



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

ÉRIKA BRESSAN BOTELHO DE ANDRADE

PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS EM
EDIFICAÇÃO

UBÁ-MG

2016

ÉRIKA BRESSAN BOTELHO DE ANDRADE

**AS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS EM UMA
EDIFICAÇÃO**

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

Orientadora: Dr. Érika Maria Carvalho Silva Gravina.

UBÁ-MG

2016

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de descrever as principais manifestações patológicas encontradas em uma edificação entre as quais se destacam as fissuras, manchas, eflorescências, corrosão de armadura e deterioração da estrutura de concreto armado, tendo como propósito analisar suas possíveis causas e abordar possíveis medidas de profilaxia que poderiam impedir ou minimizar as manifestações patológicas. O estudo das patologias no concreto foi o tema escolhido pelo fato de a maioria das construções no Brasil serem executadas com esse material. Estas manifestações patológicas podem ocorrer muito antes do previsto em projeto fazendo com que a estrutura tenha a sua durabilidade reduzida, afetam os parâmetros de segurança da construção, demandando recursos monetários consideráveis para recuperar tais estruturas enfermas. Estas manifestações podem ter origem em qualquer etapa no processo construtivo, observando-se, assim, a necessidade de manutenções preventivas, do controle tecnológico dos materiais empregados, de uma padronização e qualidade na execução dos projetos e da qualidade dos processos de execução. Antes de se corrigir uma patologia, é necessário saber sobre sua origem e o que pode ter causado tal patologia. Pode-se concluir que há uma grande necessidade pela busca da qualidade na construção civil, ou em qualquer outra área da engenharia civil. É necessário entender que para uma estrutura alcançar um nível satisfatório de durabilidade sem manifestações patológicas, todas as áreas envolvidas no processo devem estar em harmonia.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Causas. Profilaxia. Construção civil.

Abstract

This work has been developed aiming describing the main pathological manifestations founded in a edification, among it, highlights clefts, blots, efflorescences, reinforcement corrosion and armed concrete structures deterioration, with purpouse analyzing its probable reasons and show likely prophylaxis act, that could prevent or minimize pathological manifestations. The study of pathologies in concrete was choosed because most of building in Brazil are done with this material. This pathological manifestations can happen long before of foreseen in the constructive project, causing reduction in durability of the structure, affecting safety parameters of building, demanding substantial financial resources to recover this sick structures. This manifestations can origins in any stage of building stage, observing, therefore, the need of preventive maintenances, technological control of used materials, padronization and quality of stages of execution. Before correcting a pathology, it's needed to know about its origin and its causer. So, concludes there is a large necessity to quest quality in civil construction or in another field of civil Engineering. It's important understanding that to the reach of a satisfactory level of durability, without pathological manifestations, all involved áreas in the process must be harmonic.

Keywords: Pathological manifestations. Causes. Profilaxy. Civil construction.

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica dos materiais de construção e das técnicas de projeto e execução foi um dos fatores que contribuíram para o declínio da qualidade na construção civil, e do aumento do número das patologias nas construções. Com isso, as edificações tornaram-se mais leves, com componentes estruturais mais esbeltos e mais solicitados. As conjunturas econômicas fizeram com que as obras fossem conduzidas com grande velocidade e poucos rigores no controle de materiais e serviços e grande maioria dos trabalhadores mais qualificados se incorporaram aos setores industriais que melhor remuneram a mão de obra, em detrimento das construções de pequeno porte (SILVA E JANOV, 2016¹).

Segundo Nazário e Zancan (2011), o termo Patologia, tem origem grega *páthos* = *doença*, e *logos* = estudo, e, portanto, pode ser entendido como o estudo da doença, é muito utilizado nas áreas da ciência. Na construção civil pode-se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações. A patologia se resume ao estudo da identificação das causas e dos efeitos dos problemas encontrados em uma edificação, elaborando seu diagnóstico e correção. Um diagnóstico adequado de uma manifestação patológica deve indicar em que etapa do processo construtivo teve origem o fenômeno que desencadeou o problema, podendo constar as possíveis correções para o (s) problema (s) assim como medidas de profilaxia que servem tanto para evitar o seu aparecimento quanto a sua propagação.

Assim, inúmeras são as manifestações patológicas na construção civil. Os problemas patológicos podem ter origem em qualquer fase e / ou etapa envolvida no processo construtivo de uma edificação, em que muitas vezes, podem ser atribuídos a um conjunto de fatores e não somente a uma falha em etapa isolada. Segundo Capello *et al.* (2010), a origem das patologias pode ocorrer: de projetos mal feitos, da má qualidade dos materiais empregados na construção, da falta de controle tecnológico, principalmente relacionado ao concreto, da falha na etapa de construção, equipe sem preparação para execução de projetos mais elaborados, falta de fiscalização por parte dos gestores ou responsáveis pela execução do empreendimento, edificações sendo utilizadas para outros propósitos do que o inicial (de projeto) ou mesmo pelo seu uso inadequado e a falta de manutenção.

Este trabalho tem como objetivo abordar as patologias mais comuns observadas em estruturas de concreto armado, através de um estudo de revisão bibliográfica. Podem ser destacadas as fissuras, manchas, eflorescência, corrosão da armadura, e a deterioração da estrutura de concreto, indicando suas causas e possíveis medidas de profilaxia.

¹ Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf>.

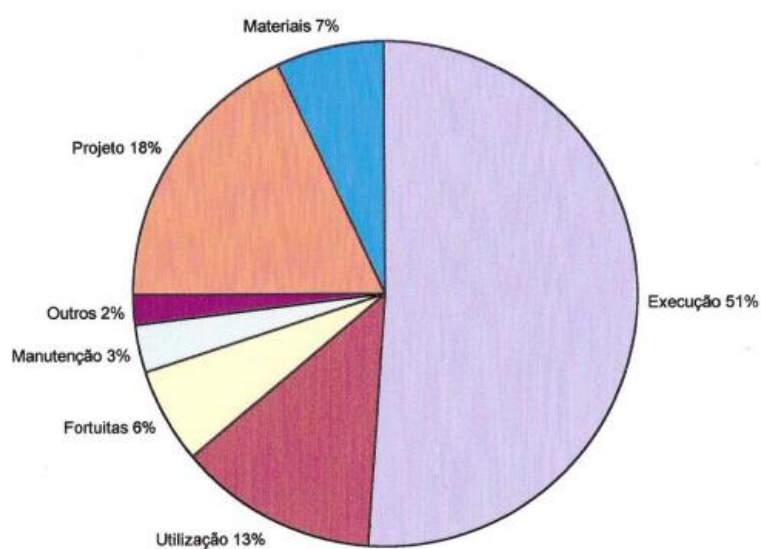
O estudo das patologias em estruturas de concreto armado é o assunto abordado neste trabalho, por ser a maioria das estruturas, no Brasil, executadas com este material e muitos profissionais da área da construção civil encontram-se diante de tal situação. As patologias podem prejudicar a vida útil da edificação ou até mesmo impossibilitar sua utilização.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Manifestação patológica

Segundo a NBR 15575 (2013), as obras têm que ter uma vida útil de no mínimo 50 anos, muitas vezes as edificações apresentam problemas muito antes deste prazo devido a muitos fatores como se pode observar na FIG. 01 que mostra as principais origens de incidências de patologia no Brasil.

FIGURA 01- Gráfico com as principais origens de patologias no Brasil



Fonte: Silva e Jonov (2011)²

Em várias situações recuperar uma estrutura com patologias é mais difícil do que construir uma nova. Isto ocorre devido ao fato de que muitas vezes a edificação já pode estar em uso, o que vai dificultar os trabalhos de recuperação (SACHS, 2015).

