



## **PATOLOGIAS DAS FUNDAÇÕES**

## **PATHOLOGIES OF FOUNDATIONS**

*Leticia Midori Koga<sup>1</sup>*

*Maicon de Oliveira Miranda<sup>2</sup>*

*Aline Botini Tavares Berterquini<sup>3</sup>*

**RESUMO:** As patologias das fundações em construções têm sido notadas no âmbito nacional e internacional. Os problemas ocasionados devido à má execução da fundação podem influenciar na durabilidade e segurança da edificação, por isso é importante o conhecimento desde a investigação do solo, até a pós-construção, contribuindo para a vida útil da estrutura. Portanto, o presente trabalho tem por finalidade exemplificar as principais patologias encontradas nas fundações e identificar suas causas e soluções.

**Palavras-chave:** Fundação; Solo; Patologia

**ABSTRACT:** The pathologies of foundations in constructions have been noticed in the national and international scope. The problems caused by the poor execution of the foundation can influence the durability and safety of the building, so it is important knowledge from the research of the soil to the post-construction, contributing to the useful life of the structure. Therefore, the present work aims to exemplify the main pathologies found in the foundations and identify their causes and solutions.

**Key words:** Foundation; Ground; Pathology

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil, UNITOLEDO, 2017.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Civil, UNITOLEDO, 2017.

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Civil, UNESP, 2008.

## **1. INTRODUÇÃO**

Fundações são elementos estruturais com função de transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde elas se apoiam (AZEREDO, 1997). Todo o procedimento de execução, desde a investigação do solo, o projeto estrutural e a utilização do tipo de material, influencia diretamente no desempenho que a edificação terá durante sua vida útil.

Patologia é a ciência que estuda todos os aspectos da doença, com especial atenção à origem, aos sintomas e ao desenvolvimento das condições orgânicas anormais e suas consequências (MICHAELIS, 2016). Na construção civil, os problemas encontrados, são considerados doenças e a construção seria o organismo. Assim como na medicina, os problemas podem ter diferentes causas e diagnósticos.

As fundações utilizadas em construções possuem grande importância, pois toda carga exercida pelo peso da edificação é transferida para esta parte da estrutura, que a repassa às camadas resistentes do solo, previamente detectadas pelo teste de sondagem e perfil do solo.

Com a compreensão de todos os possíveis tipos de patologia, a qual permite uma ação mais qualificada, não só do profissional responsável, mas também de todos ligados direta ou indiretamente à obra; e também utilizando a boa prática, atendendo adequadamente às normas e executando a fundação com mão-de-obra qualificada, obtém-se uma estrutura sem maiores problemas no decorrer dos anos (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).

### **1.1. Fundações**

As fundações são convencionalmente separadas em dois grandes grupos: fundações profundas e fundações superficiais, também conhecidas por fundações diretas ou rasas.

#### **1.1.1. Fundação Superficial**

Segundo a NBR 6122 (ABNT, 2010) fundação superficial define-se por elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radier, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas.

- **Sapata:** Elemento de fundação superficial de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas não sejam resistidas pelo concreto, mas sim pelo emprego da armadura.

- **Bloco:** Elemento de fundação superficial de concreto, dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura.

- **Radier:** Elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos funcionando como uma laje (por exemplo: tanques, depósitos, silos, etc.).

- **Sapata Associada:** Sapata comum a vários pilares, cujos centros, em planta, não estejam situados em um mesmo alinhamento.

- **Viga de Fundação:** Elemento de fundação superficial comum a vários pilares, cujos centros, em planta, estejam situados no mesmo alinhamento.

- **Sapata Corrida:** Sapata sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente.

### 1.1.2. Fundação Profunda

De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010), fundação profunda define-se por elemento de fundação que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, e que está assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3m, salvo justificativa. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas, os tubulões e os caixões.

- **Estaca:** Elemento de fundação profunda executado inteiramente por equipamentos ou ferramentas, sem que, em qualquer fase de sua execução, haja descida de operário. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado *in situ* ou mistos.

- **Tubulão:** Elemento de fundação profunda de forma cilíndrica. Pode ser feito a céu aberto ou sob ar comprimido (pneumático) e ter ou não base alargada. Pode ser executado com ou sem revestimento, podendo este ser de aço ou de concreto. No caso de revestimento de aço (camisa metálica), este poderá ser perdido ou recuperado.

