



UNIARA

Universidade de Araraquara

REFORÇO DE FUNDAÇÃO COM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O MÉTODO ESTACA MEGA: ANÁLISE EM UMA OBRA NO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA – SP.

STRENGTHENING FOUNDATION WITH A CASE STUDY USING THE MEGA STAKE METHOD: ANALYSIS IN A WORK IN THE MUNICIPALITY OF ARARAQUARA – SP

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i10.2072>

Beatriz Stephany Bergamo Cardoso¹
Gerson de Marco²
José Eduardo Quaresma³

Resumo: Esse trabalho tem como principal objetivo a análise da interação do solo-estrutura tendo ligação direta com os movimentos diferenciais de fundações, responsáveis por notáveis danos as estruturas. O presente artigo tem como ideal demonstrar a importância do conhecimento geral das patologias do solo e da precoce identificação de problemas causados por elas, que são causadas por recalque diferencial na fundação devido a inúmeros fatores externos e internos. Essas patologias se manifestam e, com o passar do tempo, se tornam visíveis e por isso, a identificação da origem e causa é de extrema importância para obter a melhor solução para o problema, evitando danos nas estruturas e possíveis desabamentos no futuro, caso a estrutura sofra alguma alteração. Como por exemplo, pequenas e médias reformas. Após estudar cuidadosamente a revisão bibliográfica e a análise do caso, foi estabelecida a melhor forma de eliminar esse problema para que a estrutura siga em perfeita performance e, posteriormente, sofra alterações internas sem que isso prejudique a parte estrutural da construção e tudo siga em perfeita harmonia e segurança.

Palavras-chave: Estrutural. Fundações. Patologias. Solo.

Abstract: This work has as main objective the analysis of the soil-structure interaction having a direct connection with the differential movements of foundations, responsible for notable damages to the structures. This article aims to demonstrate the importance of general knowledge of soil pathologies and the premature identification of the problems caused by them, which are caused by differential repression in the foundation due to many external and internal factors. These pathologies manifest themselves and, with the passage of time, become visible and therefore, the identification of the origin and cause is extremely important to obtain the best solution to the problem, avoiding damage to the structures and possible collapses in the future, if the structure suffer any change. For example, small and medium reforms. After carefully studying the literature review and the analysis of the case, the best way to eliminate this problem was established. The structure continues in perfect performance and, after that, go through internal changes without harming the structural part of the construction and everything goes in perfect harmony and security.

Key-words: Structural. Foundations. Pathologies. Soil.

¹ Graduando no Curso Bacharelado de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: beatriz_stephany99@hotmail.com

² Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: gdmarco@uniara.edu.br

³ Coordenador. Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: jequaresma@uniara.com.br

1. INTRODUÇÃO

A palavra fundação, segundo o dicionário, significa o ato ou efeito de fundar, de erigir, de construir conjunto de obras necessárias para sustentar e assentar os fundamentos de uma edificação, bem como para transmitir suas cargas diretamente ao solo; alicerce, base, fundamento (MICHAELIS, 2018 apud SILVA; SILVA, 2018). Segundo “Teoria das Estruturas” (1978), na Engenharia Civil, fundações são os elementos estruturais com função de transmitir as cargas das construções ao solo que ela se encontra apoiada.

Existem diversos tipos de fundações, e o que faz com que seja determinada a escolha do tipo de fundação a ser executada são as análises do solo, análises de fatores externos, fatores econômicos e o carregamento da estrutura são fatores primordiais. A análise específica do solo é de extrema importância devido à variedade de solo que temos em cada região, podendo sofrer alterações de acordo com inúmeros fatores.

A responsabilidade do engenheiro encarregado pela escolha e execução da fundação é grande, ele deverá prioritariamente analisar o solo e se algo não estiver de acordo para que ocorra uma perfeita execução, deve providenciar uma solução imediatamente. Os conhecimentos de todas as informações da construção são necessários para que ele alinhe uma boa execução com a viabilidade econômica, tendo como um dos objetivos principais o baixo custo, sem comprometer a qualidade dos materiais e da execução.

A escolha inadequada da fundação a ser executada resultará em futuros problemas com patologia do solo ou até mesmo, em casos piores, o colapso da construção que está sendo realizada e problemas com edificações vizinhas.