É muito importante saber de onde surgiu a patologia para assim saber quais medidas de recuperação seguir, pois uma patologia pode causar muitas outras. Como é o caso da corrosão da armadura, quando o aço começa o seu processo de corrosão ele vai expandir causando

² Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf>

fissuras e possíveis deslocamentos de concreto, o que ocasiona tensões de tração no cobrimento do concreto (CARMONA *apud* SACHS 2015).

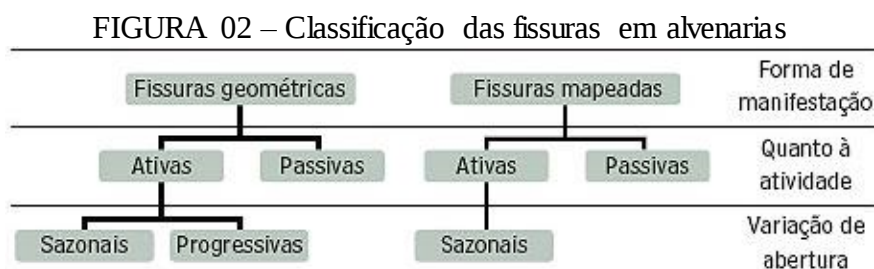
Muitas das doenças estruturais não se manifestam claramente ou são encobertas por outras, podendo passar despercebidas. Portanto, quanto mais criteriosa e aprofundada for a fase avaliativa, maiores serão os índices de acerto e eficiência da solução indicada (VISOTTO *apud* SACHS, 2015 p. 42).

2.2 Principais patologias nas edificações

2.2.1 Fissuras

Segundo Corsini (2010), as fissuras podem começar a surgir de forma pacífica. Na execução do projeto arquitetônico é um dos tipos mais comuns de patologias nas edificações e podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra. Ela pode ser um indício de algum problema estrutural mais grave. Pelo fato de toda fissura originar uma possível patologia mais grave (trinca e rachadura).

Existem dois tipos de manifestações da fissura em alvenarias (FIG. 02), podendo ser geométricas (FIG. 03) ou mapeadas (FIG. 04). Segundo Corsini (2010), as fissuras geométricas (ou isoladas) podem ocorrer tanto nos elementos da alvenaria - blocos e tijolos - quanto em suas juntas de assentamento. Já as fissuras mapeadas (também chamadas de disseminadas) podem ser formadas por retração das argamassas, por excesso de finos no traço ou por excesso de desempenamento. No geral, elas têm forma de "mapa" e, com frequência, são aberturas superficiais. As fissuras podem ocorrer de forma ativa ou passiva, sendo que as ativas ainda podem ser subdivididas em sazonais ou progressivas. As fissuras ativas (ou vivas) são aquelas que têm variações sensíveis de abertura e fechamento, sendo as sazonais devido às variações de temperaturas, estas não apresentam riscos reais à estrutura, já a progressiva vai aumentar de tamanho no decorrer do tempo sendo estas perigosas para a vida útil da edificação.



Fonte: Sahade *apud* Corsini (2010)

FIGURA 03 – Fissura geométrica



Fonte: Corsini (2010)

FIGURA 04 – Fissura mapeada causada por retração de secagem da argamassa



Fonte: Corsini (2010)

A fissura é o primeiro estágio de uma possível patologia mais grave, pois toda trinca ou rachadura em algum momento foi uma fissura mesmo que momentaneamente. Segundo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (201-?)³ não apresenta nenhum problema estrutural grave para estrutura desde que não que aumente sua espessura no decorrer do tempo, sua espessura pode atingir até 0,5 mm.

³ Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1579>>

2.2.1.1 Trincas

As trincas podem ser definidas como o estado em que um determinado objeto ou parte dele se apresenta partido, separado em partes. Segundo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (201-?)⁴ nesse caso, a abertura ultrapassa a camada do revestimento e podem afetar diretamente a estrutura interna, por representar a ruptura dos elementos, podem diminuir a segurança de componentes estruturais de um edifício. Mesmo sendo muito pequena e quase imperceptível deve ter a causa ou as causas minuciosamente pesquisadas. Sua espessura pode ser superior a 0.5mm podendo chegar a até 3mm, como mostra a FIG. 05.

FIGURA 05 - Trinca



Fonte: Próprio autor

2.2.1.2 Rachaduras

Falha contínua devido à falta de resistência de um determinado material às tensões e influências internas e externas a ele aplicadas. É um estado em que um determinado objeto ou parte dele apresenta uma abertura de tal tamanho que ocasiona interferências indesejáveis. É o tipo de fissura mais grave e dependendo do local onde ocorre impossibilita o uso da edificação. Torna-se inviável uma possível medida de recuperação devido ao alto custo necessário. Segundo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (201-?)⁴ são aberturas de

⁴ Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1579>>

tamanho consideráveis, acima de 3 mm por onde podem passar luz, vento e água tem como característica a grande abertura, pronunciada, profunda e acentuada, como mostra a FIG. 06.

FIGURA 06 - Rachadura



Fonte: Próprio autor

2.2.1.3 Principais causas das fissuras

Uma fissura de deformação da estrutura, por exemplo, pode ser parecida com uma de recalque de fundação. Uma de dilatação térmica pode ser igual a uma de retração de secagem. Por isso, é preciso ter um treinamento e certa experiência para, com uma inspeção visual, chegar à causa (THOMAZ, *apud* CORSINI 2010).

Principais causas de fissuras em edificações:

2.2.1.3.1 Movimentações térmicas, devido à dilatação e contração (devido às variações de temperatura)

Isso acontece porque uma estrutura ao se dilatar, cria uma zona de concentração de esforço, assim, para aliviar essa concentração aparecem as trincas e rachaduras na estrutura em questão. Nas edificações ocorrem, geralmente, sobre as lajes provocando fissuras horizontais em sua parte inferior (LEAL, 2003). As fissuras de origem térmica podem também surgir por movimentações diferenciadas entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material. Segundo Thomaz (1989), as principais movimentações diferenciadas, ocorrem em função de:

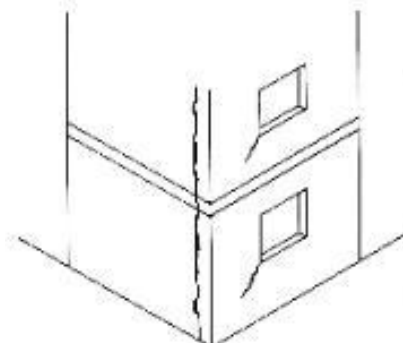
Junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeito às mesmas variações de temperatura (por exemplo, movimentações diferenciadas entre argamassa de assentamento e componentes de alvenaria); Exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais (por exemplo, cobertura em relação as paredes de uma edificação); Gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente (por exemplo, gradiente entre a face exposta e a face protegida de uma laje de cobertura (Thomaz, 1989 p. 9).

2.2.1.3.2 Sobrecargas

A atuação de sobrecargas, previstas ou não em projetos pode produzir fissuras nos elementos estruturais e de vedação. Elas ocorrem pelo carregamento excessivo de compressão. Existem dois tipos de fissuras provocadas por sobrecargas:

- Fissuras verticais (FIG. 07), são casos mais típicos, provenientes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão, ou da flexão local dos componentes de alvenaria.

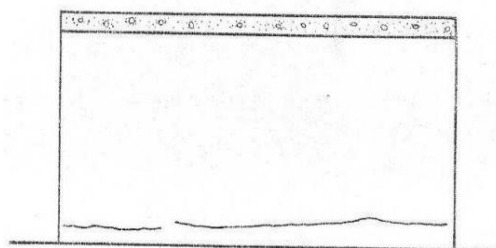
FIGURA 07 – Fissuras verticais



Fonte: Thomaz (1989)

- Fissuras horizontais (FIG. 08), provenientes da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexocompressão da parede.