- **Caixão:** Elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna. Na sua instalação pode-se usar ou não ar comprimido e sua base pode ser alargada ou não.

## 2. PATOLOGIA DAS FUNDAÇÕES

Uma fundação adequada é aquela que apresenta conveniente fator de segurança às rupturas e recalques compatíveis com os elementos suportados. O solo pode apresentar deformações e variações de volume, que provocam o deslocamento das fundações (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).

A determinação do coeficiente de segurança não assegura o desempenho adequado da fundação, pois é necessário o estudo aprofundado do local onde será levantada a estrutura, verificando a topografia do terreno, o tipo de solo, os dados geológicos e geotécnicos e inclusive o tipo de construção, para enfim determinar os deslocamentos admissíveis que poderão ocorrer, satisfazendo as condições de funcionalidade (ALONSO, 2011).

As patologias podem ser identificadas, tanto na fase inicial construtiva, que garante o seu comportamento adequado e seguro, quanto na fase pós-implantação na qual os efeitos começam a surgir, incluindo sua possível degradação.

Na ocorrência de patologias devem-se caracterizar suas origens e possíveis mecanismos deflagradores, que incluem a monitoração do aparecimento das fissuras, trincas, desaprumo e/ou desalinhamento (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).

### 2.1. Investigação Geológica

A causa mais frequente de problemas em fundações é a falha durante a investigação do subsolo. Sua identificação e a caracterização de seu comportamento são essenciais à solução de qualquer problema, devido o solo ser o meio que suportará as cargas (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).

Segundo a NBR 6122 (ABNT, 2010), deve-se fazer uma campanha de investigação geotécnica preliminar para qualquer tipo de edificação, realizando no mínimo, sondagens a percussão (com SPT – *Standard Penetration Test*), tendo em vista a posição do nível d'água, a determinação da estratigrafia e classificação dos solos e a medida do índice de

resistência à penetração  $N_{SPT}$ , de acordo com a NBR 6484 (ABNT, 2001). Na classificação dos solos deve ser empregada a NBR 6502 (ABNT, 1995).

De acordo com Milititsky, Consoli e Schnaid (2005), na etapa de estudo de escritório coletam-se e comparam-se dados hidrogeológicos, pedológicos, geotécnicos e conhecimentos regionais, buscando identificar as possíveis condições do local de implantação da obra, sendo este um programa adequado de investigação do subsolo com baixo custo, no qual após a caracterização específica de cada problema encontrado define-se a abrangência do programa preliminar, do complementar, e a eventual necessidade de um programa especial de ensaios geotécnicos.

A ausência de investigação do subsolo é típica em obras de pequeno e médio porte, em geral por motivos econômicos. Esta ausência de investigação nestes casos é uma prática inaceitável. A normalização vigente deverá nortear o tipo de programa de investigação, o número mínimo de furos de sondagem e a profundidade de exploração (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).

A NBR 8036 (ABNT, 1983) define que o tipo de estrutura, as condições geotécnicas do subsolo e suas características especiais definirão o número de sondagens e a sua localização em planta. Em quaisquer circunstâncias o número mínimo de sondagens deverá ser de 2 para área da projeção em planta do edifício até 200 m<sup>2</sup>, e 3 para área entre 200 m<sup>2</sup> e 400m<sup>2</sup>.

No Quadro I, são apresentados vários problemas típicos decorrentes de ausência de investigação.

**Quadro I** – Problemas típicos decorrentes após execução das edificações causados devido à ausência de investigação para os diferentes tipos de fundações.

Tipo de Fundação	Problemas Típicos Decorrentes
<b>Fundações Rasas</b>	Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando em recalques inadmissíveis ou ruptura.
	Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques diferenciais.
	Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultando grandes deformações.
	Fundações apoiadas em materiais de comportamento muito diferente, sem junta, ocasionando o aparecimento de recalques diferenciais.
	Fundações apoiadas em crosta dura sobre solos moles, sem análise de recalques, ocasionando a ruptura ou grandes deslocamentos da fundação.

<b>Fundações Profundas</b>	Estacas de tipo inadequado ao subsolo, resultando mau comportamento.
	Geometria inadequada, comprimento ou diâmetro inferiores aos necessários.
	Estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com recalques incompatíveis com a obra.
	Ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível nominal adotada para a estaca.

Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2005).

## 2.2. Recalques das Fundações

Recalque é a deformação que ocorre no solo quando submetido a cargas. Esta deformação provoca movimentação na fundação que, dependendo da intensidade, pode resultar em sérios danos à superestrutura (REBELLO, 2008).

Os efeitos dos recalques nas estruturas podem ser classificados em três tipos: danos visuais ou estéticos, que não apresentam riscos de qualquer natureza; danos que comprometam o uso e a funcionalidade da construção e danos estruturais, que danificam a estrutura propriamente dita, colocando em risco a segurança dos usuários (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).

Segundo Rebello (2008), os recalques naturais, causados devido às características naturais do solo, são de três tipos:

- Recalque elástico que é a deformação apresentada pelo solo quando submetido a uma carga, sendo maior em solos não coesivos;
- Recalque por escoamento lateral, quando ocorre a migração de solo da região mais solicitada, para a menos solicitada; e
- Recalque por adensamento que é a diminuição do volume aparente, devido à redução dos vazios existentes no solo.

De acordo com Hachich et al. (1998), existem outras causas que conduzem a recalques, que são devidas as ações externas e devem ser consideradas. São elas:

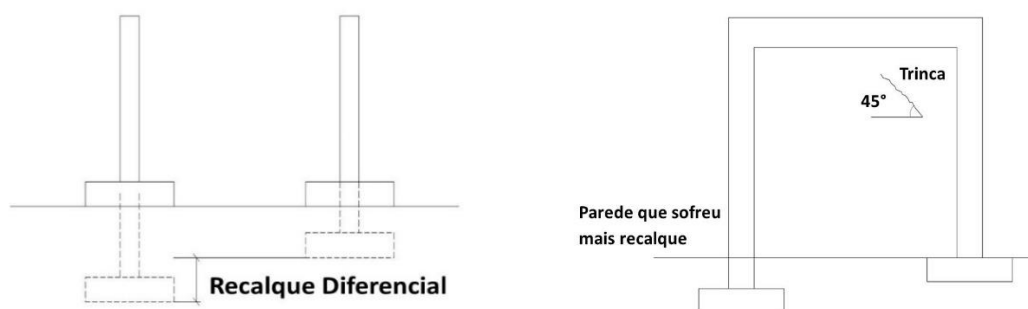
- Recalque devido ao rebaixamento do lençol freático, que ocorre na execução de infraestrutura de um edifício, ou mesmo da fundação. Esse procedimento, caso haja a presença da camada de solo compressível no subsolo, ocorre o aumento das pressões geostáticas nessa camada que provoca o recalque sem o aumento de carga na fundação.

- Recalque em solos colapsíveis, que são os solos que apresentam grande porosidade, formado pelas areias ou argilas, que tem suas partículas cimentadas entre si por materiais ligantes. Este solo ao entrar em contato com a água, seja por penetração pela superfície ou pela elevação do lençol freático, rompe a ligação das suas partículas e sofre perda imediata da sua estrutura, o que ocasiona um recalque bastante drástico e perigoso.

- Recalque devido às escavações adjacentes às fundações, onde as escavações tendem a desestabilizar o maciço, pois o solo que sustenta a fundação tende a migrar para a região escavada, fazendo com que ocorra o recalque.

A deformação no solo, não necessariamente pode causar danos à estrutura. Se as cargas que a fundação recebe forem uniformes, ocorrerá apenas o afundamento do nível térreo, provocando problemas de uso, porém não estruturais. A diferença da intensidade dos recalques nos apoios, denominado como recalque diferencial, como ilustrado na Figura 1, pode provocar danos à edificação, e até mesmo levar a estrutura à ruína parcial ou total (REBELLO, 2008).

A primeira evidência do recalque diferencial acontece nas alvenarias de vedação, por serem mais frágeis. A sua ruptura ocorre devido ao efeito da força cortante, apresentando um ângulo de aproximadamente 45°, conforme demonstrado na Figura 2, sendo a direção que se dá a ruptura, o lado que sofreu maior recalque (REBELLO, 2008).



**Figura 1** - Trinca devido ao recalque diferencial.

Fonte: Rebello (2008).

