



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

RENAN MEDEIRO PENNA

PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES

UBÁ/MG

2015

RENAN MEDEIRO PENNA

PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES

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

Orientador: Me. Enoque Pereira da Silva.

UBÁ/MG

2015

PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES

Resumo

O Brasil teve nas últimas décadas um grande crescimento no setor da construção civil. Este crescimento gerou conseqüentemente um maior número de ocorrências relacionadas a patologias em edificações de concreto armado, gerando assim a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o comportamento destas estruturas. O presente trabalho tem como objetivo descrever os principais motivos que ocasionam os surgimentos de patologias em edificações, citando quais são estas e os principais sintomas gerados após ocorrerem. Na maioria dos casos são ocasionadas por erros humanos durante o processo construtivo que pode ser dividido em três etapas: concepção, execução e utilização. Patologia é considerada uma ciência que estuda a origem e natureza das doenças. As principais patologias em edificações são: recalque diferencial de fundação, retração do concreto, movimentação térmica excessiva, corrosão, esmagamento do concreto e infiltração. Cabe ao engenheiro civil seguir as normas, garantir o controle de qualidade dos materiais e sempre realizar o acompanhamento da execução do projeto, pois assim garante a qualidade de todo serviço.

Palavras-chave: Patologia. Concreto Armado. Edificações

PATHOLOGIES IN BUILDINGS

Abstract

After many years stagnant in the construction market, Brazil had in recent decades a large growth in this sector. This growth in the construction market consequently generated a higher number of occurrences related to pathologies in reinforced concrete buildings, thus generating the need for further studies on the behavior of these structures. This study aims to demonstrate the main pathologies that occur in reinforced concrete buildings, citing what are these and the main symptoms generated after occur. In most cases they are caused by human error during construction process that can be divided into three stages: design, implementation and use. Pathology is considered a science that studies the origin and nature of diseases. The main pathologies in buildings are: foundation differential settlement, shrinkage of concrete, excessive thermal movement, corrosion, concrete crushing and infiltration. It is up to civil engineer following the rules, ensure quality control of materials and always follow up the execution of the project, as well guarantees the quality of every service.

Keywords: Pathology. Reinforced Concrete. Reinforced

1 INTRODUÇÃO

No mercado da construção civil a competição esta cada dia mais acirrada, com isto as empresas do setor imobiliário se veem obrigadas a executarem obras cada vez em prazos menores. Apesar dessa crescente demanda, falta mão de obra qualificada que atenda a todas as obras e com isso gera uma má qualidade nas edificações, tal fato pode ser observado através das patologias que surgem com decorrer do tempo.

As grandes causas da existência de patologias em edificações ocorrerem são por falhas humanas. Este fator é um dos principais motivos de conflito entre as construtoras e os consumidores, gerando prejuízos e ações na justiça.

Algumas patologias se manifestam de forma padrão, podendo assim ter o problema solucionado por uma pessoa que não possua conhecimentos técnicos. Porém algumas patologias necessitam de soluções mais complexas, dessa forma tem-se a necessidade de um engenheiro especializado na área para solucionar o problema da maneira mais viável possível, garantindo assim que a estrutura mantenha sua estabilidade e segurança (RIPPER; SOUZA, 1998).

A palavra patologia tem o significado de ser uma ciência que estuda a origem, sintomas e a natureza das doenças. Porém na construção civil de uma forma geral, a utilização da palavra patologia se refere a algum problema que compromete a edificação, seja na parte estética (trincas na alvenaria) ou na parte estrutural (rachaduras em vigas). Este fato gera muitos constrangimentos e duvidas principalmente nas pessoas que habitam o local que são na maioria leigas no assunto.

A patologia na construção civil pode ser considerada como o baixo, ou fim, do desempenho da estrutura em relação a sua estabilidade, estética e durabilidade. Isso ocorre de acordo com às condições em que está sendo submetida (RIPPER; SOUZA, 1998).

As patologias em uma edificação geralmente apresentam algum tipo de manifestação externa. As características dessa manifestação externa auxiliam na dedução do problema. Certos tipos de patologias requerem uma maior atenção e deve ter um cuidado a mais para ser evitada, seja na hora de elaborar o projeto estrutural, na execução da obra ou até mesmo na utilização do empreendimento. As anomalias que apresentam maiores riscos são a corrosão da armadura do concreto, flechas excessivas e fissuras nas peças estruturais, pois são estas que garantem a estabilidade da estrutura (HELENE, 1992).

O presente trabalho tem como objetivo descrever os principais motivos que ocasionam os surgimentos de patologias em edificações de concreto armado, citando quais são estas e os principais sintomas gerados após ocorrerem.

2 DESENVOLVIMENTO

O grande crescimento do setor da construção civil teve como consequência a necessidade de inovações, o que implicou no aumento dos riscos nas estruturas. Esses riscos podem ser minimizados, pois são regulamentados por normas, visando padronizar métodos e formas construtivas mesmo com toda evolução tecnológica e conhecimento sobre as estruturas (RIPPER; SOUZA, 1998).

Segundo Polito (2006), o concreto chegou a ser considerado um material eterno por muitos anos. Com o passar dos anos as estruturas começaram a apresentar diversas manifestações patológicas, algumas intensas, gerando grande custo de recuperação. Estes problemas podem ser ligados ao fato das estruturas serem cada vez mais esbeltas, o que favorece a formação de fissuras. Pode ser levado também em consideração o aumento da agressividade do meio ambiente causado pela industrialização.

É fundamental que as patologias sejam determinadas o mais rápido possível, pois quanto antes elas forem tratadas, menor será o dano à estrutura e conseqüentemente mais viável economicamente. As patologias podem ser separadas em dois tipos: as que comprometem a estrutura e as que geram desconforto com a parte estética (MIOTTO, 2010).

2.1 Principais motivos que geram patologias

A realização de uma edificação é baseada em três fases: concepção (planejamento/projeto), execução e utilização. A ocorrência de falhas em uma dessas fases geram patologias que prejudicam a estética, a durabilidade e a segurança do local.

Segundo Ripper e Souza (1998), o surgimento de problemas patológicos em uma estrutura indica a existência de uma ou mais falhas durante as etapas de construção ou de falhas no controle de qualidade de uma ou mais atividades.

