

ANÁLISE DAS PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES ORIUNDAS DE RECALQUE DIFERENCIAL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO.

ANALYSIS OF PATHOLOGIES IN FOUNDATIONS OF DIFFERENTIAL RECESSION THROUGH A CASE STUDY.

SAMPAIO, Glayson Sampaio

Especialista em Engenharia Civil, FUPAC

glaysongbs@gmail.com

RESUMO

Os estudos das patologias das construções é a análise das anomalias que ocorrem nas edificações. As patologias das fundações corrompem todo o sistema construtivo, visto que são elementos que suportam todo o carregamento da estrutura. Um dos motivos que levam a estes problemas são os recalques, que são a deformação sofrida pelo solo quando submetido às cargas da estrutura, provocando em alguns casos o deslocamento da fundação. O presente trabalho tem por objetivo estudar as patologias nas fundações devido ao recalque diferencial e a falta de investigação do subsolo. O estudo foi realizado através de um estudo de caso em um edifício no município de Ipatinga-MG, no qual ocorrem patologias em sua fundação.

Palavras-chave: Patologia, fundação, recalque diferencial.

ABSTRACT

The study of the pathologies of the constructions is the analysis of the anomalies occurring in the buildings. The pathologies of the foundations corrupt the completely constructive system, since they are elements that support all the load of the structure. One of the reasons that lead to these problems are the settlements, which are the deformation suffered by the soil when subjected to the loads of the structure, causing in some cases the displacement of the foundation. The present work has the objective of studying the pathologies in the foundations due to the differential settlement and the lack of investigation of the subsoil. The study was carried out through a case study in a building in the city of Ipatinga-MG, which occurs pathologies in its foundation.

Keywords: Pathology, foundation, differential settlement.

1. INTRODUÇÃO

O breve desenvolvimento econômico vivido pelo país nas últimas décadas, antes da recessão atual, impulsionou construtores e também não construtores a investir em edificações. Paralelo a este cenário, de alto volume de obras, nota-se a incidência de diversos casos de problemas nas estruturas das obras, e surge a necessidade de estudos voltados a analisar estas patologias.

Segundo Helene (1992), entende-se que a patologia é a parte da engenharia que analisa os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens das anomalias em construções. De acordo com Franca et al. (2011), no estudo das patologias analisa-se tudo o que envolve a degradação de uma construção.

Para Azeredo (1998), a parte da edificação que possui a finalidade de repassar para o solo as cargas de toda estrutura é a fundação. Conforme Milititsky (2008) existem diversas manifestações patológicas que podem surgir nas edificações, dentre as quais podem destacar a patologia das fundações que ocorre devido a inúmeras causas como, por exemplo, ao recalque diferencial e a investigação insuficiente do subsolo.

De acordo com Velloso e Lopes (2004), recalque é o deslocamento vertical que pode ocorrer na estrutura da fundação de uma edificação. Segundo Silva (2008), esse comportamento anômalo ocasiona surgimento de fissuras que comprometem a funcionalidade da construção. No entanto, Vargas (1998) cita que vários fatores dão origem ao recalque, e não apenas a fundação de forma isolada.

Este artigo aborda a patologia nas fundações devido ao recalque. Apresenta-se um estudo de caso que relata a ocorrência de patologia numa fundação, analisando-o e apontando as prováveis soluções.

2. PATOLOGIA NAS FUNDAÇÕES

As patologias nas fundações podem ter origens variadas, ou ocorrer por associação de outras falhas nas edificações. Milititsky (2008) relaciona em seu trabalho algumas das prováveis causas de patologias em fundações:

- Ausência, insuficiência ou ineficiência das investigações geotécnicas;
- erros de interpretação dos resultados da investigação geotécnica;

- avaliação errada dos valores dos esforços provenientes da estrutura;
- adoção inadequada da tensão admissível do solo ou da cota de apoio da fundação;
- modelos inconvenientes de cálculo das fundações;
- execução por imperícia ou má fé do construtor ou mão-de-obra, sequência construtiva inadequada, má qualidade dos materiais empregados;
- influências externas como escavações e deslizamentos imprevisíveis, agressividade ambiental, enchentes ou construções vizinhas;
- modificação do carregamento devido a mudanças no tipo de utilização da estrutura.

