

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

EDMAR HENRIQUE MARQUES DE ARAUJO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR  
RECALQUE EM FUNDAÇÕES**

PARACATU

2019

EDMAR HENRIQUE MARQUES DE ARAUJO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR RECALQUE EM  
FUNDAÇÕES**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Fundações

Orientador (a): Prof. MSc Romério Ribeiro da Silva

Paracatu

2019

EDMAR HENRIQUE MARQUES DE ARAÚJO

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR RECALQUE  
DIFERENCIAL EM FUNDAÇÕES**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Área de Concentração: Fundações

Orientador (a): Prof. MSc Romério Ribeiro da Silva.

Banca Examinadora:

Paracatu – MG, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Prof. MSc. Romério Ribeiro da Silva.

Centro Universitário Atenas

---

Prof. Matheus Dias Ruas.

Centro Universitário Atenas

---

Prof. Dr. Alexandre Almeida Oliveira.

Centro Universitário Atenas

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu pai Edmar, minha fonte de inspiração e também o homem mais honesto que conheci, porque apesar de tudo, apesar de tudo sempre apoiou, mesmo que nossas opiniões fossem diferentes.

Aos meus irmãos e amigos que sempre estiveram ao meu lado sempre que precisei.

Aos meus amigos que fiz dentro e fora da faculdade durante essa jornada, passando pelos mesmos perrengues e superando-os ao meu lado, tornando-nos amigos que levarei para a vida toda.

Agradeço também aos meus professores pela contribuição e ensinamento que tive durante esse curso nesse período de cinco anos.

Não há felicidade se as coisas  
que em que acreditamos são diferentes das  
coisas que fazemos.

Albert Camus.

## RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo mostrar a importância do conhecimento do tipo de fundação usada, o reconhecimento das patologias provocadas por recalques, o método de diferenciar as fissuras, trincas, rachaduras além do desaprumo, e também conhecer as recomendações necessárias para entendimento e controle das patologias. O estudo realizado envolveu uma revisão bibliográfica sobre o aparecimento de patologias tentando entender uma forma de aumentar a vida útil, assim evitando, altos custos de reforma, reforços e desastres.

**Palavras-chave:** Recalque diferencial, Rachaduras, Fundações.

## **ABSTRACT**

*This work aims to show the importance of knowledge of the type of foundation used, the recognition of pathologies caused by repression, the method of differentiating cracks, cracks, cracks in addition to the plummet, and also to know the necessary recommendations for understanding and controlling pathologies. The study carried out involved a bibliographic review on the appearance of pathologies trying to understand a way to increase the useful life, thus avoiding, high costs of reform, reinforcements and disasters.*

**Keywords:** *Differential settlement, Cracks, Foundations.*

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1</b> - Principais tipos de fundação superficial	17
<b>FIGURA 2</b> – Principais tipos de fundações profundas	19
<b>FIGURA 3</b> – Tipos de fundações mistas	19
<b>FIGURA 4</b> - Falhas devido ao recalque em pilares intermediários	23
<b>FIGURA 5</b> - Falhas devido ao recalque em pilares de canto	23



## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 1** - Classificação de fissura, trinca e rachadura

22

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO</b>	
11	
<b>1.1 PROBLEMA</b>	12
<b>1.2 HIPÓTESE</b>	13
<b>1.3 OBJETIVO</b>	13
<b>1.3.1 OBJETVO GERAL</b>	13
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	13
<b>1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO</b>	13
<b>1.5 METODOLOGIA DE ESTUDO</b>	14
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	14
<b>2. TIPOS DE FUNDAÇÕES</b>	15
<b>2.2 FUNDAÇÃO SUPERFICIAL</b>	15
<b>2.3 FUNDAÇÕES PROFUNDAS</b>	16
<b>2.4 DEFORMAÇÕES (RECALQUE)</b>	18
<b>2.4.2 RECALQUES SOB A ÓTICA DA ESTRUTURA</b>	19
<b>2.4.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS COM ORIGEM NA FUNDAÇÃO</b>	18
<b>3. RECOMENDAÇÕES</b>	22
<b>3.2 CONTROLES DE RECALQUE FISSURAS E CARGA</b>	23
<b>3.7 CONTROLE DE VERTICALIDADE</b>	25
<b>REFERÊNCIAS</b>	27

## 1. INTRODUÇÃO

A patologia nas edificações se dedica ao estudo de anomalias ou problemas (possíveis doenças) do edifício e as alterações em sua anatomia e funções estruturais. Estes problemas podem ser adquiridos durante a execução da obra ou na utilização de materiais fora das especificações na concepção do projeto e também adquirida ao longo de sua vida. Dentre as causas decorrentes do solo, pode-se destacar a má identificação de falhas ou dos movimentos dos solos; a não de investigação no subsolo, principalmente por obras de pequeno e médio porte; a investigação insuficiente relacionada à sondagem, profundidades, anomalias e a investigação falha, interpretação inadequada de dados. A deterioração da estrutura neste caso seria comparável à sua ruína. Dependendo do tipo de obra, a ruína de uma edificação pode ocasionar perdas de vidas, além de perdas financeiras.