Esse trabalho, tem como objetivo analisar o reforço de fundação com estaca mega, também conhecida como estaca cravada à reação ou estaca prensada. A análise da execução será feita em uma obra residencial localizada no município de Araraquara – SP.

Segundo Alonso (1991), a estaca mega é cravada em segmentos de concreto pré-moldado com o auxílio de um macaco hidráulico. O reforço de fundação com estaca mega é de extrema necessidade e importância quando há um aumento de carga estrutural, ela faz com que a base fique mais forte e resistente para garantir que a construção se mantenha em pé e possa, futuramente, sofrer alterações.

Essa análise trata-se de um imóvel que foi construído em 1975, localizado no município de Araraquara, no estado de São Paulo. Será necessário a execução do reforço de fundação pois a estrutura começou a apresentar fissuras em pontos específicos devido ao recalque diferencial sofrido na estrutura e para que, futuramente, a estrutura possa sofrer alterações e reformas sem que sua parte estrutural seja afetada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fundações

De acordo com Silva e Silva (2018), as fundações são separadas, basicamente, em dois grupos: fundações superficiais, que são conhecidas também como fundações diretas ou rasas e fundações profundas.

Segundo a NBR 6122, criada pela Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT, 2010 apud SILVA; SILVA, 2018), fundação superficial é conceituada como o elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno por meio das pressões distribuídas sob a base da fundação, tendo a profundidade de assentamento, em relação ao terreno adjacente, inferior à duas vezes a menor dimensão da fundação.

Já a fundação profunda é definida como o “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”, estando assentado numa profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta e com no mínimo três metros, podendo ser diferente caso haja justificativa (ABNT, 2010 apud SILVA; SILVA, 2018).

2.1.1. Fundação superficial ou rasa ou direta

Segundo Pereira (2017), a fundação superficial rasa ou direta é aquela em que a carga é transmitida ao solo utilizando-se de elementos superficiais, não necessitando de equipamentos de grande porte para cravar ou escavar seus componentes, podendo, até, ser realizada de forma manual.

De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010 apud SILVA; SILVA, 2018), dentre este tipo de fundação estão as sapatas, os blocos, os radiers, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas.

A sapata (figura 1) é um elemento de fundação superficial de concreto armado, que se dimensiona de modo que as tensões de tração nele produzidas sejam resistidas pelo emprego da armadura e não por ele. Sua espessura pode ser constante ou variável, podendo ser a base quadrada, retangular ou trapezoidal (SILVA; SILVA, 2018).

Pereira (2017) explica que a fundação direta é executada nas primeiras camadas do solo, por isso é considerada “superficial”.

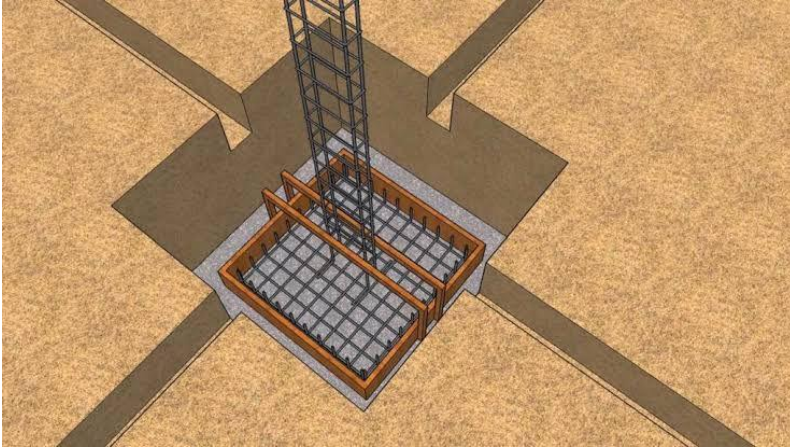


Figura 1: Sapata
Fonte: (DOCEOBRA, 2022)

Em relação ao bloco de fundação (figura 2), Silva e Silva (2018) relatam que ele é um elemento de fundação superficial de concreto, em que as tensões de tração nele produzidas podem ser resistidas pelo concreto, o que torna desnecessária uma armadura. Ele pode ter faces verticais, inclinadas ou escalonadas e se apresentar em planta seção de forma quadrada ou retangular.



