

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

MARCELO AMARAL RODRIGUES

**A INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE:** uma  
análise do surgimento de patologias em fundações.

Paracatu

2019

MARCELO AMARAL RODRIGUES

**A INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE:** uma análise do surgimento  
de patologias em fundações

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

Área de Concentração: Fundações.

Orientador: Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo

Paracatu

2019

MARCELO AMARAL RODRIGUES

**A INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE:** Uma análise do surgimento  
de patologias em fundações.

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

Área de Concentração: Fundações.

Orientador: Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo

Banca Examinadora:

Paracatu- MG, 19 de novembro de 2019.

---

Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo  
Centro Universitário Atenas

---

Prof. Carlos Eduardo Ribeiro Chula  
Centro Universitário Atenas

---

Prof.<sup>a</sup> Débora Delfino Caixeta  
Centro Universitário Atenas

“Frequentemente é necessário ter mais coragem para ousar fazer certo do que temer fazer errado”.

Abraham Lincoln

## RESUMO

A ocorrência de manifestações patológicas em fundações tem afetado o desempenho e a integridade de muitas edificações, não só no Brasil, mas no mundo. Diante de tal afirmação o presente trabalho tem por objetivo analisar e expor o impacto que um bom planejamento de obras tem na prevenção de tais acontecimentos, analisando a ocorrência de patologias manifestas não somente a logo prazo, mas também durante o processo executivo, visto que, tais questões impactam grandemente em toda a edificação. O trabalho em questão se baseia em dados obtidos de publicações de literaturas, a partir dos mesmos foi possível definir parâmetros de como prosseguir de maneira correta o processo executivo, destacando a grande significância de táticas de acompanhamento para aprimoramento do processo. Podendo destacar que dentre as principais causas de tal desarranjo do sistema está à falta investigações, planejamento e acompanhamento de execução, é fato que a identificação de um possível erro ainda na fase de elaboração do projeto ou durante o processo executivo irá impossibilitar que um grande problema se manifeste posteriormente. Por fim foi possível concluir que o planejamento construtivo é um meio inerente de se obter sucesso em obras em todos os quesitos, desde o projeto até a conclusão.

**Palavras-chave:** Planejamento. Patologia. Fundação.

## **ABSTRACT**

*The occurrence of pathological manifestations in foundations has affected the performance and integrity of many buildings, not only in Brazil, but in the world. Given this statement, this paper aims to analyze and expose the impact that a good planning of works has on the prevention of such events, analyzing the occurrence of manifest pathologies not only in the short term, but also during the executive process, since, Such questions greatly impact the whole building. The work in question is based on data obtained from publications of literature and articles, from which it was possible to define parameters of how to properly proceed the executive process, highlighting the great significance of follow-up tactics to improve the process. It can be highlighted that among the main causes of such system disruption is the lack of investigations, planning and execution monitoring, it is a fact that the identification of a possible error still in the project elaboration phase or during the executive process will make it impossible that a major problem manifest later. Finally, it was possible to conclude that constructive planning is an inherent means of achieving success in all aspects, from design to completion.*

**Keywords:** *Planning. Pathology. Foundation.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Equipamento de sondagem SPT	15
<b>FIGURA 2</b> - Equipamento sondagem rotativa	17
<b>FIGURA 3</b> - Equipamento sondagem atrado	19
<b>FIGURA 4</b> - Equipamento ensaio CPT	21
<b>FIGURA 5</b> - Esquema controle de qualidade	24
<b>FIGURA 7</b> - Interferência de raízes na fundação	28
<b>FIGURA 7</b> - Bulbos de tensões	29
<b>FIGURA 8</b> – Sobreposição de tensões	30
<b>FIGURA 9</b> - Mau adensamento do concreto	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CM	Centímetros
M	Metros
”	Polegadas
N <sub>SPT</sub>	Número da resistência à penetração do amostrador
MM	Milímetros
KGF	Quilograma força
SPT	Standard Penetration Test
CPT	Cone Penetration Test
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
NBR	Norma Brasileira
$\sigma_{adm}$	Tensão admissível
KN/m <sup>2</sup>	Quilo Newton por metro quadrado



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1.1 PROBLEMA DE PESQUISA</b>	<b>10</b>
<b>1.2 HIPÓTESE DE PESQUISA</b>	<b>11</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
<b>1.3.1 OBJETIVO GERAL</b>	<b>11</b>
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>11</b>
<b>1.4 JUSTIFICATIVA</b>	<b>11</b>
<b>1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO</b>	<b>12</b>
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	<b>13</b>
<b>2 ANÁLISE DE ENSAIOS DE SONDA GEM</b>	<b>14</b>
<b>2.1 SONDA GEM SPT</b>	<b>15</b>
<b>2.2 SONDA GEM ROTATIVA</b>	<b>16</b>
<b>2.3 SONDA GEM A TRADO</b>	<b>18</b>
<b>2.4 ENSAIO CPT</b>	<b>20</b>
<b>3 A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE EXECUÇÃO</b>	<b>22</b>
<b>4 PATOLOGIAS ADVINDAS DA MÁ QUALIDADE DE PLANEJAMENTO</b>	<b>25</b>
<b>4.1 PROBLEMAS NA INTERPRETAÇÃO DO SOLO</b>	<b>27</b>
<b>4.2 INTERFERÊNCIA DA VEGETAÇÃO</b>	<b>27</b>
<b>4.3 BULBOS DE TENSÕES</b>	<b>28</b>
<b>4.4 PROBLEMAS NA EXECUÇÃO</b>	<b>30</b>
<b>4.5 EVENTOS PÓS-CONCLUSÃO</b>	<b>31</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Patologia, na construção civil é classificada como uma imperfeição da edificação, dano que possui diversas motivações, como falta de planejamento, execução de forma incorreta, utilização de materiais não pertinentes e de baixa qualidade ao requerido. Dentre as manifestações patológicas estão o aparecimento de rachaduras, recalques, deslocamento de solo, rompimento de tubulações e outros que são causados até mesmo pelas anomalias. (CONSOLI; MILITITSKY; SCHNAID, 2015).

Problemas nas fundações de uma estrutura culminam desde algumas pequenas anomalias, como tricas e fissuras até o colapso total da construção. Inúmeros destes problemas podem e devem ser evitados com a aplicação de um bom planejamento e um rigoroso acompanhamento da execução da obra. Para isto na fase de projeto devem ser levantados dados do terreno, como o tipo de solo e as cargas que serão impostas a ele, juntamente com a elaboração de testes de resistência, para constatar se o mesmo suportará tal tensão, ou se medidas alternativas terão de ser adotadas para execução do que foi projetado. Sem este planejamento, construções são erguidas na base da incerteza do conhecimento empírico, que é válido, mas não garante a estabilidade de uma estrutura.

Nas décadas de 50 e 60 eram muito comuns casos como os de Santos, no litoral Paulista em que prédios eram construídos sem uma adequada investigação do subsolo, são práticas que infelizmente são exercidas até os dias de hoje. No caso do local o terreno é composto por uma camada de solo mole sob a areia, e isto causou inúmeros danos na região, fazendo com que os prédios ficassem inclinados, gerando grandes transtornos e conseqüentemente desvalorização das unidades. Segundo o site G1 (2012), os apartamentos que possuem a inclinação sofrem uma baixa de quase 50% do valor real, no ano da reportagem eram 65 edificações com tal ocorrência.