Segundo Ripper (1998, p.13) “Desde os primórdios da civilização que o homem tem se preocupado com a construção de estruturas adaptadas às suas necessidades, sejam elas habitacionais (casas e edifícios), laborais (escritórios, indústrias, silos, galpões, etc.), ou de infraestrutura (pontes, cais, barragens, metrô, aquedutos, etc.)”. Com isto, a humanidade acumulou um grande acervo científico ao longo dos séculos, o que permitiu o desenvolvimento.

Segundo Ripper (1998 p.13). Este complexo conjunto de fatores gera o que é chamado de deterioração estrutural. Objetivamente, as causas da deterioração podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento "natural" da estrutura até os acidentes, e até mesmo a irresponsabilidade de alguns profissionais que optam pela utilização de materiais fora das especificações, na maioria das vezes por alegadas razões econômicas. A soma de tantos fatores pode levar a que se considere estar-se a viver uma época de grandes preocupações, pois embora se possa argumentar com a tese de que tais problemas tenham nascido com o próprio ato de construir, é certo que nas primeiras construções tais questões não se revestiam de caráter sistemático, ficando restritas a alguns poucos problemas ocasionais.

Sobre as causas derivadas do solo, destaca-se a má identificação de falhas ou dos movimentos dos solos; a não investigação do tipo do subsolo, principalmente em obras pequenas e médias, a insuficiente análise de sondagem, profundidades, e a má, interpretação

dos dados.

Com relação ao não conhecimento do real comportamento das fundações pode citar: tipos diferentes de fundações na mesma estrutura; extrapolar os valores de cargas e limites de profundidade impossíveis de serem atingidos; níveis diferentes de carregamento e a má avaliação dos carregamentos.

Dá-se por erros na hora de determinar as cargas atuantes, desconsiderar etapas de construção, erros nos dimensionamentos de vigas e pilares, erros na hora de dimensionamento de ferragens armaduras entre outras.

Existem vários elementos necessários para a criação do projeto de fundações como: topografia do local, dados geológicos, dados sobre a estrutura que será construída e sobre construções vizinhas.

Estes dados devem ser muito bem analisados durante a análise do local onde será feita a construção, por que através destes dados junto com a discussão entre os profissionais envolvidos no projeto e na execução serão definidos os deslocamentos admissíveis e os fatores de segurança que serão aplicados a diferentes cargas ou ações das estruturas.

De acordo com a NBR 6122, (1992), sempre que a obra ou o tipo do solo exigir devem ser realizados sondagens para reconhecimento das camadas do solo, poços e trincheiras de inspeção, para permitir a retirada de amostras indeformadas a serem submetidas aos ensaios de laboratoriais necessários. (ABNT, 1996)

Reforços que podem ser classificados como provisórios e permanentes: reforços permanentes podem ser aqueles que devido à sobrecarga de curta duração se faz para que a fundação resista aquele período, já os reforços permanentes são aqueles que irá fazer parte em definitivo da fundação no qual terá que se alterar todo o projeto inicial e se criar um novo projeto estrutural de acordo com a nova técnica de recuperação.

## **1.1 PROBLEMA**

As patologias podem surgir durante a execução da obra ou na concepção do projeto, ou mesmo serem adquiridas ao longo de sua vida, essas patologias podem se manifestar de diversos tipos, tais como: rachaduras, infiltrações e danos por umidade na estrutura.

As causas mais frequentes de problemas patológicos nas fundações, são: excesso

de carga, movimentação do solo (provocando recalque), ações de natureza química, erros de projeto e/ou execução, alterações das características do solo, instabilidade e problemas de deterioração devido à ação da umidade.

Com isso procuramos responder o quanto uma obra é afetada por essas patologias e quais os melhores meios de se evitá-las?

## **1.2 HIPÓTESE**

Inúmeras são as manifestações patológicas nas obras civis. Entre elas, destacam-se as de fundações. Entre as prováveis causas de patologias em fundações podemos citar como exemplos, ausência ou insuficiência de investigações geotécnicas; má interpretação dos resultados da investigação geotécnica; avaliação errada dos valores dos esforços vindos da estrutura; adoção inadequada da tensão admissível do solo ou da cota de apoio da fundação; modelos errados de cálculo das fundações; má execução por imperícia ou má fé do construtor ou mão-de-obra, sequência construtiva inadequada, má qualidade dos materiais empregados; influências externas como exemplo, escavações e deslizamentos imprevisíveis, agressividade ambiental, enchentes ou construções vizinhas; modificação do carregamento devido a mudanças no tipo de utilização da estrutura.