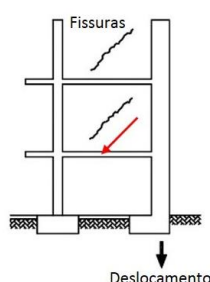
Segundo Rebello (2008), há algumas providências a serem tomadas, a fim de minimizar os efeitos dos recalques e garantir um bom comportamento das fundações. São elas:

- O uso de vigas de travamento junto às fundações, que tem a função de evitar que um ponto da fundação recalque mais que o outro. Porém a sua eficiência depende das cargas e espaçamento dos pilares e, principalmente da altura da viga.

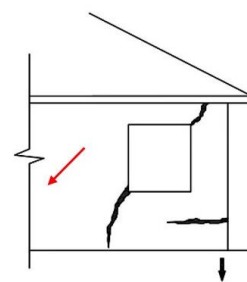
- A utilização de travamentos nos pavimentos dos edifícios, pois minimizam o recalque diferencial, dando mais sustentação à estrutura.

- A compensação do peso do solo escavado com o peso da edificação. O solo possui uma tensão natural ao solo subjacente e quando é retirado e substituído por uma estrutura no mesmo local a qual tende a solicitar o solo com a mesma tensão.

As figuras de 3 e 4 correspondem a padrões típicos de deslocamentos do qual se originam as fissuras. É necessária a realização de acompanhamento ou controle de recalques para identificação precisa do comportamento real das fundações (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).



**Figura 1** - Fissuras por recalque de fundação de pilar de canto.



**Figura 2** - Fissuras de parede portante, com recalque na extremidade.

Fontes: Milititsky; Consoli; Schnaid (2005).

Ao observar todas as formas de trincas e fissuras apresentadas, pode-se constatar que dependendo do tipo e posicionamento do recalque diferencial em relação à estrutura de fundação, as patologias se apresentam de forma e direção diferenciadas. As trincas tendem “a apontar” para a parte da estrutura da fundação que não sofreu recalque. Isso pode ser observado com o auxílio das setas vermelhas apresentadas nas figuras anteriores (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).

### 2.3. Degradações dos Materiais

De acordo com Schwirck (2005), todos os projetos de engenharia com elementos enterrados ou em contato com o solo e água devem considerar a ação dos elementos naturais sobre os materiais das fundações os quais obrigam a verificação da existência de materiais agressivos e seus possíveis efeitos.

A degradação dos materiais envolvidos nos elementos de fundação resulta em recalque que origina as patologias usualmente encontradas.



### **2.3.1. Concreto**

Segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2005 *apud* MEHTA e MONTEIRO, 1994), o concreto de cimento Portland tem sua durabilidade definida como a sua eficiência para resistir a intempéries, ataques químicos ou quaisquer outros processos de deterioração. De modo geral, a água é conhecida por sua capacidade de deterioração, principalmente em sólidos porosos, nos quais o seu movimento associado aos fenômenos físico-químicos atinge particularmente as capilaridades dos sólidos no qual a água, por também ser fonte de processos químicos de degradação, serve de veículo para íons agressivos. Sendo assim a deterioração do concreto será tanto menor quanto menores forem seus índices de permeabilidade e porosidade.

### **2.3.2. Aço**

Milititsky, Consoli e Schnaid (2005) citam que a corrosão do aço poderá ocorrer caso haja o contato dos elementos de fundação com solos contendo materiais agressivos ou aterros se estiverem submetidos aos efeitos de variação do nível de água ou localizados em ambiente marinho.

O aço corroerá em função da química do ambiente circundante ao elemento de fundação, acesso ao oxigênio, pH e temperatura ambiente. Usualmente elementos metálicos enterrados em solo natural não são afetados de forma significativa por degradações comparado à corrosão de estacas metálicas em solos não perturbados (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005).

### **2.3.3. Madeira**

Segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2005 *apud* GOODEL, 2000; GOODEL et al., 2003; HIGH-LEY, 1999) as estacas de madeira totalmente enterradas no solo podem ser afetadas pela variação do nível de água, que ocasiona o apodrecimento e degradação do material, além de estarem submetidas aos ataques biológicos de insetos ou por moluscos, neste caso, quando se encontram na água.

A madeira em estado de degradação evidencia mudanças físicas e químicas apresentando amolecimento, mudança de coloração, variação de densidade, com

consequente redução de módulo de elasticidade e resistência, redução significativa de seção ou mesmo perda total de integridade (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2005 *apud* WILCOX, 1978).

