

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO
PATROCÍNIO
Graduação em Engenharia Civil

GUSTAVO SILVA FELIX

UMA ANÁLISE SOBRE AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
PRESENTES EM FUNDAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

PATROCÍNIO – MG
2018

GUSTAVO SILVA FELIX

**UMA ANÁLISE SOBRE AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
PRESENTES EM FUNDAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção do grau de Bacharelado em
Engenharia Civil, pelo Centro Universitário
do Cerrado.

Orientador: Es. Wagner Marcio Bernardes

**PATROCÍNIO - MG
2018**

DEDICO este estudo a mim, a minha família que me apoiou sempre no que lhe foi possível, e ao professor Wagner que não mediu esforços para me ajudar a trilhar o conhecimento e êxito deste trabalho, enfim, muitíssimo obrigado.

RESUMO

FELIX, G. S. Uma análise das manifestações patológicas mais presentes em fundações na engenharia civil.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil): Centro Universitário do Cerrado Patrocínio – UNICERP, Patrocínio, 2018. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário do Cerrado Patrocínio, que tem como o objetivo explicar sobre a importância de conhecer a estrutura que é a fundação e conhecer suas anomalias ou doenças chamadas de patologias, expondo alguns métodos para a prevenção destes problemas a estrutura, e apresentando um caso prático deste problema com um empreendimento realizado na cidade de Patrocínio – MG, expondo os métodos de identificação das causas dos problemas, e logo em seguida a soluções adotada para o reforço da estrutura.

Palavras-chaves: Patologias, Fundações, Construção Civil, Estrutura.

ABSTRACT

FELIX, G. S. An analysis of the most present pathological manifestations foundations in civil engineering.

Term paper (Civil Engineer Bachelor): Centro Universitário do Cerrado Patrocínio – UNICERP, Patrocínio, 2018. The present work, presented to Centro Universitário do Cerrado Patrocínio, aims to explain about the importance of knowing the structure that is the foundation and know its anomalies, or diseases also known as pathologies, showing some methods to prevent problems to the structure and presenting a practical case about this problem with an enterprise realized in the city of Patrocínio – MG, showing the methods to identifying the causes of this problems and, in the sequence, the solution adopted for the structure reinforcement.

Keywords: pathologies, foundation, construction, structure.

Lista de Figuras

Figura 01 - Representação de sondagem insuficiente.....	12
Figura 02 – Influência de matacões.....	13
Figura 03 – Desconhecimento do comportamento real da fundação.....	15
Figura 04 – Patologias em estacas escavadas.....	17
Figura 05 – Trinca na estrutura.....	19
Figura 06 – Planta de situação.....	21
Figura 07 – Trinca 45°.....	22

LISTA DE SIGLAS

SPT - Standard Penetration Test.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR - Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

L – Comprimento

M² - Metros quadrados

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivo específico	10
3 DESENVOLVIMENTO	11
3.1 Ausência de investigação do solo	11
3.2 Investigação com falhas.....	12
3.3 Ocorrência de matacões	13
3.4 Desafios para melhoria da investigação	13
3.5 Análise de projeto	14
3.6 Problemas envolvendo o desconhecimento real das Fundações	15
3.7 Execução	15
3.8 Fundações superficiais.....	16
3.9 Problemas envolvendo elementos estruturais da fundação.....	16
4 Fundações profundas	16
4.1 Estacas escavadas	17
5 ESTUDO DE CASO	18
5.1 Caracterização do imóvel e inspeção	20
5.1 Análise	20
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
7 CONCLUSÃO	24

REFERÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

As fundações são essenciais no processo da construção de uma edificação, sendo essa iniciada pelo processo de sondagem do terreno onde ela será erguida. O levantamento de informações referentes ao terreno identifica as camadas do solo e sua resistência. Caso não seja possível utilizar o tipo de sondagem SPT “Standard Penetration Test”, ou seja, “Teste de Penetração Padrão”, uma tática muito usada pelos construtores e engenheiros civis, utiliza-se muito do método de se fazer uma entrevista com os moradores das casas vizinhas com o mesmo porte da edificação que será executada no local, com objetivo de obter informações sobre o solo para a escolha da fundação mais adequada para cada situação específica. Essas informações são fundamentais para que a fundação seja realizada de forma adequada, para que não haja imprevistos no decorrer da obra.