## **1.3 OBJETIVO**

### **1.3.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar os agentes causadores de patologias nas fundações, quais parte da edificação está mais sujeita aos agentes patológicos e também apresentar determinadas medidas corretivas que podem sanar essas doenças e dar nova vida a essas edificações.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar os principais tipos de fundações usadas.
- Analisar os tipos de recalques e suas consequências na estrutura.
- Demonstrar meios de reparos para as patologias estudadas.

## **1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO**

Os recalques em fundações são os principais causadores de patologias (trincas, rachaduras e fissuras). Por isso sua identificação é de grande importância, pois só através do

seu reconhecimento e possível determinar o tipo de tratamento para que se estabeleça a segurança da obra.

Com isso o trabalho visa identificar os agentes causadores destas patologias, os tipos de fundações usadas os tipos de recalques gerados e suas consequências em toda a estrutura.

## **1.5 METODOLOGIA DE ESTUDO**

No presente trabalho realizou-se uma revisão bibliográfica através de consultas em livros e artigos técnicos da área, além de pesquisas específicas em outros trabalhos acadêmicos do mesmo campo de estudo, com apresentação de casos clássicos de patologia de fundações e exemplos de recuperação de uma estrutura de fundação.

## **1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O primeiro capítulo explana acerca da introdução com a contextualização do estudo; formulação do problema de pesquisa; as proposições do estudo; os objetivos gerais e específicos; as justificativas, relevância e contribuições da proposta de estudo; a metodologia do estudo, bem como definição estrutural da monografia.

No segundo capítulo, trata-se de uma abordagem geral das principais manifestações patológicas causadas por recalques em fundações.

No terceiro capítulo, são abordados os principais tipos de fundações usadas nas construções e se tem as recomendações necessárias para entendimento e controle das patologias.

## 2. TIPOS DE FUNDAÇÕES

Uma fundação é o elemento de transição entre a edificação e o solo. É definida como sendo o conjunto constituído pela infraestrutura e o maciço de solo, com ênfase para o solo, por se o elemento mais fraco e complexo. A fundação é na realidade um elemento de interação solo/estrutura, cuja finalidade precípua é a de transferir carga da superestrutura para o terreno.

O tipo de fundação a ser utilizado em uma edificação dependerá da sua função da intensidade da carga e da profundidade da camada resistente do solo.

As fundações podem ser divididas em dois grandes grupos: Fundações superficiais ou rasas ou diretas e fundações profundas.

Conforme a NBR 6122/1996, fundações superficiais são elementos de fundação cuja profundidade  $D$ , é menor ou igual a duas vezes a sua menor dimensão e não são capazes de transferir carga por atrito lateral.

São tipos de fundações superficiais as sapatas, os blocos, os radiers.

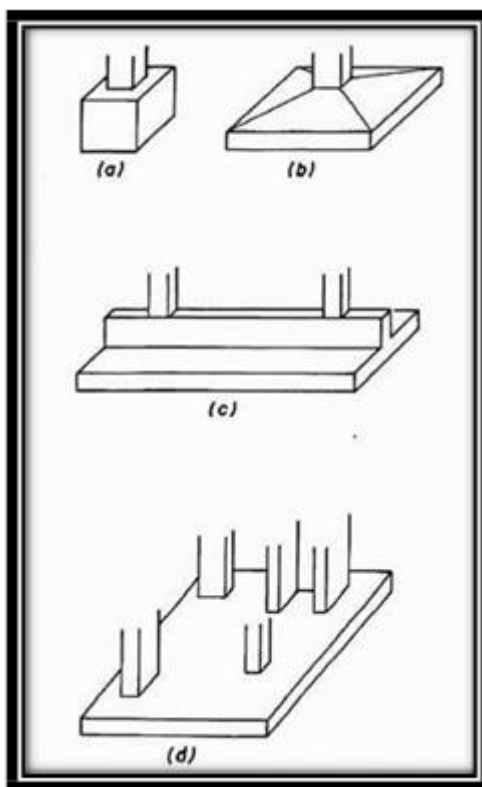
### 2.2 FUNDAÇÃO SUPERFICIAL

Sapata: são fundações superficiais flexíveis. De uma maneira geral, para atender a condição de flexibilidade, sua altura é igual ou menor do que  $\frac{1}{4}$  do seu lado.