#### 2.3.4. Rochas

De acordo com Milititsky, Consoli e Schnaid (2005 *apud* SCHREFLER e DELAGE, 2001) a degradação das rochas em longo prazo, por agressividade do meio, pode ser visualizada em construções utilizando rochas brandas ou fundações diretas executadas em blocos de pedras de antigos monumentos históricos.

### 2.4. Problemas de Fundações e suas Soluções

Os problemas encontrados nas fundações, de acordo com Rebello (2008), podem ser provenientes de três fatores:

- **Fenômenos naturais:** são imprevisíveis e podem ser desconhecidos até o momento da execução da fundação, e também podem ser originários de certa região ou período do ano.

- **Erros de projeto:** são erros no levantamento de cargas; erro na concepção de projeto, oriundo da opção por um modelo estrutural inadequado; adoção de solo superestimada, em consequência de erro na interpretação da sondagem, entre outros.

- **Erros de execução:** são mais comuns e ocorrem devido ao uso de materiais inadequados; a erros de locação; a erros no arrasamento das estacas; à falha de concretagem das estacas moldadas in loco, causando vazios ou estrangulamento no seu corpo; à quebra ou desvio de estacas pré-moldadas durante a cravação; e à adoção de nega insuficiente.

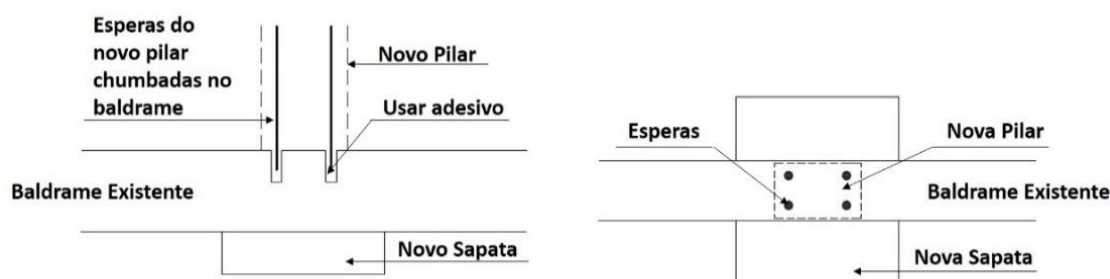
No tópico a seguir, serão apresentados alguns problemas mais comuns e sugestões para sua solução.

#### 2.4.1. Caso 1: Mudança de posição ou criação de novos pilares

Quando ocorre alteração arquitetônica, na mudança de posição ou inclusão de novos pilares para reformas na edificação, geralmente mudam os espaços, alterando a

distribuição das paredes. Dessa maneira, muitos pilares que se encontravam originalmente embutidos, tornam-se aparentes, provocando a obstrução nos espaços, exigindo a sua remoção. Em outras ocasiões, a nova distribuição das paredes determina uma nova distribuição de vigas e pilares, exigindo sua colocação em locais onde não existiam (REBELLO, 2008).

Se a fundação existente for direta, a solução é bastante simples, basta executar sob a nova posição do pilar uma nova sapata. A Figura 5 demonstra a execução de novas sapatas sob a viga baldrame. O novo pilar pode ser executado sobre a viga baldrame existente. Se isso não for possível, abre-se um pequeno rasgo na viga e implantam-se arranques do novo pilar fixando a nova armação na armação existente da viga baldrame (REBELLO, 2008).