2.1 RECALQUE

Rebello (2008) cita que recalque são as deformações sofridas pelo solo quando submetido às cargas da estrutura, provocando em alguns casos o deslocamento da fundação, esta movimentação propicia danos irreversíveis na estrutura da edificação. Para Vargas (1998), o recalque ocorre não apenas pela fundação de modo isolado, mas por uma série de fatores como, por exemplo, superposição de pressões e rebaixamento do lençol freático.

Pinto (2002) especifica que a deformação e o comportamento do solo perante um carregamento derivam da sua constituição e do estado do maciço. Colares (2006) complementa que a transmissão dos esforços deve fornecer segurança com relação à ruptura e aos recalques compatíveis para edificação projetada. Caputo (2012) estabelece três maneiras diferentes para recalques originados de cargas estáticas: imediato, escoamento lateral e adensamento.

O recalque imediato, segundo Vargas (1978), ocorre devido à aplicação de cargas em um maciço de solo. Esse tipo de recalque é predominante em solos não coesivos, ou seja, em solos não argilosos sem variação do índice de vazios, o mecanismo que predomina é o deslocamento relativo dos grãos com rearranjo das partículas sólidas do maciço. É empregada a teoria da elasticidade para efetuar os cálculos do recalque imediato.

Segundo Silva (2008), o recalque por escoamento lateral é devido ao deslocamento das partículas de solos das áreas mais carregadas para as áreas menos solicitadas, ou seja, perpendicularmente ao carregamento. Para Rebello (2008), esse deslocamento ocorrerá do centro para os flancos. Caputo (2012), informa que este tipo de recalque é recorrente em solos não coesivos sob fundações superficiais.

De acordo com Silva (2008), o recalque por adensamento acontece principalmente em solos argilosos (coesivos), tem origem a partir do fechamento dos vazios deixados pela água no solo devido ao carregamento da estrutura. Conforme Caputo (2012), são recalques lentos devido ao baixo coeficiente de permeabilidade das argilas.

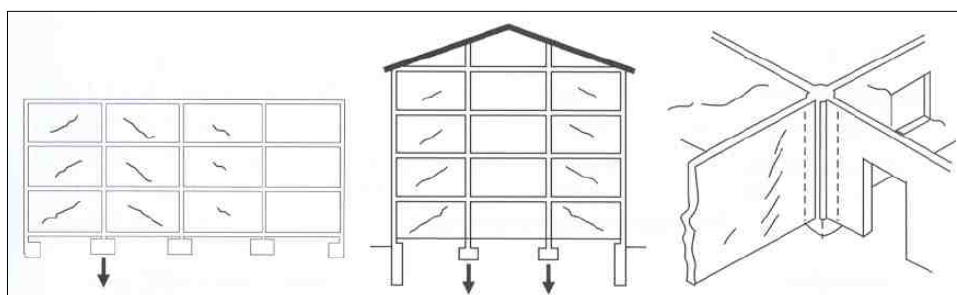
Para Vargas (1978), existe o adensamento primário que é o carregamento que a fundação aplica na camada argilosa e faz com que toda a água intersticial escoe através dos poros do solo. No instante em que a água parar de escoar, a pressão externa será exercida no esqueleto dos grãos de solo. Para Silva (2008), o recalque por adensamento secundário ocorre após o escoamento da água. As partículas sólidas do solo sofreram deformações físicas devido às solicitações impostas pelo carregamento exercido pela estrutura.

Silva (2008) complementa que além da carga estática, as seguintes situações podem influenciar no surgimento de recalque:

- Cargas dinâmicas (vibrações, tremores de terra);
- operações vizinhas (abertura de escavações, execução de novas estruturas);
- erosão do subsolo;
- alterações químicas do solo;
- rebaixamento do nível de água.

Segundo Milititsky (2008) o surgimento de fissuras nos elementos da estrutura é a manifestação da ocorrência dos deslocamentos nas fundações. Ocorrem quando a resistência dos componentes da edificação foi superada pelas tensões geradas por essa movimentação, a FIGURA 1 apresenta as fissuras típicas.

FIGURA 1: Fissuras típicas causadas por recalque de fundações de pilares internos.



Fonte: Milititsky, 2008, p.24.