Por serem flexíveis, devem ser armadas e o concreto deve ser estrutural.

- Sapata associada: Sapata criada para evitar que as bases se sobreponham e atrapalhem a construção, deve ser rígida o bastante para receber a carga dos pilares das sapatas isoladas.
- Sapata Corrida: tipo de fundação continua que recebe a carga das paredes e apoia-se diretamente sobre o terreno, pode ser feita de concreto simples ou armado, solocimento canaletas.
- Bloco: elemento de fundação de concreto que é dimensionado de maneira que as tensões de tração atuantes sejam resistidas pelo próprio concreto, sem a necessidade da utilização de armadura.
- Radier: elemento de fundação que recebe todos, ou parte, das cargas da edificação e as transmite sobre uma grande área de solo.

**Figura** - Principais tipos de fundação superficial: (a) bloco, (b) sapata, (c) viga e (d) radier.



Fonte: (FALCONI *ET al.*, 1996, p.215).

## 2.3 FUNDAÇÕES PROFUNDAS

A ABNT NBR (6122:2010) define fundação como um elemento estrutural instalado no solo com a finalidade de suportar e transferir as cargas ao solo pela base, por sua superfície lateral.

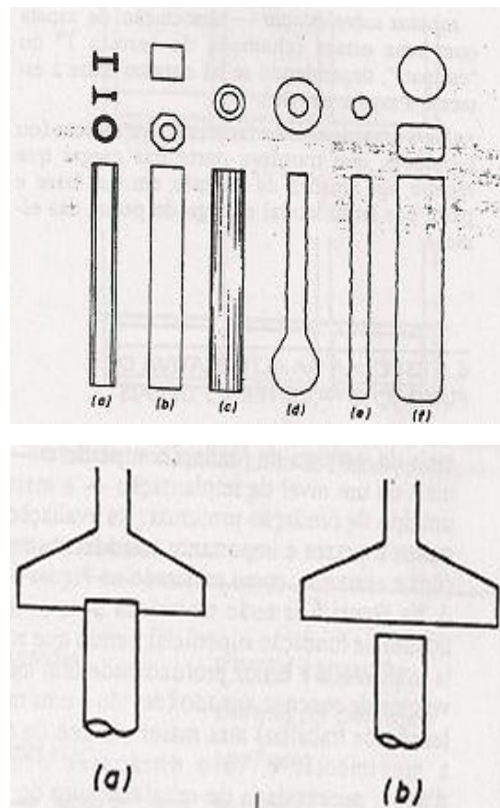
São fundações profundas, esbeltas, com a finalidade precípua de transferir cargas para substratos resistentes mais profundos, cujas profundidades são maiores do que quatro vezes o seu diâmetro, e por isto são capazes de transferir carga por atrito lateral.

- Estaca: As estacas são elementos de fundações profundas, caracterizados por pequenas seções transversais e grandes comprimentos. São executados por máquinas e não há necessidade de descida de pessoal. Podem ter a seção transversal circular ou quadrada, podem ser de madeira, aço, concreto armado ou pré-moldadas.



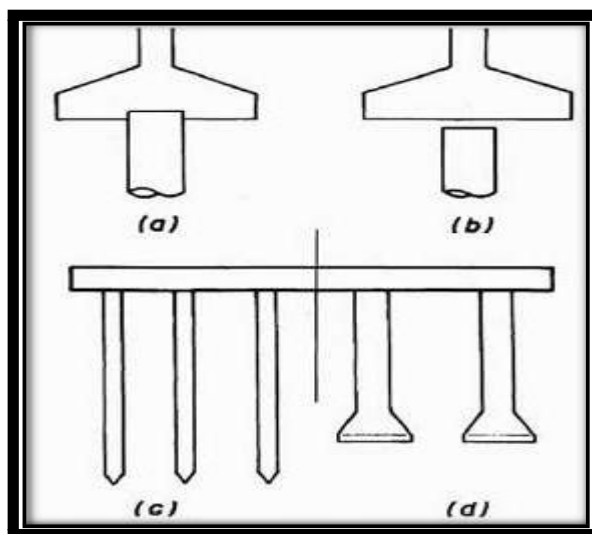
- Tubulão: elemento de fundação que pelo menos na sua fase final de execução requer a descida de operário ou técnico, tipo de fundação profunda de concreto que se caracteriza por ter uma base alargada, ou seja, o diâmetro da base é maior que o diâmetro do fuste, de modo que, a maior parte de sua capacidade de carga esteja concentrada no contato direto da base do tubulão com o solo, diferentemente das estacas que resistem aos esforços principalmente devido ao atrito lateral com o solo. Quanto à forma de execução os tubulões podem ser "a céu aberto" ou "a ar comprimido".
- Caixaão elementos de forma prismática para fundação profunda, instalado por escavação interna e concretado na superfície

**Figura - Exemplos de fundações profundas**



Fonte (FALCONI, Fundações – Teoria e Prática, 2002)

**Figura** - Tipos de fundação mista: (a) estaca ligada a sapata, (b) estaca abaixo de sapata, (c) radier sobre estacas e (d) radier sobre tubulões.