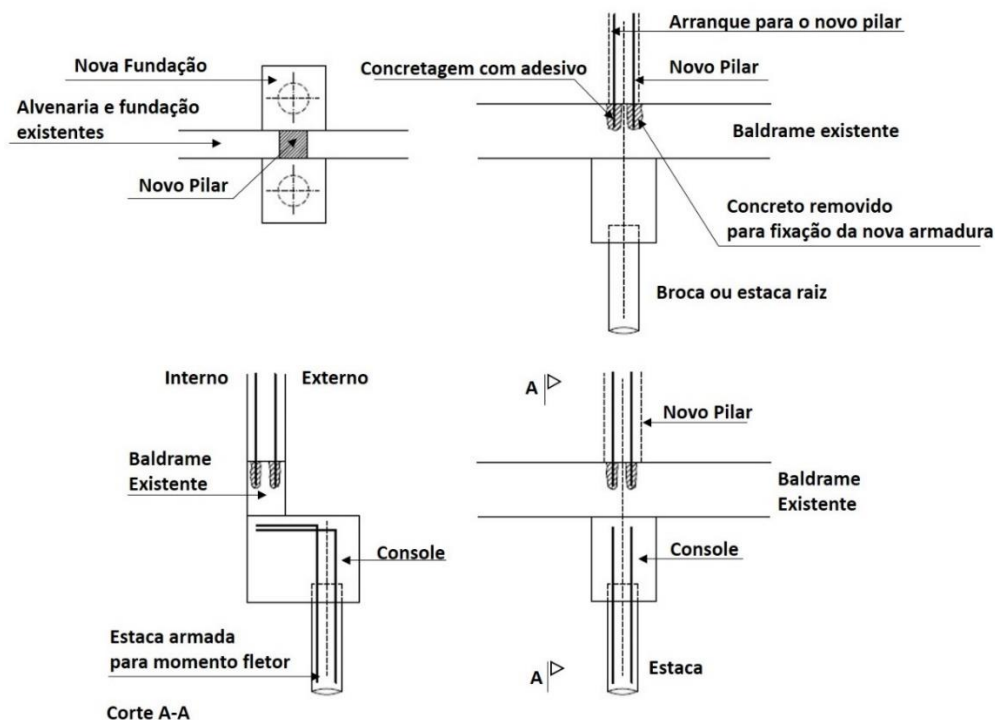
**Figura 5** – Execução da nova sapata.

Fonte: Rebello (2008).

Se a fundação for profunda, podem-se usar estacas mega (estaca de reação) no ponto onde será executado o novo pilar, conforme ilustrado na Figura 6. Neste caso, é necessário verificar se ocorrerá a inversão de esforços na estrutura, devido à aplicação de carga de reação, que pode ocasionar fissuras ou trincas nas paredes e até mesmo danos para a estrutura. É uma solução adequada para pequenas cargas, de ordem de 6 tf (REBELLO, 2008).

Quando for possível, podem-se executar brocas, para pequenas cargas; ou estacas raiz, para cargas mais elevadas, locadas nos dois lados da parede. Após a cravação das estacas, é executado o novo bloco e o novo pilar. Quando a estaca não puder ser executada dos dois lados, executa-se em apenas um. Nesse caso, deve-se criar um console na cabeça da estaca para transmitir a carga ao novo pilar (REBELLO, 2008).

O inconveniente desta solução é a ocorrência de excentricidade da carga do pilar em relação ao eixo da estaca, provocando momento fletor na estaca, para esta solução, a estaca deve ser dimensionada e armada para o momento fletor (REBELLO, 2008).



**Figura 6** – Utilização de estacas mega para fundação profunda.

Fonte: Rebello (2008).

#### 2.4.2. Caso 2: Deterioração dos materiais

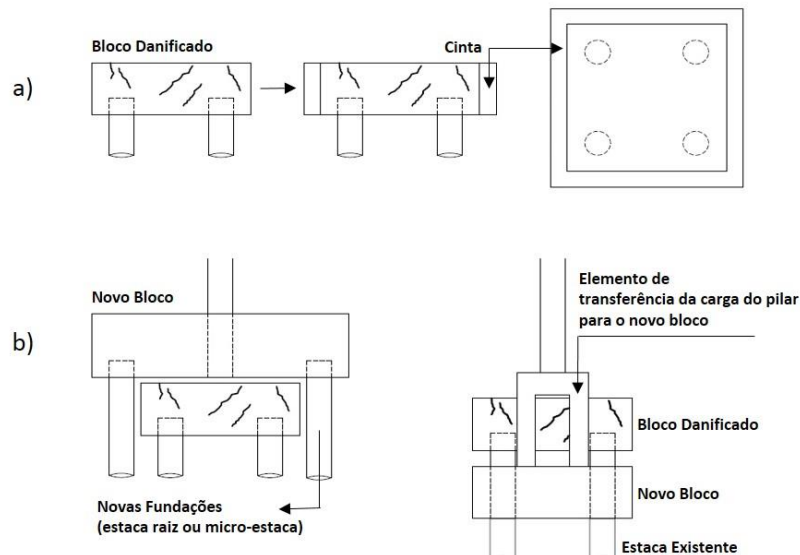
Segundo Lima, Silva e Costa (2009) a reação álcali-agregado ou RAA é um fenômeno frequente na região metropolitana de Recife, podendo ocorrer com menos frequência em outras regiões. Ela é decorrente de um processo químico que acontece no concreto endurecido, devido à combinação de três fatores: presença constante de umidade, álcalis como  $\text{Na}_2\text{O}$  (óxido de sódio) e  $\text{K}_2\text{O}$  (óxido de potássio) e agregados (areia ou pedra) que sejam reativos a esses elementos químicos.