2.2 Patologias com maior incidência

As patologias em edificações é uma ciência da construção civil de estudos decorrentes de insucesso. Pode-se considerar de certa forma surpreendente a ocorrência desses problemas, pois já se conhece os métodos de se prevenir a mais de cinquenta anos e mesmo assim os erros ainda se repetem. Na maioria dos casos os problemas surgem após

ocorrer um acúmulo de erros humanos que surgem com o passar do tempo de utilização gerando grandes problemas aos usuários do local (JÂCOME; MARTINS, 2005).

As patologias mais comuns são:

- recalques diferenciais de fundação;
- retração excessiva do concreto;
- corrosão da armadura;
- movimentação térmica excessiva;
- infiltração;
- esmagamento do concreto.

2.3 Sintomas da ocorrência de patologias

Quando se analisa uma estrutura de concreto ‘doente’ é absolutamente necessário entender o motivo do surgimento e do desenvolvimento da doença, esclarecendo as causas e possibilitando resolver o problema com a solução mais adequada. (RIPPER; SOUZA, 1998).

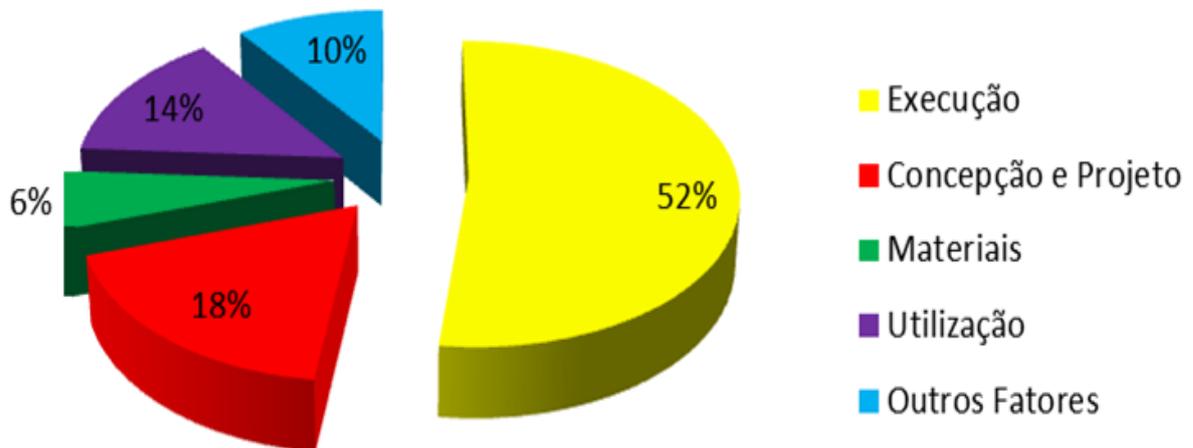
Quando ocorre uma patologia em uma estrutura, pode-se identificar esse fato através de sintomas como:

- trincas/fissurações;
- manchas/bolhas/mofos em alvenaria;
- deslocamento do revestimento cerâmico.

2.4 Erros nas etapas construtivas que originam patologias

No Brasil as ocorrências de erros ocorrem principalmente na fase de execução de um projeto (FIG. 01). A principal causa desses problemas pode estar relacionada a falta de mão de obra qualificada, juntamente com a necessidade de prazos cada vez mais curtos para a elaboração do projeto devido a grande concorrência do mercado.

FIGURA 01 – Principais causas de patologias no Brasil.



Fonte: PMKB.COM.BR¹

2.4.1 Principais erros em concepção/projetos estruturais que originam patologias

Na fase de concepção de um projeto estrutural existe a possibilidade de ocorrerem muitas falhas. Essas falhas surgem durante o estudo preliminar, na elaboração de um anteprojeto mal feito ou durante a elaboração do projeto final de engenharia. No ramo da construção civil erros gerados durante os estudos preliminares, ou por anteprojeto mau feito são grandes responsáveis por deixar a obra mais cara, enquanto erros no projeto final levam a problemas patológicos graves (RIPPER; SOUZA, 1998).

Para se determinar as cargas em um projeto estrutural, têm-se as normas que devem ser seguidas, pois fornecem valores para cargas permanentes e cargas acidentais de acordo com o material que será utilizado na estrutura. As cargas permanentes são valores que constituem o peso próprio da estrutura, juntamente com demais elementos que sejam fixos (FUSCO, 1981).

¹Disponível em: <<http://pmkb.com.br/artigo/patologia-das-edificacoes-em-concreto-originadas-na-fase-de-uso>>. Acesso em: 24 out. 2015.

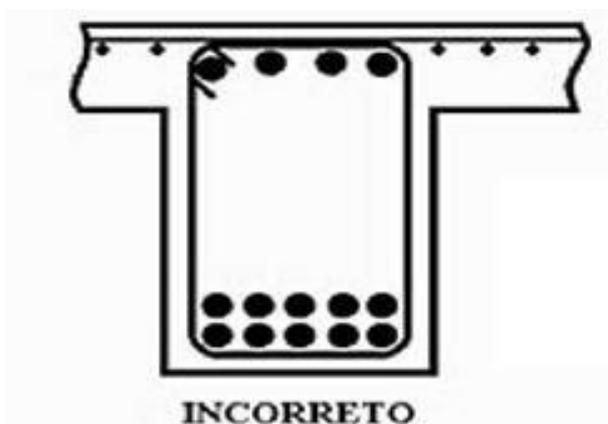
Segundo Ripper e Souza (1998), existem vários fatores de fundamental importância que devem ser levados em consideração, durante a elaboração e execução dos projetos estruturais. As falhas humanas durante o projeto estrutural são:

- detalhamento incorreto;
- cobrimento mínimo incorreto;
- erro no dimensionamento da estrutura;
- sobrecargas em elementos estruturais;
- não especificação dos materiais;
- avaliação errônea da resistência do solo;
- estrutura inadequada ao ambiente.

Quando se analisa uma estrutura estática, devem-se analisar as cargas e a resistência dos materiais. A norma fixa valores no cálculo da carga de lajes nas edificações, tais cargas são divididas em cargas permanentes (peso próprio) e cargas acidentais (pessoas, móveis, entre outros), valores estes usados no cálculo do projeto estrutural (BOTELHO; MARCHETTI, 2013).