Para tanto isto se tornou um grande problema enfrentado pela cidade, devido a patologias nas fundações dos prédios da orla da praia, de mesma forma existe também o caso da torre de Piza na Itália, que possui uma inclinação por falhas nas fundações da estrutura, estas inclinações são devidas a recalques, rebaixamento da edificação, que possui vários tipos, cada um com suas peculiaridades e causas, assunto que será tratado mais adiante.

O planejamento construtivo vem tomando a cada dia mais importância, devido a construções cada vez mais complexas e ousadas e também ao cuidado com a segurança e conforto do usuário. A norma técnica NBR 15575, veio justamente para impor isto ao mercado, afinal um mau planejamento ou a falta dele pode trazer com siglo transtornos e problemas grandiosos, afetando não só o custo final da obra, mas também questões de estabilidade do empreendimento (ABNT, 2013).

As preocupações com tema começaram a tomar grandes proporções no Brasil, de 2000 a 2014 quando houve um grande aumento na demanda construtiva do país, devido ao incentivo e programas sociais do governo, que alavancaram o setor de construção civil. A questão de se ter um planejamento e um escopo da obra é algo que proporciona uma boa gestão do tempo de construção consequentemente economia de capital e um melhor feedback do esperado na concepção da edificação, bem como controle de aquisição de materiais evitando necessidade de estocagem e garantia de utilização de mão de obra disponível.

Muitas empresas de grande porte buscaram no planejamento e controle estas ações e principalmente meios de evitar patologias e gastos de tempo e dinheiro que viriam juntamente com as manifestações de defeitos nos imóveis. Mas ao mesmo tempo em que empresas adotavam este processo, inúmeras outras de médio e pequeno porte sofreram e estão passando até hoje por dificuldades devido à falta de planejamento de suas construções que vem apresentado anomalias.

Falhas na execução são um dos grandes responsáveis pelos problemas em fundações, não adianta ter um grande planejamento uma correta aquisição de materiais se quando executada não seguir o planejado, ou for feito de maneira diferente ferindo os princípios normativos empregados na fase de projeto. Por isso o planejamento aliado ao controle de execução tem vasta importância, pois tudo é monitorado desde a concepção até a entrega da obra, visando à economia o cumprimento de passos e principalmente a exclusão dos problemas construtivos.

## **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

Um bom planejamento pode impedir o surgimento de patologias nas fundações?

## **1.2 HIPÓTESE DE PESQUISA**

A falta de planejamento no sistema construtivo é um grande problema a ser enfrentado, sem ele as construções muitas vezes apresentam manifestações patológicas após pouco tempo de uso.

A patologia mais frequente é o recalque, sendo importante destacar que toda edificação recalca, mas sem planejamento este recalque pode ser muito prejudicial, pois não se saberá o quanto pode avançar e se irá cessar. Nem todo solo é passível de edificação, informações como resistência, nível de água e capacidade de carga somente serão possíveis depois de um acurado planejamento na fase de projeto e um adequado controle de execução.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar o impacto de se ter ou não um planejamento aliado ao controle de execução, no surgimento de manifestações patológicas em fundações.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Analisar a compatibilidade dos ensaios de sondagem SPT, rotativa e CPT com o desenvolvimento de projetos.
- b) Verificar o impacto do controle de execução na qualidade da fundação.
- c) Classificar as causas e tipos de patologias, advindas da falta ou má qualidade de planejamento.

## **1.4 JUSTIFICATIVA**

Atualmente mesmo com tantas tecnologias e conhecimentos em favor de novas técnicas construtivas, que evitam patologias nas edificações, as construtoras ainda preferem executar obras muitas vezes sem projetos, de maneira

empírica e sem levar em consideração o tipo de terreno e as cargas atuantes da edificação, para atender uma demanda relativamente alta de mercado.

Um planejamento correto permite ter controle das ações e dos materiais necessários em cada etapa da obra, além da convicção de que a construção é de qualidade, e assegurando os quesitos de conforto e segurança ao usuário. O planejamento também possibilita prever possíveis erros e corrigi-los antes que ocorram.

É muito importante uma boa investigação do solo para obter conhecimentos técnicos de seu tipo e características, mas infelizmente isto é algo muito inutilizado e muitas vezes desconhecido em grande parte das construções. Um dos ensaios mais comuns e que possui um excelente custo benefício é a sondagem SPT (*Standard Penetration Test*), um teste simples, barato e eficaz, que pode trazer consigo uma imensa vantagem, a correta identificação do tipo de fundação.

## **1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO**

O presente trabalho é Constituído por pesquisa bibliográfica com o intuito de adquirir conhecimento e apresentar o impacto da imposição do planejamento nos projetos de fundações.

O mesmo se desenvolve obedecendo aos quesitos da abordagem qualitativa e propósito descritivo, valendo-se da análise de dados obtidos em bibliografias e artigos de acesso livre encontrados no Google Acadêmico, Scopus, Scielo e demais plataformas de busca, bem como em modelo físico, que abordam o tema em questão, principalmente as motivações de manifestações patológicas em fundações.

A pesquisa bibliografia é fundamental para a análise de dados e interpolação de conhecimentos e resultados, destacados por diversos pesquisadores do tema em questão. Lopes (1990) ressalta a importância do referencial teórico, por ele e com o auxílio de alguns métodos de pesquisa o conhecimento científico alcança seus objetivos propostos.

## **1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O primeiro capítulo é composto pela introdução ao tema, bem como o problema de pesquisa, hipótese, os objetivos geral e específicos, a justificativa do estudo, a metodologia e por fim a estruturação do trabalho monográfico.

No segundo capítulo foi abordado análises dos ensaios de sondagem. Já no terceiro capítulo foi expressa a importância do controle de execução na obtenção de um resultado final satisfatório da fundação.

No decorrer do quarto capítulo são abordadas as patologias decorrentes de falhas no planejamento da fundação. Por último no quinto capítulo foram expressas as considerações finais, juntamente com os resultados da pesquisa.

## 2 ANÁLISE DE ENSAIOS DE SONDAGEM

A abordagem e respeito às normas técnicas vigentes promovem não somente o êxito construtivo, mas também a prevenção de incidentes de vários modos tanto no canteiro de obras, quanto após a conclusão das mesmas. Estas patologias surgem devido a diversos preceitos como falta ou má qualidade de planejamento, às vezes até mesmo a inexistência de projeto, algo muito comum em construtoras de pequeno e médio porte em que casas são construídas, ou iniciadas para depois sim elaborar um projeto com as mínimas exigências que as prefeituras fazem. Depois de algum tempo da concepção do imóvel começam os problemas, pois alguns defeitos bem como alguns tipos de recalque aparecem ou se desenvolvem ao longo do tempo, provocando o aparecimento de anomalias visíveis a olho nu.

Para tanto a definição do tipo de uso do imóvel é de suma importância para o projeto estrutural é necessário saber se será uma residência, um ponto comercial ou uma biblioteca, por exemplo, tudo isso influencia muito no modelo de fundação, pois a variabilidade de carga a ser considerada de uma tipologia para a outra pode sofrer grandes alterações, que certamente irá influenciar muito na infraestrutura. O custo global da fundação gira em torno de 3 a 6% do total de uma obra, sendo que se ocorrer problemas este valor pode se elevar bastante, atingindo constantes que podem tornar inviável a obra (CONSOLI; MILITITSKY; SCHNAID, 2015).