As fundações são estruturas realizadas em obras de construção civil, com finalidade de transmitir cargas existentes na edificação para uma camada resistente, ou não, de um solo, sendo então essencial para o processo de construção de uma estrutura. Esta etapa da obra é de suma importância, pois a fundação é responsável por transferir as cargas provenientes de vigas, pilares, e lajes e etc para o solo.

Segundo (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015), o comportamento da fundação à longo prazo pode vir a ser afetado por inúmeros fatores, sendo alguns deles fáceis de serem identificados, como é o caso dos problemas encontrados no projeto estrutural, ou aqueles que necessitam conhecimento do solo ao qual será executada a fundação.

Para (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015), o custo de uma fundação é muito variável, pois depende de vários fatores, assim como as condições do subsolo, que em muitos casos pode se situar na faixa de 3% a 6% do custo total da obra para a qual irá servir como elemento de base. Já em casos especiais, como em solos com deficiência de resistência e condições adversas do terreno podem surgir porcentagens superiores, chegando a uma estimativa de 10% a 15% do custo global; pode-se afirmar que a ocorrência de patologias e a necessidade de reforço da fundação implicam, além de

custos que podem chegar a valores muitas vezes superiores ao custo inicial, no abalo da imagem do profissional envolvido na construção, caros e desgastantes processos para identificação das causas e responsabilidades, entre outras complicações.

Em suma patologia das fundações é o estudo das causas e os efeitos dos problemas nas mesmas, tendo então a necessidade de elaborar o diagnostico adequado para solucionar o problema. Para que haja essa correção após o problema, a etapa mais difícil é encontrar as causas e os mecanismos responsáveis pelo mau comportamento da estrutura.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver uma revisão sobre o tema para assim acarretar o entendimento das patologias e suas causas para os profissionais da área de construção civil, demonstrando alguns casos de manifestação patológica que consiste na expressão de um mecanismo de degradação da estrutura, ajudando assim a prevenção das mesmas.

2.2 Objetivo específico

Apresentar um exemplo real de patologia, em uma edificação da região de Patrocínio – MG.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Ausência de investigação do solo

Para (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015), a frequente displicência na investigação do solo por parte dos construtores e engenheiros é a causa mais frequente de problemas de fundações. Na medida em que o solo é o meio que vai suportar as cargas, sua identificação e a caracterização de seu comportamento são essências para a solução do problema.

Um dos métodos mais utilizados para a investigação do solo é sem dúvida o ensaio SPT, onde ele é conhecido como a sondagem à percussão ou sondagem de simples reconhecimento, sendo essa responsável pelo processo de reconhecimento do solo, usado normalmente para solos granulares, e solos coesivos.

Usado pela engenharia civil para definir o tipo de dimensionamento para as fundações que servirão de base para a edificação, e com este ensaio é possível identificar as diferentes camadas do solo que compõem o subsolo, classificação do solo de cada camada, o nível do lençol freático e a capacidade de carga do solo em várias profundidades.

Segundo (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015) uma ação bastante frequente em obras de pequeno porte, em geral por motivos econômicos, mas também presente em obras de médio porte, ausência de investigação do subsolo, sendo essa uma prática inaceitável à engenharia. A normalização vigente (ABNT NBR 6122/2010; ABNT NBR 8060/1983) e o bom senso devem nortear o tipo de programa de investigação, o mínimo de furos de sondagem e a profundidade de exploração.

Um caso a ser considerado é a investigação do solo, porém ela é insuficiente, e isso pode afetar no comportamento da fundação projetada, alguns exemplos de quando acontece este caso seria a profundidade de investigação insuficiente e propriedades de comportamento não determinadas por necessidade de ensaios especiais

3.3 Ocorrência de matacões

Os matacões são blocos de rocha que podem ser subterrâneos ou superficialmente expostos. Geralmente têm formato arredondado, moldados pela ação de intemperismos, os matacões podem causar problemas na interpretação nas sondagens, uma investigação de solo mal feita, ou uma interpretação ruim pode levar a um projeto mal elaborado, acarretando futuros problemas na estrutura da edificação, recalques entre outras consequências. Na figura 02 a seguir podemos ver alguns exemplos de matacões e de uma falha na interpretação da sondagem.