O projeto estrutural deve evitar situações de dificuldade que possam ocasionar erros durante a execução. Mesmo seguindo as normas da ABNT podem ocorrer falhas como, por exemplo, o acúmulo de ferragem em um determinado ponto da estrutura (FIG. 2). Esse erro gera dificuldades durante a execução, aumentando a probabilidade de ocorrerem vazios durante a concretagem da estrutura. Quando ocorre a existência de vazios em um pilar pode comprometer toda a segurança de uma edificação, pois ele pode ficar camuflado devido à boa aparência externa colocando em risco a segurança de todos os usuários (MARCELLI, 2007).

FIGURA 02 – Excesso de barras na parte inferior da viga dificultando a concretagem.



Outro erro grave que costuma ocorrer em projeto estrutural é não respeitar o cobrimento mínimo das armaduras exigido pela norma da ABNT. Deve-se ter a preocupação de garantir que a armadura tenha uma proteção para desempenhar sua função de acordo com a agressividade do ambiente em que se encontra. Dessa forma tem-se a garantia que agentes externos que possam oxidar a armadura não interfiram na estrutura. Quando a armadura sofre oxidação (FIG. 03) ela pode expandir o seu volume em até dez vezes fazendo com que o concreto se rompa reduzindo sua seção colocando toda estrutura em risco (MARCELLI, 2007).

Deve-se inserir em um projeto estrutural a relação A/C (água/cimento) que será empregada no concreto, tipo de cimento a ser utilizado e espessura correta do cobrimento de acordo com a agressividade do meio ambiente, melhorando assim a qualidade da estrutura e a sua durabilidade. Nos dias atuais as exigências que os projetos devem respeitar não servem apenas para atender as questões de resistência da estrutura apenas, mas também atende aos critérios de vida útil e durabilidade (POLITO, 2006).

FIGURA 03 - Pilar com cobrimento insuficiente gerando oxidação da armadura.



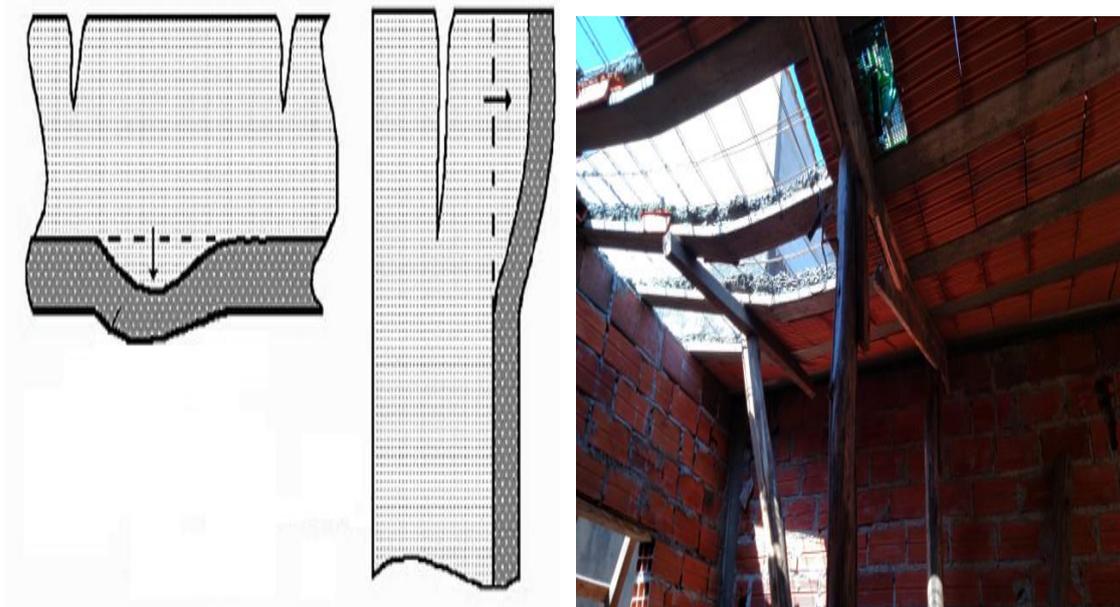
Fonte: RODRIGOCARVALHO.COM.BR²

²Disponível em: <<http://rodrigocarvalho.com/artigos/patologias-em-concreto-armado/>>. Acesso em: 16 out. 2015.
FIGURA 04 – Deformação e acidente devido ao mau travamento de formas e escoras.

2.4.2 Principais erros na execução que originam patologias

No processo de construção podem ocorrer as mais diversas falhas, que na maioria das vezes são causadas por falta de condição adequada de trabalho, profissionais não qualificados, falta de controle de qualidade, materiais ruins, entre outros. Durante uma edificação alguns erros podem ser grosseiros e ficam mais visíveis, são o caso de pilares fora de prumo, estrutura fora de esquadro, elementos estruturais e alvenarias desalinhadas e flechas excessivas. Outros erros de execução são mais difíceis de serem detectados e só surgirão após algum tempo de utilização da estrutura. Uma fiscalização deficiente somada a profissionais não qualificados podem levar a erros graves tais como, escoramento e fôrmas mal travadas gerando deformação na estrutura (FIG. 04), posicionamento e quantidade de armadura incorreta, concreto de baixa qualidade desde sua fabricação até a realização da cura (RIPPER; SOUZA, 1998).

FIGURA 04 – Deformação excessiva devido ao mau travamento de formas e escorar



Fonte: RIPPER; SOUZA (1998, p. 63); LAJESREAL.COM.BR³

Deficiências na concretagem como falha no transporte, lançamento e no adensamento provocam problemas como segregação entre os agregados graúdos (brita) e a argamassa, podendo também gerar cavidades no concreto.

³Disponível em: <<http://www.lajesreal.com.br/index.php/manual>>. Acesso em: 28 out. 2015.