FIGURA 08 – Fissuras horizontais



Fonte: Thomaz (1989)

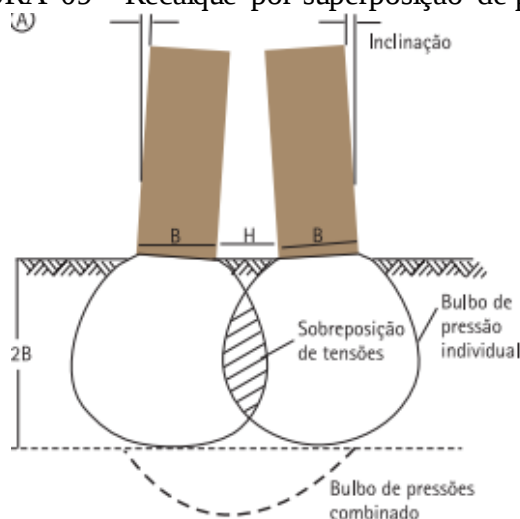
2.2.1.3.3 Recalques de fundação

Podem ocorrer por inúmeros fatores dentre eles se destacam:

- Recalques por superposições de pressão

Situação muito comum ocorre quando são realizadas construções de grande carga junto a edificações com fundações diretas leves, ocasionando superposição de pressões, bulbo de tensão e recalque adicionais especialmente em edificações antigas (FIG. 09).

FIGURA 09 – Recalque por superposição de pressão



Fonte: Milititsky; Consoli; Schnaid, (2015)

- Recalques devido a erros de projetos

Devido à incorporação de edifícios cada vez mais altos, maiores serão as cargas no solo e conseqüentemente maiores os recalques. Desta forma, para os edifícios de grande porte faz-se necessário, a previsão de recalques, estudos de solo (sondagem), análises para encontrar o melhor tipo de fundação (rasas ou profundas). Segundo MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID (2015), o programa de investigação (sondagem) pode se mostrar inadequado à identificação de aspectos que comprometem o comportamento da fundação projetada, o que pode acontecer devido a número insuficientes de sondagens.

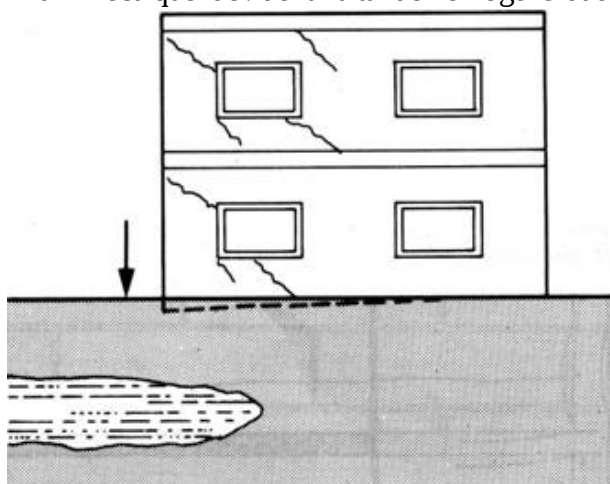
- Recalques devido a erros de execução

Ocorre principalmente por não se ter uma equipe especializada. Os erros podem surgir por inúmeros fatores como: armaduras montadas erroneamente, dimensões equivocadas da fundação, impermeabilização feita incorretamente.

- Recalques devido a problemas no solo

Recalque diferencial por falta de homogeneidade do solo (FIG. 10) podem acontecer entre elementos verticais como pilares, tubulões e estacas, solicitando às alvenarias com tensões incompatíveis com sua capacidade de absorver tais deformações.

FIGURA 10 – Recalque devido à falta de homogeneidade no solo

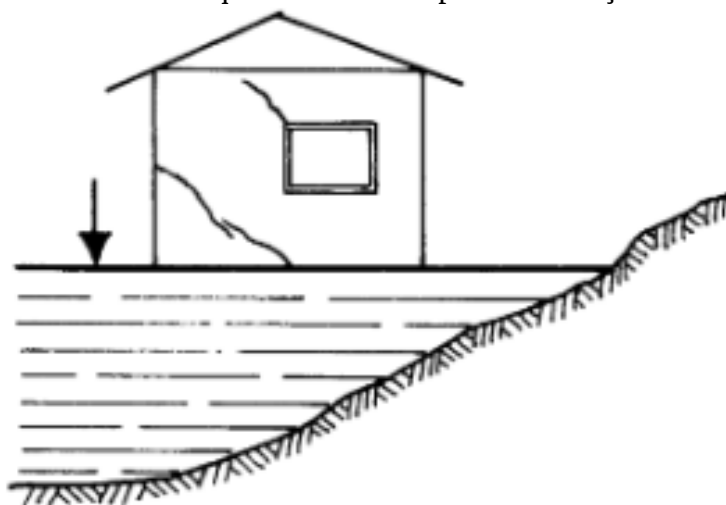


Fonte: Thomas (1989)

- Recalque diferenciado por consolidação distinta do aterro carregado

As camadas mais altas de aterro vão ter um recalque superior em relação as partes mais baixas do aterro (FIG. 11).

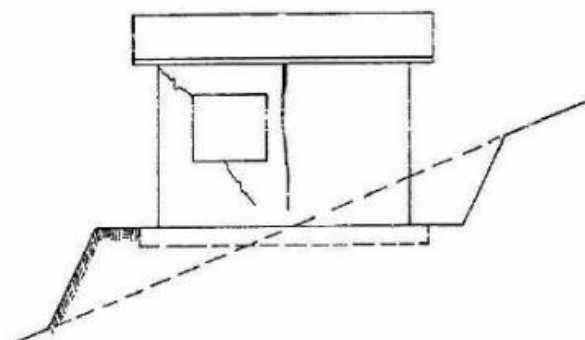
FIGURA 11 – Recalque diferenciado por consolidação distintas



Fonte: Thomas (1989)

- Fundações assente entre aterro e corte tendem a provocar trincas em alvenarias. Na maioria das vezes, aparece uma grande trinca vertical onde a seção muda de aterro para corte, sugerindo a separação da edificação em dois corpos (FIG. 12).

FIGURA 12 – Recalque devido à fundação se aterrar em diferentes cortes do terreno



Fonte: Thomas (1989)

- Recalque devido ao rebaixamento do lençol freático, o lado da edificação em que se localiza o maior rebaixamento do lençol freático sofre mais danos que o outro.

2.2.1.4 Identificando as fissuras em elementos estruturais

As fissuras estruturais apresentam-se paralelas, geralmente em uma só direção e são as que podem apresentar riscos reais a edificação, pois normalmente os elementos estruturais (vigas, pilares e lajes) depois de receberem o concreto unem-se formando um único elemento.

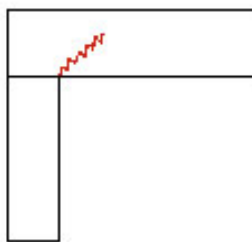
Segundo a defesa civil do Rio de Janeiro⁵ o aparecimento de fissuras nos elementos estruturais é um sintoma de que a peça não está reagindo bem às forças que incidem sobre ela. Analisando o elemento e o desenho de sua fissura é possível identificar possíveis causas

2.2.1.4.1 Vigas

- Fissura inclinada

Quando se apresentam próximas à junção das vigas com o pilar. Segundo a defesa civil do Rio de Janeiro⁵ elas podem indicar que o vão está se separando do pilar, isto ocorre provavelmente, por conta de sobrecargas. A trinca é inclinada (FIG. 13).