A determinação do tipo de ensaio a ser executado é outro ponto de muita relevância, pois através deles que se obterão informações das características do subsolo, dentre eles podemos citar os ensaios de sondagem a trado, mais simples executado com trado manual ou mecanizado, sondagem a percussão alcançam altas profundidades são interrompidas quando se chega ao impenetrável para o equipamento, ou seja, um meio rochoso, sondagem rotativa esta é usada quando surge rocha ou fragmentos de maiores proporções que a anterior não consegue penetrar, dentre outros.

O planejamento construtivo está envolto por todos estes testes e investigações, bem como outros no intuito de elaborar da melhor maneira possível os projetos para execução e conseqüentemente evitar as patologias, ele deve estar presente em todas as etapas da obra.

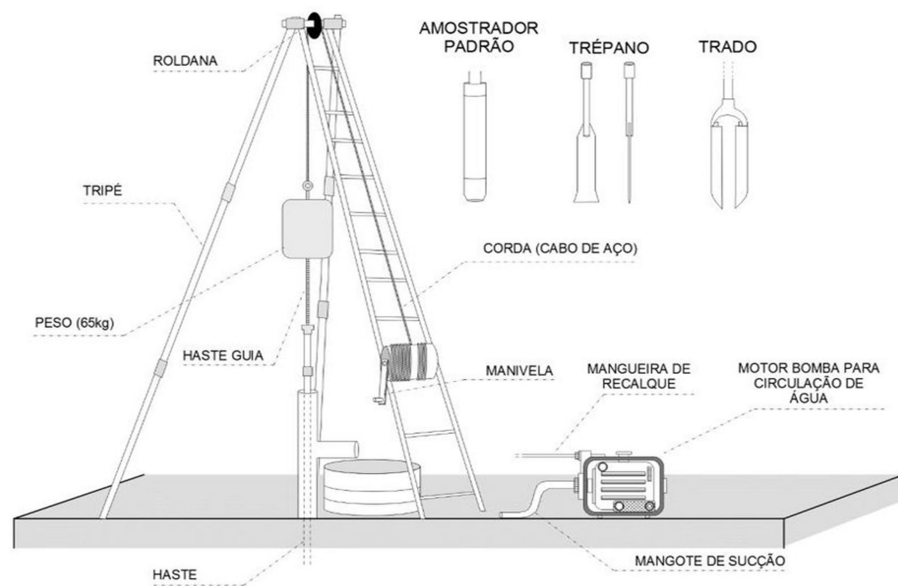
## 2.1 SONDAGEM SPT

De acordo com Rebello (2008) o processo de sondagem mais utilizado não somente no Brasil, mas no mundo é a sondagem de simples reconhecimento à percussão, SPT, que é um processo padronizado e regulamentado no Brasil pela ABNT NBR 6484/2001.

O ensaio é composto pela proporção da resistência dinâmica com a sondagem de simples reconhecimento, possuindo vantagens se comparado aos demais tais como baixo custo e simplicidade de execução, é amplamente empregado no projeto de fundações de obras de pequeno e grande porte.

Segundo a ABNT norma técnica NBR 6484/2001, o procedimento para a realização do ensaio consiste na alocação dos furos e posteriormente a perfuração para coleta de dados como resistência e perfil do solo, também expõe os equipamentos utilizados na sondagem que são expressos na Figura 1 seguir.

**FIGURA 1** – Equipamento sondagem SPT.



Fonte: Thiesen (2016).



A norma NBR 6484/2001 expressa que para executar o ensaio é necessário à demarcação dos locais de perfuração, isso é feito com a utilização piquetes de madeira munidos de informações que possibilitem a identificação do furo, em seguida com o auxílio do trado concha é feita uma perfuração até a cota de um metro de profundidade, este material é descartado para meios de cálculo de resistência, por conter grande número de matéria orgânica, é utilizado apenas para identificação do tipo de solo do local (ABNT, 2001).

Já executada a perfuração começa o procedimento com o amostrador e o tubo de revestimento, eles são colocados no local perfurado e em seguida demarcado no tubo com o uso de um giz comum 45 cm, estes divididos em três espaçamentos de 15 cm, para que se iniciem os golpes com o uso do tripé, de onde é solto em queda livre de uma altura de 75 cm um martelo padrão com massa de 65kgf, o impacto sobre a cabeça de bater faz penetrar no solo o amostrador.

Conta-se o número de golpes necessários para a penetração de cada espaçamento de 15 cm ex. (6/15, 8/15, 20/15), na obtenção da resistência é observado apenas os 30 cm finais de cada metro avançado. Segundo Rebello (2008) para esta determinação são usados critérios semiempíricos onde o número obtido é expresso na fórmula a seguir para cada generalidade de solo, onde  $n$  é o valor do spt, os valores obtidos são dados em kgf /cm<sup>2</sup>.

- Argila pura:  $\sigma_{adm} = N / 4$  (1)
- Argila siltosa:  $\sigma_{adm} = N / 5$  (2)
- Argila areno siltosa:  $\sigma_{adm} = N / 7,5$  (3)

Também são recolhidas amostras para análise do fisiotipo do solo, possibilitando a identificação visual de características como granulometria e coloração.

## 2.2 SONDAGEM ROTATIVA

Quando o avanço do equipamento é muito pequeno ou inexistente, então é necessário o emprego de outro equipamento que consiga perfurar a camada de solo ou rocha, este novo tipo de ensaio é denominada sondagem rotativa. Com a

utilização deste equipamento a sondagem é denominada mista, pois faz o uso de dois procedimentos, o de percussão e a rotativa (SCHNAID e ODEBRECHT, 2012).

Esta por sua vez é normatizada pela ASTM D 2113, que aponta como procedimento o uso de equipamento conjunto de motor mecanizado com o intuito de recolhimento de amostras contínuas de rocha pelo processo de perfuração por rotação e penetração. A referida norma expressa os equipamentos necessários á execução do ensaio, que podem ser observados na Figura 2 bem como no Quadro a seguir.

**QUADRO 1 - Equipamentos Sondagem Rotativa.**

Torre	Tubos de revestimento
Roldana	Luvras alargadoras
Barrilhete	Bomba de água
Sonda Rotativa	Sapatos de revestimento
Motor de combustão	Calibrador
Cabeçote de perfuração	Coroa diamantada

Fonte: Autor (2019).

**FIGURA 2 – Equipamento sondagem rotativa.**

Fonte: Lima (2017).

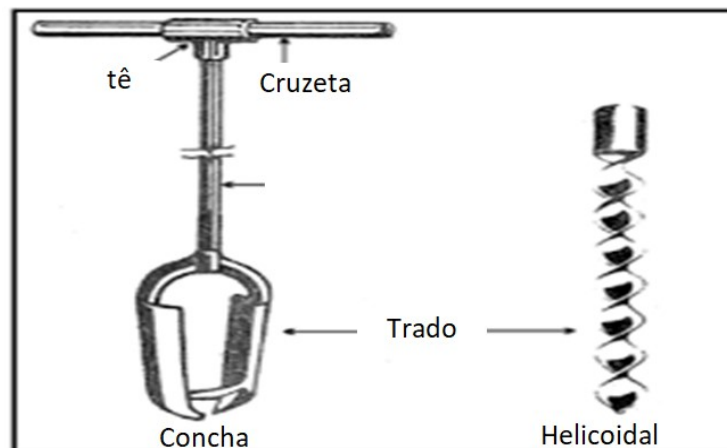
Após a instalação do conjunto, se dá início ao ensaio que consiste em repetições de corte e retirada de amostra. A obtenção de amostra permite a classificação do material e posteriormente a determinação de sua qualidade e fisiotipo, o seu índice de qualidade é analisado e classificado como muito fraco, fraco, regular, bom ou excelente. Possibilitando assim uma completa análise do material e posteriormente um planejamento de um projeto que atenda aos requisitos normativos de segurança e usabilidade.