Durante a construção as falhas humanas mais comuns são:

- erro ao interpretar o projeto;
- não respeitar o cobrimento mínimo;
- aço diferente do especificado em projeto;
- cura mal executada;
- erro no dimensionamento das formas;
- pilares fora do prumo por deficiência de escoramento;
- excesso de água no concreto;
- segregação devido ao lançamento inadequado do concreto;
- armaduras negativas e positivas fora da posição correta;
- falta de fiscalização;
- erros de vibração;
- utilização incorreta dos materiais (fck inferior ao especificado).

A elaboração de Normas Técnicas eficientes deve ser acompanhada por um controle eficaz de sua aplicação, de forma a evitar fraudes ou erros de produção. Esta fiscalização deverá ser sempre feita em dois níveis: na indústria produtora e na indústria aplicadora dos materiais, pois a recusa de aplicação e a consequente devolução de materiais e componentes deficientes, com aplicação de multas por atrasos no cronograma da obra, seria uma arma poderosa para que fossem atingidos níveis satisfatórios de qualidade (RIPPER; SOUZA, 1998).

Deficiência no planejamento também pode ser considerada umas das grandes causas de baixa produtividade e qualidade no produto. Ao planejar o gerenciador adquire grande conhecimento do seu empreendimento, que garante mais eficiência na execução dos serviços (MATTOS, 2010).

2.4.3 Principais erros na utilização que originam patologias

Quando se encerra as etapas de concepção e execução com qualidade, a estrutura ainda não fica livre do surgimento de patologias. Pode haver uma utilização inadequada que comprometa a edificação ou até mesmo pela falta de manutenção adequada principalmente em locais com maiores desgastes. Desta forma o usuário da estrutura passa a ser a causa do surgimento de problemas (RIPPER; SOUZA, 1998).

Segundo Ripper e Souza (1998), problemas gerados pelo usuário (morador) podem ser evitados. O usuário deve ser informado sobre limitações da obra para que não ocorram danos na estrutura. As principais causas de patologias decorrentes de utilização indevida são:

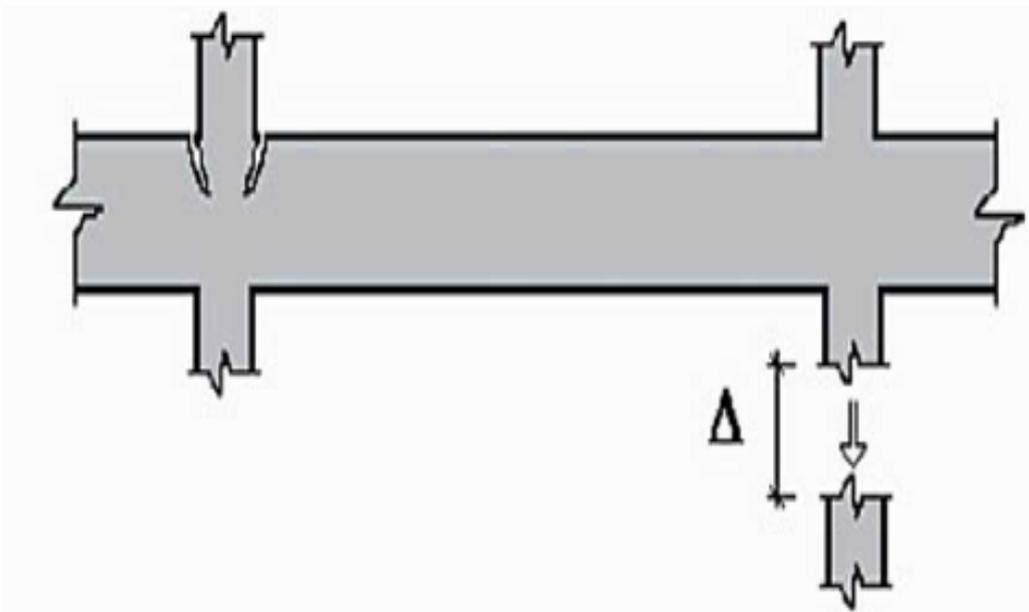
- falta de manutenção;
- sobrecargas;
- danos causados por impacto;
- falta de informações ao usuário sobre limitações da obra;
- reformas que comprometam a estrutura.

2.5 Patologias derivadas por falhas de concepção/execução/utilização

2.5.1 Recalques diferenciais da fundação

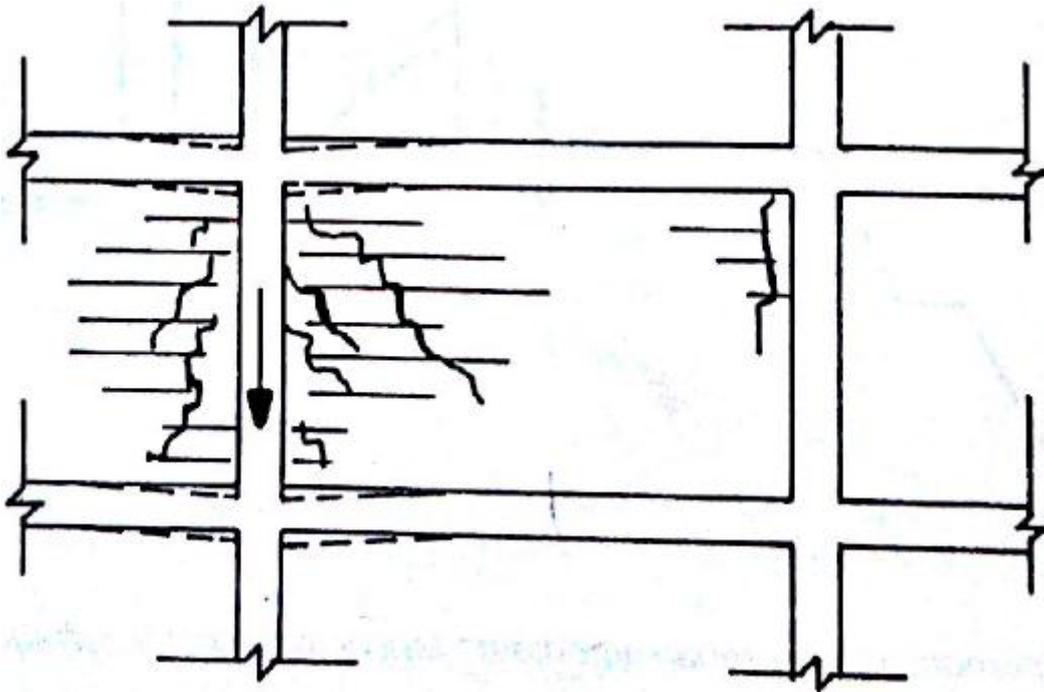
De modo geral, podemos dizer que recalques diferenciais em fundações ocorrem por uma interação incorreta entre o solo e a estrutura, essas são ocasionadas por uma análise deficiente do solo que podem ocorrer não só por falhas de projeto, mas também podem ocorrer por falhas na execução ou utilização. Tal processo, dependendo da capacidade da estrutura de assimilar o problema, leva ao surgimento de patologias como trincas e fissuramento (FIG. 05). Pode-se dizer que não apenas a estrutura irá sentir os efeitos, como também alvenarias e esquadrias (RIPPER; SOUZA, 1998).

