



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS - CMPF
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LETÍCIA MOREIRA DE CARVALHO

**FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS: CONTROLE DE CONCEPÇÃO E
EXECUÇÃO PARA EVITAR MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS
EDIFICAÇÕES**

PAU DOS FERROS – RN

Fevereiro - 2019

LETÍCIA MOREIRA DE CARVALHO

**FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS: CONTROLE DE CONCEPÇÃO E
EXECUÇÃO PARA EVITAR MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS
EDIFICAÇÕES**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Bianca Alencar Viera
(UFERSA - Campus Pau dos Ferros)

PAU DOS FERROS - RN

Fevereiro - 2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C331f Carvalho, Letícia Moreira de.
FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS: CONTROLE DE CONCEPÇÃO E
EXECUÇÃO PARA EVITAR MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS
EDIFICAÇÕES / Letícia Moreira de Carvalho. - 2019.
35 f. : il.

Orientadora: Bianca Alencar Vieira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de --Selecione um
Curso ou Programa--, 2019.

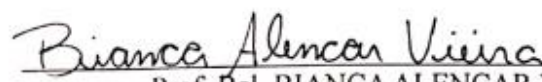
1. Patologia das Fundações. 2. problemas. 3.
concepção. 4. execução. 5. estrutura. I. Vieira,
Bianca Alencar , orient. II. Título.

LETÍCIA MOREIRA DE CARVALHO

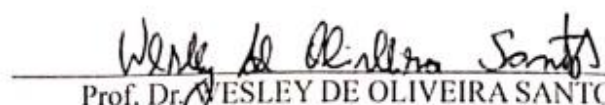
**FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS: CONTROLE DE CONCEPÇÃO E
EXECUÇÃO PARA EVITAR MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS
EDIFICAÇÕES**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 28/02/2019


Prof. Bel. BIANCA ALENCAR VIEIRA
Presidente


Prof. Dr LAURO CÉSAR BEZERRA NOGUEIRA
1º Examinador


Prof. Dr. WESLEY DE OLIVEIRA SANTOS
2º Examinador

Aos meus pais, Francisco Sérgio e Maria Lavínia, por todo apoio, amor e dedicação.

RESUMO

Um projeto bem elaborado tem um papel fundamental para obtenção de um resultado satisfatório da construção. Cuidados nas etapas construtivas são essenciais para evitar problemas futuros na estrutura que podem afetar sua segurança e durabilidade, além de prevenir custos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar as possíveis causas de patologia das fundações em uma edificação, com intuito de evitar problemas, nas fases de concepção e execução desses elementos. Foi realizada uma pesquisa na literatura relacionada ao tema e feito um estudo de caso referente à uma obra localizada no município de Pau dos Ferros - RN. Com isso, observou-se na fase de concepção que a investigação do solo era insuficiente, não sendo realizado a quantidade de furos necessária segundo norma. Na fase de execução, uma das sapatas encontrava-se com o pilar fora do prumo, podendo alterar o cobrimento da armadura expondo-a e deixando-a propícia a oxidação, resultando em deslocamento do concreto. Além disso, observou-se inclinação excessiva da rampa de lançamento do concreto além de acesso não plano, podendo causar segregação deste. Comparando estes e outros fatores com a literatura, conclui-se que podem causar patologias de fundações como recalques diferenciais que prejudicam a estrutura podendo gerar custos com reparos ou até mesmo seu colapso.

Palavras – chave: Patologia das fundações, problemas, concepção, execução, estrutura

ABSTRACT

A well-designed project plays a key role in achieving a satisfactory construction result. Attention in the constructive steps is essential to avoid future problems in the structure that affect its safety and durability, in addition to preventing extra costs. Thus, the objective of this study was to analyze the possible causes of the pathology of foundations in a building, with the purpose of avoiding problems, in the design and execution phases of these elements. The research was done in the literature related to the subject and a case study was done referring to a construction site located in the city of Pau dos ferros, RN. With this, it was observed at the conception stage that the investigation of the soil was insufficient, not being realized the number of holes required according to the norm. In the execution phase, one of the shoes was with the pillar outside the plumb line, which could alter the covering of the reinforcement exposing it and leaving it propitious to oxidation, which could result in the displacement of the concrete. There was also the excessive inclination of the concrete launching ramp as well as non-flat access, which could cause segregation of the concrete. Comparing these and other factors with the literature, it can be concluded that they can cause foundations pathologies such as differential stresses that damage the structure and can generate costs with repairs or even collapse of the structure.