FIGURA 13 – Fissuras inclinadas no elemento viga



Fonte: Defesa civil do Rio de Janeiro⁵

- Fissuras verticais

Ocorre normalmente no meio da viga, no vão formado por dois apoios. Segundo a defesa civil do Rio de Janeiro⁵ a sua causa provável é a flexão da peça, ou seja, o momento fletor ao qual a viga sofre tende a curva-la. Este momento provoca esforços de tração nas fibras externas e compressão nas internas (FIG. 14).

FIGURA 14 – Fissuras verticais no elemento viga



Fonte: Defesa civil do Rio de Janeiro⁵

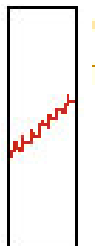
⁵ Disponível em: <http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/construcoes_perigosas.htm>

2.2.1.4.2 Pilares

- Inclínadas

Segundo a defesa civil do Rio de Janeiro⁶ sua causa provável é o afundamento do solo e a consequente deformação da fundação e dos pilares (FIG. 15).

FIGURA 15 – Fissuras inclinadas no elemento pilar

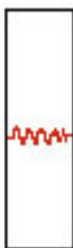


Fonte: Defesa civil do Rio de Janeiro⁶

- Horizontais

Segundo a defesa civil do Rio de Janeiro⁶ ela ocorre provavelmente pelo afundamento do solo ou por ação de carga fora do centro do pilar (FIG. 16).

FIGURA 16 – Fissuras horizontais no elemento pilar



Fonte: Defesa civil do Rio de Janeiro⁶

- Verticais

Segundo a defesa civil do Rio de Janeiro⁶ ela ocorre provavelmente por sobrecargas que o pilar sofre (FIG. 17).

⁶ Disponível em: <http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/construcoes_perigosas.htm>

FIGURA 17 – Fissuras verticais no elemento pilar

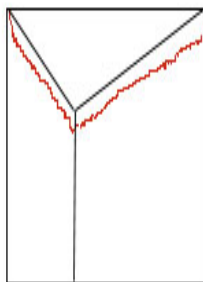


Fonte: Defesa civil do Rio de Janeiro⁷

2.2.1.4.1 Lajes

Segundo a defesa civil do Rio de Janeiro⁷ as fissuras nas lajes ocorrem principalmente por duas causas a pelos efeitos de temperatura (dilatação e contração) ocasionada principalmente pela cura do concreto e por flexões ou sobrecargas que o elemento sofre (FIG. 18).

FIGURA 18 – Fissuras no elemento laje



Fonte: Defesa civil do Rio de Janeiro⁷

2.2.2 Manchas

Os problemas dentro da construção civil causados por umidade podem estar relacionados a até 60% das manifestações patológicas encontradas em edificações em fase de uso e operação e podem levar a prejuízos de caráter funcional, de desempenho, estéticos e estruturais podendo representar risco à segurança e à saúde dos usuários (SOUZA, 2008).

A saturação de água nos materiais sujeitos à umidade tem como consequência o aparecimento de manchas características e posterior deterioração.

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

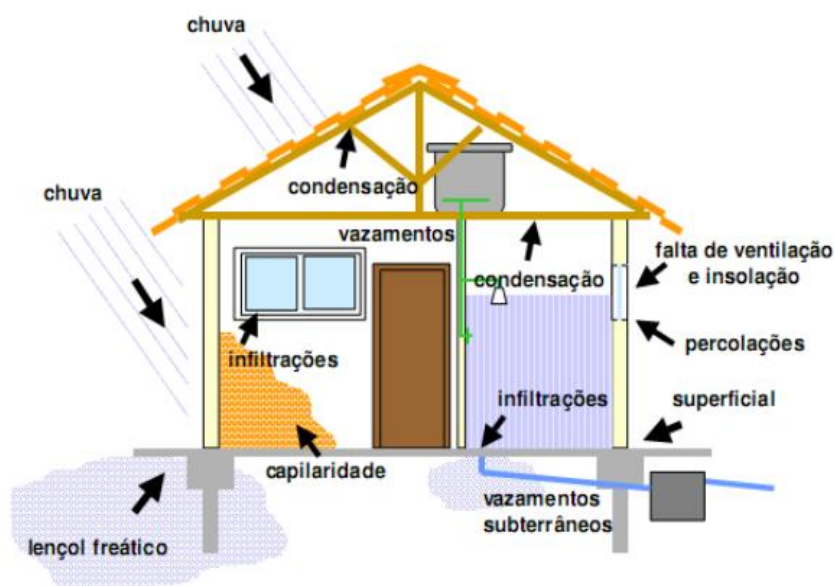
- Prejuízos de caráter funcional da edificação;

⁷ Disponível em: <http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/construcoes_perigosas.htm>

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

Os problemas de umidade podem se manifestar em diversos elementos das edificações – paredes, pisos, fachadas e elementos de concreto armado. Geralmente eles não estão relacionados a uma única causa (FIG. 19).

FIGURA 19 – Causas de manchas em uma edificação



Fonte: Pozzobon, 2007 *apud* Barbalho, 2011

2.2.2.1 Principais causas de umidade em uma edificação

2.2.2.1.1 Trazidas durante a construção

Segundo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (IBDA, 201-?)⁸, a água é utilizada em quase todos os serviços de engenharia, às vezes como um componente e outras como uma ferramenta. Entra como componentes nos concretos e argamassas e na compactação dos aterros e como ferramenta nos trabalhos de limpeza, resfriamento e cura do concreto. É um dos componentes mais importantes na confecção de concretos e argamassas e imprescindível na umidificação do solo em compactação de aterros. Um material de construção nobre, que influencia diretamente na qualidade e segurança da obra. Se na fase de construção a

⁸ Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=625>>

água for dimensionada equivocadamente, quando é utilizada como um componente, poderá facilitar a entrada posterior da umidade trazida por outros meios como no caso principalmente da chuva e de vazamentos hidráulicos, devido as bolhas de ar formadas após a concretagem.

2.2.2.1.2 Trazidas por capilaridade

Segundo VERÇOZA (1991) e KLEIN (1999) *apud* SOUZA (2008), a umidade trazida por capilaridade ocorre nos baldrame das construções devido a três importantes aspectos:

- Às condições do solo úmido em que a estrutura da edificação foi construída;
- A ausência de obstáculos que impeçam a progressão da umidade;
- A utilização de materiais porosos (tijolos, concreto, argamassas, madeiras, blocos cerâmicos) que apresentam canais capilares, permitindo que a água ascenda do solo e penetre no interior das edificações.

Este tipo de umidade pode ser classificado ainda como permanente, caso o nível de lençol freático encontre-se muito alto ou sazonal, decorrente de uma variação climática.

Seu aparecimento ocorre nas áreas inferiores das paredes das edificações, uma vez que estas tendem a absorver a água que sobe do solo úmido (umidade ascensional) através de sua fundação (FIG. 20). Ela ocorre devido aos materiais que apresentam canais capilares, por onde a água passará para atingir o interior das edificações. Têm-se como exemplos destes materiais os blocos cerâmicos, concreto, argamassas, madeiras, etc.

FIGURA 20 – Manchas trazidas pela capilaridade



Fonte: Fórum da construção⁹

⁹ Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1802>>

2.2.2.1.3 Trazidas por chuva

Esse é o agente mais comum para gerar umidade, tendo como fatores importantes a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção. De acordo com Righi (2008), “é a umidade que passa de uma área para outra através de pequenas trincas nas divisórias que as separam”. Esta água de percolação, geralmente é ocasionada pela água da chuva (FIG. 21) e pode ser intensificada com o vento.

FIGURA 21 – Manchas ocasionadas pela infiltração da chuva



Fonte: Próprio autor

2.2.2.1.4 Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas

Nesse tipo de infiltração é difícil identificar o local do vazamento. Isso se deve ao fato destes vazamentos estarem na maioria das vezes encobertos pela construção, sendo bastante danosos para o bom desempenho esperado da edificação (FIG. 22).