FIGURA 05 – Fissuramento devido a recalque diferencial na fundação.



Fissuras provocadas por recalques diferenciados da fundação são inclinadas, podendo ser confundidas em fissuras provocadas por deflexão da estrutura. Porém fissuras provocadas por recalque ocasionam aberturas maiores do que as provocadas por deflexão, outro fator para identificar uma fissura recalque (FIG 06) é sua inclinação em direção ao pilar que sofreu recalque, que geralmente tem o ângulo de 45° . Outra característica deste tipo de fissura por recalque diferenciado é a ocorrência de esmagamento localizado em algum ponto da estrutura em forma de escamas, mostrando indícios da presença de tensões de cisalhamento. Quando o recalque é muito acentuado percebe claramente pela variação na forma da estrutura (THOMAZ, 1989).

FIGURA 06 – Fissura ocasionada por recalque diferenciado da fundação.



Fonte: THOMAZ (1989, p.98)

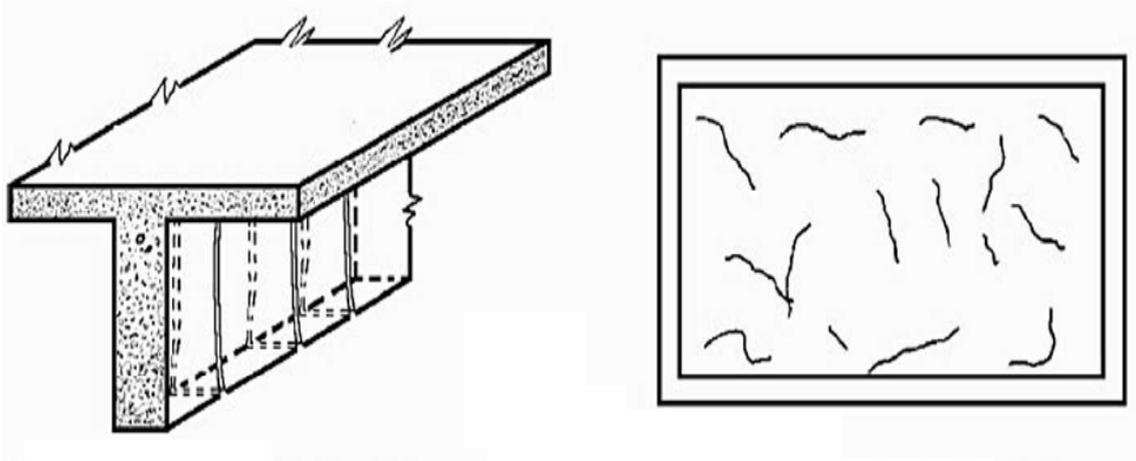
2.5.2 Retração excessiva do concreto

Pode-se dizer que a retração do concreto ocorre em duas fases distintas: em seu estado plástico e depois quando já se encontra endurecido. Quando o concreto está em sua forma plástica existe a evaporação rápida da água, o concreto não atinge sua resistência adequada, apresentando baixa resistência à tração (FIG. 07), provavelmente ocasionando o surgimento de fissuras. As fissuras ocorrem quando o concreto sofre uma retração e encontra impedimentos a sua variação de volume. Esses impedimentos podem ser atrito com a base,

armadura ou agregados. Essas fissuras causam danos à estética de imediato, podendo futuramente evoluir para danos mais graves à estrutura. Esses danos podem ser evitados com simples medidas como: realizar a concretagem em período de menor temperatura, realizar a cura corretamente, usar armadura correta para combate á retração, entre outros. (MONTARDO, 2009).

Uma cura mal feita gera o aumento das deformações por retração. Essa deformação ocorre de forma diferente entre as camadas da peça, principalmente se esta for de grande dimensão, podendo assim, provocar fissurações no concreto. Pode dizer que a cura do concreto é a última operação importante a ser realizada durante a execução, pois esta tem influencia direta na resistência e na durabilidade que a peça virá a ter após a secagem.

FIGURA 07 – Fissura causada por retração do concreto em uma viga (ocorrem paralelas entre si) e em uma laje (formam aspecto de um mosaico).



Fonte: RIPPER; SOUZA (1998, p. 64)

Deve-se analisar, além das tensões e das disposições das armaduras, em grandes dimensões, a condição climática da época de concretagem. Deve-se evitar altas temperaturas, garantindo que as peças sejam devidamente curadas (RIPPER; SOUZA, 1998).