Também é importante destacar que o custo deste ensaio é muito elevado se comparado ao SPT, portanto é feita a utilização de processo misto, pois executar todo o processo de sondagem apenas com este equipamento fica inviável em quesitos de custo de execução.

### **2.3 SONDAGEM A TRADO**

Algumas construtoras não utilizam estes ensaios para a determinação da resistência do solo, utilizam apenas a sondagem a trado que é uma maneira simples de reconhecimento do solo, onde é executada uma pequena escavação de diâmetro reduzido, pode ser realizada de forma manual ou mecânica, tem como objetivo a coleta de amostras para determinação do perfil do solo ensaiado, uma de suas desvantagens é que não oferece critérios para determinação do índice de resistência. De acordo com a ABNT NBR 9603/2015 o ensaio pode ser executado com dois tipos diferentes de trado o cavadeira e o helicoidal ambos com diâmetro mínimo de 63,5 mm.

Para a realização do procedimento é necessário a utilização de equipamentos padronizados pela norma NBR 9603/2015. Na Figura 3 a seguir é possível visualizar parte da aparelhagem necessária para a realização do ensaio.

**FIGURA 3 - Equipamento sondagem a trado**

Fonte: Adaptado ABGE (1999).

Segundo a norma técnica NBR 9603/2015 o processo executivo se resume na escavação do solo com coleta de amostras de metro em metro perfurado, durante o avanço é utilizado o trado tipo cavadeira, o helicoidal entra em ação apenas quando não for possível a escavação com o trado cavadeira. Em solos de superfície muito resistente é feita a utilização da ponteira de aço para avançar por esta camada, retornando posteriormente com o uso do tipo cavadeira, o solo retirado da perfuração deve ser armazenado em local de sombra e sobre um plástico que impede o contato com o solo da área, evitando contaminação e também a diminuição de sua umidade, o mesmo deve ser agrupado em montes separados pela sua devida cota de escavação.

Quando se tornar difícil, o avanço deve ser verificado a existência de cascalho ou matacões, para isso é utilizado a ponteira de aço. Esta sondagem é executada a seco, mas quando o solo estiver muito resistente à perfuração, é feita a adição de pequenas quantidades de água para auxiliar na continuação do ensaio, este uso deve ser registrado no boletim de sondagem (ABNT, 2015).

A interrupção do procedimento é feito nos casos de quando se atinge a cota solicitada, quando ocorrem sucessivos desmoronamentos no furo ou quando o avanço do equipamento for menor que 5 cm em um período de dez minutos de perfuração contínua. Após o termino do ensaio, não havendo necessidade de utilização da perfuração, o mesmo é preenchido com solo e demarcado sua localização.

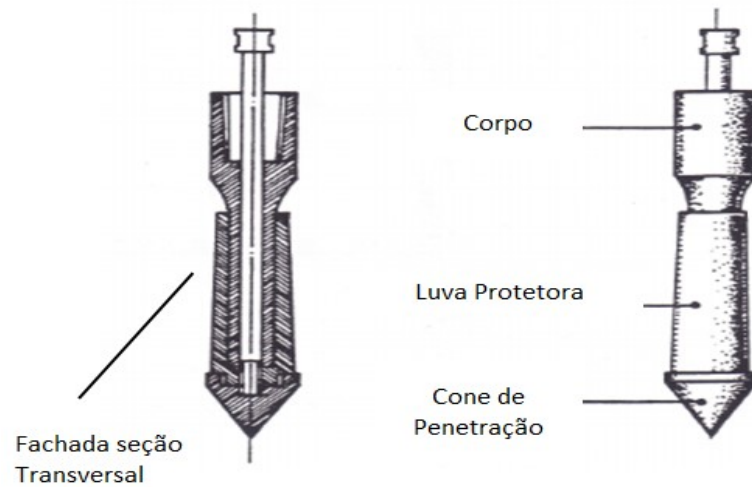
Os resultados obtidos serão expressos por meio de representação de figuras contendo o perfil do solo, dotados da localização e profundidade de cada furo, bem como posicionamento do nível do lençol freático, quando alcançado.

## 2.4 ENSAIO CPT

Na atualidade com o grande desenvolvimento dos estudos de mecânica dos solos e engenharia de fundações, obtêm-se um grande avanço na diversidade e qualidade de ensaios de sondagem proporcionando uma boa e completa caracterização do solo (WROTH, 1984).

O ensaio de CPT (*Cone penetration test*) é considerado um dos mais importantes na investigação geotécnica. Segundo a NBR 12069/1991 ele é constituído da penetração no solo, de uma ponteira cônica em uma velocidade constante de 20 mm por segundo. O cone possui seção transversal de 10 a 15 cm<sup>2</sup>, pode ser caracterizado em três categorias sendo elas cone mecânico, onde a obtenção dos esforços de cravação são feitos na superfície do solo, elétrico em que a medida dos esforços é obtida pela ponteira, ou piezométrico, onde os resultados permitem a monitoração da poro pressão. Os maiores atrativos do ensaio são o registro contínuo da resistência a penetração, possibilitando assim uma detalhada análise das camadas e composição do solo bem como a eliminação da influência do operador nos resultados obtidos ABNT (1991).

O material de cravação é composto por uma estrutura, nela é acoplado um sistema de imposição de carga, normalmente é empregado sistema hidráulico, onde o pistão é acionado por uma bomba hidráulica juntamente com um motor a combustão. A válvula reguladora auxilia no controle da velocidade de cravação no decorrer do ensaio. A penetração do equipamento é obtida pela cravação perene de hastes com comprimento de um metro, em seguida a contração do pistão para acoplar uma nova haste, este equipamento pode ser utilizado em água ou em terra. A Figura 3 possibilita uma melhor análise do conjunto.

**FIGURA 4 - Equipamento ensaio CPT**

**Fonte:** Adaptado ABNT NBR 12069/ 1991.

Com a utilização destes ensaios, é possível obter uma análise generalizada das características de resistência e comportamento do solo, tornando possível a elaboração de um bom planejamento agregando assim agilidade e segurança na realização dos projetos e principalmente possibilitando o correto dimensionamento da fundação, buscando impedir o surgimento de patologias advindas do desconhecimento do solo. Os resultados obtidos pelas sondagens são pré-requisitos para a elaboração do planejamento de um projeto que atenda aos critérios de segurança e economia (MILITISKY, 2015).

O custo médio de execução de sondagens no Brasil, de acordo com Schnaid e Odebrecht (2017) é de no máximo 0,5% do custo total de construções convencionais, custos estes que podem se elevar em larga escala caso não sejam respeitados os critérios de normatização.