Figura 2: Bloco fundação
Fonte: (GFORTESENGENHARIA, 2020)

Em relação ao radier (figura 3), Silva e Silva (2018) o conceitua como um elemento de fundação superficial que se compõe por todos os pilares da obra ou pelos carregamentos destruídos, como tanques, depósitos, silos, dentre outros.



Figura 3: Radier.
Fonte: (ESCOLA ENGENHARIA, 2020)

2.1.2. Fundação profunda ou indireta

As fundações profundas ou indiretas, segundo Pereira (2017), são executadas nas camadas mais profundas do solo, o que demanda, na maioria das vezes, do uso de equipamentos de escavação ou cravação para realizar tais fundações.

De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010 apud SILVA; SILVA, 2018), neste tipo de fundação, estão incluídos os tubulões, os caixões e as estacas.

No que diz respeito ao tubulão, ele é um elemento de fundação profunda cilíndrico, que, pelo menos em sua etapa final, precisa que o operário desça até o final da escavação (SILVA; SILVA, 2018).

Este tipo de fundação pode ser feito a céu aberto ou sob ar comprimido (pneumático). Para este, a NBR 15 (ABNT, 2010 apud SILVA; SILVA, 2018), que dispõe sobre as normas de segurança de trabalho, defende a necessidade de se seguir as recomendações de um órgão competente de segurança e medicina do trabalho, para que a fundação seja adequada de maneira adequada e com segurança.

O tubulão “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” (SILVA; SILVA, 2018, p.6).

No que se refere às estacas, Silva e Silva (2018) as conceituam como os elementos de fundação profunda que são executados inteiramente por equipamentos ou ferramentas, não havendo descida do operário em nenhum momento.

Nas estacas, os materiais empregados podem ser de madeira, de aço, de concreto pré-moldado, de concreto *in situ* ou mistos, conforme explicam Silva e Silva (2018).

2.2. Definições de solo

De acordo com Silva e Silva (2018), para se realizar corretamente um projeto de fundação, é preciso levar em consideração o tipo de solo onde será construído o edifício.

Pereira (2017) diz que, para utilizar a fundação rasa, o solo deve ser composto por areia compacta, argila mole, ter presença de lençol freático e aterro compactado.

Já as fundações profundas podem ser realizadas em qualquer tipo de solo, segundo Pereira (2017), desde que agindo de acordo com a segurança e a viabilidade técnica e econômica definidas por um engenheiro civil.

Segundo Hachich (1996 apud SILVA; SILVA, 2018), para definir o tipo de fundação, é recomendável a realização de investigações geotécnicas, como sondagem de simples reconhecimento a percussão (SPT); medição de torque em sondagens de simples reconhecimento (SPT-T); e índice de torque (TR) e conceito de N equivalentes (NEP).

O solo, que é formado de partículas sólidas, espaços vazios que contêm água (ou outro líquido) e ar, que se deslocam e interagem entre si, pode se comportar de acordo com as cargas transmitidas diretamente sobre ele. Quando há solicitação, essas partículas podem se romper, alterando o próprio solo e, por consequência, seu desempenho (SILVA; SILVA, 2018).

De acordo com Thomas (1989 apud SILVA; SILVA, 2018), todo solo que sofre alguma ação de carregamento externo, independente da proporção, acaba por se deformar, entretanto, se essa deformação, com o tempo, se tornar diferenciada, será intensificada a tensão na estrutura da edificação, o que pode gerar fissuras e, até mesmo, trincas, que são consideradas patologias dentro da engenharia civil.

2.3. Patologias em fundações

De acordo com Alonso (2019 apud PEREIRA JÚNIOR, 2020), dentre os problemas que podem aparecer numa edificação durante e após sua construção e que demanda de elevados custos de reparo têm os relacionados às fundações.

Segundo Milititsky (2005 apud SILVA; SILVA, 2018), estes problemas/patologias em fundações acontecem, na maioria das vezes, devido à ausência ou ineficiência da investigação do subsolo, numa proporção de 80% dos casos que apresentaram patologias em fundações.

Conforme relata Pereira Júnior (2020), as patologias em fundações conceituam-se como impactos negativos advindos da interrupção das funções e finalidades reparadoras, por

parte dos responsáveis, o que não mantêm a edificação em bom estado.