Os álcalis são encontrados naturalmente no cimento, na água ou mesmo nos agregados, os quais, sob a presença de umidade provocam a expansão do concreto, ocasionando danos à estrutura, como fissuras, que com o tempo e a degradação da armadura, podem submeter à fundação a ruptura (LIMA; SILVA; COSTA, 2009).

Nas fundações que ainda não foram executadas, cabe a utilização de agregados não reativos aos álcalis. É possível medir o grau de reação dos agregados em laboratório. Quanto ao cimento, há aditivos de elementos minerais que tem a capacidade de inibir a reação química (REBELLO, 2008).

Quando se trata da descoberta da reação quando a fundação já foi executada, é necessário algumas providencias para estagnar o processo. É recomendável diminuir ou evitar o fluxo de umidade, com a utilização de produtos selantes, e injeções de lítio para retardar a velocidade das reações (REBELLO, 2008).

Caso a estrutura da fundação já esteja comprometida, deverá ser previsto um reforço. Neste caso, executa-se um cintamento de concreto armado ou protendido em torno do bloco ou sapata danificada, como ilustrado na Figura 7-a, que tem a função de provocar tensões de compressão que tendem a reduzir ou parar o processo de reação. Quando se tratar de pequenas fissuras, essas podem ser seladas pela injeção de resinas epoxídicas. Nos casos mais graves, é realizado um reforço, ou seja, são executados novos elementos de fundação, conforme a Figura 7-b, para os quais devem ser transferidas as cargas originais (REBELLO, 2008).



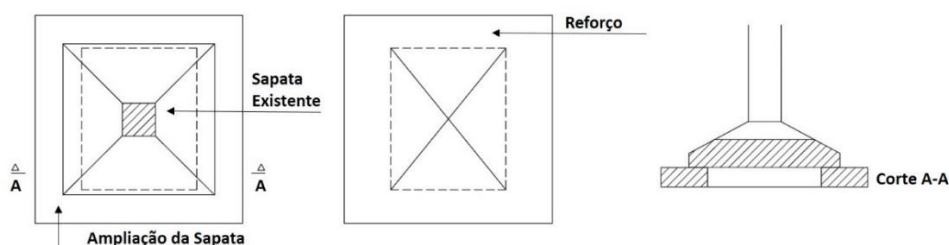
**Figura 7** - Soluções recorrentes a deterioração dos materiais.

Fonte: Rebello (2008).

### 2.4.3. Caso 3: Aumento de carga no pilar

A primeira questão a ser verificada, é se a fundação existente possui condições de suportar a nova carga, se a mesma não ultrapassar 20% da capacidade teórica da fundação, o reforço pode ser dispensado, pois os coeficientes de segurança nas fundações são bastante elevados. Caso contrário, uma das soluções a seguir, deve ser usada (REBELLO, 2008).

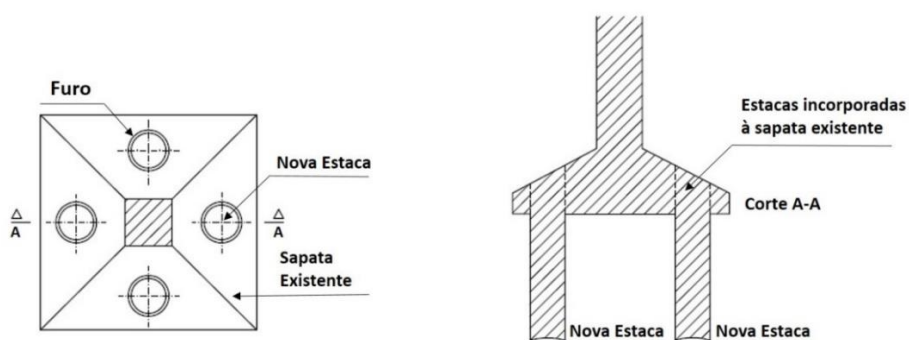
a) Se a fundação for direta, pode-se ampliar a área da sapata para que as tensões no solo se mantenham dentro dos limites do projeto original. A Figura 8, demonstra como pode ser feita essa ampliação (REBELLO, 2008).