### 3 A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE EXECUÇÃO

Questões relacionadas à má qualidade de execução ou incorreta interpretação de dados dos levantamentos, estão entre as principais causas de ocorrências de manifestações patológicas em fundações (CONSOLI; MILITITSKY; SCHNAID, 2015). O acompanhamento do processo de execução possibilita um controle de qualidade, juntamente com a garantia de que o processo percorre de maneira correta.

A Internacional Standards Organization (ISO) aponta o controle de qualidade como um grupo de ações, de planejamento e sistemas que são necessários à promoção da confiança pertinente de que processos, produtos e serviços irão satisfazer os quesitos de qualidade. A qualidade é a adequação do uso, ou seja, a propriedade que possibilita analisar, e conseqüentemente aprovar ou não algum serviço ou produto. Este é um conceito que muda com o decorrer do tempo por decorrência de novas descobertas e processos tecnológicos ou mesmo em função de seus custos de aplicação (ALONSO, 2011).

Velloso (1990) fala sobre a preservação da qualidade e sua função pedagógica, que por sua vez pode e deve estar presente em todos os processos. Grande parte dos responsáveis pela execução de uma obra, não detém muito conhecimento sobre interpretação de projeto e principalmente sobre a importância de seguir rigorosamente o que nele está contido, em alguns casos ignoram especificações nele contidas e seguem pelo caminho da experiência, do conhecimento empírico, provocando erros na alocação tanto de pilares e vigas quanto da obra em si, gerando grandes reflexos nas fundações, estes erros podem provocar excentricidade e momento fletor em uma estrutura que não está preparada para tal esforço.

O cumprimento das formalidades de controle e fiscalização de execução que garantem a qualidade, nem sempre significam que foi assegurado o bom desempenho da fundação, pois neste caso estamos lidando com o solo, e se os critérios de investigação e projeto não estiverem sido acompanhados e elaborados de maneira correta, podem ocorrer o surgimento de anomalias, uma eficaz fundação é a qual possui harmonia entre quesitos de projeto, controle e execução (VELLOSO, 1990).

O engenheiro de fundações precisa sempre ter em vista a maneira correta que seu projeto irá ser executado, observando sempre questões de disponibilidade de materiais e principalmente a segurança e integridade das construções vizinhas. Nesta fase há um grande envolvimento entre a equipe de projeto e execução. A de projeto em busca de soluções valendo-se de conhecimentos geotécnicos e de resistências dos materiais, e a de execução complementando os conhecimentos com as limitações dos equipamentos e mão de obra empregada.

Alonso (2011) enfatiza que duas obras contendo as mesmas características de carregamento, arquitetura e materiais utilizados não são iguais quando se trata de fundações, pois o solo nunca é exatamente o mesmo, cada caso com suas peculiaridades e características, que requerem investigações e projeto próprio. A NBR 6122 afirma que não devem ser elaborados projetos de fundações sem conhecimento prévio das características do solo, estes adquiridos por meio de sondagens. Também é importante salientar que o ensaio elaborado em campo é mais recomendado que os de laboratório, pois estes dependem da qualidade das amostras extraídas em campo podendo haver erros de interpretação, caso as amostras não sejam recolhidas e armazenadas de maneira correta (ABNT, 2010).

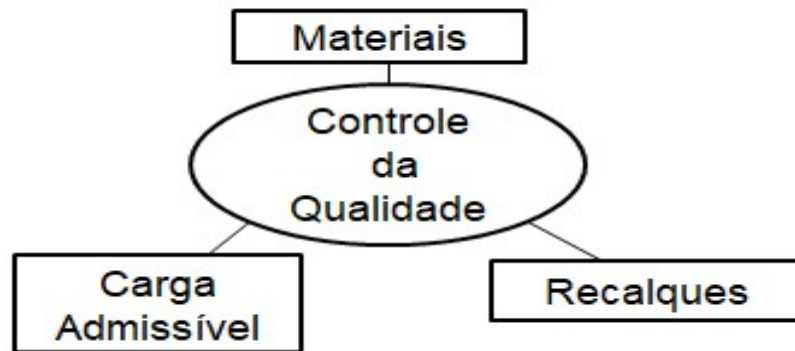
De acordo com a NBR 8681/2003 é importante destacar que os projetos de fundações são concluídos somente após o término da execução, pois trabalhando com o solo sempre pode haver situações inusitadas e até mesmo devido as suas características serem afetadas pelo método de execução, fazendo surgir novos fatores que podem influenciar bastante na sua capacidade de carga, outra situação envolvendo as fundações é o motivo de estarem sob o solo, tornando difícil sua inspeção após a conclusão, por este motivo é imprescindível que sejam executadas de forma correta e eficaz, algo que o controle de execução pode possibilitar ABNT (2003).

Segundo Rebello (2008) é válida a análise de que só se pode controlar algo que se prevê, não há sentido em controle sem um planejamento, observações como se as cotas de implantação estão de acordo com o projetado, se o tempo estava chuvoso ou muito quente, se houve problemas com o maquinário, tudo isso é muito relevante. O controle é a observação de cada passo exposto no projeto, e tem por objetivo concluir se o executado está de acordo com o projetado.



Durante o controle de execução precisam ser observadas três principais questões, sendo elas os materiais, as cargas e os recalques, a Figura 5 possibilita uma verificação da correlação entre tais questões.

**FIGURA 5** – Esquema de controle de qualidade



Fonte: Adaptado de Alonso (2011).

É importante o controle dos materiais utilizados nos elementos da fundação tanto de suas características físicas como sua resistência, juntamente com a capacidade de carga observada na interação solo-fundação, este acompanhamento precisa ser exercido por toda a fase de execução, caso não seja possível é necessário à utilização de materiais de alta resistência e majoração dos coeficientes de segurança. Bem como observar o comportamento da fundação durante o carregamento da estrutura, para tanto é necessário estabelecer um tempo mínimo de observação para análise de seu comportamento durante o carregamento (CONSOLI; MILITITSKY; SCHNAID, 2015).

Alonso (2011) frisa que o avanço do recalque é algo que infelizmente tem sido muito negligenciado, interrompendo drasticamente este ciclo de controle, tal acompanhamento permitiria uma intervenção rápida, caso constatado algum problema.

Atendendo este ciclo de especificações corretamente é possível ter um conhecimento acurado dos serviços de execução e principalmente se eles estão de acordo com o projetado. Tendo assim consciência que as questões de conforto e segurança do usuário bem como a garantia de qualidade foram atendidas.

#### 4 PATOLOGIAS ADVINDAS DA MÁ QUALIDADE DE PLANEJAMENTO

Fundações são componentes de grande importância, também denominada como infraestrutura, elemento responsável pela interação e transferência de esforços entre o solo e a estrutura, acarretando que a mesma esteja cativa ao comportamento do solo, quando submetido às cargas impostas.

São separadas em dois grupos, rasas e profundas. Dentre as rasas ou superficiais estão blocos, sapatas e radier, onde blocos são elementos de concreto executados para que tensões de tração sobre ele impostas sejam suportadas pelo concreto; Sapatas são executadas em concreto armado onde às tensões de tração são trabalhadas pelo aço; Radier, responsável por receber os pilares e distribuir as solicitações (VELLOSO e LOPES, 2011).