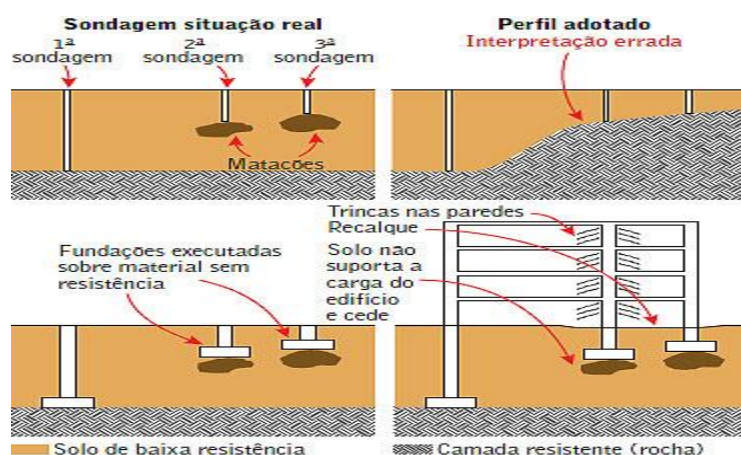


Figura 02 – Influência de matacões.
Fonte: Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015.

3.4 Desafios para melhoria da investigação do solo

Criar-se uma cultura que a investigação de solo não é um custo, mas sim um investimento para o bom comportamento da estrutura, e de que esse procedimento simples resulta em menores custos globais nas edificações, com maior segurança e minimizando incertezas e patologias decorrentes de problemas construtivos.

Ensaio de SPT devem ser realizados por técnicos (pessoal treinado) utilizando equipamentos calibrados e procedimentos normalizados de acordo com a NBR 6484/2001, e supervisionados pelo Contratante, e é importante a experiência das empresas e os profissionais. A maior incidência de patologias em obras geotécnicas decorre de erros (e fraudes) nos ensaios, para evitar esse tipo de problema é de suma

importância a contratação de empresas idôneas e a supervisão nos trabalhos de campo por parte do contratante.

3.5 Análise de projeto

É necessário saber as informações do solo que será executado uma fundação, como as características para poder se determinar o tipo de projeto de fundação a ser executada. Após a definição das solicitações, o projetista escolhe as possíveis formas de transmissão de cargas, e calcula os elementos de transferência do carregamento. Alguns problemas nesta etapa podem ser apresentados a seguir:

- Relativos ao solo – descrição das patologias envolvendo o solo causador do problema;
- Relativos a mecanismos – problemas causados pela ausência de identificação de mecanismos causador de mau comportamento colapso;
- Relativos ao desconhecimento do comportamento real das fundações – cada tipo de fundação mobiliza cargas e deforma de maneira específica, o que afeta o desempenho das estruturas apoiadas sobre as mesmas;
- Relativos á estrutura de fundação – problemas causados pelo projeto ou detalhamento estrutural do elemento de fundação.

Podem surgir também problemas envolvendo o comportamento real do solo, a adoção de projeto otimista, quando não é feita adequadamente a investigação do solo e de todas as camadas para a localização de solos menos resistentes, uso indevido dos resultados de ensaios por estimativa, adoção de fundações inadequadas para o comportamento do solo, etc.

