

# APLICAÇÃO DA ESTACA NA ESTABILIZAÇÃO DE RECALQUE DIFERENCIAL ESTUDO DE CASO

Klayton Gonçalves Dias<sup>(1)</sup>; André Chaves<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Estudante; Engenharia Civil; Centro Universitário de Itajubá- FEPI; diasklayton@yahoo.com.br

<sup>(2)</sup> Professor. Me.; Engenharia Civil; Centro Universitário de Itajubá- FEP; as.chaves@yahoo.com.br

---

## RESUMO

A mecânica dos solos auxilia a Geologia de Engenharia estudando o comportamento dos solos. Os ensaios e sondagens do terreno são fundamentais para a elaboração de projetos de fundação, e o desconhecimento das características do solo acabam por acarretar em diversas patologias. Dentre os diversos tipos de patologias que acometem as construções civis, os recalques diferenciais estão entre as principais causas. O presente estudo de caso foi realizado em uma ampliação de Unidade Básica de Saúde (UBS) que apresentou diversas patologias devido ao recalque diferencial. Para estabilização deste recalque diferencial, utilizou-se a estaca megapor ser um recurso permanente de reforço de fundação que a engenharia civil se dispõe para sanar tal problema. Foram realizadas medições com mangueira de nível, antes e após o reforço da fundação, para se determinar a diferença de recalque encontrada, e ainda, servir de base para se comprovar a eficácia do recurso utilizado. Mediante a comparação realizada entre as medições dos níveis, pôde-se constatar que a estabilização do recalque diferencial foi positiva, atendendo todas as necessidades técnicas para dar andamento na referida obra.

**Palavras-Chave: Recalque diferencial; Reforço de fundações; Estaca mega**

---

## INTRODUÇÃO

A mecânica dos solos auxilia a Geologia de Engenharia estudando o comportamento dos solos. Os ensaios e sondagens do terreno são fundamentais para a elaboração de projetos de fundação, e o desconhecimento das características do solo acabam por acarretar em diversas patologias.

Devido ao crescimento do setor imobiliário acelerado, ocorrido nos últimos anos, houve um aumento significativo de patologias encontradas na construção civil. Dentre os diversos tipos de patologias que acometem as construções civis, os recalques diferenciais estão entre as principais causas.

Define-se recalque como sendo o deslocamento vertical para baixo, sofrido pela base da fundação em relação à superfície do terreno, resultante da deformação do solo proveniente da aplicação de cargas ou devido ao peso próprio do terreno (VARGAS, 1979). Recalque Diferencial ou Relativo é a diferença entre os recalques absolutos<sup>(1)</sup> de dois pontos quaisquer da fundação (APOSTILA DE FUNDAÇÕES, 2015).

As fundações servem para dar suporte às estruturas, transmitindo suas cargas, permanentes ou variáveis, ao terreno. Segundo a NBR 6122 (2010), “as fundações podem ser divididas em dois grupos as fundações superficiais e fundações profundas”.

A engenharia utiliza-se de processos que envolvem o reforço nas fundações com o intuito de realizar a correção dos recalques diferenciais. Segundo Hachichet *et al.* (1998, p.471), “reforço de fundação é uma intervenção no sistema solo-fundação-estrutura existente, visando modificar seu desempenho nos casos em que as fundações existentes não se mostrarem adequadas para o suporte de cargas”. As soluções para os serviços de reforços dependem das condicionantes dos diferentes problemas encontrados na obra como, por exemplo: tipo de solo, urgência, fundações existentes e espaço físico disponível (HACHICH *et al.*, 1998).

Ainda segundo Hachichet *et al.* (1998), os reforços são classificados em 4 tipos: reforço permanente, reforço provisório, substituição de fundação e escoramento auxiliares para execução de reforços.

A estaca tipo Mega é uma técnica de reforço permanente, constituída por elementos de concreto armado ou de aço, cravados no terreno por meio de um macaco hidráulico (TÉCHNE, 2007).

Diante do exposto, objetiva-se estudar a aplicação da Estaca Mega na estabilização de recalque diferencial em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) para avaliar a eficácia deste procedimento, realizando um comparativo da diferença dos níveis verificados, antes e após a aplicação da

técnica e ainda, descrever todas as etapas de execução, acompanhadas in loco.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho teve como base científica uma busca relacionada ao tema proposto em livros, revistas, artigos, normas técnicas e fontes eletrônicas. Contou ainda, com um estudo de caso de uma ampliação de uma UBS, realizada pela Prefeitura Municipal de Itajubá - MG, onde a mesma apresentou problemas de recalque diferencial.

### Materiais Utilizados:

Para realização do estudo de caso os materiais utilizados para a execução da estaca mega foram divididos em duas fases: Escavação e Cravação.

1ª Fase: os materiais utilizados preliminarmente para o serviço de escavação foram os seguintes: enxada, pá, cavadeira, carrinho de mão, balde, talhadeira, marreta de 2 kg, martetele elétrico, corda, bomba d'água e equipamentos de segurança.