Fonte: (FALCONI *ET al.*, 1996, p.215).

## 2.4 DEFORMAÇÕES (RECALQUE)

Recalque é o deslocamento vertical para baixo sofrido pela base da fundação em relação à superfície do terreno. Esse deslocamento é resultante da deformação do solo proveniente da aplicação de cargas ou devido ao peso próprio das camadas sobre a qual se apoia o elemento da fundação.

Os recalques são analisados sob duas óticas, a do solo e a da estrutura.

### 2.4.1 RECALQUES SOB A ÓTICA DO SOLO

O recalque de uma estrutura sob a ótica do solo é causado principalmente por quatro fenômenos:

1. **Recalque imediato:** ocorre principalmente devido à compressão dos gases em solos não saturados.
2. **Recalque primário:** ocorre devido à saída de água e ocorre em minutos no caso de areia fofa saturada e até muitos em anos no caso de argilas moles saturadas
3. **Recalque secundário:** deve-se a fenômenos viscosos e ocorre após o adensamento primário. É mais significativo em solos orgânicos devido ao escorregamento e reorientação das partículas.
4. **Recalque por colapso:** deve-se ao colapso da microestrutura do solo por perda da resistência das ligações partículas do solo e por perda da sucção métrica, quando inundado. Geralmente brusco e catastrófico

## **2.4.2 RECALQUES SOB A ÓTICA DA ESTRUTURA**

- Recalque total: é a soma de todos os recalques: imediato, primário, por colapso, etc.
- Recalque diferencial uma parte da obra rebaixa mais que a outra gerando esforços estruturais não previstos e podendo até levar a obra à ruína.
- Recalque diferencial uniforme: é o recalque diferencial com variação linear entre os pontos da estrutura.

## **2.4.3 DANOS CAUSADOS POR RECALQUES**

Os recalques e deformações da estrutura são os principais causas de fissuras e até em certos casos, do colapso total da estrutura.

Provocando danos a todo o processo construtivo, entre os danos podemos destacar os danos estruturais que comprometem vigas lajes e pilares, os danos arquitetônicos que causam danos à estética da construção e os danos funcionais que provocam desaprumo na estrutura.

Toda edificação recalca, mas ela suporta determinado recalque até certo limite, sem sofrer nenhum dano aparente, mesmo porque quando construída as lajes e os pilares já são projetados para receber determinada força de recalque.

## **2.4.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS COM ORIGEM NA FUNDAÇÃO**

“As principais manifestações patológicas proveniente de problemas nas fundações são: fissuras, trincas, rachaduras e desaprumo da edificação” (MILITITSKY, 2015, p. 76).

As fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas que podem ocorrer principalmente em alvenarias, lajes, pilares vigas e pisos, podendo interferir na estética, durabilidade e no desempenho estrutural da edificação. Este tipo de manifestação patológica surge quando os elementos citados anteriormente são submetidos a tensões superiores às resistentes pelos materiais que os constituem

A ABNT NBR: 9573/2003 diferencia fissuras, trincas e rachaduras com base na abertura apresentada por esta manifestação patológica, como pode ser visto na Tabela 2.1 abaixo.

Tabela - Classificação de fissura trinca e rachadura.

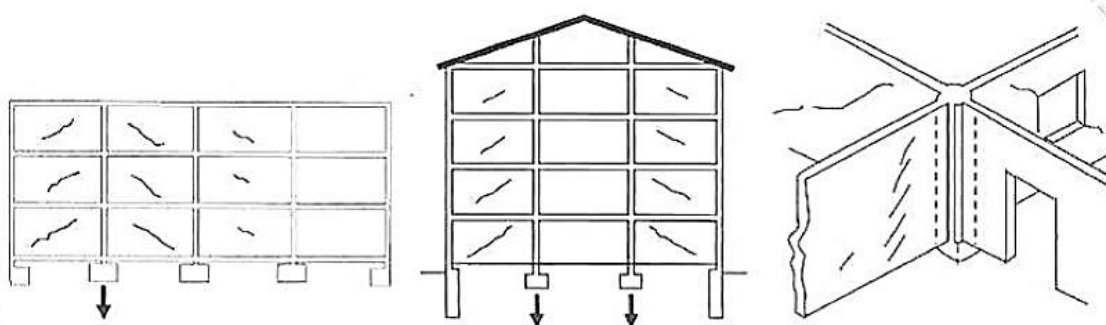
Classificação	Abertura – e (mm)
Fissura	$< 0,50$
Trinca	$0,50 \leq e < 1,00$
Rachadura	$1,00 \leq e < 1,50$

Fonte: Adaptado de ABNT NBR (9573:2003).