3.6 Problemas envolvendo o desconhecimento real das Fundações

Segundo (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015), a adoção de sistemas de fundações diferentes na mesma estrutura, em razão das características de variação de cargas, variação de profundidade das camadas resistentes do subsolo ou condições locais restritas de acesso, sem separação por junta de comportamento ou avaliação adequada de compatibilidade de recalques das diferentes fundações com pode ser visto na fig 03 a seguir:

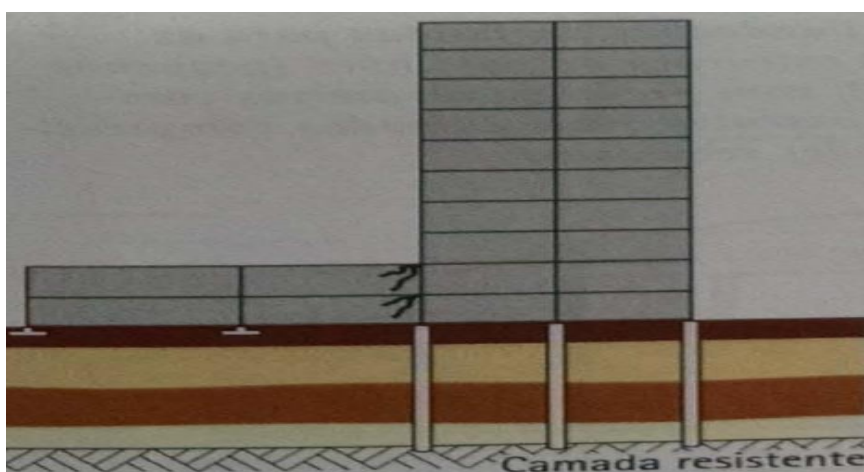


Figura 03 – Desconhecimento do comportamento real da fundação.
Fonte: Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015.

3.7 Execução

As falhas executivas são o segundo maior responsável por problemas do comportamento da fundação, para o sucesso da edificação não basta apenas conhecer as características do solo e fazer todos os cálculos necessários para a fundação, é também muito importante contar com uma equipe executiva de qualidade e experiente, e equipamentos adequados para o sucesso total da fundação.

É necessário também a fiscalização no serviço que está sendo executado, coletando dados relevantes da execução, e se possível sempre registrar com imagens, vídeos e outras formas de registros de atividades, e sempre ter um responsável para fazer a inspeção do serviço executado.

3.8 Fundações superficiais

Segundo (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015), pela facilidade construtiva e larga utilização em construções de pequeno porte, as fundações superficiais são muitas vezes, executadas sem projeto realizado por pessoal qualificado e sem supervisão e acompanhamento por profissional experiente, resultando em problemas variados e frequentes. São comuns os projetos baseados em soluções de obras vizinhas, ou em abordagens empíricas proveniente de publicações, onde são indicados valores típicos de tensão admissíveis não adequados ao problema.

Problemas envolvendo o solo também são bem presentes nas fundações superficiais, a construção de elementos de fundação assentes em solo de diferente comportamento, amolgamento do solo (destruição do solo com consequente redução da resistência) sobre escavação preliminar e reaterros mal executados.

3.9 Problemas envolvendo elementos estruturais da fundação

Problemas envolvendo as estruturas das fundações também são presentes em fundações superficiais, a qualidade inadequada do concreto, com tensão característica inferior a de projeto, execução de elementos de fundação com dimensão e geometria incorretas, presença de água na cava durante a concretagem, adensamento e vibração inadequada do concreto, estrangulamento de seção de pilares enterrados em razão da armadura densa, estribos mal posicionados, armaduras mal posicionadas ou insuficientes.

4 Fundações profundas

Para (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015), as fundações profundas apresentam peculiaridade que as tornam diferentes dos demais elementos das edificações. A elaboração do projeto está diretamente relacionada às características de execução de cada sistema de fundações profundas, não envolvendo apenas a adoção do perfil típico do solo e a análise através de teoria ou método específico de cálculo.

Para utilização de fundações por estacas é essencial a comunicação entre o projetista e o executor, para garantir que reais condições construtivas sejam observadas e o projeto se adéque á realidade, e os detalhes dos processos são muito importantes para o bom desempenho das fundações profundas, também é necessário considerar que as fundações profundas afetam o solo das fundações vizinhas já executadas, provocando alterações nas condições iniciais consideradas no projeto.