As profundas têm como característica sua base implantada em uma profundidade equivalente ao dobro de sua menor dimensão ou que esteja em uma cota de pelo menos 3m do nível do solo. Seus componentes são estacas e tubulões sendo que, estacas são caracterizadas por ser executadas por escavação ou cravação, podem ser do tipo pré-moldada ou executada in loco, já os tubulões são escavadas em grande parte por ferramentas manuais, possui um diâmetro mais elevado em comparação às estacas, tem formato cilíndrico e necessita que um operário dessa pelo fuste para executar o arrasamento ou base do tubulão. (NBR 6122 ABNT, 2010).

Segundo Souza e Ripper (1999) dentre as patologias das fundações os agentes mais atuantes são problemas decorrentes das investigações ou até mesmo a falta delas, na etapa de projeto, na execução e questões causadas pela degradação dos materiais utilizados, em maior escala estão os recalques, que por sua vez tem grande importância nos estudos e identificação do comportamento do conjunto solo estrutura, quando submetido à tensão á ele impostas.

Toda estrutura tem um recalque mínimo de cinco a dez milímetros, provocado pela expulsão do ar e água presentes na base de implantação da fundação, com a imposição das cargas estes elementos saem e os grãos ficam mais próximos (BERBERIAN, 2013).

Eles podem ser analisados pela ótica do solo ou da estrutura, no solo existem os do tipo imediato geralmente tem duração de 3 a 10 dias, ocorre pela compressão de sujeiras no solo, saída de gases e pela deformação elástica do meio.

O recalque primário é bem relativo, pois pode levar de horas a anos para ocorrer caracterizado por ser de adensamento que também é a redução de vazios neste caso principalmente a água, já o secundário não é muito comum nos solos do Brasil, tem sua ocorrência referenciada em solos orgânicos e por último, mas não menos importante o por colapso ele é definido como brusco e catastrófico, caracterizado pela perda de ligação entre as partículas do solo, quanto mais poroso maior a probabilidade de ser colapsível, pois as partículas já tem um grande número de vazios (CONSOLI; MILITITSKY; SCHNAID, 2015).

Em relação à estrutura existem as seguintes tipologias:

- Recalque total que é a junção dos tipos empregados pela ótica do solo, não necessariamente deve conter o primário, secundário e por colapso.
- Recalque total uniforme é quando a estrutura afunda uniformemente ele é menos agressivo, não causa muitos danos seus impactos estão mais ligados a rompimento de tubulações e diferenças de níveis especificados em projeto.
- Recalque diferencial uniforme, que tem um potencial maior de danos, pois uma parte da estrutura sofre o afundamento e o restante não, causando inclinações e avarias em parte da edificação. O recalque diferencial distorcional é o mais grave, pois de mesma forma que o anterior uma parte da estrutura afunda, mas neste o rebaixamento é muito grande gerando muitos danos e preocupações, ele ocorre devido à grande heterogeneidade do terreno que possui em sua composição variações entre solo mole e solo compacto.

Uma correta utilização dos meios disponíveis no planejamento possibilita a minoração de tais consequências, juntamente com a interpretação correta dos dados e uma execução gerenciada se torna fácil à identificação das condições do terreno e conseqüentemente oportuniza a elaboração de um projeto que atenda a todas as especificações (VELLOSO e LOPES, 2011).

De acordo com Souza e Ripper (1999) as diversas manifestações patológicas causadas por problemas nas fundações podem colocar em risco a estabilidade da construção bem como a segurança dos usuários, causando inúmeros transtornos desde fissuras e trincas até evacuação do local por risco de desabamento. Estes problemas são complexos e implicam alto custo para identificação e posteriormente para sanar o problema.

#### **4.1 PROBLEMAS NA INTERPRETAÇÃO DO SOLO**

Rebello (2008) expressa que variações no fisiotipo do solo possibilitam a implantação de diferentes formas de fundações em uma mesma edificação, mas quando não se tem uma investigação adequada dos recalques que cada modalidade está sujeita, podem ocorrer danos a estrutura da construção, pois uma parte pode recalcar mais que a outra e isso irá provocar o aparecimento de trincas e fissuras na alvenaria, bem como problemas na estrutura. Nestas condições se torna crucial à execução de provas de cargas que possibilitará um completo conhecimento do módulo de suporte de cada unidade de fundação.

Como abordado no terceiro capítulo, o acompanhamento de execução é muito importante, para evitar danos na estrutura, um dos problemas recorrentes que pode chegar a constantes elevadas são os problemas provindos da implantação de fundações em aterro, é comum casos onde mesmo especificado em projeto a cota correta, durante a execução é assentada uma parcela da fundação em solo de aterro, causando posteriormente recalques diferenciados na estrutura, devido a deformações no corpo deste aterro ou amolgamento do solo abaixo do mesmo, destacando também que este solo geralmente não resiste a carregamentos elevados (CONSOLI; MILITITSKY; SCHNAID, 2015).

Neste contexto Milititsky (2015) aponta que o surgimento de trincas e fissuras é manifestado devido ao movimento das fundações. Estes se principiam quando a resistência dos componentes da estrutura é menor que as cargas geradas por tais movimentos.

#### **4.2 INTERFERÊNCIA DA VEGETAÇÃO**

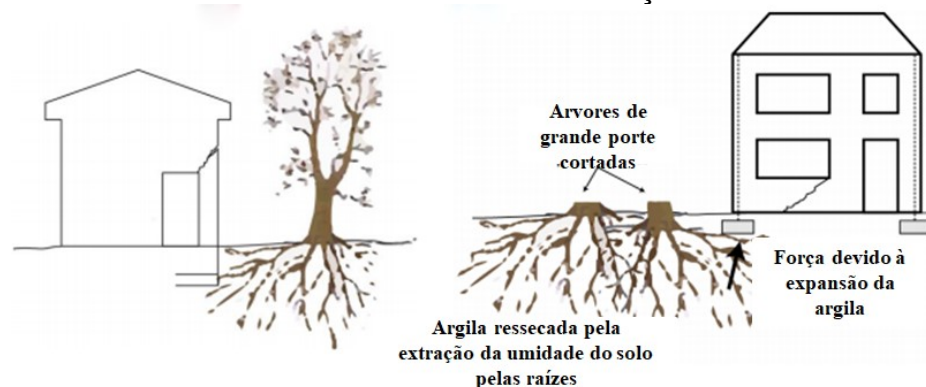
Segundo Schneider (2015) um dos grandes problemas a ser enfrentado é a influência da vegetação na fundação, ou seja, das raízes de árvores. Esta interferência pode ocorrer por contato direto com as raízes ou mesmo pela alteração do teor de umidade que sua presença causa. A extração de umidade que estas raízes realizam diariamente pode aumentar muito a quantidade de água no local e conseqüentemente a fundação que esteja nas suas proximidades irá sofrer um amolgamento causado pela umidade, principalmente se o solo em questão tiver características de solo colapsível.

Wakeling (1983) aponta que nos Estados Unidos, danos causados devido à presença de árvores são maiores que prejuízos causados por enchentes e furacões. Chegam a valores próximos à 1,8 bilhões de dólares, estes pagos pelas seguradoras. A Figura 6 possibilita uma análise da questão.

Canovas (1988) sugere que a distancia mínima entre fundações e árvores devem ser de 1,5 vezes a altura da planta. Algo que foi recusado em inúmeros casos, pois em muitas situações árvores que se situavam mais próximo que esta estimativa nunca causaram danos, esse distanciamento é algo muito relativo devido a questões do tipo de árvore bem como do modelo de fundação envolvidas no caso.