FIGURA 22 – Manchas trazidas por vazamentos hidráulicos



Fonte: Pet Engenharia civil UFJF (2014)¹⁰

¹⁰ Disponível em: <<https://blogdopetcivil.com/2014/12/03/patologias-causadas-por-infiltracao-em-edificacoes/>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

2.2.2.1.5 Condensação

De acordo com a NBR 9575 (2010), “é a água com origem na condensação de vapor d’água presente no ambiente sobre a superfície de um elemento construtivo deste ambiente”. Ocorrendo geralmente em banheiros, saunas e frigoríficos. Desta maneira possui uma forma bastante diferente das outras já mencionadas, pois a água já se encontra no ambiente e se deposita na superfície da estrutura e não mais está infiltrada (FIG. 23).

FIGURA 23 – Manchas ocasionadas pela condensação



Fonte: Próprio autor

2.2.3 Eflorescência

Eflorescências são formações de sais que aparecem sob o aspecto de manchas de cor branca e que foram transportados pela umidade (FIG. 24). Muito comum em paredes de tijolos. Quando situadas entre o reboco e a parede, as eflorescências forçam um plano capilar, por onde sobe a umidade, que aumenta a força de repulsão ao reboco. As eflorescências podem alterar a aparência da superfície sobre a qual se depositam e em determinados casos seus sais constituintes podem ser agressivos, causando desagregação profunda da estrutura.

FIGURA 24 – Eflorescência na edificação



Fonte: Próprio autor

2.2.3.1 Causas da eflorescência

A eflorescência é originada por três fatores que possuem o mesmo grau de importância. São eles: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água ou umidade e a pressão hidrostática que faz com que a migração da solução ocorra, indo para a superfície. Os três fatores devem existir e caso algum deles não esteja presente, não haverá a formação desta patologia (SOUZA, 2008).

- Teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes

Mesmo em paredes que possuem baixa permeabilidade ao vapor d'água, a umidade no interior da parede é eliminada pela sua superfície. A presença de sais no interior das alvenarias é inevitável, pois vários materiais de construção possuem sais ou acabam gerando sais devido às reações que ocorrem durante sua aplicação e processo de cura. Quando a umidade do interior da alvenaria atravessa o reboco e chega à superfície da parede, ela transporta estes sais até à superfície. Como os sais não evaporam junto com a água, eles se recristalizam na superfície, causando as eflorescências. Apesar de serem problemas estéticos que não apresentam grandes problemas para a parede, as eflorescências são um indício da existência de umidade e sais, que futuramente irão causar a degradação do reboco e a criptoflorescências (é a cristalização de sais no interior de elementos construtivos como em paredes, lajes e outros, estes cristais quando estão se formando têm grande dimensão e aderem à superfície interior do elemento construtivo, vindo aumentar de volume e causando a desagregação dos materiais). A tabela abaixo mostra os tipos de sais que podem causar a eflorescência e as suas possíveis origens com base nos materiais (FIG. 25).

FIGURA 25 – Sais comuns em eflorescência

Composição química	Solubilidade em água	Fonte provável
Carbonato de cálcio	Pouco solúvel	Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada.
Carbonato de magnésio	Pouco solúvel	Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada.
Carbonato de potássio	Muito solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis.
Carbonato de sódio	Muito solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis.
Hidróxido de cálcio	Solúvel	Cal liberada na hidratação do cimento.
Sulfato de cálcio desidratado	Parcialmente solúvel	Hidratação do sulfato de cálcio do tijolo.
Sulfato de magnésio	Solúvel	Tijolo e água de amassamento.
Sulfato de cálcio	Parcialmente solúvel	Tijolo e água de amassamento.
Sulfato de potássio	Muito solúvel	Tijolo, água de amassamento e cimento
Sulfato de sódio	Muito solúvel	Tijolo, água de amassamento e cimento.
Cloreto de cálcio	Muito solúvel	Água de amassamento.
Cloreto de magnésio	Muito solúvel	Água de amassamento.
Nitrato de magnésio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.
Nitrato de sódio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.
Nitrato de amônio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.

Fonte: Bauer, 2001 *apud* Silva, 2011

- Presença de água ou umidade

Segundo Silva (2008), as placas cerâmicas, blocos e argamassas possuem vazios no interior, como cavidades, bolhas, poros abertos e fechados e uma enorme rede de micro canais. A água pode passar para o seu interior por capilaridade ou mesmo por força do gradiente hidráulico. A FIG. 26 mostra as origens das umidades nas construções e os locais onde está presente.

FIGURA 26 – Origens da umidade nas construções

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

Fonte: Adaptada de Klein, 1999 *apud* Souza, 2008

2.2.4 Corrosão da armadura de aço

Segundo o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas¹¹), a corrosão nas armaduras de concreto é uma das patologias mais frequentes nas edificações. A corrosão das armaduras, podem determinar o fissuramento do concreto e até seu deslocamento fazendo com que sua armadura fique exposta ao ambiente. A corrosão é frequentemente relacionada à presença de teores críticos de íons de cloreto no concreto ou no abaixamento do seu pH devido às reações com compostos presentes no ar atmosférico, especialmente o dióxido de carbono (ARAÚJO, 2013). A armadura de aço pode ser definida como material metálico que em contato com ambientes agressivos estão sujeitos à corrosão. Podem ocorrer dois tipos de corrosão: a corrosão eletroquímica (aquosa) e a corrosão química (corrosão seca). A corrosão eletroquímica vai ocorrer quando as estruturas entram em contato com soluções aquosas, como água doce ou do mar, como o solo, as atmosferas úmidas. A corrosão química é um processo lento e não provoca deterioração superficial das superfícies metálicas (exceto quando se tratar de gases extremamente agressivos) (BERTOLINI, 2010). Normalmente, em obras civis só ocorre corrosão eletroquímica.

¹¹ Disponível em: < http://www.ipt.br/solucoes/272-corrosao_em_construcao_civil.htm>

2.2.4.1 Principais causa de corrosão da armadura de aço

2.2.4.1.1 Bicheiras ou brocas devido a erro de lançamento e adensamento do concreto

Popularmente conhecidos como bicheiras, podem afetar a durabilidade e resistência das estruturas de concreto, que poderão sofrer deformações ou até mesmo entrar em colapso. As principais causas do problema são as falhas no processo de concretagem da estrutura, por exemplo, no lançamento ou adensamento do concreto. Algumas vezes, no entanto, a patologia pode ser causada por erro no detalhamento da armadura (FIGUEROLA, 2006). Armaduras muito próximas o que vai impedir que o vibrador entre para fazer o adensamento do concreto. Se não tratada imediatamente, o aço vai ficar exposto corrompendo sua armadura (FIG. 27).

FIGURA 27 – Bicheiras na estrutura de concreto



Fonte: Arquitetura, engenharia e construções ¹²

2.2.4.1.2 Cobrimento insuficiente da armadura

O que protege a armadura do ambiente é o cobrimento que deve ser proporcional à agressividade do ambiente. Quanto mais agressivo o ambiente, maior ele tem que ser (FIG. 28). Segundo a NBR 6118 (2014), “(...)a durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura” (FIG. 29).

¹² Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-de-estruturas-de-concreto-identificacao-e-tratamento_14342_10_0>.

FIGURA 28 – Cobrimento insuficiente causando corrosão



Fonte: Próprio autor

FIGURA 29 – Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ³⁾
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ²⁾	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido¹⁾	Todos	30	35	45	55

1. Cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

2. Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos, e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas pelo item 7.4.7.5 respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

3. Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: NBR 6118 (2014)

Segundo NAKAMURA (2011), o concreto além de ter sua capacidade de suportar as cargas verticais, também tem o importante papel de proteger as armaduras, cobrindo o aço de modo a evitar seu contato direto com o ambiente agressivo. De forma geral, quanto maior for o cobrimento maior será a proteção que a armadura de aço terá.