Destacam que o aparecimento de fissuras, trincas e rachaduras, não se devem exclusivamente a problemas nas fundações. Essas manifestações patológicas podem ocorrer, também, devido a sobrecargas na estrutura, deformação excessiva da estrutura, alterações químicas, variações térmicas e por movimentação higroscópica.

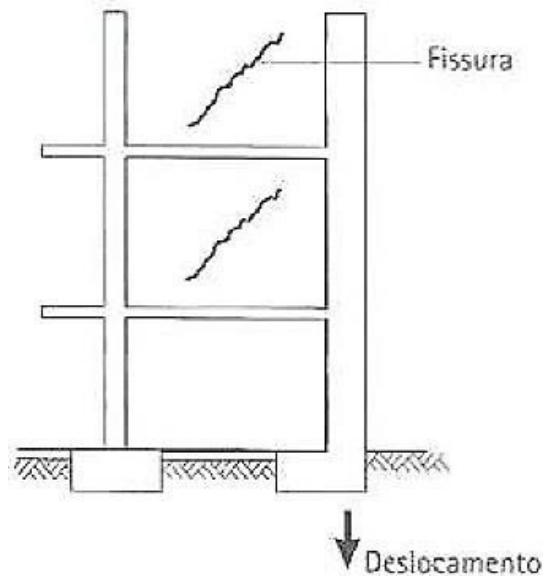
Segundo Milititsky, (2015, p, 29), “as fissuras, trincas e rachaduras apresentam determinados padrões quando tem origem nas fundações”. Essas falhas geralmente ficam inclinadas a 45 graus e a parte mais alta da falha aponta para o lado da edificação que está sofrendo a deformação, assim como mostra as Figuras 4 e 5 abaixo

**Figura** - Configuração das falhas devido ao recalque em pilares intermediários.



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2015).

**Figura** - Configuração das falhas devido ao recalque em pilares de canto.



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2015)

### **Segundo Berberian, (1995, p. 805)**

Analisando centenas de casos patológicos em obras do centro oeste brasileiro propõe a tão procurada correlação entre a abertura das fissuras e os danos causados em edifícios tradicionais, com estrutura predominante em concreto armado e painéis de fechamento em alvenaria.

As principais lições que se pode tirar desse estudo, com importantes reflexos na filosofia dos projetos de fundação e estruturas são:

A rigidez de uma superestrutura tende a redistribuir as cargas nos pilares, aliviando os pilares mais carregados (que tendem a gerar maiores recalques) e sobrecarregando os menos carregados de uma maneira geral os pilares de periferia passam a receber mais carga de que aquelas indicadas no projeto, e por conseqüentemente sofrem uma redução nas suas cargas iniciais. Por esta razão e por influência da ISE, interação solo/estrutura, os recalques diferenciais são menores do que previsto pelos métodos convencionais de cálculo. Daí, se levado em conta ISE muitas obras inviabilizadas pelos métodos convencionais, poderiam ser, na prática viabilizadas. Constatou efeitos favoráveis da ISE, na diminuição das distorções angulares entre pilares que apresentam valores acima dos limites  $1/300$ .

### **De acordo com Berberian, (1995, p 811).**

Tem-se observado que dependendo da rigidez relativa da estrutura, os recalques diferenciais são absorvidos até aproximadamente o 5º pavimento de um edifício comum. Fissuras e trincas que ocorrem nos últimos pavimentos de prédios mais altos (a partir de Seis pavimentos) podem não ser causadas por recalque, mas sim por variações térmicas e/ou variações sazonais de temperatura e umidade. A ISE influencia mais intensamente nos recalques deferências e quase nada nos recalques locais. (BERBERIAN, 1995, p 811).

Com isso os deslocamentos limites, resultam no aparecimento de trincas ou até o colapso do elemento da edificação dependem de vários fatores, tais como:

- Condição de contorno (engaste, apoio livre etc.).
- Do comportamento mecânico da peça (frágil, dúctil, viscoso etc.).
- Do fator de forma (relação entre o comprimento e a altura do elemento)
- Da deformada da estrutura (concavidade para baixo ou para cima).
- Da rigidez relativa e flexão e ao cisalhament

### 3. RECOMENDAÇÕES

Com base nas análises patológicas de centenas de obras e ensaios de painéis de alvenaria, sugere modificações a amplia as recomendações de (SKEMPTON apud, BERBERIAN 1995, p.814).