Para Silva (2008), existem limites de deformações que são aceitáveis, o referido autor

elaborou uma tabela com a relação entre abertura da fissura e a intensidade dos danos, Tab. 1.

TABELA 1: Abertura de fissuras e danos associados.

ABERTURA DA FISSURA (MM)	INTENSIDADE DOS DANOS		
	RESIDENCIAL	COMERCIAL OU PÚBLICO	INDUSTRIAL
< 0,1	Insignificante	Insignificante	Insignificante
0,1 a 0,3	Muito Leve	Muito Leve	Insignificante
0,3 a 1	Leve	Leve	Muito Leve
1 a 2	Leve a Moderada	Leve a Moderada	Muito Leve
2 a 5	Moderada	Moderada	Leve
5 a 15	Moderada a Severa	Moderada a Severa	Moderada
15 a 25	Severa a muito Severa	Severa a muito Severa	Moderada a Severa
> 25	Muito Severa a Perigosa	Severa a Perigosa	Severa a Perigosa
FISSURA	EFEITO NA ESTRUTURA E USO DO EDIFÍCIO		
< 0,1 a 0,3	Nenhum		
0,3 a 5	Apenas estética com deterioração acelerada do aspecto externo		
5 a 25	Utilização do edifício será alterada e, no limite superior, a estabilidade pode também estar em risco		
> 25	Cresce o risco da estrutura tornar-se perigosa		

Fonte: Silva, 2008, p.47. Adaptado.

2.2 INVESTIGAÇÕES DO SUBSOLO

Para Capello et al. (2010), a investigação do subsolo é a etapa inicial para a elaboração de qualquer projeto de fundação. Segundo Alonso (1991), por meio de ensaios geotécnicos compreende-se as características do subsolo, e torna possível definir o tipo de fundação. De acordo com Caputo (1978), a investigação geotécnica permite compreender a interação terreno-fundação-estrutura.

A norma ABNT NBR 6122/2010 orienta que deve ser feita uma investigação geotécnica preliminar para todas as edificações, constituída no mínimo por sondagens à percussão. No entanto, se restarem dúvidas quanto à natureza do material impenetrável à percussão, devem ser realizadas investigações complementares por meio de sondagens à percussão e rotativa.

Para Milititsky (2008) a causa mais frequente de problemas nas fundações é devido à falta de investigação do subsolo. O autor aponta que a ausência de investigação e a investigação ineficiente, assim como a investigação com falhas são fatos que levam a patologias. As

análises incoerentes dos resultados de sondagem contribuem para uma execução irregular que criará um cenário propício ao surgimento de patologias nas fundações.

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso refere-se a um edifício construído na cidade de Ipatinga-MG. A obra foi executada em duas etapas a primeira denominada de Bloco um e a segunda por Bloco dois. Cada bloco possui cinco pavimentos com dois apartamentos por andar. O Bloco dois é o alvo deste estudo de caso, onde ocorreram as anomalias.

VISITA TÉCNICA

Na visita técnica, com os engenheiros responsáveis pela restauração da fundação do Bloco dois, apurou-se que a edificação apresentava algumas fissuras. As características das fissuras apuradas indicavam um padrão típico relacionado à atuação de recalques diferenciais.

Ao analisar uma parte escavada na obra identificou resíduos de plástico e papel no terreno. A FIGURA 2 indica que a obra foi construída sobre um provável aterro, solo heterogêneo propício a recalques diferenciais. Na apuração de informações sobre o terreno, com vizinhos, houve a afirmação que o local era um “bota-fora”.

FIGURA 2: Escavação do terreno



Fonte: Autor, 2013.

A apuração da FIG. 2 indica que a provável origem dos problemas está ligada a investigação insuficiente do subsolo, uma das causas mais frequentes de problemas das fundações. Na

medida em que o solo é o meio que vai suportar as cargas, sua identificação e caracterização do seu comportamento são essenciais à solução de qualquer problema.

Os estudos de caracterização do subsolo devem produzir informação suficiente para uma descrição apropriada das principais propriedades do terreno e uma avaliação confiável dos valores característicos dos parâmetros constitutivos a serem adotados no dimensionamento. A abrangência dos estudos deve ser compatível com Classificação da Estrutura.