Alguns problemas bem comuns na execução de fundações profundas podem ser determinados como, erros de locação das estacas executadas fora de posição do projeto, erros ou desvios de execução, comuns em casos de presença de matacões, falta de limpeza adequada da cabeça da estaca para vinculação ao bloco, ausência ou posição incorreta da armadura, posicionamento indevido da armadura, características inadequadas do concreto.

4.1 Estacas escavadas

Para (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015), o grupo de estacas escavadas, aquelas em que ocorre a retiradas do solo para sua confecção, tem como referências clássicas relativas a problemas relacionadas a execução das mesmas.

Problemas de integridade ou continuidade, esse é o principal causador de mau desempenho das estacas escavadas, podemos observar problemas genéricos e seus mecanismos observados nesse tipo de estaca são apresentados na Fig 04:



Figura 04 – Patologias em estacas escavadas.
Fonte: Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015.

Outros problemas podem ser, dosagem do concreto pobre em cimento, traço inadequado, demora na concretagem, presença de armadura pesada ou mal posicionada, limpeza inadequada, presença de água na perfuração etc.

5 ESTUDO DE CASO

Prédio de apartamentos já construído situado à Avenida João Alves do Nascimento, Bairro São Vicente, em Patrocínio, MG, de propriedade do Sr Ricardo A. Balila.

Trata-se de um imóvel residencial de apartamentos, ainda em construção, executado em dois níveis, térreo e 1º andar ocupando uma área estimada de projeção de cerca de 420 m², em um terreno de formato trapezoidal irregular com 863,80 m². Foi feita uma vistoria com a finalidade de caracterizar e verificar a origem das eventuais trincas e fissuras e a ocorrência de outros problemas que estão atingindo a edificação, de forma a identificar patologias, sugerir as possíveis causas dos mesmos, e com base nas análises e conclusões deste laudo, em um momento posterior, propor soluções de recuperação.

O Engenheiro Responsável, doravante denominado apenas Eng. Responsável, contatou uma empresa para fazer uma perícia no imóvel em construção acima identificado, pois o mesmo começou a apresentar algumas avarias, tais como fissuras e trincas nas paredes, e descolamentos de algumas lajes, ainda na fase de construção. Conforme informação do próprio eng. Responsável, as fundações adotadas para o prédio foram fundações profundas, tipo estaca escavada Strauss. Devido aos problemas apresentados no prédio ainda durante a construção, o mesmo suspeita que as fundações profundas não atingiram uma profundidade adequada em termos de capacidade geotécnica. Segundo informação repassada pelo construtor das fundações, as estacas atingiram em média a profundidade de 8 metros. E o mesmo apresentou três (3) resultados de sondagens SPT ("Standart Penetration Test"), com data de 22/11/2012, denominados aqui de furos 1, 2 e 3. O engenheiro Responsável informa ainda que algumas fissuras evoluíram para trincas e outras trincas apareceram como podem ser vistos na figura 05 a seguir:



Figura 05 – Trinca na estrutura.
Fonte: Eng Responsável.

Devido também ao efeito de encharcamento e amolecimento do solo, já que todas as calhas do telhado foram equivocadamente direcionadas para o interior do edifício, perto da caixa de escada, o que agravou os problemas. De posse destas informações iniciais, passadas por e-mail e por telefone, marcou-se a data da visita técnica pericial.

Assim, esta vistoria foi realizada no dia 15 de novembro de 2013, e foi pautada numa inspeção visual, onde, com análises técnicas dos problemas encontrados, das características e particularidades apresentadas no terreno e nos elementos construtivos do prédio ainda em execução, procurou-se identificar as patologias e indicar as suas prováveis origens ou causas. Na ocasião, foi solicitado todas as informações com relação ao prédio em análise: projeto arquitetônico, estrutural, das fundações, e relatórios com os resultados das sondagens que foram usados para dimensionamento das fundações profundas. De imediato, foi solicitado mais quatro (4 furos) sondagens SPT, sendo dois (2), na frente do lote, onde aparentemente ocorreu maior recalque do terreno, e mais dois (2) furos próximos aos fundos do lote. Esses furos serão denominados furos auxiliares ou complementares, já que servirão de comparação com os furos de sondagens feitos inicialmente. Neste mesmo dia, o engenheiro Responsável repassou todos os projetos solicitados e os relatórios de sondagens iniciais, e foi aguardado os resultados dos relatórios das novas sondagens solicitadas. Foi solicitado também que os trabalhos de construção parassem e que se retirasse as calhas que inundavam com água de chuva o solo das fundações no interior do prédio. As novas sondagens foram realizadas pela empresa RJ Fundações

e Sondagens, e os relatórios, com data de 11 de dezembro de 2013, foram recebidos por e-mail em 16 de dezembro de 2013.