2ª fase: Cravação das estacas: a empresa executora dispunha dos seguintes itens: Macaco hidráulico elétrico (ou comando à distância) com pressão até 60 toneladas, pistão manual com dois estágios e manômetro com pressão até 60 toneladas, componentes de estaca mega com 50 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro, calço de madeira (eucalipto vermelho), cunhas de madeira, cunhas de concreto grandes e pequenas (tijolinho), quadrados de concreto, cabeçotes, prumo, cavaletes, chapa de aço, equipamentos de iluminação, corda, marreta e talhadeira.

### Método de Estudo

Durante visita ao local, no dia 20 de Janeiro de 2015, realizou-se o relatório fotográfico, demonstrando as patologias encontradas na ampliação da UBS relacionadas diretamente com o recalque diferencial ocorrido.

Para a verificação do nível, selecionou-se um ponto aleatório na edificação, diferente da parte ampliada da UBS. Este ponto, denominado de P1, foi demarcado a um (1,0) metro do piso, e serviu de referência para os demais pontos. Buscou-se marcar os pontos seguintes, imediatamente superiores as brocas, utilizando-se como base o projeto estrutural da obra.

### Método Executivo:

A execução do reforço ficou sob responsabilidade da Empresa RJ – Estaca Mega. A empresa tem experiência de 32 anos e está instalada em Piranguinho/MG. Foram cravadas sete estaca na parte ampliada

da UBS á uma profundidade média de 12 metros.

A descrição do processo executivo seguiu-se a seqüência em que foram executadas na obra.

### Etapas de execução:

- **Escavação:** As medidas das escavações foram de 1,0 metro de comprimento por 1,0 metro de largura e 1,10 metros de altura abaixo da viga baldrame ou sapata.
- **Posicionamento dos cavaletes:** Os cavaletes são uma adaptação realizada pela empresa, de modo que o pistão hidráulico trabalhe fixo e o mais justaposto possível da estrutura (viga baldrame ou bloco). Sobre a cabeça do pistão foi acoplada uma chapa metálica de 20 mm onde, nas suas laterais, foi soldado um tubo metálico que serve para fixar os cavaletes ao pistão hidráulico.
- **Posicionamento das estacas:** Os elementos de estaca são posicionados abaixo da estrutura a ser reforçada. Para garantir a verticalidade dos elementos, verifica-se o prumo do elemento de estaca, garantindo assim, o perfeito alinhamento do sistema estrutura-pistão-estaca.
- **Cravação:** O pistão hidráulico é acionado até o limite de sua capacidade de alcance, que corresponde a um estágio. São necessários quatro estágios para se gravar um elemento de estaca. Para cada estágio existe um calço de madeira que é colocado entre a estaca e o pistão hidráulico. O processo de cravação é interrompido assim que o pistão hidráulico começa a sofrer resistência do solo.
- **Preparação do cabeçote:** Para receber o cabeçote, é colocado um pouco de areia sobre a estaca, para que se elimine qualquer vazio. O cabeçote também deve ser prumado.
- **Cunhagem:** Para a cunhagem são utilizados os quadrados e as cunhas em concreto, colocados sobre o cabeçote. Em seguida, o pistão hidráulico manual é posicionado sobre o cabeçote e entre os quadrados e as cunhas. O pistão é acionado até o manômetro atingir a carga de cravação utilizada de 20 toneladas e então, e travado nesta posição. Posteriormente, as cunhas são também devidamente travadas para que o pistão manual possa ser liberado e a carga da estrutura repouse sobre a estaca.
- **Acabamento da estaca:** Utilizou-se o tijolo comum, assentado com argamassa de cimento, para preencher todo o espaço vazio entre as cunhas. Em seguida, foi realizado-se um reboco, finalizando a fase de acabamento.
- **Reaterro:** É realizado com o próprio material retirado do local. Foram realizadas compactações do solo, a cada 20 cm.

## RESULTADO E DISCUSSÕES

A verificação do nível antes do reforço de fundação foi realizada no dia 20/01/2015, em 14 pontos distintos da parte ampliada da UBS. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Verificação do Nível.**

Ponto de referência	Nível verificado(cm)
P1	100
P2	100
P3	103,55
P4	103
P5	104
P6	103,7
P7	103
P8	100
P9	105
P10	100
P11	99,5
P12	105
P13	100
P14	98

Fonte: Adaptado pelo autor.

A obra ficou paralisada por um período de aproximadamente seis meses após a primeira verificação dos níveis. A segunda verificação foi realizada no dia 30 de junho de 2015, antes da execução das estacas mega e apresentou os seguintes números, conforme demonstra a Tabela 2.

**Tabela 2 – Nível em relação a P1.**

Ponto de referência	Nível verificado(cm)
P1	0
P2	101,0
P3	104,4
P4	103,9
P5	105,4
P6	105,4
P7	104,5
P8	100,75
P9	105,3
P10	99,75
P11	98,1
P12	103,0
P13	99,2
P14	97

Fonte: Adaptado pelo autor.

Os números da primeira tabela serviram de base para o cálculo do recalque diferencial. A tabela 3 abaixo demonstra a diferença dos níveis entre a primeira e segunda verificação, ou seja, foi aplicada a expressão  $N_2 - N_1 = RD$ . Onde:

- $N_1$  = Valores obtidos na primeira verificação dos níveis.