A norma ABNT NBR 5681/1980, fixa as condições mínimas a serem preenchidas no procedimento do controle tecnológico da execução de aterros em obras de construção de edificações residenciais, comerciais ou industriais de propriedade pública ou privada.

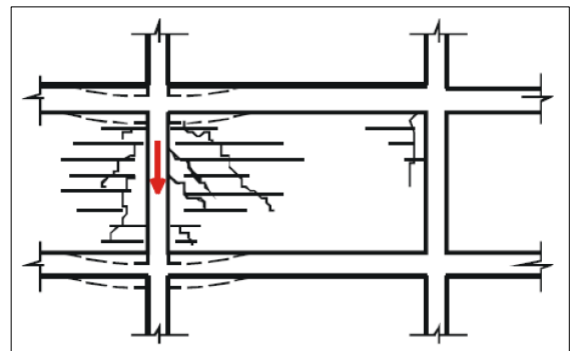
Na figura 3 mostra a presença de fissuras inclinadas, deitando-se em direção do pilar. Elas são decorrentes dos recalques diferenciais, a inclinação acontece na direção do ponto onde ocorreu o maior recalque, as aberturas serão proporcionais à intensidade. Confere com o padrão apresentado por THOMAZ (1988) na figura 4.

FIGURA 3: Trinca inclinada 45° na caixa de escada, devido ao recalque na fundação.



Fonte AUTOR, 2013.

FIGURA 1: Fissuras inclinadas por recalque diferencial entre pilares.



Fonte: THOMAZ, 1988, p.560

Segundo Castro (2010), as fissuras ocasionadas por recalques diferenciais possuem inclinações, confundindo-se às vezes com as fissuras provocadas por deflexão de elementos estruturais. Apresentam aberturas geralmente maiores inclinando-se em direção ao ponto onde

ocorreu o recalque mais acentuado.

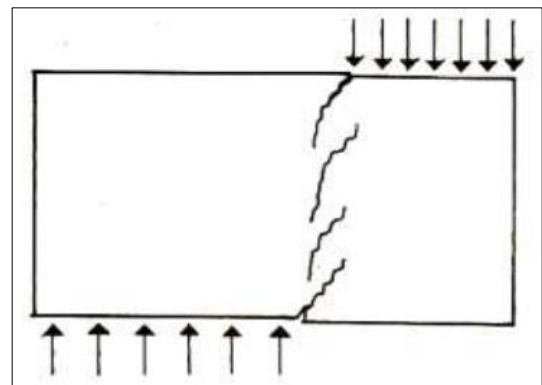
A figura 5 mostra a presença de fissuras inclinadas a 45°, que decorrem de carregamentos desbalanceados. Comprova-se a caracterização da fissura ao compará-la com a figura 6 de Castro (2010).

FIGURA 5: Fissura inclinada à 45° na parte externa da obra.



Fonte: AUTOR, 2013.

FIGURA 6: Fundações contínuas solicitadas por carregamentos desbalanceados



Fonte: CASTRO, 2010, p.29.

Segundo Thomaz (1988), geralmente a maior causa de recalques diferenciais são os fatores geotécnicos, no então pode algumas fissurações aparecem devido aos afundamentos localizados do terreno que se processam lentamente ao longo dos anos devido principalmente a falhas no subsolo.

SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA

A causa principal do problema pode ser definida pelo fato de que no local da obra existe um aterro executado sob uma camada de solo muito mole de composição argilosa. Em consequência disto, e da baixa capacidade de suporte do mesmo, houve recalques excessivos na camada de argila, revertendo em fissuras em diversos pontos da obra.

Elaborar uma solução para o problema requer um trabalho de especialistas, aliando técnicas de engenharia de estruturas e solo. Uma das soluções será elaborar um reforço, adaptações ao sistema existente, da fundação de tal maneira, que os recalques sejam os mesmos em cada ponto da fundação. Os reforços de fundações muitas vezes complementam o processo de recuperação de uma obra.

Na construção deste reforço deve-se assegurar que ele tenha resistência suficiente para resistir às solicitações produzidas pelos desnivelamentos. No canteiro e obras, a execução requer planejamento minucioso. Como o objeto de estudo e intervenção está enterrado, é necessária a abertura de poços de inspeção sem que se comprometam ainda mais a estabilidade da edificação. Esse é um dos principais fatores que devem ser levados em conta para a especificação do reforço.