5.1 Caracterização do imóvel e inspeção

Trata-se de imóvel multi familiar, de apartamentos, em pilotis na parte térrea, formando as garagens, prédio todo estruturado com vigas, pilares, lajes em concreto armado, sendo as fundações, blocos sobre estacas Strauss, também em concreto armado, sendo todo fechamento do edifício em alvenaria de tijolos cerâmicos convencionais, com reboco externo já finalizado. Constatou-se “in loco” diversas patologias como fissuras e trincas, inclusive já com medidas de recuperação, mas que foram causadas provavelmente por recalques diferenciais.

5.1 Análise

Trata-se de imóvel ainda em construção, com térreo e 1º andar e que foi submetido a recalques diferenciais, tendo como consequência uma distorção no prédio como todo, com o aparecimento de trincas inclinadas a 45 graus como pode ser visto na fig 07, e descolamentos de pisos e lajes, indicativas de esforços cisalhantes causadas por deformações diferenciais, devidas principalmente ao afundamento do solo de toda área frontal do prédio, e, logicamente, das fundação em estacas, nestes pontos mais próximos da fachada e da avenida João Alves do Nascimento como é possível ver na planta de situação na fig 06 a seguir:

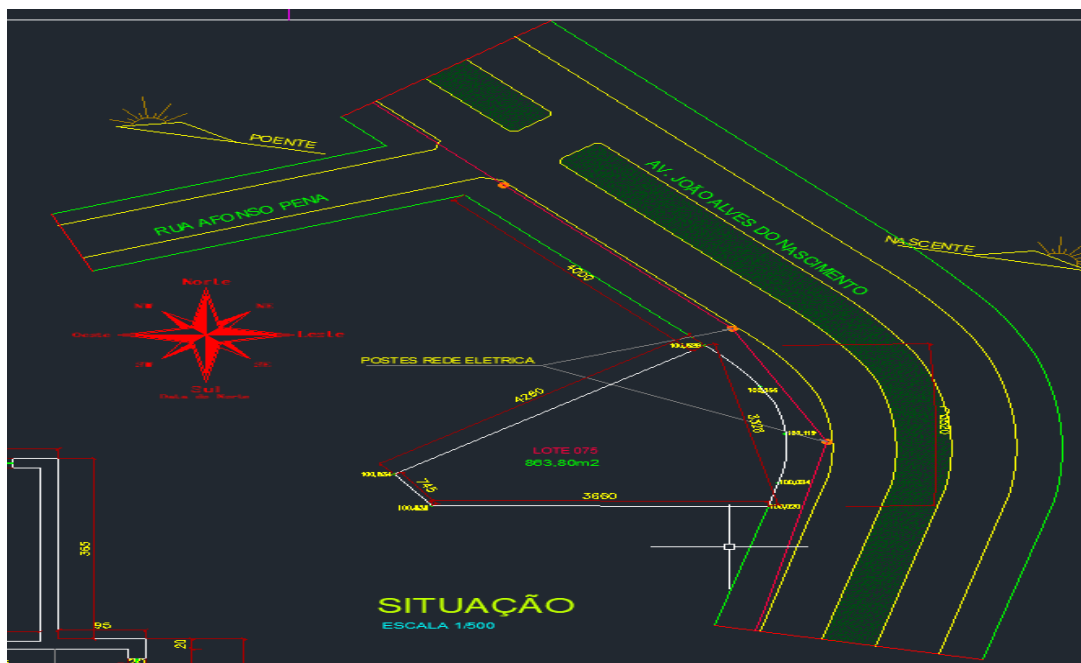


Figura 06 – Planta de situação.
Fonte: Eng Responsável.