O Autor recomenda uma inter-relação entre a distorção angulas e a abertura das fissuras e os danos observados em vários casos de obras Além disso, os recalques totais uniformes dentro de certos limites não comprometem seriamente a segurança de uma estrutura. Se uma estrutura recalca como corpo rígido, ou mesmo inclinando-se também como um corpo rígido, ocorrerão desaprumos, mas os danos estruturais poderão não ser tão sérios. Ocorrerão efeitos estéticos, funcionais, comprometimento do sistema de dutos de ligações externas, escadas, etc., mas dentro de certos limites a estabilidade global da estrutura não ficará seriamente comprometida. A aceitabilidade da estrutura e definição da distorção máxima admissível é definida pelo projetista da estrutura, e com base nas consequências estéticas e funcionais e no fator de risco. Além disso, os recalques totais diferencias, e distorcionias podem ser estimados teoricamente durante a elaboração do projeto e medido após o termino da obra, de tal forma a permitir traçar as curvas de iguais recalques e permitindo-se avaliar as grandezas entre dois pontos. E recalques lentos favorecem a uma atuação da interação solo/estrutura, propiciando uma gradativa redistribuição dos deslocamentos, fazendo com que a estrutura se adapte e resista melhor aos recalques. Vale observar que a influência do tempo na distribuição dos recalques diferencias é diferente para cada tipo de solos (argilosos arenosos etc.), e da rigidez da estrutura. Também a experiência tem mostrado que matérias de construção mais dúcteis, a exemplo, do aço e das resinas plásticas podem tolerar maiores recalques do que elementos mais frágeis, tais como concreto, gesso ou alvenaria estrutural.

A abertura de uma fissura pode ser medida através de fissurômetros óticos ou conforme a NBR 6122/95, medindo-se as diagonais de um retângulo construído perpendicular à fissura.

Os painéis de alvenaria, os forros de gesso são mais rígidos do que a estrutura de concreto ou aço propriamente dita, por esta razão eles fissuram muito antes das vigas e lajes, renunciando logo no início do processo patológico a necessidade de exames mais

cuidadosos.

### **3.1 RECALQUES TOTAIS LIMITES**

Mediante Berberian (1995, p.846) as principais lições que se pode tirar sobre recalques totais limites são:

Se uma obra recalcasse por igual, sem recalque diferenciado, a sua estrutura propriamente dita não sofreria danos consideráveis. Haveria problemas funcionais, tais como reversão inclinação dos passeios e calçadas, trazendo águas pluviais de fora para dentro do prédio, rupturas das redes externas, etc. exemplo típico é a escola de engenharia da cidade do México que recalcou 2,50m de forma quase uniforme, fazendo com que laboratórios que funcionavam no primeiro andar passassem a funcionar no subsolo. Como tantos exemplos clássicos, além dos edifícios de Santos, cita-se também a enorme rotação quase uniforme da catedral de Nossa Senhora de Guadalupe na cidade do México recém-levantada e nivelada. Face às excentricidades das cargas e da heterogeneidade do solo de apoios das fundações deve ser tomada somente como indicativa e ponto de partida para estudos mais profundos

### **3.2 CONTROLES DE RECALQUE FISSURAS E CARGA**

O controle das construções junto com um bom plano de manutenções regulares nas das edificações, é uma forma de aumentar a vida útil, assim evitando, custos com reforma, reforços. Os meios mais comuns de controle das construções são:

- Acompanhamento de fissuras
- Medições de recalque
- Medições de desaprumo e desnivelamentos
- Ensaios não destrutivos na estrutura
- Prova de carga

De acordo com a NBR 6122/2010, as medidas do tamanho da fissuração, do recalque e a avaliação da evolução das cargas mais importantes de uma edificação, constituem em informações valiosíssimas, mesmo não se prevendo algum tipo de comportamento anormal das mesmas. Elenca os objetivos dos controles de uma edificação.

