 15 - Poço do elevador esquerdo sem água depositada no fundo.
Fonte: Autoria própria (2014).**



**Fotografia 16 - Poço do elevador direito com água depositada no fundo
Fonte: Autoria própria (2014).**

Local de ocorrência da patologia –FOTOGRAFIAS 17 E 18: Poço do elevador direito.

Discriminação: infiltração.

Causa Provável: Má impermeabilização e/ou término de vida útil da impermeabilização. Descartada a possibilidade de má qualidade do material.

Sugestão terapêutica: remoção do reboco até a parede na parte interna, aplicação de impermeabilizante negativa à base de cristalizantes ou cimentos poliméricos.

4.1.14 Muros de divisa da gargem



Fotografia 17 - Constatação de patologias advindas dos terrenos vizinhos
Fonte: Autoria própria (2014).

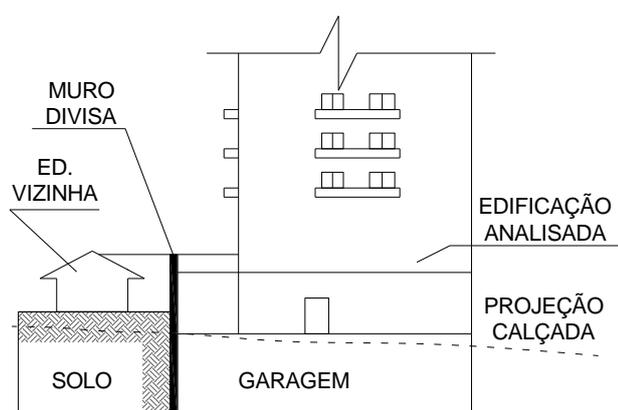


Figura 16 - Nível do solo da edificação vizinha
Fonte: Autoria própria (2014).



Fotografia 18 – Incidência da água pluvial diretamente no muro de divisa
Fonte: Autoria própria (2014).



Fotografia 19 – Solo em contato com muro desprovido de impermeabilização no terreno vizinho (fundos)
Fonte: Autoria própria (2014).

Local de Ocorrência da patologia – FOTOGRAFIA 19: muro de divisa na garagem, facilmente identificado na Figura 16.

Discriminação: infiltração: manchas de umidade, eflorescências e descolamento de pintura.

Causa Provável: Má impermeabilização externa do muro de divisa (Fotografias 20 e 21); término de vida útil da impermeabilização; sistema ineficaz de isolamento muro-solo; ou até mesmo inexistência de impermeabilização.

Sugestão terapêutica: escavação e/ou remoção de entulhos que ficam colados ao muro.

A simples substituição do revestimento úmido e reexecução de um novo com aditivo impermeabilizante não elimina a umidade – tal procedimento seria algo paliativo (RIPPER, 1984).

Segundo Ripper (1984) deve-se realizar uma impermeabilização eficiente na face externa do muro, algo que vá além da argamassa impermeável ou pintura asfáltica simples.

Mais a diante, o mesmo autor recomenda uma pintura asfáltica a quente ou emulsão betuminosa a frio, mas com a condição de serem mais espessos, para não serem danificados no ato de reaterro. Além disso deve haver uma proteção sobre a impermeabilização realizada.

A proteção da impermeabilização sugere Ripper (1984), pode ser um revestimento com chapisco e um emboço desempenado de cimento e areia 1:3. Além disso é recomendado reforçar o emboço com tela *deployée*.

Para finalizar, deve-se prever além do descrito acima, um sistema de drenagem das águas, com caimento adequado, que pode ser tubos de dreno (manilhas ou de PVC) ou drenos de bidim (brita nº2 envolvida com bidim)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O imóvel em questão possui diversas singularidades que foram fatores determinantes para o aparecimento da maioria dos quadros patológicos. A particularidade mais significativa foi a questão de o edifício ter pertencido primeiramente a um único dono que não tinha conhecimento sobre programa de manutenção.

Acredita-se que o fato de o imóvel ter sido executado por profissionais autônomos e não por uma empresa com experiência e disponibilidade de corpo técnico para revisar os projetos, acompanhar a execução e entregar o imóvel, contribuiu para que existissem situações que favorecessem o aparecimento das patologias.