Nesta obra a solução pode ser o reforço das fundações existentes ou também a execução de novas fundações (reconstrução) desprezando-se as existentes como elemento resistente. As intervenções serão realizadas por dentro do edifício, impossibilitando o emprego de estacas executadas por cravação de grandes elementos na massa de solo ou estacas escavadas como a hélice contínua.

Deve-se efetuar um levantamento dos processos de execução que possuem mobilidade adequada dentro da edificação, cita-se como exemplo a cravação de estaca Mega e estaca Raiz, ambas possuem método de execução destinado a locais com espaço reduzido e confinado. Caso o levantamento de geológico comprove a incapacidade do subsolo em suportar as cargas da edificação a solução a ser adotada será a demolição do Bloco 2 da obra. Há casos em que essa hipótese é seguida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações apuradas mostram que as patologias que surgiram na fundação, do caso estudando, poderiam ter sido evitadas com a realização da investigação de subsolo adequada. O estudo preliminar para a elaboração do projeto não foi eficiente, pois não houve a consideração das características do terreno.

O controle de qualidade e acompanhamento de profissional qualificado na execução das fundações teriam sido uma outra oportunidade para evitar os problemas, uma vez que seria possível notar anormalidades no terreno a edificar. Assim poderiam trabalhar seguindo as normas vigentes adequadas para a situação, adequar o projeto para a situação e providenciar mão-de-obra qualificada para a execução das fundações.

Por fim, conclui-se que as causas das patologias nas fundações podem ter origens diversas. No entanto, a melhor solução é garantir a qualidade do empreendimento desde o seu início, sendo este procedimento mais seguro e economicamente mais viável. A investigação do solo bem

feita e criteriosa, é fundamental para a definição das fundações adequadas, evitando custos adicionais e atrasos no cronograma da obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5681 - **Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações**. Rio de Janeiro,1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122/2010 - **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro ,2003

ALONSO, U.R. **Previsão e Controle das Fundações**. São Paulo, Editora Edgar Blucher Ltda.,1991.

AZEREDO, H. A. **O Edifício até sua Cobertura**. São Paulo: Edgard Blucher LTDA,1988.

CAPELLO, Anílson, et al, **Patologia das fundações**, trabalho de conclusão de curso Faculdade Anhanguera de Jundiaí, engenharia civil, Jundiaí, 2010.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC. (1978).

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2012.

CASTRO, Ranniere Moreira de, **Uso da planilha excel para estimativa de recalques diferenciais em fundações superficiais**, Feira de Santana, 2010.

COLARES, G. M. **Programa para análise da interação solo-estrutura no projeto de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) -Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

FRANCA, Alessandra A. V. et al. **Patologia das construções: Uma especialidade na engenharia civil**. Téchné, São Paulo, p.72-77, set. 2011. Mensal.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cezar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das fundações**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

PINTO, C. S. **Curso Básico de Mecânica dos Solos (2ª Edição)**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.

REBELLO, Y. C. P. **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**. 4. ed. São Paulo: Ziguarte, 2008.

SILVA JUNIOR, Francisco Cerqueira da, **Uma revisão sobre as manifestações Patológicas mais frequentes em Fundações de Concreto De Edificações**, Universidade Estadual De Feira De Santana Departamento De Tecnologia, Feira De Santana – Bahia, 2008.

THOMAZ, E. **Trincas em edificações: causas e mecanismo de formação. Tecnologia das edificações**. São Paulo: Editora Pini, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São

ANÁLISE DAS PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES ORIUNDAS DE RECALQUE
DIFERENCIAL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO.
SAMPAIO, Glayson Sampaio

Paula (IPT), Coletânea de trabalho da divisão de edificações do IPT. 1988.

VARGAS, M. **Introdução à Mecânica dos Solos**. São Paulo: Makron, 1978.

VARGAS, M.; Capítulo 1. **História das Fundações. Fundações Teoria e Prática**. São Paulo, Editora Pini, v.2, p.34-48, 1998.

VELLOSO, D. A., & LOPES, F. R. **Fundações** (Vol. I). São Paulo: Oficina de Textos, 2004.