- $N_2$  = Valores obtidos na segunda verificação dos níveis.
- RD = Recalque Diferencial.

**Tabela 3 – Diferença de nível**

Ponto de referência	Diferença de nível entre a 1ª e a 2ª medição(cm)
P1	0,0
P2	1,0
P3	0,85
P4	0,9
P5	1,4
P6	1,7
P7	1,5
P8	0,75
P9	0,3
P10	-0,25
P11	-1,4
P12	-2,0
P13	-0,8
P14	-1,0

Fonte: Adaptado pelo autor.

Pode-se observar que houve valores positivos, indicando a presença de recalque diferencial. Já os valores negativos, significam que a obra teve um comportamento inverso ao recalque diferencial, ou seja, pontos em que houve elevação da estrutura. A obra agiu como um bloco rígido em movimento, não havendo a ocorrência de trincas em sua estrutura. No mesmo instante em que ocorreu o recalque diferencial em determinados pontos da estrutura, ocorreu a elevação em outros. No dia 14 de julho, uma semana após o serviço de execução da estaca mega, verificou-se os níveis novamente e os valores das diferenças em relação à última medição, são apresentados na tabela 4 abaixo.

**Tabela 4 – Diferença de nível uma semana após a execução da estaca mega.**

Ponto de referência	Diferença de nível (cm)
P1	0,0
P2	1,0
P3	0,86
P4	0,92
P5	1,4
P6	1,7
P7	1,5
P8	0,75
P9	0,35
P10	-0,25
P11	-1,35
P12	-2,0
P13	-0,8
P14	-1,0

Fonte: Adaptado pelo autor.

Percebeu-se através da tabela acima, que houve poucas alterações em relação

aos valores da tabela 3, que correspondem ao recalque diferencial observado inicialmente. Um mês após a execução dos pontos de estaca, realizou-se nova aferição dos níveis, objetivando monitorar a estabilização do recalque, onde os valores podem ser observados na tabela 4.

**Tabela 4 – Diferença de nível um mês após a execução da estaca mega.**

Ponto de referência	Diferença de nível (cm)
P1	0,0
P2	1,0
P3	0,85
P4	0,9
P5	1,4
P6	1,6
P7	1,5
P8	0,75
P9	0,35
P10	-0,25
P11	-1,35
P12	-2,1
P13	-0,8
P14	-1,0

Fonte: Adaptado pelo autor

A medição apurada, de acordo com tabela 4, evidencia a possível estabilização do recalque até o momento, pois as alterações nos valores foram irrelevantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Mangueira de nível foi um instrumento fundamental para análise do estudo, pois, serviu de base para comprovar a estabilização do recalque diferencial da obra estudada. Existem outros métodos de monitoramento de recalque, porém, como o intuito maior deste trabalho é demonstrar a estabilização do recalque diferencial, julgou-se o nível de mangueira um método rápido, de baixo custo e de fácil execução para demonstrar tal efeito. Vale lembrar ainda que, o nível de mangueira pode ser influenciado pela variação das condições climáticas, mau uso e pela presença de bolhas no seu interior, podendo ocorrer erros que podem ter passado despercebidos.

Pôde-se perceber ainda, a dificuldade de verificar o nível quando se trata de pequenas medidas, ou seja, o nível de mangueira tem sua melhor aplicação em medições de maiores amplitudes.

Novos estudos são imprescindíveis para que se avalie de forma mais minuciosa a eficiência da estaca mega na estabilização de recalque diferencial, utilizando-se de equipamentos mais rigorosos para minimização de possíveis erros.

## CONCLUSÃO

A estaca mega é um recurso utilizado para reforçar estruturas de fundação de modo que elas suportem as cargas atuantes sobre as mesmas. Muitas das patologias que acometem a construção civil podem ser corrigidas ou amenizadas com a aplicação de tal técnica.

A mangueira de nível não apresentou ser um instrumento preciso na avaliação do recalque diferencial, por se tratar de medidas milimétricas, sendo passível de erros.

Portanto, apesar do pouco tempo decorrido após o reforço da fundação utilizando estaca mega, conclui-se que, a estaca mega é uma técnica eficiente no que se refere a reforço de fundação e ainda, mediante a comparação realizada entre as medições dos níveis, pôde-se constatar que a estabilização do recalque diferencial foi positiva até o momento, atendendo todas as necessidades técnicas para dar andamento na referida obra.

## REFERÊNCIAS

APOSTILA DE FUNDAÇÕES: Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/96815277/Apostila-de-fundacoes-Recalque#scribd>. Acessado em: Abril, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto e Execução de Fundações**. NBR 6122, 2010.

HACHICH, W. *et al.* **Fundações: Teoria e Prática**. São Paulo: PINI, 1998.

TÉCHNE. **Recuperação por baixo: Técnicas permitem interromper recalques de fundações e reforçar vários tipos de estacas**. Edição 127, jul/2007. p. 47.

VARGAS, Milton. **Fundações em Edifícios**. São Paulo, 1979.