Para Calisto e Koswoski (2015 apud SILVA; SILVA, 2018), os principais problemas decorrentes da ausência de investigação para fundações rasas são:

- 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.
- Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando em recalques inadmissíveis ou ruptura.
- Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultando grandes deformações.
- Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques, resultando grandes deformações (CALISTO; KOSWOSKI, 2015 apud SILVA; SILVA, 2018, p.8).

Em relação às fundações profundas, Calisto e Koswoski (2015 apud SILVA; SILVA, 2018) apresentam, também, os problemas que normalmente acontece se não for realizada investigação, como:

- Ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível nominal adotada para a estaca.
- Geometria inadequada, comprimento ou diâmetro inferiores aos necessários.
- Estacas de tipo inadequada ao subsolo resultando mau comportamento.
- Estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com recalques incompatíveis com a obra (CALISTO; KOSWOSKI, 2015 apud SILVA; SILVA, 2018, p.9).

A investigação é uma forma de se encontrar os problemas ou de evitá-los, pois, como Lititsky et al. (2015 apud PEREIRA JÚNIOR, 2020) explana, para se evitar as patologias é preciso determinar as principais fontes de problemas nas fundações, o que possibilita uma redução significativa da origem do problema.

Quando já existe o problema, Pereira Júnior (2020) fala que essa investigação do aspecto geológico e geotérmico do terreno determina a patologia da fundação do terreno que abriga a construção, facilitando o planejamento da reparação a ser executada, seguramente.

Dentre as principais patologias que podem se apresentarem nas fundações, têm-se as fissuras, as deslocamentos, os assentamentos e as rotações, que, segundo Alonso (2020 apud PEREIRA JÚNIOR, 2020), podem afetar a estrutura da edificação.

2.4. Recalque de fundações

De acordo com Rebello (2008 apud SANTOS, 2014), recalque é a deformação do solo que foi submetido a cargas, fazendo com que a fundação se movimente e, dependendo da intensidade, essa movimentação pode causar sérios danos à estrutura da edificação.

Segundo Thomas (1989 apud SILVA; SILVA, 2018), a intensidade dos recalques nas fundações rasas dependerá das características do solo e/ou das dimensões da estrutura da fundação.

Nas fundações profundas, existem inúmeras situações desfavoráveis no que se relaciona a recalques diferenciados (SILVA; SILVA, 2018). Exemplos destas situações, segundo Mello (1975 apud SILVA; SILVA, 2018), são as estacas flutuantes, as estacas muito profundas, o efeito de agrupamento das estacas e elevado atrito lateral mobilizado.

No caso de solos firmes, como a argila dura ou a areia compacta, os recalques constituem-se, basicamente, de deformações por função da carga atuante e deformação do solo. Em solos fofos e moles os recalques acontecem por causa da redução do volume de solo, pois onde está situado o bulbo de tensões nas fundações, a água tem a tendência de percorrer locais com pressões menores (THOMAS, 1989 apud SILVA; SILVA, 2018).

De acordo com Schneider (2020), a maioria dos solos granulados podem apresentar uma variação volumétrica mais rápida do que os solos argilosos, pois são altamente permeáveis, enquanto que os outros possuem baixa permeabilidade, o que torna mais moroso o processo de variação.

Conforme relata Schneider (2020), de modo geral, o recalque é o resultado de uma interação entre o solo e a carga sobre ele, tendo como principal reação a variação volumétrica ou da forma do maciço do solo que fica abaixo da fundação, devido à eliminação de vazios, como a expulsão da água ou do ar nestes vazios; e a compressibilidade dos grãos, apesar de, em alguns solos, ela ser considerada desprezível em relação aos vazios.

Schneider (2020) salienta que o recalque acontece em todas as edificações e nas fundações, ele é o principal responsável pelo surgimento de patologias na superestrutura, como com o aparecimento de fissuras na alvenaria. Assim, é preciso encontrar formas de melhor evitar grandes ações decorrentes de recalques.

2.5. Tipos de recalques

De acordo com Schneider (2020), os recalques podem acontecer devido a deformações tanto verticais quanto horizontais, podendo ser divididos em três características principais, que são recalques imediatos ou não drenados (elásticos), recalques primários de adensamento e recalques secundários de adensamento. Para Silva e Silvas (2018), ainda existe o recalque por escoamento lateral.