2.2.4.1.3 Destacamento do concreto

Concreto é um elemento construtivo composto basicamente por areia, brita, água e cimento. O concreto, quando preparado e lançado corretamente, transforma-se em uma massa homogênea, em que o agregado gráúdo está completamente envolto pela pasta de cimento, areia e água. Se ocorre um erro de lançamento ou de vibração, os agregados gráúdos separam-se do resto da pasta, formando um concreto cheio de vazios, permeável, facilitando o seu

destacamento no decorrer do tempo fazendo com que, posteriormente a armadura fique exposta (FIG. 30).

E outra situação que pode provocar o destacamento do concreto quando a relação água cimento não é respeitada a resistência fica comprometida e quando a estrutura é solicitada ela não consegue atender, podendo se romper de uma vez ou lentamente.

FIGURA 30 – Destacamento do concreto



Fonte: Equipe de obra (2011)

2.2.5 Deterioração do concreto armado

Esta manifestação patológica é caracterizada sempre que ocorrer uma desintegração do concreto, devido a perda do caráter aglomerante do cimento, ficando os agregados soltos pela perda da função da pasta de cimento.

O concreto armado foi considerado durante muitos anos um material eterno, que não necessitava de cuidados ao longo de sua vida útil, dispensando manutenções preventivas. Recentemente este conceito passou ser revisto, levando em consideração a grande quantidade de edificações com problemas de degradação em componentes estruturais (HELENE, 2003).

Segundo Botelho e Marchetti (2013), o concreto pode ser definido como a união entre pedras, areia, cimento e água. Este material tem a função, especificamente, de resistir aos esforços de compressão.

Os processos principais que causam a deterioração do concreto podem ser agrupados, de acordo com sua natureza, em mecânicos, físicos e químicos [...] Os processos de degradação alteram a capacidade de o material desempenhar as suas funções, e nem

sempre se manifestam visualmente. Os três principais sintomas que podem surgir isoladamente ou simultaneamente são: a fissuração, o destacamento e a desagregação (LAPA, 2008, p. 9).

Segundo a norma técnica NBR 15575 (2013), perante as diversas condições de exposição, peso próprio, sobrecargas de utilização, ação do vento e outras, a estrutura deve atender, durante a vida útil de projeto, aos seguintes requisitos:

- Não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes;
- Prover segurança aos usuários sob ação de impactos, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal da edificação, previsíveis na época do projeto;
- Não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos da edificação, admitindo-se tal requisito atendido caso as deformações se mantenham dentro dos limites estabelecidos nesta norma;
- Não repercutir em estados inaceitáveis de fissuras de vedações e acabamentos;
- Não prejudicar a manobra normal de partes móveis, tais como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento anormal das instalações em face das deformações dos elementos estruturais.

2.2.4.1 Causas da deterioração do concreto armado

Para toda a causa da deterioração existe um ou mais agentes atuantes que, por meio de mecanismos de deterioração, interagindo com o concreto e o aço, reduzem assim gradativamente o desempenho da estrutura (ANDRADE, 2005 *apud* SANTOS, 2012).

2.2.5.1.1 Causas mecânicas

Para Souza e Ripper (1998) *apud* Santos (2012), tais causas referem-se às solicitações mecânicas às quais as estruturas de concreto estão sujeitas, devido a:

- Choques e impactos (por veículos automotores, por exemplo);
- Recalque diferencial das fundações;
- Acidentes imprevisíveis (inundações, grandes tempestades, explosões e abalos sísmicos).

Além de comprometer a capacidade resistente da estrutura a deterioração por causas mecânicas, facilita a entrada de agentes agressivos na estrutura danificada, principalmente

quando o concreto e a armadura ficam expostos devido ao impacto das solicitações (FIG. 31). Muito comum em viadutos, pontes, garagens e guarda-corpo (SANTOS, 2012).

FIGURA 31 – Deterioração do concreto por ações mecânicas



Fonte: Santos, 2012

2.1.4.1.2 Causas físicas

Souza e Ripper (1998) *apud* Santos (2012), compreendem que as causas físicas intrínsecas ao processo de deterioração da estrutura são resultantes da variação extrema da temperatura, da ação do vento, da água (sob a forma de chuva, gelo e umidade) e do fogo.

As principais causas físicas são:

- Desgastes superficiais podendo ser a abrasão ou erosão

A abrasão é o processo que causa desgaste superficial no concreto por esfregamento, enrolamento, escorregamento ou fricção constante, sendo particularmente importante no estudo do comportamento de pisos industriais, pavimentos rodoviários e de pontes (BAUER, 2002 *apud* LAPA, 2008). Ela se refere ao atrito seco e é a perda gradual e contínua da argamassa superficial e de agregados em uma área limitada. Como mostra a FIG. 32, o piso sofreu um desgaste superficial com o decorrer do tempo e da sua utilização.

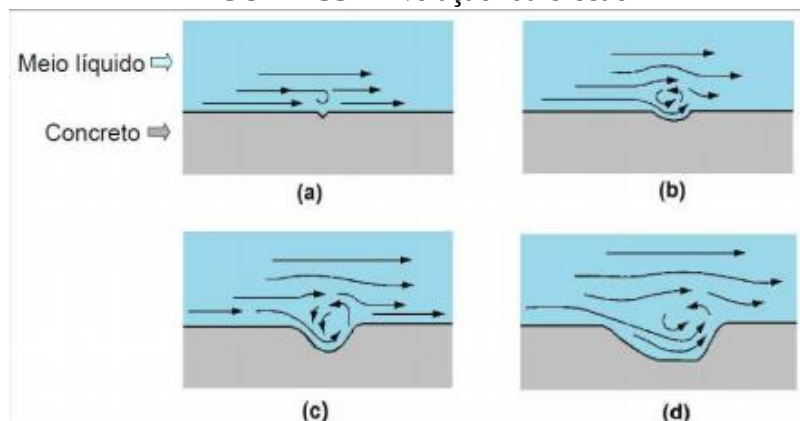
FIGURA 32 – Desgaste causado por abrasão



Fonte: Domus telhas e revestimento de concreto, 2010¹³

A erosão é o processo de degradação que (FIG. 33) se origina na ação da água em movimento, arrasta partículas sólidas em suspensão como: areia, cascalho, pedras e outros objetos, os quais se chocam contra a superfície do concreto, provocando o desgaste por colisão, escorregamento ou rolagem (ANDRADE, 2005 *apud* SANTOS, 2012).

FIGURA 33 – Evolução da erosão



Fonte: Santos, 2012

- Retração hidráulica do concreto fresco

O fenômeno que causa a fissuração do concreto no estado fresco (antes do fim da pega do cimento) é conhecido como retração plástica, que ocorre por meio da rápida evaporação da

¹³ Disponível em: <http://www.domustelhas.com.br/c.php?int=noticia&codigo_not=21>. Acesso em: 06 nov. 2016.

água da superfície exposta do concreto não endurecido. Essa perda de água, por sua vez, se dá pela exposição às intempéries (vento, baixa umidade relativa e aumento da temperatura ambiente), originando tensões que tracionam a peça de concreto, gerando variação volumétrica e fissuração (HASPARYK *et al.*, 2005). A retração plástica também é conhecida como “retração hidráulica do concreto fresco”.

- Retração ou dilatação térmica

A retração térmica ocorre logo após o lançamento do concreto fresco, iniciando-se as reações de hidratação do cimento, as quais são exotérmicas, isto é, liberam grande quantidade de calor. Esse, por sua vez, eleva de forma considerável a temperatura do concreto fresco durante as primeiras horas. Entretanto, devido à interação com as condições climáticas do ambiente, a temperatura do concreto fresco sofre grande redução e seu volume diminui, isto é, a peça se contrai, originando tensões térmicas que irão tracioná-la, gerando fissuração de origem térmica (SANTOS, 2012). Ratificando a importância da cura do concreto.