Key words: Pathology of foundations, conception, execution, structure

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fundações Superficiais e Profundas	11
Figura 2: Bloco de Fundação.....	12
Figura 3: Sapata Quadrada	12
Figura 4: Radier	13
Figura 5: Baldrame	13
Figura 6: Tubulão e estaca.....	14
Figura 7: Caixaão.....	14
Figura 8: Etapas de estudo.....	19
Figura 9: Localização da Obra	20
Figura 10: Área não investigada.....	23
Figura 11: Planta de Localização	24
Figura 12: Escavação	25
Figura 13: Ordem em que devem ser executadas as fundações	26
Figura 14: Regularização com concreto magro	26
Figura 15: Execução de sapata	27
Figura 16: Forma de fabricação do concreto	28
Figura 17: Adensamento executado com vibrador	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Geral	10
1.1.2 Específicos	10
2 REVISÃO TEÓRICA	11
2.1 FUNDAÇÕES	11
2.1.1. Fundações Superficiais.....	12
2.1.2. Fundações Profundas	13
2.2 PATOLOGIA DAS FUNDAÇÕES	15
2.3 DANOS CAUSADOS PELAS PATOLOGIAS.....	16
2.4 FORMAS DE EVITAR AS PATOLOGIAS.....	17
2.4.1 Concepção.....	17
2.4.1 Execução	17
2.4.2 Pós – Conclusão	18
3 METODOLOGIA.....	19
3.1 OBRA ANALISADA.....	20
3.2 PROCEDIMENTO	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 FASE DE CONCEPÇÃO	22
4.2 FASE DE EXECUÇÃO	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

As edificações, em geral, são fundamentais para a realização das atividades humanas e devem garantir, sobretudo, durabilidade, conforto e segurança aos seus usuários. Estas estão submetidas a diversas ações, advindas, principalmente, dos seus componentes e da utilização. Desta forma, torna-se imprescindível fazer uso de elementos que transfiram essas cargas para o solo.

Milititsky et al. (2015) define Fundação como um elemento de transição entre a estrutura e o solo. A ANBT NBR 6122:2010 as divide em dois grandes grupos: superficiais e profundas. De um modo geral, as cargas que são transmitidas pelas fundações superficiais para o solo são distribuídas, predominantemente, pela pressão da área da base da fundação. No que se referem às profundas, essas cargas podem ser transferidas através da base, ponta ou pela combinação das duas. Nesse contexto, é essencial que a escolha e dimensionamento do tipo de fundação sejam realizados analisando todos os parâmetros da edificação e do solo em questão, pois, caso contrário, podem-se gerar grandes problemas as construções podendo levá-las até mesmo ao colapso.

Um fato frequente na área da construção civil está relacionado ao aparecimento de fissuras em elementos estruturais e não estruturais e recalques excessivos em edifícios, podendo ocasionar problemas, principalmente, de segurança e durabilidade dos seus elementos. São vários os fatores ligados às patologias nas fundações, visto que, são elas que suportam toda a carga da estrutura e transfere para o solo em que se apoia.

De acordo com Vieira (2016) essas manifestações patológicas podem ocorrer em diferentes fases da construção, podendo provocar, males congênitos e adquiridos, sendo propícios a acidentes e à deterioração com o passar do tempo, afetando assim grandes obras de engenharia. Nesse ensejo, a patologia é a parte da engenharia que estuda as manifestações patológicas recorrentes nas edificações de um modo geral. Koga (2017) define a patologia como a ciência que estuda todos os aspectos de uma doença, com especial atenção à origem, aos sintomas e ao desenvolvimento das condições orgânicas anormais e suas consequências.