- O acompanhamento da fundação desde o início do seu carregamento permite tomar a tempo, as providências eventualmente necessárias;
- Esclarecer anormalidades constatadas em obras já construídas;
- Aperfeiçoar os métodos de cálculo e de previsão do comportamento final, através da retro análise das observações da obra;

### **3.3 MEDIÇÕES DE ABERTURA DE TRINCAS E FISSURAS**

O acompanhamento de trincas e fissuras é um meio muito eficiente de avaliar a estabilização e os movimentos de um edifício, além de fornecer dados valiosos da localização dos recalques e de onde se originam. Normalmente se mede:

- Tamanho da fissura
- Velocidade e aberturas das principais trincas
- Inclinação das fissuras
  
- Segundo Nunes (1992, p.130), as fissuras nas construções podem provir de numerosas causas, das quais apenas algumas se premeditam a recalque de fundações, entre elas podemos citar:

Dilatações e encurtamentos devido à variação de temperatura e contração. Resistência insuficiente de elementos construtivos. Recalques diferenciais devidos à compressão e ao escoamento lateral do solo. Neste último caso, a formação de fissuras segue o seguinte mecanismo: o edifício recalca mais em alguns pontos do que em outros, a estrutura tenta reagir, distribuindo a sua rigidez, mais carga para as partes que menos recalcam. As fissuras por sua vez, diminuem a rigidez do edifício que passa a sofrer com maiores recalques diferenciais. Quanto ao perigo que as fissuras representam para a estabilidade das construções, tudo depende da sua causa e do tipo da estrutura em questão.

### **3.4 CONTROLE DE DESAPRUMO**

Sempre as edificações são construídas no nível e também no prumo nisso corrigindo de certa forma os recalques que ocorrem devido ao acréscimo de cargas. O problema costuma surgir quando ao término da obra. Para avaliar patologias que possam surgir causadas por problemas da própria obra recomenda-se o controle de nível e prumo desde o início da obra, em pontos estratégicos, como cantos e painéis com direções diferentes. Recomenda-se também:

- Manter sempre o mesmo equipamento e a base no campo.
- Manter sempre a mesma equipe de leitura
- Anotar a temperatura no horário de medição.
- Mesmo utilizando aparelho topográfico de precisão, efetuar medições também com prumo de ar



### **3.5 MEDIDORES DE REACALQUES**

As medições de recalque devem ser realizadas com a aplicação de equipamentos que alcançam uma precisão de 0,01 mm e que permitam operações com a menor influência das variações térmicas possíveis.

### **3.6 CONTROLE DE TRINCAS**

Uma forma de acompanhamento de patologias é o controle de abertura e trincas, essas podem ser feitas com fissurômetros e paquímetros.

Além de acompanhar a progressão e surgimento de novas trincas e sua dimensão

Avaliar também a origem do trincamento além de observar o comportamento das demais matérias do edifício.

### **3.7 CONTROLE DE VERTICALIDADE**

Deve-se levar em conta à realização de controle de verticalidade destes prédios sempre que for executar escavações próximas, isso garante uma forma de acompanhar os efeitos produzidos.

As medições devem ser realizadas com aparelhos topográficos de grande precisão e com muito cuidado e de forma criteriosa, para que não resulte em dados incoerentes. Sempre em mais de uma direção e todas as paredes opostas devem ser objeto das medições. Considera-se o efeito da temperatura nos elementos da obra, bem como a variável “vento“ nos dias de medições

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que o recalque diferencial está diretamente ligado ao surgimento de patologias nas edificações e que o a sua análise e de extrema importância.

Com os resultados obtidos, foi possível verificar a grande importância que é o conhecimento do solo para que seja escolhido o tipo de fundação que será utilizada na construção do edifício. Analisando os fatos, a escolha errada do tipo de fundação e o não conhecimento do solo foram a principal causa da maioria das manifestações patológicas que surgem em um edifício, ou seja, trincas fissuras e desaprumos devido ao recalque diferencial.

Além disso, devem considerar todos os arredores do terreno antes de começa a construir, também analisar as construções vizinhas e observar se as mesmas estão sofrendo deste tipo de patologia.

É que só com o controle eficaz dessas patologias além do controle das construções junto com um plano de manutenção é a única forma de aumentar a vida útil, assim evitando, altos custos de reforma, reforços e desastres.

## REFERÊNCIAS

BAUER, L.A. Falcão. **Materiais de construção**. 5º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

DICKRAN, B. **Engenharia de Fundações**, 32ª Edição Experimental.

ESCOLA ENGENHARIA. **Noções básicas de fundações**. Disponível em: <<http://www.escolaengenharia.com.br/nocoes-basicas-de-fundacoes/>> Acesso em 15 de novembro de 2016.

HELENE, P, ET al. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. Novembro. São José dos Campos, 2001.

NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 1996. BAUER, L.A. Ripper, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto** 1998.

VELLOSO, D. A. LOPES, F. R. **Fundações**, critérios de projeto – investigação do subsolo Edição vol1: **Fundações Superficiais**. São Paulo-SP. Oficina dos Textos. 2004.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra 1991.

CONSOLI, N. C.; MILITITSKY, J.; SCHINAID, F. **Patologias das Fundações**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2005. 191p.

SOUZA, V. C. M. RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e reforço em estruturas de concreto**. 5º ed. São Paulo: PINI, 2009.