**Figura 8** – Ampliação da área da sapata

Fonte: Rebello (2008).

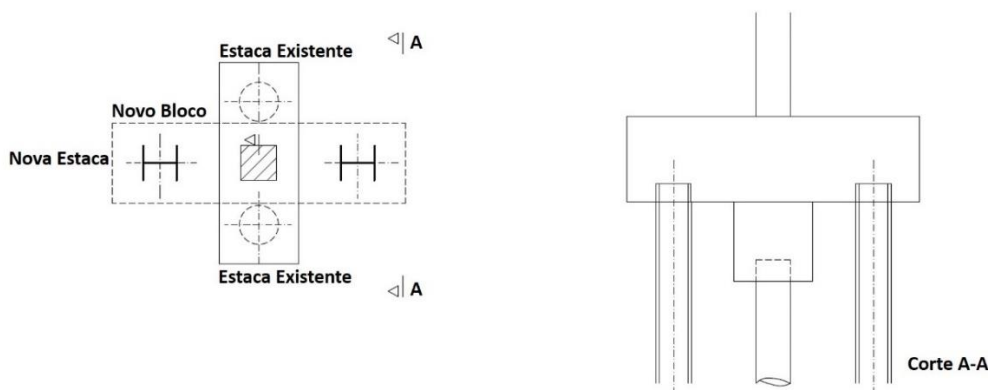
b) Se o aumento de carga for bastante elevado e a fundação direta, pode-se executar estacas sob a sapata existente, transmitindo parte da carga para as estacas, que podem ser estacas raiz ou metálicas. As estacas são executadas mediante furos previamente executados na sapata, conforme demonstrado na Figura 9 (REBELLO, 2008).



**Figura 9** – Execução de estacas sob sapata existente.

Fonte: Rebello (2008).

c) Se a fundação for profunda, faz-se a escavação de novas estacas, conforme ilustrado na Figura 10. O novo bloco é executado de forma que a carga existente seja adequadamente transmitida a todas as estacas, tanto às novas quanto às existentes (REBELLO, 2008).



**Figura 10** – Escavação de novas estacas na fundação profunda.

Fonte: Rebello (2008).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os tipos de fundações estão susceptíveis a sofrerem quaisquer patologias, as quais originam-se de uma vasta variedade de aspectos.

Todo processo, desde o projeto até a execução da fundação, deve ser realizados por profissionais devidamente habilitados, bem como todos os estudos necessários, principalmente a investigação do solo, pois a sua ausência é uma das principais causas das patologias.

Na ocorrência de patologias, é necessário identificar a sua origem, e monitorar o aparecimento ou evolução das manifestações patológicas, como fissuras, trincas, desaprumo e desalinhamentos. Assim é possível determinar o método mais adequado que solucionará o problema, respeitando as normas vigentes para garantir um serviço de qualidade com segurança.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502: **Rochas e solos**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: **Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8036: **Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios**. Rio de Janeiro, 1983.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Previsão e controle das fundações**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 2011. 156p.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até a sua cobertura**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1997. 188p.

HACHICH, Waldemar et al. **Fundações: Teoria e prática – 2ª Edição**. São Paulo: Editora Pini Ltda. 1998. 758p.

LIMA, Renilda Batista da Silva; SILVA, Antônio Sérgio Ramos; COSTA, Fernanda Nepomuceno. **Reação álcali agregado e seus efeitos na construção de edifícios**. 2009. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Católica do Salvador, Salvador, BA, 2009.

MICHAELIS, **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=patologia>>. Acesso em 10 jun. 2016.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das Fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 208p.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Fundações – Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento**. São Paulo: Ziguarte, 2008. 240p.

SCHWIRCK, Iurguen Arai. **Patologia das Fundações**. Joinville: Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC, 2005.