Ainda que determinados sistemas empregados no prédio não fossem suficientes para evitar os quadros patológicos identificados, a prevenção destes poderia ter sido feita posteriormente com manutenções corretivas ou preventivas eficientes precedidas de um programa de manutenção.

O programa de manutenção é algo que está incluído no manual do proprietário quando lhe é entregue um imóvel. Entretanto, embora seja obrigação do projetista entregar ao usuário este manual, esta obrigação só se deu a partir de 1990, com o código de defesa de consumidor, época em que a obra já estava em andamento e os projetos concluídos e, portanto não foi entregue.

Ademais, a construção e “vida” do edifício passaram pela transição e criação de diversas normas, as quais garantiriam a boa execução, que se obedecidas evitariam o aparecimento de múltiplos casos de patologias.

Na época em que foi construído o edifício, os procedimentos de execução de concreto eram menos eficientes que os atualmente utilizados como, por exemplo, o adensamento manual, promovendo o envelhecimento e deterioração da estrutura.

Algo que precisa ser comentado é que houve alterações do projeto arquitetônico no momento da execução e também após sua conclusão. Essa prática pode ser favorável se todos os projetos forem compatibilizados antes da execução, caso contrário, a edificação ficará a mercê de adaptações inseqüentes e ajustes realizados que podem piorar consideravelmente a condição de exposição do imóvel – que foi o caso da churrasqueira no salão de festas.

Não só as alterações de projeto no ato da execução podem contribuir para o aparecimento de defeitos no imóvel como também o próprio projeto pode ser o responsável pelas patologias que venham no prédio se manifestar. Acredita-se que as floreiras na sacada do prédio são traços típicos de arquitetura que marcaram uma época. Entretanto, a execução e manutenção das floreiras requerem um cuidado tamanho que torna seu feitiço arriscado.

Comprovou-se, através das análises no imóvel, que a água é o fator originador de várias patologias na edificação. Contudo, a prevenção contra sua ação danosa é possível e pode estar em diferentes etapas da obra: projeto, execução e manutenção. A manutenção realizada na laje de um dos pavimentos, ainda que feita sem o auxílio técnico, evitou a entrada de água em um dos apartamentos e conseqüentemente evitou que o quadro de problemas do imóvel se agravasse.

As condições de exposição ao meio em que o prédio se encontra também influenciaram no quadro de problemas. O vento em alta velocidade associado ao alto índice pluviométrico que incidiram no prédio provocaram sinais de umidade que percorrem toda sua fachada. Curiosamente esses sinais são mais perceptíveis nos locais pintados com tinta de coloração escura. Consta ainda, que a cidade em que o prédio situa-se possui uma amplitude térmica significativa. Determinadas fissuras são causadas na alvenaria justamente por esse motivo, conseqüentemente deixam condições favoráveis à infiltração da água.

A literatura mostra que fissuras podem ser causadas por umidade excessiva dos materiais. No caso específico do topo das fachadas torna-se difícil afirmar que tais fissuras foram causadas por movimentação térmica ou umidade excessiva. Entretanto, pode-se dizer que os dois fenômenos aconteceram e causaram danos no imóvel – que é comprovado com as eflorescências nas paredes internas em certos pontos das escadas e apartamentos.

A ausência de manutenção pode, certas vezes, agravar quadros patológicos de tal maneira que torna insuficiente e ineficiente as medidas reparatórias, restando como única alternativa a reconstituição total do componente onde atuou o agente patológico.

Este estudo propiciou conhecer melhor as patologias e também saber que é possível diagnosticar estes problemas da construção. O êxito do diagnóstico se dará pelo acompanhamento do elemento construtivo que foi reparado ou reformado.

Como certas patologias podem ter mais de uma causa e algumas destas causas podem não estarem explícitas num primeiro diagnóstico, o acompanhamento para verificar o quadro da patologia pode revelar se a terapia foi eficiente ou não; ou se a causa deduzida estava, ou não, equivocada.

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.

Fica representado a seguir o resumo gráfico das patologias encontradas no imóvel, que se comparado com as da literatura, revelam dados pouco distantes.