Toledo (2017) afirma que existem algumas causas que favorecem o surgimento de manifestações patológicas, como: deficiências de projeto, deficiências de execução; má qualidade dos materiais, ou emprego inadequado dos mesmos, uso inadequado da estrutura e manutenção imprópria.

Essas manifestações podem aparecer tanto nos elementos de fundação quanto nos elementos estruturais e não estruturais de uma edificação. Logo, para identificar e tratar esses

problemas faz-se necessário analisar as possíveis causas, em especial, aquelas ligadas aos eventos pré e pós-conclusão desses componentes.

Desse modo, estudos que busquem prevenir estes problemas são essenciais, pois favorece o aumento da vida útil da estrutura, bem como, evita-se gastos com reparos. Sendo assim, o recomendado é que essas fases sejam acompanhadas com atenção a fim de prever e evitar problemas futuros na construção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar as possíveis causas do aparecimento de patologias das fundações em uma edificação, bem como confrontar com as recomendações da literatura, com o intuito de prevenir e evitar esses problemas, nas fases de concepção e execução desses elementos e o que é realmente realizado.

1.1.2 Específicos

- Investigar a origem das patologias das fundações nas etapas de concepção e execução desses elementos;
- Confrontar as recomendações da literatura e o realizado em uma obra.
- Mostrar a importância dos cuidados prévios principalmente nas etapas pré-conclusão para prevenir e evitar as manifestações patológicas na estrutura.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 FUNDAÇÕES

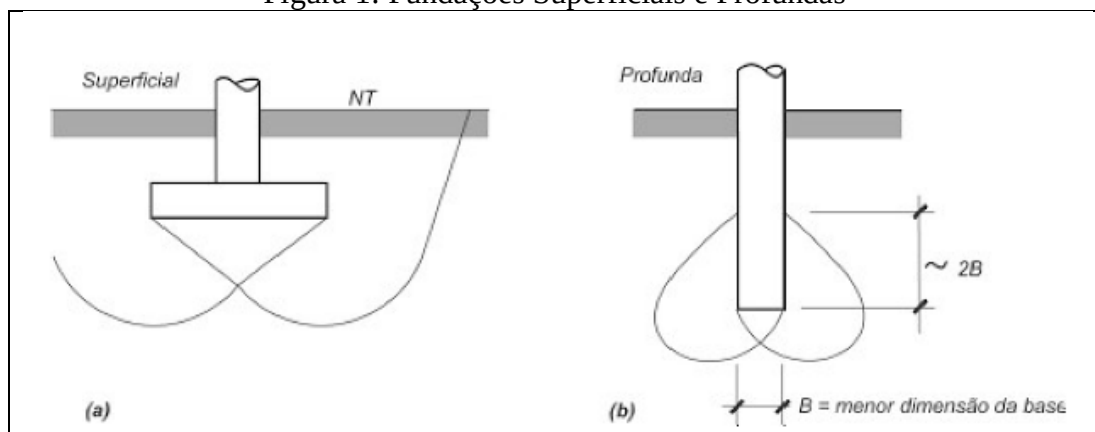
Milititsky et al. (2015) define fundação como um elemento de transição entre a estrutura e o solo onde seu comportamento está diretamente ligado ao que acontece ao solo quando submetido a carregamento através dos elementos estruturais das fundações. Destaca ainda que uma fundação adequada é aquela que apresenta um apropriado fator de segurança à ruptura e recalque compatíveis com o funcionamento do elemento suportado.

Nesse contexto, as fundações podem ser consideradas a parte mais importante da estrutura, já que suportam todas as cargas provenientes do seu peso próprio e as cargas que decorrem do seu uso. É necessário então, atentar para as características que o solo possui, bem como as cargas solicitantes, evitando assim problemas futuros.

Dessa forma, Silva Junior (2008) explica que se torna indispensável conhecer o tipo de solo de cada terreno e estudar as camadas por meio de sondagem, o que garante uma maior segurança, uma vez que essa análise resulta na escolha adequada do tipo de fundação para cada construção, considerando todos os parâmetros do solo.