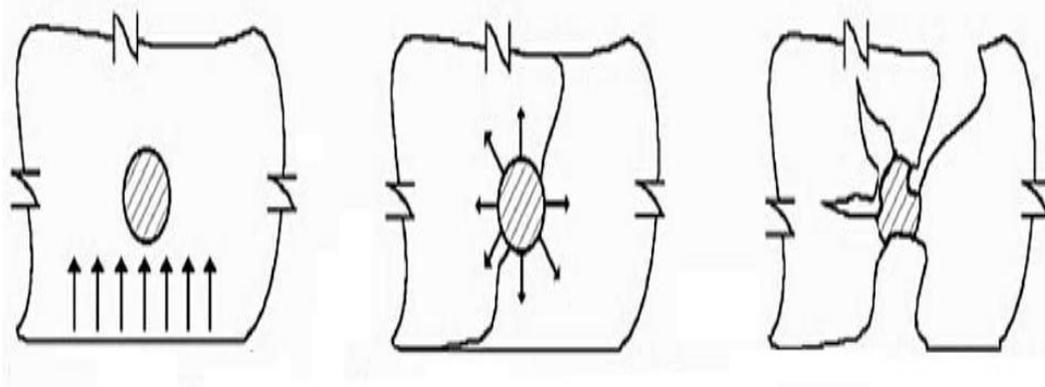
2.5.3 Corrosão da armadura

A corrosão de uma armadura pode ser considerada uma etapa em que acontece uma troca da seção do aço resistente pela ferrugem, tendo esse processo ocorrendo de fora para dentro do aço. Este fato faz com que a armadura perca sua capacidade de resistência por haver diminuição da área do aço, ocasionando assim o primeiro aspecto patológico. Posteriormente

haverá uma perda de aderência entre o aço e o concreto, ocorrendo diminuição da capacidade estrutural da peça (RIPPER; SOUZA, 1998).

A desagregação da camada de concreto que reveste a armadura ocorre pelo fato do aço oxidar-se, o ferro cria óxido de ferro hidratado ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{nH}_2\text{O}$). Este óxido ao tentar ocupar espaço exerce uma pressão grande no aço quando em corrosão, o que gera um aumento em seu volume original ocorrendo fissuração e desagregação do concreto (FIG. 08). Este processo de corrosão pode ser acelerado caso haja agentes agressivos na atmosfera (RIPPER; SOUZA, 1998).

FIGURA 08 – Armadura sofrendo expansão devido à corrosão, danificando o concreto.



Fonte: RIPPER; SOUZA (1998, p. 68)

Pode-se dizer que a corrosão de uma maneira geral pode ser considerada a deterioração do material, geralmente por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, podendo ser associado ou não a esforços mecânicos. O dano causado ao material pela corrosão gera alterações que prejudicam sua funcionalidade como degradação, modificações da estrutura, deixando-o inadequado para utilização (GENTIL, 1996).

2.5.4 Movimentação térmica excessiva

Fissuras de movimentação térmica são mais comuns no último pavimento de edificações. Normalmente ocorrem entre a alvenaria e a laje de cobertura e podem ser evitadas através de uma concepção cuidadosa nos fatores envolvidos. Quando ocorre em andares inferiores, ocorre também desprendimento do revestimento devido à carga submetida pelo andar superior ajudando a uma maior dilatação da viga (LOTURCO, 2005).

Segundo Loturco (2005), a retração excessiva e movimentação térmica são os principais fatores que geram movimentação de uma estrutura. Em caso mais crítico, pode

ocorrer movimentação dos pilares. Porém devido a sua grande área exposta, ocorrem maiores movimentações em lajes de cobertura devido a um aquecimento mais elevado que o restante da edificação. A alvenaria não consegue acompanhar a dilatação da laje e por isso ocorrem fissuras de movimentação térmica (FIG. 09), geralmente se localizam de forma mais visível no revestimento interno na parte superior da parede.

FIGURA 09 – Fissura ocasionada pela movimentação térmica da laje de cobertura.



Fonte: PATOLOGIADACONSTRUCAO.BLOGSPOT.COM.BR⁴

A dilatação das lajes é provocada pelas grandes temperaturas em que são submetidas, dessa forma ocorrem tensões de tração e de cisalhamento na alvenaria das edificações. Pode-se considerar que as trincas se forma quase que exclusivamente em paredes (THOMAZ, 1989).

Em alguns casos, a eficácia do travamento dos pilares é de muita importância, principalmente em estruturas que a dilatação térmica tem altos valores. Deve-se ter consciência que uma estrutura esta sujeita a movimentos constantes, seja por cargas acidentais ou por variação da temperatura e o fato dela esta travada corretamente garante seu retorno às condições normais, evitando assim uma situação irreversível e garantindo sua estabilidade (MARCELLI, 2007).

⁴Disponível em: <<http://patologiadaconstrucao.blogspot.com.br/2012/09/movimentacao-termica-em-lajes-de.html>>. Acesso em: 30 out. 2015.

2.5.5 Infiltração

Problemas com infiltração estão entre os mais comuns encontrados hoje em dia, principalmente pela má execução do projeto devido a profissionais de baixa qualidade ou a falta de impermeabilização de locais que estão sujeitos a contato direto com a água (lajes) ou umidade. Problemas de infiltração podem afetar até a estrutura de uma edificação, pois dependendo do local pode gerar problemas de corrosão na estrutura (FIG. 10), que dependendo do estado podem ser irreversíveis (SABINO, 2014).

FIGURA 10 – Infiltração em laje devido à falta de impermeabilização comprometendo a armadura da mesma.



FONTE: FORUMDACONSTRUÇÃO.COM.BR⁵

As infiltrações na maioria dos casos são ocasionadas por má instalação hidráulica da edificação, pois geram vazamentos permitindo que a água escorra pela estrutura. Outro caso é quando a estrutura absorve a umidade do solo devido à falta de impermeabilização, o que irá gerar problemas com o passar do tempo. Uma curiosidade é que as infiltrações podem ocorrer decorrentes de outras patologias como trincas e fissuras. O melhor modo de prevenir esse tipo de patologia é seguir todas as exigências, executar corretamente a impermeabilização e executar todas as instalações hidráulicas de forma correta (SABINO, 2014).

⁵Disponível em: < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1339> >. Acesso em: 29 out. 2015.

2.5.6 Esmagamento do concreto

Segundo Araújo e Lopes (2003) esmagamento do concreto (FIG. 11) pode ser considerado uma patologia com um alto grau de risco. Na identificação do esmagamento em pilares de uma estrutura de concreto armado, podem-se observar algumas características como fissuras nas faces do pilar em lados opostos, notando-se um envergamento das armaduras. As principais causas são:

- dimensionamento incorreto;
- área de aço insuficiente;
- carga excessiva não prevista em projeto;
- concreto de baixa resistência;
- estribos distribuídos de forma incorreta;
- desforma antes do momento correto;
- caimento dos estribos durante a concretagem;
- cálculo da estrutura incorreto.

FIGURA 11 – Esmagamento do pilar causado pelo excesso de carga.