Recentemente foi registrado pelo site G1 na cidade de Passos Minas Gerais um caso de problemas com raízes de árvores, que provocaram trincas e deslocamentos das tubulações de água e esgoto na residência, acarretando diversos transtornos aos proprietários (JORNAL EPTV, 2018).

**FIGURA 6 – Interferência de raízes na fundação**



Fonte: Adaptado Milititsky (2008).

### 4.3 BULBOS DE TENSÕES

Existem duas questões importantes que envolvem os bulbos de tensões, de acordo com Rebello (2008) a cidade de Santos no litoral Paulista, tem um dos piores solos do país no quesito de suporte de carga de fundações, pois a região é composta por uma camada superior de solo arenoso compacto e em seguida camadas de argila marinha, bastante compressível. Mesmo as fundações estando assentadas no solo arenoso, se o bulbo de pressões incidir até a parte de argila compressível haverá amolgamento, pois a camada mole se deforma pela influencia de carga da camada superior.

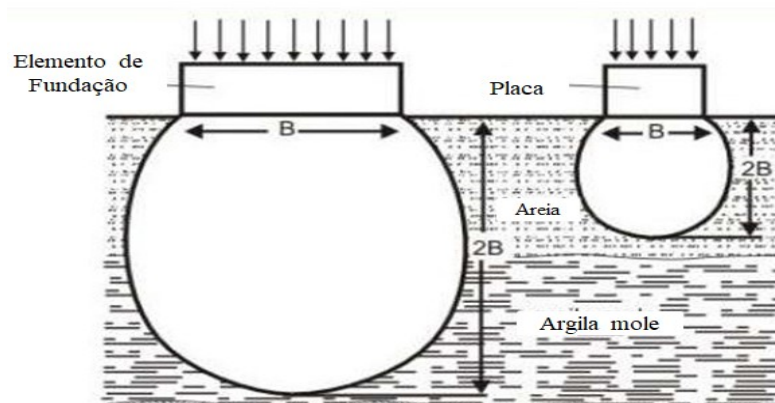
Sendo assim é possível constatar que a camada argilosa juntamente com o mau planejamento é responsável pelos recalques e desaprumos de edificações do local, tendo por agente atuante o recalque diferencial, onde a camada de areia comprime a argila, dando origem às manifestações. Nestes casos é imprescindível como destacado no capítulo dois, os ensaios para identificação das características do solo, tendo conhecimento a respeito de seus horizontes e capacidade de carregamento tais questões não iriam ocorrer.

Schneider (2015) aponta que no projeto, após definir a profundidade de assentamento da fundação, é preciso elaborar o cálculo da tensão admissível das camadas em que o bulbo de tensões irá atuar, esta região de interferência é expressa através de relações entre as dimensões da fundação e a resistência da camada. Onde  $L$  é a profundidade de bulbo e  $B$  é a Largura da base da sapata.

- Sapata quadrada ou circular temos  $L = 2B$
- Sapata retangular temos:  $L = 3B$
- Sapata corrida:  $L = 4B$

Na Figura 7 é possível observar a influência das tensões da fundação nas camadas de solo, bem como a importância de sua consideração no planejamento da fundação.

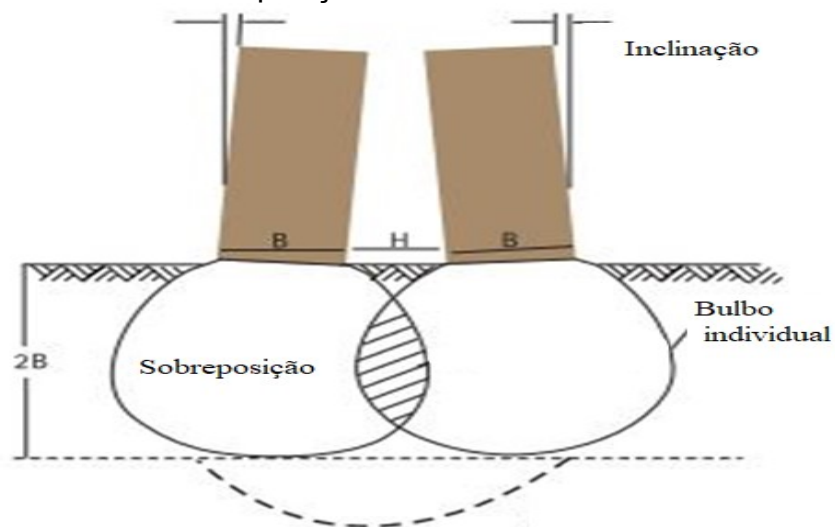
**FIGURA 7 - Bulbos de Tensões**



Fonte: Adaptado Schneider (2015).

Alonso (2011) aponta que quando há interceptação de bulbos de tensões, no caso de proximidade entre edificações vizinhas pode ocorrer à manifestação do recalque diferencial, pois tal interação desencadeia uma zona de instabilidade devido à sobreposição de carga das duas construções causando à inclinação de edificações, na maioria das ocorrências a construção mais antiga que sofre o rebaixamento e desaprumo, a Figura 8 representa o efeito das ações de sobreposições de carregamento.

**FIGURA 8 - Sobreposição de tensões**



Fonte: Adaptado Milititsky (2015).

#### 4.4 PROBLEMAS NA EXECUÇÃO

Outra questão envolvendo o conteúdo abordado no capítulo três é a não utilização de concreto magro, um concreto sem fim estrutural, que tem o intuito de proteger a armadura da sapata do contato direto com o solo. Estando a mesma sem tal proteção irá ocasionar a oxidação da armadura e posteriormente degradação dos componentes do material, pois o aço que está no local para resistir à tração, imposta a fundação estará comprometido. (CONSOLI; MILITITSKY; SCHNAID, 2015).

De acordo com pesquisas de Milititsky (2015) problemas com o controle de adensamento do concreto e vibrações insuficientes resultam em perda de seção útil das peças de fundações, bem como falhas no cobrimento necessário das armaduras isso no processo executivo, provocando assim condições de instabilidade e rápida degradação dos elementos em algumas situações o seu colapso após a

imposição de carregamento, na Figura 9 a seguir é possível visualizar o efeito do mau adensamento do concreto na fundação.

**FIGURA 9 - Mau adensamento do concreto**



**Fonte:** Adaptado Milititsky (2015).

A dosagem incorreta do concreto, com pouco cimento, resultará na redução da resistência da estaca e problemas com sua integridade, sendo necessário o reforço da fundação caso não suporte o carregamento de projeto, bem como a concretagem tardia com concreto iniciando a pega também ocasionará baixa em sua resistência (MACHADO, 2017).

A execução de fundações com dimensões e geometrias distintas do abordado em projeto, algo corriqueiro em fundações superficiais, proporciona incompatibilidade de tensões, punção e recalques consideráveis dos elementos, isso constatado é necessário um novo cálculo estrutural, com as características executadas, em alguns casos é necessário o reforço das fundações (CONSOLI; MILITITSKY; SCHNAID, 2015).

No que tange estacas cravadas, o excesso força de cravação, causado pelo uso incorreto de equipamento e as vezes imperícia do executor, caso não seja detectado promove um mal desempenho da fundação, seja pela quebra da estaca ou até mesmo por sua cota de arrasamento estar inferior ao projetado, no controle da cravação é empregado os quesitos de repique e nega, um procedimento empírico e não acurado, mas que propicia um controle da cravação (ALONSO, 2011).