Já a dilatação térmica ocorre quando o concreto já endurecido, assim como a maioria dos materiais, sofre variação volumétrica quando submetido à variação da temperatura ambiental. Um aumento na temperatura faz estrutura de concreto sofrer expansão. Paralelamente, a estrutura sofre contração (diminuição de volume) quando a temperatura cai dando origem a fissuras (EMMONS, 1993 *apud* SANTOS, 2012).

2.2.5.1.2 Causas químicas

A deterioração do concreto é iniciada, geralmente, por processos químicos, embora fatores físicos e mecânicos também possam estar envolvidos, em combinação ou não, com os processos químicos. As reações químicas se manifestam através de efeitos físicos nocivos, tais como o aumento da porosidade e permeabilidade, diminuição da resistência, fissuração e destacamento do concreto (SANTOS, 2012), além da própria decomposição química da estrutura afetada. Segundo Poggiali (2009), a degradação química do concreto ocorre devido às causas externas à estrutura (reação direta dos agentes externos com os constituintes da pasta de cimento) e causas internas (reações internas ao concreto, tais como a reação álcali-agregado, formação de compostos expansivos do cimento).

- Reação álcalis-agregado (RAA)

Segundo Santos (2012), a RRA é um fenômeno patológico que ocorre no concreto e que pode desencadear problemas tanto em nível estrutural como operacional. Ela pode ser definida como um termo geral utilizado para descrever a reação química que ocorre internamente em uma estrutura de concreto, envolvendo os hidróxidos alcalinos provenientes principalmente, do cimento e alguns minerais reativos presentes no agregado utilizado. O maior problema desta patologia está no fato que ela possui caráter expansivo, acarretando, deste modo, fissuração, que por consequência, aumenta a porosidade do concreto, deixando este mais suscetível à penetração de vários outros elementos. Afeta a resistência mecânica que sofrerá uma redução significativa se as devidas medidas não forem tomadas (FUSCO, 2008 *apud* TRINDADE, 2015).

- Presença de cloretos

De acordo com Zamberlan (2013), a presença de cloretos no concreto pode gerar muitos incômodos. Os íons cloreto são um dos agentes mais nocivos para a corrosão das barras de aço, pois têm a capacidade de despassivar as armaduras mesmo em PH extremamente elevado. Podem acarretar a corrosão das armaduras de forma bastante agressiva. Os produtos que são gerados pela corrosão ocupam um espaço cerca de seis a sete vezes maior do que o aço originalmente ocupava. Isso se dá pela ocorrência da expansão do processo, que acaba gerando uma fissuração na estrutura e posterior deterioração do concreto (TRINDADE, 2015).

- Ataques por sulfato

Podendo ser encontrado no solo, nas águas naturais (do mar, da chuva e de lençóis freáticos), nas águas agrícolas, nos efluentes industriais e sanitários, ele é caracterizado como um dos mais deteriorantes agentes das estruturas de concreto. Além da ação externa (quando os sulfatos provenientes do meio externo penetram o concreto por meio de seus poros ou fissuras), os sulfatos podem atacar a estrutura internamente, visto que eles podem ser encontrados na água de amassamento, nos agregados, nos aditivos do concreto, nas adições do cimento ou no próprio cimento (COSTA, 2004 *apud* SANTOS, 2012).

Dentre os sulfatos que atacam o concreto, destacam-se o Sulfato de Sódio (Na_2SO_4), o Sulfato de Magnésio (MgSO_4), Sulfato de Amônia (NH_4SO_4), Sulfato de Potássio (K_2SO_4) e o Sulfato de Cálcio (CaSO_4).

2.3 Medidas de profilaxia para se evitar futuras patologias

As medidas de profilaxia são muito importantes para se evitar que as estruturas entrem em colapso causando prejuízos financeiros ou até mesmo vítimas fatais. A FIG. 34 mostra os principais acidentes ocorridos no Brasil.

FIGURA 34 – Principais acidentes no Brasil

Ano	Obra	Estado	Cidade	Provável origem do problema	Vítimas fatais
1995	Edifício Atlântico	PR	Guaratuba	Falha na execução da estrutura	28
1997	Edifício Itália	SP	São José do Rio Preto	Falhas de projeto	0
1998	Edifício Palace II	RJ	Rio de Janeiro	Falha de projeto	9
1999	Edifícios Éricka e Enseada de Serrambi	PE	Olinda	Falhas de projeto	4
2004	Areia Branca	PE	Recife	Falha na execução da obra	4
2006	Marquise da UEL	PR	Londrina	Falhas no projeto	2
2006	Obra na UERJ	RJ	Rio de Janeiro	Desconhecidas	0
2007	Obra do metrô de SP	SP	São Paulo	Falha de gerenciamento: projeto + medidas de recalque	7
2008	Complexo esportivo	RS	Novo Hamburgo	Falha de projeto	3
2008	Edifício Dom Gerônimo	PR	Maringá	Falha estrutural de uma sacada que desabou e levou as inferiores em efeito dominó	0
2009	Edifício Santa Fé	RS	Capão da Canoa	Falhas de execução	4
2009	Igreja Renascer	SP	São Paulo	Falha de projeto	7
2010	Prédio antigo	RJ	Rio de Janeiro	Falha de manutenção	4
2011	Prédio de pequeno porte	RJ	Nova Friburgo	Desconhecidas	3
2011	Prédio – Real Class	PA	Belém	Desconhecidas	3

Fonte: Técnica, 2011

As principais medidas de profilaxia para se evitar patologias nas edificações são:

2.3.1 Projetos bem elaborado

Um projeto bem elaborado deve levar em conta todos os fatores, estar de acordo com as normas vigentes (NBR's), ser de fácil compreensão e estar com todos os detalhes necessários para sua execução. Segundo Silva e Jonov (2011)¹⁴, projetos mal elaborados correspondem a 18% das origens das manifestações patológicas no Brasil.

2.3.2 Controle tecnológico dos materiais

¹⁴ Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf>

De acordo com a NBR 12655 (2015), é preciso fazer não somente o controle do concreto, mas também dos agregados, água e aditivos. Segundo a NBR 12654 (2000) o controle tecnológico deve ser elaborado em função do grau de responsabilidade da estrutura, das condições agressivas existentes no local da obra e do conhecimento prévio das características dos materiais disponíveis para a execução das obras. Segundo Silva e Jonov (2011)¹⁵, a falta de controle tecnológico dos materiais corresponde a 7% das origens das manifestações patológicas no Brasil.

2.3.3 Fiscalização e equipe bem preparada

A falha na etapa de construção é um dos grandes problemas na construção civil pode gerar muitos custos adicionais. Está relacionado à quando não se tem uma equipe preparada e quando gestores e / ou responsáveis técnicos não visitam e nem acompanham suas obras periodicamente. Uma equipe mal preparada vai estar relacionada diretamente à principal causa de patologia no Brasil a de erros de execução. De nada adianta um projeto bem elaborado se a equipe não conseguir entender e executar-lo devido as suas limitações. Segundo Silva e Jonov (2011)¹⁵, uma equipe mal preparada e a falta de fiscalização estão ligadas às patologias com origens na execução que correspondem a 51%.

2.3.5 Manutenções preventivas

As manutenções preventivas são muito importantes à medida em que a edificação vai ficando mais velha. A garantia de maior vida útil e de satisfatório desempenho estrutural e funcional só poderá ser obtida através de uma manutenção adequada, a qual deverá fazer parte de uma gestão eficiente, pois os inconvenientes resultantes da inexistência de atividades de manutenção preventivas e periódicas tornam-se mais frequentes e ameaçam o sentimento de segurança de seus usuários. Segundo Silva e Jonov (2011)¹⁵, as faltas de manutenções preventivas correspondem a 3% das origens das patologias no Brasil.