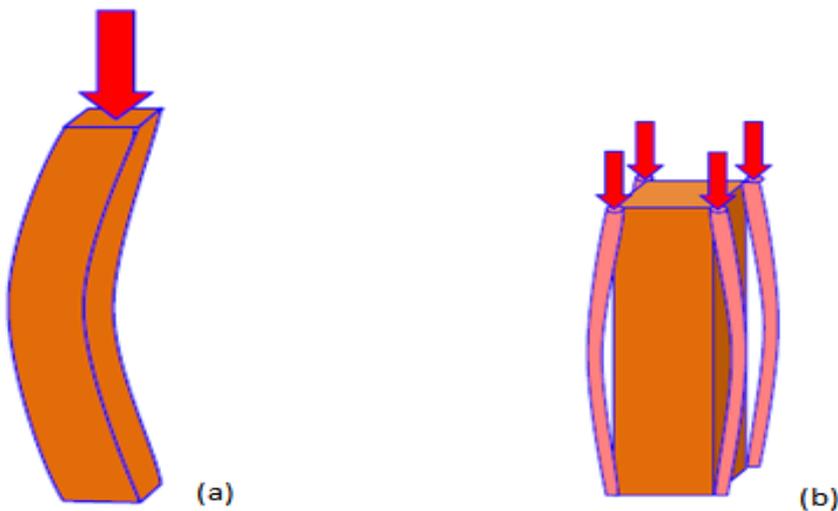


Fonte: SKYSCRAPERCITY.COM⁶

⁶Disponível em: < <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1631623&page=114>>. Acesso em: 30 out. 2015.

Pilares são elementos rígidos e sua função é suportar cargas e esforços de compressão que lhe são aplicados. Quando os pilares possuem um diâmetro grande e comprimento pequeno está sujeito à ruptura por esmagamento (FIG. 12) de sua seção, pois está submetido a sobrecargas excessivas a sua resistência. Porém nos pilares esbeltos (seção menor e altura elevada) a ruptura gerada por sobrecargas tendem a ser por flambagem (FIG.12) da peça gerada por uma instabilidade (o pilar começa a defletir lateralmente e não consegue retornar a sua posição de origem resultando em sua ruptura) (CHING; ONOUE; ZUBERBUHLER, 2015).

FIGURA 12 – Comportamento do pilar preste a sofrer ruptura por flambagem (a) e esmagamento (b).



Fonte: MUNDODAIMPERMEABILIZACAO.BLOGSPOT.COM.BR⁷

2.6 Principais sintomas da ocorrência de patologias

2.6.1 Trincas/fissurações

Não é considerada uma tarefa fácil identificar o motivo do surgimento de uma determinada trinca, pois existem muitos fatores que podem gerar tal acontecimento. Em alguns casos apenas especialistas através de análises laboratoriais conseguirão identificar a origem do problema. Uma forma para identificar trincas é imaginar que tipo de movimento lhe deu origem, pois estas estão ligadas a movimentações variadas (THOMAZ, 1989).

⁷Disponível em: < <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br/search/label/impermeabiliza%3>>
Acesso em: 30 out. 2015.

A solicitação de sobrecargas podem gerar fissuras na estrutura, como por exemplo, pilares, vigas e paredes. Essas cargas por muitas vezes atuam em componentes que não tem função estrutural (alvenaria convencional), geralmente ocorrem por deformações de alguma parte da estrutura. Algumas cargas, mesmo previstas em projeto podem gerar fissuras nos componentes de concreto armado sem que isso gere a ruptura da peça (THOMAZ, 1989).

Diagnosticar problemas com trincas sempre foi uma tarefa difícil para os engenheiros, pois um motivo pode proporcionar diversas formas de trincas diferentes. Em geral na engenharia se utiliza o termo trinca ou fissura para se dirigir a uma abertura em uma estrutura ou alvenaria, porém tais aberturas podem ser chamadas também de rachaduras ou fendas de acordo com a espessura (JUNIOR, 2006).

Para Junior (2006), o engenheiro deve seguir alguns passos para esclarecer o surgimento das trincas e avaliá-las com melhor precisão, como:

- analisar se o problema esta na parte estrutural ou em alvenaria;
- verificar se a abertura sofreu influência de algum agente externo como água;
- verificar se a abertura esta ativa, monitorando-a (FIG. 13);
- medir o tamanho da abertura para tomar os cuidados necessários.

FIGURA 13 – Monitoramento constatando que a abertura está ativa.



Fonte: RODRIGOCARVALHO.COM.BR⁸

⁸Disponível em: <<http://rodrigocarvalho.com.br/artigos/trincas-em-edificacoes-o-que-fazer-como-monitorar/>>
Acesso em: 30 out. 2015.

Segundo Thomaz (1989), dentro todos os problemas patológicos que atingem uma estrutura, comerciais ou residenciais, os mais importantes em termos de riscos são os que ocasionam trincas (FIG. 14), pois podem servir de aviso prévio de um possível colapso ou baixo desempenho de toda estrutura. As principais causas que podem ocasionar trincas em uma estrutura são:

- movimentações térmicas;
- movimentações higroscópicas;
- sobrecargas;
- deformação excessiva da estrutura;
- recalques de fundação;
- retração de produtos à base de cimento;
- alterações químicas (corrosão, etc).

FIGURA 14 – Trinca na alvenaria ocasionada por dilatação térmica da laje de cobertura.



Fonte: MINUTOENGENHARIA.COM.BR ⁹

⁹Disponível em: <<http://www.minutoengenharia.com.br/postagens/2015/08/13/dicas-para-diminuir-a-ocorrencia-de-trincas-e-fissuras-em-alvenarias/>> Acesso em : 30 out. 2015.

2.6.2 Manchas/bolhas/mofos em alvenaria

O surgimento de mofos (FIG. 15), bolhas nas paredes ou até o descolamento de azulejos em alguns casos, são consequências de patologias relacionadas ao excesso de umidade, gerando danos nas edificações principalmente na parte estética. Tais patologias são fáceis de identificar, pois seus sintomas são de fácil entendimento sem a necessidade de contratar um profissional especializado (HUSSEIN, 2013).