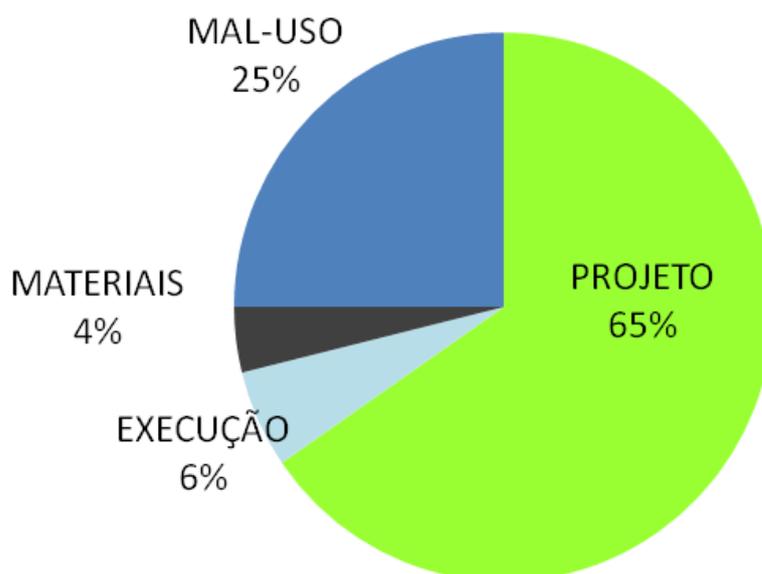


Gráfico 2 - Origem das falhas relacionadas à infiltração do imóvel em estudo
Fonte: Autoria própria (2014).

Os números foram obtidos através da contagem das patologias em que se atribuiu o valor um para um conjunto próximo de iguais patologias que tivessem a mesma causa provável sendo que o todo representa o somatório das patologias de infiltração

Comprova-se que o alto índice de patologias que tem sua origem na etapa de projeto mostrado no gráfico 2, corrobora o que é citado nos dois primeiros parágrafos dessa discussão.

Contudo, o percentual de falhas que tem origem nos projetos ainda concorda com a literatura que diz que nessa etapa localiza-se a maior parte das patologias encontrada nas edificações.

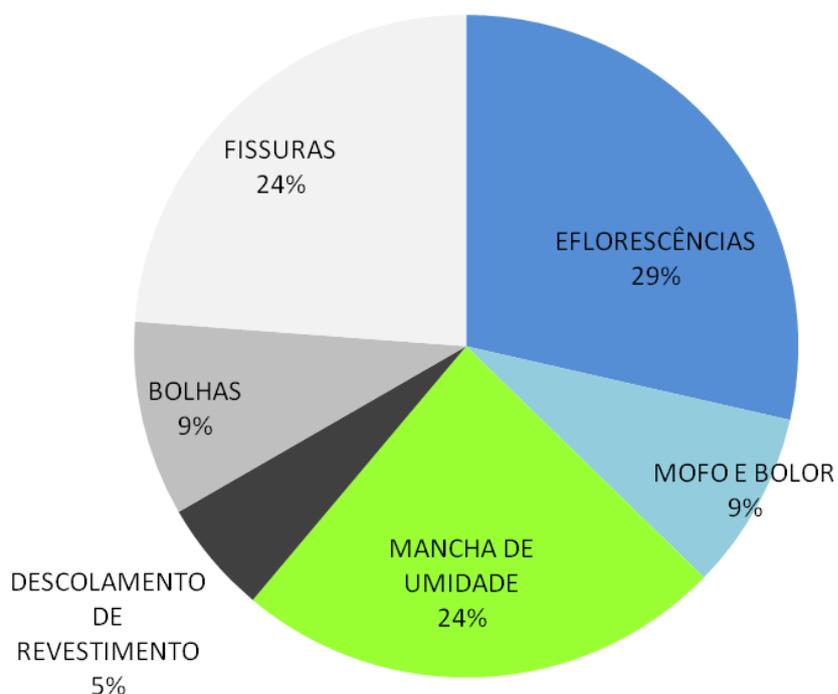


Gráfico 3 - Tipo de patologias de infiltração encontradas no imóvel
Fonte: Autoria própria (2014).

Diferente dos conceitos vistos em revisão bibliográfica, as eflorescências detêm a maior fatia do Gráfico 3 por causa, talvez, ao grande número que se foi atribuído às eflorescências localizadas na fachada e escadas e estas últimas tem uma grande área de incidência de chuvas e ventos.