Esses recalques podem, em tese, ter sido agravados pela intensa infiltração de água, que aumentaram o teor de umidade, causando o amolecimento do solo em contato com as estacas, diminuindo ainda mais a sua resistência lateral. Essa umidade excessiva faz com que o solo de fundação perca muito rapidamente a sua resistência, devido à saturação, mesmo com baixos níveis de tensão, já que o nível de água estaria à 2,5 metros de profundidade.

As trincas existentes podem evoluir rapidamente para rachaduras, podendo aparecer outras. A grande maioria das patologias observadas e identificadas apresentam características de manifestação como consequência de recalques diferenciais, causado pela presença de camadas moles com espessuras diferentes de um ponto a outro (“heterogeneidade”), por aumento das tensões no interior do solo mole com diferentes módulos de deformabilidade, ou causadas por estacas com comprimento insuficientes, por não se apoiar em solo firme.



Figura 07 – Trinca 45°
Fonte: Eng Responsável

Análise geotécnica com os furos de sondagens SPT iniciais (22/11/2012). As sondagens iniciais realizadas, que foram usadas para o dimensionamento das fundações confirmam presença de solo mole e poroso com espessuras de 4 a até 6 metros de profundidade, com o nível de água freático se encontrando a uma profundidade de 2,5 metros. Ainda pela análise das sondagens iniciais, de referência, o solo local é predominantemente formado nas suas camadas iniciais por silte argiloso de cor marrom de consistência muito mole a mole, e na sequência argila tipo turfa de cor preta, muito mole a mole. As sondagens iniciais indicam que realmente a profundidade de parada, ou de apoio da ponta das estacas, de 8 metros seriam suficientes para garantir pouca deformação e segurança contra a ruptura do solo. Embora o uso de estacas Strauss como elemento de fundação não seja o mais adequado para este tipo de solo, a mesma pode ser utilizada desde de que tomadas algumas precauções: uso de ferragens ao longo de toda espessura de solo mole e, ou, principalmente, durante a execução das estacas, controle do volume de concreto consumido para verificar se não houve fechamento do furo (“estrangulamento do fuste”).

Em termos estruturais, as estacas de concreto utilizadas são plenamente capazes de suportar as cargas provenientes dos pilares, ainda mais que foram dimensionadas para suportar 3 andares acima do térreo. Temos a comprovação que se houver falha, está será geotécnica, sem nenhuma dúvida, já que a capacidade geotécnica é menor do que capacidade estrutural da estaca.

Análise geotécnica com os novos furos de sondagens SPT (RJ Fundações e Sondagens em (11/12/2013)). De posse dos relatórios das novas sondagens solicitadas, verificou-se uma diferença muito grande com as sondagens iniciais, sendo que a principal, a mais relevante, foi verificar que a espessura da camada de solo mole é muito maior nas novas sondagens, principalmente na parte frontal do lote, como era de se esperar, pois este lote situa-se em um área de baixada, com provável acúmulo de material mais mole perto da avenida João Alves Nascimento. Outro detalhe extremamente importante é que resistência à penetração, o número de golpes “N” é zero dos 3 aos 7 metros, e que estas camadas poderão sofrer “atrito negativo” que consiste quando o deslocamento do fuste da estaca é inferior ao recalque do terreno causando forças de atrito negativo na fundação, diminuindo ainda mais a capacidade de carga das estacas. Observou-se também que o nível de água está a apenas 1 metro de profundidade, não 2,5 metros como anteriormente adotado. Estimando-se a capacidade de cargas das estacas Strauss com diâmetro de 27 cm e comprimento de 8 metros, chegou-se a um valor de cerca de 8 toneladas, cerca de 60% menos do que menor valor estimado quando se usa as sondagens iniciais. Ou seja, as estacas utilizadas, isoladas ou em grupo, com 8 metros de comprimento não tem capacidade de absorver as cargas aplicadas aos blocos, principalmente na parte frontal da construção, daí os grandes recalques observados na obra.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi constatado que o que causou as patologias, trincas e fissuras, foram os recalques diferenciais causados pelo comprimento insuficiente das estacas de fundação $L=8$ metros, (isso seria a causa mais provável, embora o estrangulamento do fuste durante a execução das estacas possa causar os mesmos efeitos);