Alonso (1991) relata que quando um elemento de fundação se desloca verticalmente,

ocorre um recalque absoluto. Quando dois ou mais elementos de fundação se deslocam, sua diferença é denominada recalque diferencial, sendo grande responsável por fissuras, já que os elementos estão abalados de forma diferente.

Devido a isso, segundo Schneider (2020), para se evitar recalques diferenciais, os recalques absolutos devem ser controlados, pois quanto maiores eles forem, maiores são os diferenciais, salvo os recalques absolutos de mesma ordem de grandeza.

2.5.1. Recalque imediato ou elástico

De acordo com Rebello (2008 apud SILVA; SILVA, 2018), o recalque imediato ou elástico acontece frequentemente em solos não argilosos, apresentando deformação logo após a aplicação dos elementos da fundação.

Em concordância, Schneider (2020) relata que o recalque imediato, que ocorre em solos arenosos e em saturados, se mostra imediatamente quando a carga é transferida ao arcabouço sólido.

O solo de modo geral trabalha de maneira elástica, ou seja, fisicamente ele parte do princípio de molas. Sendo assim, os excessos iniciais de poropressão que são oriundos de um carregamento, não se igualam à tensão vertical, assim a parcela transmitida instantaneamente à mola resulta em uma variação de tensão efetiva. Com isso, a partir dessa variação, o solo varia também de volume, que é chamado recalque imediato ou não drenado (SCHNEIDER, 2020, p.3).

Segundo Teixeira e Godoy (1998 apud SILVA; SILVA, 2018), para se definir o recalque como imediato, deve-se levar em consideração alguns fatores, como rigidez da fundação; profundidade; formato; e espessura da camada deformável.

2.5.2. Recalques por adensamento

De acordo com Caputo (2012 apud SILVA; SILVA, 2018), a deformação do solo por adensamento ocorre devido ao fechamento dos vazios pela expulsão da água em função da pressão da fundação aplicada no mesmo, o que diminui o maciço de solo. No solo argiloso, esse processo de adensamento é muito lento, pois é baixo o coeficiente de permeabilidade da argila.

Schneider (2020) relata que existem dois tipos de recalque por adensamento, sendo um o recalque primário, que acontece, basicamente pela redução de vazios do solo, que ocorre de acordo com o grau de permeabilidade do solo, podendo durar de horas a anos; e recalque secundário, também chamado de *creep*, que tem relação com as deformações

apresentadas quando é finalizado o recalque primário, ou seja, quando as tensões efetivas já se estabilizaram e se são de forma constante.

Segundo Rebello (2008 apud SILVA; SILVA, 2018, p.10), “quando toda água é expulsa dos vazios, o recalque por adensamento é estabilizado, não havendo mais a diminuição do volume do solo”.

2.5.3. Recalque por escoamento lateral

De acordo com Rebello (2008 apud SILVA; SILVA, 2018, p.10), o recalque por escoamento lateral é uma patologia que “trata-se da movimentação do solo localizado em uma região de grandes tensões para regiões de baixas tensões, ou seja, o deslocamento se dá do centro para a lateral”.

Caputo (2012 apud SILVA; SILVA, 2018) relata que a deformação por escoamento lateral ocorre de forma mais acentuada em solos não coesivos sob fundações superficiais ou rasas.

2.6. Sistemas de reforço de fundações

De acordo com Silva e Silva (2018), são vários os fatores que atuam negativamente na fundação. Isso faz com que seja necessária uma intervenção solo-fundação-estrutura, para que se modifique seu desempenho.

Conforme explana Schneider (2020), para se realizar esta intervenção, é de extrema importância que o recalque de fundações seja considerado em projeto, sendo este de relevante importância para com a efetivação de uma edificação de qualidade e excelência.

Se o recalque de fundações não for considerado no projeto, é possível que ele cause danos irreparáveis em uma estrutura, o que pode resultar até em rupturas na estrutura e na fundação desta edificação (SCHNEIDER, 2020).

Para se definir qual será o tipo de reforço, no projeto, deve conter informações como o tipo de solo, o nível de carregamento, os custos desta etapa da obra, o grau de influências externas, dentre outras, segundo explicam Silva e Silva (2018).