Já as manchas, que deveriam ocupar o primeiro lugar ficaram com a posição seguinte.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As patologias são uma realidade inerente da construção civil, sejam elas em edificações em andamento, novas ou antigas. Suas causas variam desde erros desde a concepção dos projetos até a utilização, passando pela execução e utilização de materiais inadequados.

Visando a compreensão da sistemática das patologias em edificações verticais, este trabalho teve como objetivo analisar e caracterizar as manifestações patológicas em uma edificação vertical. Para tanto optou-se pela análise de um edifício com 20 anos de uso, onde foi possível identificar todas as patologias relacionadas com infiltração mencionadas nas referências bibliográficas.

Baseando-se ainda no referencial teórico levantado, foram sugeridas possíveis soluções para resolver ou minimizar os danos decorrentes de cada problema.

Para o estudo de caso em questão conclui-se que a maioria das patologias encontradas são oriundas das inúmeras mudanças de projetos. É sabido que alterações no momento de execução são normais na construção civil, mas deve-se haver critérios para realizá-las, justamente a fim de evitar danos futuros.

O estudo das manifestações patológicas das edificações adquire singular importância, ao passo que não apenas avalia os danos nelas observados, as prováveis causas e as possíveis terapias, como também serve de fonte de dados para a criação e aprimoramento de técnicas de projeto, construção e reparo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8083: Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização** Rio de Janeiro. 1983.

_____. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade** . Rio de Janeiro. 1994

_____. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro. 2003.

_____. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro. 2003

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

_____. **NBR 15575: Edificações Habitacionais — Desempenho. Parte 1**. Rio de Janeiro. 2013.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção: novos materiais para construção civil**. 5ª ed. v1. LTC, 2010.

BORGES, C A.. Disponível em <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/103/norma-de-desempenho-o-significado-de-desempenho-nas-edificacoes-282364-1.aspx>> acesso em 20 outubro 2013

CUNHA, A. G. da, e NEUMANN, Walter. **MANUAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAMENTO TÉRMICO**. 5ª Ed. TEXSA BRASILEIRA LTDA, 1979

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES – DNIT. Norma 083/2006 – ES. **Tratamento de trincas e fissuras – Especificação de serviço**.

FEDERAÇÃO DOS TRABALHADORES NAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO E DO MOBILIÁRIO DO ESTADO DO PARANÁ Disponível em <http://fetraconspar.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=27978:cr-esce-lista-de-materiais-com-certificacao-na-construcao-civil&catid=161:economia&Itemid=85> acesso em 20 de dezembro de 2013

FIGUEIREDO L. **PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DE UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. São Paulo. TCC 2009.

FUSCO, P. B. **Tecnologia do Concreto Estrutural**. 2ª Ed. PINI, 2008.

GIBSON, E.J. **Working with the performance approach in building**. Rotterdam. CIB W060. 1982. CIB State of Art Report n.64.

HELENE, Paulo. R.L.. **Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de concreto**. In: Workshop Durabilidade das Construções. Anais... São Leopoldo, 1997.

_____. **Corrosão em armadura para concreto armado**. São Paulo 1ª Ed. PINI 1986

_____. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto** Ed. PINI. São Paulo 1992.

IBAPE– Instituto Nacional de Avaliações e Perícias de Engenharia. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo 2012

_____. **GLOSSÁRIO DE TERMINOLOGIA BÁSICA APLICÁVEL À ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS**. São Paulo. 2002

IPOG. Instituição de Ensino Superior IPOG. Disponível em <<http://www.ipog.edu.br/uploads/arquivos/5716fe509ee41294ce5c36ce6cc2e8e1.pdf>>. Acesso em 1 de Agosto 2013.

ISAIA, C G.. **IBRACON Concreto Ensino Pesquisa e Realizações**. 1ª Ed Vol 1 e 2. 2010 DISTRIBUIDORA CURITIBA DE PAPEIS E LIVROS S/A

JORGE, M. **Estudo da Lixiviação do Concreto Compactado com Rolo pela Ação de Águas Puras**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2001.

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

LICHTENSTEIN, Norberto B., Patologia das construções: procedimentos para formulação de falhas e definição de conduta adequada à recuperação e edifícios. **Dissertação de mestrado**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.1985.

_____. **Patologia das Construções** . Boletim Técnico – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.1986.

MEHTA, P.K., MONTEIRO, P. J. M. Concreto , estruturas, propriedades e materiais. São Paulo, Pini, 1994.