#### **4.5 EVENTOS PÓS-CONCLUSÃO**

Segundo Milititsky (2015) mudanças do tipo de uso da edificação podem causar alterações significativas no carregamento atuante, a exemplo de salas de um mercado que tem um carregamento de baixa proporção em torno de 10 KN/m<sup>2</sup> em



relação à implantação de um depósito no local onde é considerado em média 40 KN/m<sup>2</sup>, assim superando em larga escala o projetado. Isso provoca danos na estrutura como trincas e rachaduras promovidas por recalques expressivos.

Este problema também pode ocorrer quando edificações vizinhas promovem grande carregamento do solo, pela utilização do terreno para estocagem de materiais de grande carregamento, provocando efeitos nas edificações próximas, caso não estejam preparadas para uma elevação no carregamento bem como pela influência dos bulbos de tensões como citado anteriormente. De mesma maneira as escavações vizinhas podem ter um grande dano as fundações, pois o solo que sustentava a estrutura é retirado. (REBELLO, 2008)

Milititsky (2015) aponta que outro problema é o rompimento de tubulações que ocasionam o carreamento de solo, provocando a origem de vazios e o solapamento das estruturas de fundação, na ocorrência de solos colapsáveis pode induzir a recalques de grandes proporções em especial o do tipo diferencial, que proporciona um maior número de danos à estrutura bem como em toda a edificação, este evento pode ser promovido por incidência de recalque do tipo por adensamento que afunda a edificação provocando tais rompimentos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando iniciado o trabalho de pesquisa, foi constatado um grande número de ocorrências de patologias advindas de problemas nas fundações. Sendo importante um estudo da influência do planejamento e controle de obras, em tais questões.

Diante disto a pesquisa teve como objetivo geral analisar o impacto do planejamento executivo em prol da mitigação das manifestações patológicas. Constata-se que os objetivos foram atendidos, pois através da análise dos dados coletados de bibliografias que apontam as causas dos problemas, bem como a maneira correta de projeto e execução, foi possível definir, que tais ocorrências têm completa relação com o controle de execução e compatibilidade de ensaios e projetos.

Destacando se a importância dos ensaios, pois sem conhecimento das características do solo, bem como sua capacidade de carga, não é possível elaborar de maneira acurada um projeto de fundações, tornando assim a edificação passível da ocorrência de problemas, visto que a interação solo-estrutura é bastante complexa e repleta de incertezas, que somente serão sanadas após um bom levantamento do local.

A pesquisa partiu da hipótese de que a falta de planejamento é um grande problema a ser enfrentado. Durante o trabalho verificou-se que a ausência deste processo tem sido gerador de muitos problemas, que quando identificados após a conclusão da construção já estão propícios a provocar grandes problemas à edificação. Confirmando assim a hipótese, pois quando há um planejamento e controle de execução a maioria dos dilemas são identificados e corrigidos na fase de projeto ou até mesmo durante a execução.

## REFERÊNCIAS

- ABGE. **Manual de Sondagens**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo, 1999 boletim nº 3, 1999.
- ALONSO, U. R **Previsão e Controle das Fundações**. 2 e.d Blucher, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12069: ensaio de penetração de cone in situ (CPT): Rio de Janeiro, 1991.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: informação e documentação: desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: informação e documentação: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484: execução de sondagens de simples reconhecimento de solos: Rio de Janeiro, 2001.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681: ações e seguranças nas estruturas – procedimento: Rio de Janeiro, 2003.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9603: sondagem a trado – procedimento: Rio de Janeiro, 2015.**
- ASTM D2113-14, **Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Exploration**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014. Disponível em < <https://www.astm.org/Standards/D2113.htm>>.
- CANOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: Pini, 1988.
- CURSO DE FUNDAÇÕES. Diego Castro. **Youtube**. 11 jan.2013. 1h 26min 25seg. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=E5R0uLIKfUs>>.
- G1.COM, **Crescimento de raiz de árvore gera transtornos e preocupa moradores de Passos, MG**: Reportagem. 03 de agosto de 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2018/08/03/crescimento-de-raiz-de-arvore-gera-transtornos-e-preocupa-moradores-de-passos-mg.ghtml>>. Acesso em: 12 de outubro de 2019.
- G1.COM, **Moradores dos prédios tortos de Santos sofrem com a desvalorização**: Reportagem. 26 de junho de 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2012/06/moradores-dos-predios-tortos-de-santos-sofrem-com-desvalorizacao.html>>. Acesso em 10/05/2019.
- LIMA, A. **Vamos falar de sondagem – Sondagem Rotativa**. Engenheiro caiçara, janeiro de 2017. Disponível em: < <https://engenheirocaicara.com/vamos-falar-de-sondagem-sondagem-rotativa> >. Acesso em 05 de outubro de 2019.
- LOPES, M. V.. **Pesquisa em comunicação**. Edições Loyola, 1990. Disponível em:< <https://books.google.com.br/books?id=4kzjkhe2H6UC&printsec=frontcover&dq=#v=onepage&q=Pesquisa> >. Acesso em: 01 de abril de 2019.

MACHADO, D. **Investigação das manifestações patológicas mais incidentes em edificações habitacionais de alvenaria estrutural com até cinco anos de uso.** Riuni, Tubarão, 2017. Disponível em <<https://riuni.unisul.br/handle/12345/3815>> . Acesso em 10 abril. 2019

MILITITSKAY, J. ; CONSOLI, N.; SCHNAID, F. **Patologias das fundações.** 2 e.d Oficina de textos, 2015.

REBELLO. C. P. **Fundações Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento.** 1ª ed Zigate, 2008.

SCHNAID, F; ODEBRECHT, E. **Ensaio de Campo e Suas Aplicações à Engenharia de Fundações.** 2ª ed Oficina de Textos, 2017.

SCHNEIDER, N. **Erro Clássico em Fundações Rasas – Prédios tortos.** Nelsoschneider.com.br, c2015. Disponível em: < <https://nelsoschneider.com.br> >. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

SOUZA, V. C., & RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** 1ª ed. São Paulo: PINI, 1999.

THIESEN, S. **Aplicação de Ferramenta SIG para Mapeamento Geotécnico e Cartas de Aptidão para Fundação a Partir de Ensaio SPT - Estudo de Caso em Blumenau-SC.** Researchgate, Julho de 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Equipamento-para-ensaio-de-reconhecimento-a-percussao-SPT\\_fig2\\_324080118](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Equipamento-para-ensaio-de-reconhecimento-a-percussao-SPT_fig2_324080118) > Acesso em: 02 de outubro de 2019.

VELLOSO, D. A (1990) **A Qualidade de um Projeto de Fundações** 1º Simpósio Sobre Qualidade e Produtividade na Construção Civil - FAAP – SP. Revista Dirigente Construtor set. 1990.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações.** Critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

WAKELING, T. R. Preface of the Proceedings... In: Symposium – **The Influence of Vegetation on the Swelling and Shrinking of Soils.** London, 1983.

WROTH, C. P. **British experience with the self-boring pressuremeter. Proceedings of the int. Symp.** Pressuremeter and its Marine Appl, Paris, 1984 p 143.