2.3.6 Utilização adequada da edificação

Segundo Silva e Jonov (2011)¹⁵, a utilização inadequada de uma edificação corresponde a 13% das patologias no Brasil. Ocorre, principalmente, quando edificações passam para a mão

¹⁵ Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf>

de terceiros como é o caso de quando se aluga uma casa para ser utilizada para outros fins que não seja para moradia (o peso próprio é dado de acordo com a finalidade da edificação).

3 CONCLUSÃO

As manifestações patológicas na construção civil podem ter suas origens em qualquer uma das etapas do processo de construção. Devido a tal fator observa-se a importância das manutenções preventivas, do controle tecnológico dos materiais empregados, de uma padronização e qualidade na execução dos projetos e da qualidade dos serviços de execução que constituem o processo como um todo.

Antes de se realizar qualquer medida para a correção de uma patologia é necessário saber sua origem, pois manifestações patológicas com origens diferentes podem ter as mesmas características físicas fazendo com que uma patologia acabe encobrindo outra.

Portanto pode-se concluir que há uma grande necessidade pela busca da qualidade na construção civil ou em qualquer outra área da engenharia civil. É necessário entender que para uma estrutura alcançar um nível satisfatório de durabilidade sem manifestações patológicas, todas as áreas envolvidas no processo devem estar em harmonia como: a mão de obra de execução e os projetistas, os conhecimentos necessários para a realização do projeto, os materiais utilizados, como da análise do solo e do ambiente no qual se deseja construir. Nada adiantaria um bom quadro de colaboradores na área da execução se os materiais utilizados fossem de baixa qualidade ou de procedência duvidosa. Para se evitar manifestações patológicas, todos os aspectos necessários para a execução de um projeto devem andar juntos e possuir um padrão mínimo de aceitação ou de acordo com normas específicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARAÚJO, A. *et al.*, **Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto: sensor de umidade, de taxa de corrosão e de fibra óptica**. São Paulo: Técnica 195, p.62-72 2013.

BARBALHO, R.O.S. **Avaliação sobre o estudo de sacos nas construções habitacionais da cidade de Mossoró/RN – Patologia no revestimento**. 2011. 60f. Monografia (Bacharel em Ciência da tecnologia). Universidade Rural do Semi-Arido, Mossoró, 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/11842643-Universidade-federal-rural-do-semi-arido-departamento-de-ciencias-exatas-e-naturais-bacharelado-em-ciencia-e-tecnologia-rita-ohana-soares-barbalho.html>>. Acesso em 06 nov. 2016.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**. São Paulo: Oficina de texto. 2010. 415p

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. Vol 1. 7. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2013. 525 p.

CAPELLO, A. *et al.* **Patologia das fundações**. 2010. 115f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade Anhangüera de Jundiaí, Jundiaí, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/54137409/PATOLOGIA-DE-FUNDACOES-TCC>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

CORSINI, R. **Trinca ou fissura?**. São Paulo: Técnica. 160, p., jul. de 2010. Disponível em: <<http://technepini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>>. Acesso em 06 nov. 2016.

DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO. **Construções perigosas**. Rio de Janeiro – RJ. Brasil. Disponível em: <http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/construcoes_perigosas.htm>. Acesso em: 01 nov. 2016.

FIGUEROLA, V. **Vazios de concretagem**. São Paulo: Técnica. 109, abr. de 2006. Disponível em: <<http://technepini.com.br/engenharia-civil/109/artigo287074-1.aspx>>. Acesso em: 06 nov. 2016

HELENE, P. R. L. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Red Rehabilitar, 2003.

HASPARYK, N. P. **Investigação de concretos afetados pela reação álcali agregado e caracterização avançada do gel exsudado**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Corrosão em construção civil**. Brasil. Disponível em: <http://www.ipt.br/solucoes/272-corrosao_em_construcao_civil.htm>. Acesso em: 06 nov. 2016

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparação das estruturas de concreto armado**. 2008. 56f. Monografia (Construção civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo

Horizonte, 2008. Disponível em:

<<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%E7%E3o%20e%20Reparo%20das%20Estruturas%20de%20Concreto.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

LEAL, U. **Quando as fissuras em paredes preocupam**. Técnica, São Paulo, 70, Jan. 2003.

Disponível em: <<http://techne.kubbix.com/engenharia-civil/70/artigo287252-1.aspx>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, C.; SCHNAID, F. **Patologia das fundações**. São Paulo:

Oficina de Textos, 2015. Disponível em:

<<http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Patologia-das-fundacoes-2ed-DEG.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

NAKAMURA, J. **Cobrimento de armaduras**. São Paulo: Equipe de obra. 45, dezembro de 2011. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/45/cobrimento-de-armaduras-espessura-de-camada-de-concreto-sobre-250451-1.aspx>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma**: Inspeção dos sete postos de saúde.

2011. 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2011. Disponível em:

<<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

_____. **NBR 15575**. Edificações habitacionais — Desempenho

Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 12655**. Concreto de cimento Portland — Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

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

_____. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

NETO, A. F. **Água como material de construção**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Disponível em:

<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=625>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

PAULA, C. C. **Patologias de estruturas de concreto**: identificação e tratamento. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-de-estruturas-de-concreto-identificacao-e-tratamento_14342_10_0>. Acesso em: 06 nov. 2016.

POGGIALI, F. S. J. **Durabilidade de estruturas de concreto em usinas siderúrgicas**. 2009. 81f. Monografia (Aperfeiçoamento / Especialização), Especialização em Construção Civil — Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

Redação do Fórum da Construção. **Como combater e evitar infiltrações.** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1403>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

Redação do Fórum da Construção. **Principais problemas causados pela umidade na alvenaria.** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1802>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

RIGHI, G. V., **Estudo dos sistemas de impermeabilização:** patologias, prevenção e correções – análise de casos. 2008. 94f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria Centro de Tecnologia. Santa Maria. 2008. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp119917.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

SACHS, A. **Tratamento intensivo.** São Paulo: Técnica. 220, p. 40-44, julho de 2015.

SANTOS, A. **Trincas, fissuras, fendas e rachaduras exigem cuidado.** IBDA, 201-?. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1579>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

SANTOS, M. R. G., **Deterioração das estruturas de concreto armado** – estudo de caso. 2012. 122f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/88.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2016.

SILVA A. P., JONOV C.M.P. **Curso de especialização em construção civil.** Departamento de engenharia de materiais e construção. Minas Gerais, 2011. (Notas de Aula). Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf> . Acesso em: 06 nov. 2016.

SILVA, I. T. S., **Identificação dos fatores que provocam eflorescência nas construções em Angicos/RN.** 2011. 52f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2011. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/232/arquivos/Identifica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Fatores%20que%20provocam%20Efloresc%C3%Aancia%20nas%20Constru%C3%A7%C3%B5es%20em%20Angicos-RN.pdf>> . Acesso em: 06 nov. 2016.

SOUZA, M.F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** 2008. 64f. Monografia (Especialista em construção civil) Minas Gerais, 2008, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionadas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios:** causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini; EPUSP; IPT, 1989. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhH04AJ/trincas-edificios-causas-prevencao-recuperacao-eng-ercio-thomaz-102>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

TRINDADE, D. S. **Patologia em estruturas de concreto armado**. 2015. 88f. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_DIEGO%20DOS%20SANTOS%20DA%20TRINDADE.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2016.

ZAMBERLAN, F. B., **Penetração de cloretos em concretos compostos com cinza de casca de arroz de diferentes teores de carbono grafítico**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2013.