De acordo com Silva e Silva (2018), os tipos mais comuns de reforço de fundações são:

- Estaca raiz: processo executivo feito *in loco*, utilizando equipamentos mecânicos, como perfuratrizes hidráulicas, mecânicas ou pneumáticas, por rotação ou roto-percussão. Ele deve ser revestido por tubo metálico, com o intuito de garantir a estabilidade de perfuração do solo, bem como não causar vibrações, conforme o método de execução. “Havendo a necessidade de atravessar matacões, blocos de concretos ou embuti-las em rocha, completa-

se a perfuração com o uso de martelo hidráulico até atingir a profundidade desejada” (GEOFIX FUNDAÇÕES, 2018 apud SILVA; SILVA; 2018, p.13);

- Injeções de cimento: processo que proporciona melhoria nas características dos maciços terrosos e rochosos, o que aumenta sua resitência e impermeabilidade. Neste caso, é injetada uma camada de cimento por meio de tubos galvanizados de 2” a 3” de diâmetro no solo abaixo até a cota pretendida (CAPUTO, 2012 apud SILVA; SILVA, 2018);

- Estada mega (estada de reação): processo em que são introduzidos cilindros metálicos ou de concreto sobre a fundação existente, que, por meio da carga transferida por um macaco hidráulico, são empurrados ao solo. “O reforço é realizado por meio de acessos escavados até cerca de 1,5 metros de profundidade abaixo da fundação” (SILVA; SILVA, 2018, p.15).

3. ESTUDO E ANÁLISE DE CASO

O objeto de análise e estudo é uma residência unifamiliar de 460m² de construção e terreno de 40x20m², totalizando 800m². Situado na Rua Bento de Barros, nº 142, bairro Vila Xavier em Araraquara – SP.

A residência foi construída em 1975 e ao decorrer dos anos, essa residência foi passada de geração em geração. Após a tentativa falha de venda, surgiu o interesse de reformar toda a área construída para aumentar o conforto e acomodação do novo proprietário.

Depois de um período, a residência começou a apresentar fissuras (figura 4) em pontos específicos, devido ao recalque diferencial sofrido na estrutura.



Figura 4: Trincas horizontais causadas pelo recalque da fundação.
Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA)

Foi concluído que seria necessário executar um reforço de fundação para que a

estrutura suporte alterações, como por exemplo, uma reforma geral. Após um breve estudo estrutural da residência e do solo da região, a opção tomada como solução foi usar estacas mega como reforço devido ao seu curto tempo de execução, ao espaço livre na residência e ao baixo valor se comparado com outros tipos de estacas usadas como reforços de fundações. Foi analisado a localização e a característica de cada fissura e delimitados os pontos necessários de reforço. A área foi estudada e após decidido que seriam 13 pontos de reforços. Foram escavadas aberturas entre 1,20 e 1,50 metros de profundidade para possibilitar e facilitar o acesso de um operário para a execução. Essa abertura permitiu a escavação exata do local abaixo da estrutura onde teria que ser feita a colocação das estacas, conforme mostrado nas Figura 5.



Figura 5: Macaco hidráulico e abertura para operário.
Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA)

Em seguida, foi colocado o macaco hidráulico na abertura e deu-se início a execução propriamente dita do método escolhido, Estaca Mega. Observe a Figura 6.



Figura 6: Macaco hidráulico devidamente encaixado para execução.
Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA)

A estaca de concreto foi posicionada no solo exatamente embaixo da estrutura, onde o equipamento empurrou as estacas uma por vez contra o solo usando o peso da residência como base de apoio em conjunto com a viga de concreto pré-moldada e sempre é necessário a verificação da pressão exercida no macaco hidráulico na estaca pré-moldada, a qual ficou sempre em torno de 15tf, sofrendo uma pequena variação durante a execução. A verificação ocorre para que assim seja possível saber se o número de estacas colocado será suficiente para o reforço.

Logo após isso, foi finalizada a estrutura da estaca mega colocando os devidos componentes de pré moldados necessários, sendo eles, cunhas de concreto, estacas de reação e cabeçote de concreto. Para finalizar, retira-se o equipamento após todos os segmentos estarem devidamente posicionados. A Figura 7 mostra a estrutura da estaca mega finalizada com todos os componentes.