FIGURA 15 – Presença de mofos e bolhas, sintomas de infiltração ou falta de impermeabilização.



Fonte: CLICKCONSTRUCAO.COM.BR⁹

Constata-se que tipos de patologia que geram sintomas como bolor ou mofos prejudicam a saúde dos moradores, além disso, se proliferam com facilidade principalmente em locais com pouca incidência de luz e com umidade interna da parede. Para se evitar esses problemas, a impermeabilização deve ser feita durante a etapa de execução da obra, pois fazê-la depois pode gerar custos bem mais altos. As inúmeras falhas de impermeabilização são

⁹Disponível em: <<http://clickconstrucao.com.br/umidade-nas-paredes-o-que-fazer/>>. Acesso em: 30 out. 2015.

ocasionadas pela falta de mão-de-obra de qualidade, o que torna o processo ineficaz (HUSSEIN, 2013).

Segundo Hussein (2013), tais problemas geralmente não surgem logo após a aplicação da tinta na parede da estrutura e sim depois de algum tempo de uso da edificação. Estas são algumas características ocasionadas pela umidade excessiva em algum determinado local. Estes sintomas podem surgir através da umidade do ar, porém quando surgem manchas ou bolhas no meio da parede são indícios de patologias por infiltração, geralmente por vazamentos na tubulação hidráulica.

2.6.3 Deslocamento de azulejos/placas cerâmicas

O descolamento de placas cerâmicas (FIG. 16) é uns dos problemas mais frequentes e um dos que geram mais dúvidas em todo Brasil. O principal dano gerado por esse problema está relacionado à estética da parede. As grandes causas dessas ocorrências são relacionadas a descuidos durante a execução da obra, pela falta de qualidade da mão-de-obra ou surgimento de patologias como infiltrações no interior das paredes (THOMAZ, 1989).

Estas manifestações patológicas em muitos casos estão relacionadas às deformações excessivas de peças estruturais, estas geradas por deficiência da mão-de-obra. Por sua vez o descolamento de revestimentos cerâmicos de fachadas (FIG.17) podem ocasionar outros tipos de patologias como infiltrações, provocando manchas por umidade (OLIVARI, 2003).

FIGURA 16 – Deslocamento de revestimentos cerâmicos de fachada.



Fonte: BLOGDOPETCIVIL.COM¹⁰

¹⁰Disponível em : <<http://blogdopetcivil.com/2014/05/05/descolamento-de-rebocos-e-pisos/>> Acesso em : 30 out. 2015

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao elaborar um projeto estrutural é muito importante que o engenheiro faça primeiramente uma análise detalhada do local para evitar imprevistos futuro. Para criação de tal projeto o engenheiro é regulamentado por normas que deverão obrigatoriamente serem seguidas, pois elas garantem a qualidade e desempenho mínimo que a estrutura deverá ter para garantir a segurança de todos usuários que frequentam o local.

A qualidade de uma edificação por muitas vezes é prejudicada pela falta de mão de obra qualificada, gerando uma grande quantidade de erros na etapa de execução. A demanda existente hoje no mercado exige obras mais esbeltas e sofisticadas com prazos cada vez mais curto, porém faltam profissionais que tenham sido capacitados para executá-las. Juntamente com esse problema ocorre o não controle de qualidade dos materiais nas obras, que acabam por gerar futuros prejuízos financeiros e prejudicam principalmente a durabilidade da estrutura.

Para evitar o surgimento de patologias em edificações é necessário que cada etapa (projeto, execução, utilização) de uma edificação seja realizada com qualidade. Cabe ao engenheiro civil seguir todas as normas exigidas pela ABNT na criação do projeto estrutural e realizar o acompanhamento da execução de todo projeto, podendo assim evitar a ocorrência de erros construtivos e prejuízos que são consequência do surgimento de patologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Borja; LOPES, José Rodrigues. **Quadros orientativos para diagnósticos de patologias em estruturas**. 2003. 97f. Monografia Cenfic – Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil, 2003.
- BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. Vol 1. 7. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2013. 525 p.
- CHING, Francis; ONOUYE, Barry; ZUBERBUHLER, Douglas. **Sistemas Estruturais Ilustrados: padrões, sistemas e projeto**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 337 p.
- FUSCO, Péricles Brasiliense. **Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1981. 464 p.
- GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos , 1996. 345 p.
- HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992. 216 p.
- HUSSEIN, Jasmim Sadika Mohamed. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilizações em construções residenciais na cidade de Campo Mourão - PR**. 2013. 54f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.
- JÂCOME, Carlos da Cruz; MARTINS, João Guerra. **Identificação e tratamentos de patologias em edifícios**. 1 ed. Serie reabilitação, 2005. 105 p.
- JUNIOR, Clémenceau Chiabi Saliba. **Trincas nas edificações**. Revista obras online, 2006. Disponível em: <<https://www.obrasonline.com.br/Revista-Obras-Online.aspx>>. Acesso em: 25 set. 2015.
- LOTURCO, Bruno. **Fissuras no ultimo pavimento**, 2005. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/99/artigo285353-1.aspx>>. Acesso em: 12 out. 2015.
- MARCELLI, Maurício. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. 1 ed. São Paulo: PINI, 2007. 259 p.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 1 ed. São Paulo: Pini, 2010. 420 p.
- MIOTTO, Daniela. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR**. 2010. 63f. Monografia (Pós Graduação em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.

MONTARDO, J.P. **A retração do concreto.** Associação Nacional de Piso e Revestimentos de Alto Desempenho, 2009. Disponível em: <http://www.anapre.org.br/boletim_tecnico/edicao16.asp>. Acesso em: 01 out. 2015.

OLIVARI, Giorgio. **Patologias em edificações.** 2003. 83f. Monografia (Curso de Engenharia Civil com Ênfase Ambiental) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

POLITO, Giulliano. **Corrosão em estruturas de concreto armado: causa, mecanismos, prevenção e recuperação.** 2006. 191f. Monografia (Especialista em Avaliação e Perícia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SABINO, Rafaela. **Patologias causadas por infiltração em edificações.** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1775>>. Acesso em: 13 out. 2015.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de. RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 1 ed. São Paulo: Pini, 1998. 257 p.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios:** causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989. 194 p.