O que levou a execução de estacas com 8 metros, foram as sondagens iniciais, que estavam erradas em relação à espessura das camadas moles, ou não se usou nenhuma sondagem como referência (ou falta de sondagens confiáveis). Não restam dúvidas também que as sondagens realizadas posteriormente estão mais próximas da realidade dos solos local, com base nas novas sondagens verifica-se que o

comprimento mínimo seria de 11 metros, e não 8 metros para suportar as cargas dos pilares, (podendo chegar em alguns pontos até 12 metros);

É possível a recuperação do imóvel, embora sejam caras as soluções. O mais indicado seria reforço com estacas raiz ou micro estacas injetadas (muito caras), ou mesmo estacas megas, de custo muito alto também. Uma outra solução, que seria bem mais barata, seria usar as mesmas estacas Strauss, mais deve-se executar escavações após escoramento de todo prédio, e estudar como fazer as escavações e a interação da fundação nova com a antiga. Conversar com possíveis construtores os tipos de tripés, pois existe a limitação de altura da laje de piso acima da garagem, que é o limitante dos tipos de equipamentos que serão usados. Mas isto seria já em outra etapa. Uma nova visita e outras informações e análises serão necessárias para indicar a solução da recuperação das fundações deste prédio. As trincas deverão ser recuperadas após a execução do reforço das fundações, ou seja, após o período de chuvas, esperando também estabilizar as deformações em curso ou futuras acomodações, para se evitar novas trincas em novos rebocos. É possível fazer as instalações hidráulicas e elétricas, pois a princípio não alterarão o processo de deformação já instalado, nem sofrerão danos se alguma outra fissura ou trinca aparecer. No momento, as deformações, recalques, fissuras e trincas existentes deverão ser monitoradas e acompanhadas. Mantida as atuais condições, não existe, a princípio, risco iminente de ruptura em nenhum elemento do prédio, mas tudo deve ser acompanhado e monitorado constantemente.

7 CONCLUSÃO

As manifestações patológicas agredem a durabilidade das estruturas da fundação, sendo que um erro, ou algo que passe despercebido na sua execução venha encarecer o custo de tal obra, portanto, quanto mais cuidados a serem tomados, melhor, pois menores serão os riscos de erros, podendo evitar custos de reparos no futuro da estrutura.

As manifestações patológicas em fundações geralmente são estudadas e abordadas apenas quando o problema se manifesta, não havendo uma preocupação ativa ao decorrer da vida útil da estrutura. Tendo então esta realidade, alguns dos efeitos patológicos nas fundações poderiam ser minorados, ou até evitados com apenas pequenas precauções e mudança de pensamentos, visto que, para (Milititsy; Consoli; Schnaid, 2015), o custo usual de uma fundação é variável, dependendo das cargas e condições do subsolo, em casos decorrentes pode se situar na faixa de 3 a 6% do custo de uma obra.

O estudo das patologias nas fundações, tanto quanto suas causas, são temas atuais do cotidiano de um engenheiro, e é um tema ainda pouco difundido. E se trata de um ambiente de trabalho bastante desafiador para o profissional, trazendo grandes perspectivas de evolução para a engenharia civil.

E a solução de reforço para a fundação da edificação onde foi feito o estudo de caso, foi a estaca mega, a mesma foi escolhida pois era a que gerava o maior custo benefício, e viabilidade, pois se encontrava mão de obra especializada mais próximo da região, melhores prazos etc, e após a conclusão do termino do reforço, a edificação se encontra sem nenhuma avaria devido aos recalques que ela foi submetido.

REFERÊNCIAS

MILITISKY, J. CONSOLI, C. N. SCHNAID, F. Patologia das Fundações. Edição 02
São Paulo-SP. Oficina de Textos. 2015.