Figura 7: Estaca mega finalizada e seus componentes.
Fonte: (AUTORIA PRÓPRIA)

Com a estaca mega finalizada e o processo de execução concluído com sucesso, a abertura foi aterrada com solo e apiloada para o máximo preenchimento dos vazios, assim, evitando a possibilidade de possíveis recalques diferenciais nessa região.

4. CONCLUSÃO

O presente artigo lista as principais causas de recalques em fundações e as patologias decorrentes da movimentação do solo. O objetivo foi identificar a causa e solucionar o problema de movimentação da fundação da melhor forma possível.

Apresentou-se, através da análise e estudo do caso, uma experiência profissional com a intenção de abranger o conhecimento relacionado a patologias do solo e, também, contribuir com o meio técnico.

Foi concluído que a melhor forma de prevenção ao recalque de fundações é a realização de estudos geotécnicos e análises de solo, sempre acompanhado por um profissional capacitado, o qual, após analisar as condições do local, pode sugerir que seja feitas outras investigações e um número de sondagens superior ao mínimo que foi pensado ou executado em projeto.

Esse processo executivo deve seguir as orientações técnicas para que os esforços da estrutura atuem no solo na intensidade que foi projetada e prevista.

Portanto, a partir desse trabalho podemos concluir que após a identificação do motivo que causou os recalques de fundações, ou seja, as patologias, é necessário que seja elaborado o controle deles com reforços extras.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Deus pela saúde e a oportunidade de viver isso.

Em seguida, gostaria de agradecer o apoio e ajuda de todos os docentes da Uniara, em especial ao meu orientador Gerson de Marco e meu coorientador José Eduardo Quaresma.

Agradeço também aos meus pais e meu irmão, sem eles esse sonho não se tornaria realidade. Ao meu companheiro de vida, Willer Muniz, serei eternamente grata por nunca me deixar desistir e sempre me apoiar em todas as situações.

Também agradeço por toda ajuda e apoio de amigos e familiares.

E por fim, gostaria de dedicar esse artigo para duas pessoas de extrema importância para que tudo isso se tornasse realidade. Minha mãe, Girlene Bergamo e minha tia, Aparecida Bergamo. Sem o apoio de vocês, isso tudo não passaria de um sonho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, U. R. **Previsão e controle das fundações**. São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

DOCEOBRA. **Sapata isolada – O que é/ Vantagens/ Aplicações**. 2022. Disponível em: <https://casaconstrucao.org/materiais/sapata-isolada/> >. Acesso em: 17 ago. 2022.

ESCOLA ENGENHARIA. **Radier**. 2020. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/radier/> > . Acesso em 11 mai. 2022.

GFORTESENGENHARIA. **Fundação para blocos de concreto consolação**. 2020. Disponível: <http://www.engenhariadecriacao.com.br/fundacoes/fundacao-para-alvenaria-estrutural/fundacao-para-blocos-de-concreto-consolacao> >. Acesso em: 11 mai. 2022.

PEREIRA, C. **Tipos de fundação**. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-fundacoes/> >. Acesso em: 18 ago. 2022.

PEREIRA JÚNIOR, M.C. **Patologia em fundações: identificação e prevenção de problemas**. 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/patologia-em-fundacoes> >. Acesso em: 23 ago. 2022.

SANTOS, G.V. **Patologias devido ao recalque diferencial em fundações**. 2014. Disponível em: https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6389/1/21113_271.pdf >. Acesso em: 18

ago. 2022.

SCHNEIDER, N. **Recalque em fundações**: definição, tipos de recalque e relação com engenharia de fundações. 2020. Disponível em: <https://nelsoschneider.com.br/recalque-em-fundacoes/> >. Acesso em: 18 ago. 2022.

SILVA, A.S.; SILVA, W.H. **Patologias e reforço de fundações com estudo de caso utilizando o método de estacas mega**. 2018. Disponível em: <https://servicos.unitoledo.br/repositorio/bitstream/7574/2173/3/PATOLOGIAS%20E%20REFOR%C3%87O%20DE%20FUNDA%C3%87%C3%95ES%20COM%20ESTUDO%20DE%20CASO%20UTILIZANDO%20O%20M%C3%89TODO%20DE%20ESTACAS%20MEGA.pdf> >. Acesso em: 11 mai. 2