MIOTTO, R. M. Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório. Curso de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

MIRSHAWKA, V. **Manutenção Preditiva**, 1ª Ed. São Paulo. MAKRON BOOKS 1991.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**, 2º Ed. São Paulo: PINI, 1997.

OLIVARI, G. Patologia em Edificações. Trabalho de Conclusão de curso. Anhembi Morumbi. São Paulo 2008.

PAULINO, W. R. **BIOLOGIA**. 7ª Ed. Ática, 2001.

PDIG - DIAGNÓSTICO E INSPECÇÃO DE ESTRUTURAS E EDIFÍCIOS
Disponível em:

<http://www.pdig.pt/ensaios/medicao_profundidade.html> acesso em 20 de dezembro de 2013.

PEREZ, A.R., Umidade nas edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. Tecnologia de edificações, São Paulo, PINI, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988.

PICCHI, F. A. **Impermeabilização de coberturas** – São Paulo: Pini :Instituto Brasileiro de impermeabilização, 1986

POLITO, G. Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Especialista em Avaliação e Perícia) – UFMG, Belo Horizonte, 2006.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. São Paulo. Pini. 1984

SALMA, E.; NEGREIROS, A.; TOGNON, M. **Patologia da Arquitetura da Terra: Avaliação pós 10 anos de uso de uma residência construída em Solo-cimento** Monolítico. 2006. Disponível em <http://www.e-science.unicamp.br/restauro/admin/publicacoes/documentos/publicacao_626_IPR-2006-05-Patologias.pdf>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2014.

SANTOS, R. L. F.; CERQUEIRA, E. G. **Umidade em partes inferiores da parede pelo efeito da capilaridade**. 2010 .Artigo

SHIRAKAWA, M.A. JOHN, V.M.; CINCOTTO, M. A.; GAMBALE, W., A biodeterioração de materiais de construção civil. **Revista de tecnologia da construção – Técnica**, v.5, n.33, São Paulo, 1998.

SILVA et al, **Relatório de Vistoria de Patologias Prediais**.2011.Florianópolis, disponível no site

<http://dfo.ufsc.br/files/2011/10/RELATORIO_CCB_J_V8.pdf> acesso em 25 de Janeiro de 2014.

SCHÖNARDIE, C. E.– **ANÁLISE E TRATAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR INFILTRAÇÃO EM EDIFICAÇÕES** 2009 Trabalho de Conclusão de Curso.

SOBRINHO, M M B.. **ESTUDO DA OCORRÊNCIA DE FUNGOS E DA PERMEABILIDADE EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL – ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PITANGUEIRAS/SP**. 2008. Dissertação de Mestrado.

SOUZA, M. F. **PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES** 2008. TCC.

SOUZA, V.C.M. ; RIPPER T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. PINI. 1998.

UEMOTO, K. L. **Patologia: Danos causados por eflorescência**. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988.

TABALIPA, Ney L. FIORI, Alberto P.
<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/viewArticle/287>

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios – causas, prevenção e recuperação**. IPT/EPUSP/PINI / 1989.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Sagra, 1991.

ANEXO A – Quantitativo de patologias identificados no imóvel

AMBIENTES	EFLORESCÊNCIAS	MOFO E BOLOR	MANCHA DE UMIDADE	DESCOLAMENTO DE REVESTIMENTO	BOLHAS	FISSURAS	PROJETO	EXECUÇÃO	MATERIAIS	MAL-USO
GARAGEM	4	0	2	0	0	4	4	0	0	0
POÇO DE ELEVADOR DIREITO	0	0	1	0	0	3	4	0	0	0
SALA COMERCIAL	0	1	0	0	1	3	1	1	1	1
HALL DE ENTRADA	2	1	3	0	1	1	1	1	0	0
SALAS COMERCIAIS TIPO	0	9	7	2	9	1	9	0	0	12
SALÃO DE FESTAS	2	0	1	3	0	4	0	0	0	0
APARTAMENTOS RESIDENCIAIS	11	0	9	2	1	0	11	0	0	0
DUPLEX PAV. SUPERIOR	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DUPLEX PAV. INFERIOR	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
COBERTURA	1	0	0	0	0	7	1	1	0	0
ESCADA	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0
FACHADA	5	0	0	0	0	7	1	0	1	0