Lopes; Velloso (2010), aponta que as fundações são divididas em duas classes: fundações superficiais e fundações profundas, onde distingue estes dois grupos segundo o critério de que uma fundação profunda é aquela cujo o mecanismo de ruptura de base não surge na superfície do terreno. A figura 1 mostra o comportamento destes dois grupos.

Figura 1: Fundações Superficiais e Profundas



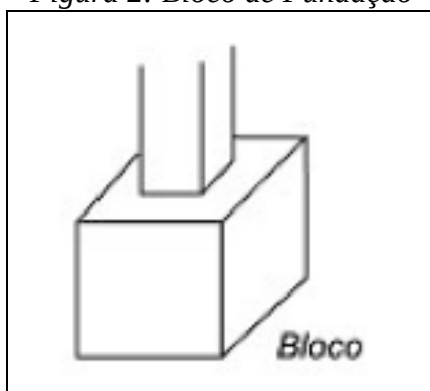
Fonte: Lopes e Velloso, 2010.

2.1.1. Fundações Superficiais

A NBR 6122/2010 define fundação superficial como elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente da fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação destacando-se as sapatas, os blocos, os radiers e as vigas baldrame.

Hachich et al. (1998) define os tipos de fundações superficiais ou rasas mais comuns, especificando bloco de fundação como um elemento de concreto simples e relativamente grandes de modo que trabalhe essencialmente a compressão. Seu dimensionamento acontece de modo que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura. A figura 2 apresenta o bloco de fundação.

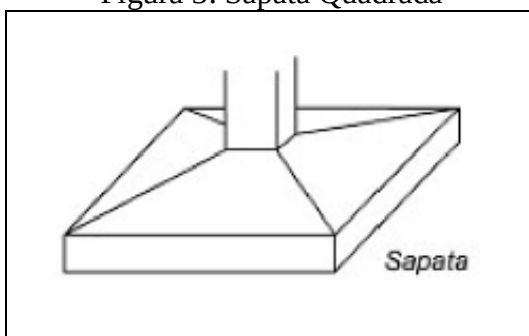
Figura 2: Bloco de Fundação



Fonte: Lopes e Velloso, 2010.

A sapata, por sua vez, é um elemento de concreto armado que, diferentemente do bloco, utiliza-se de armadura para resistir aos esforços de tração, além de ter menor altura. Elas podem assumir qualquer forma em planta onde as mais comuns são as sapatas quadradas, retangulares e corridas (HACHICH et al, 1998). A figura 3 mostra um tipo de sapata.

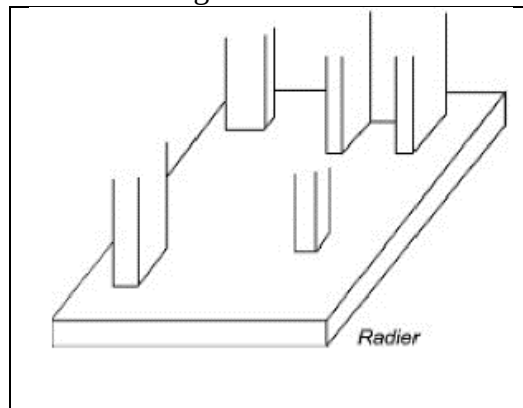
Figura 3: Sapata Quadrada



Fonte: Lopes e Velloso, 2010.

Com relação as lajes radiers, Lopes e Velloso (2010) afirmam que na NBR 6122:1996 eram definidas como fundações que recebiam todos os pilares de uma estrutura, enquanto que as sapatas corridas recebiam partes dos pilares de uma estrutura. A atualização da norma permite o uso da expressão radier em todos os casos. Como essa expressão “radier” foi originada na França, convém adotar que o parcial seria o caso de receber parte dos pilares e o geral para o caso de receber todos os pilares da obra. A figura 4 ilustra este elemento de fundação.

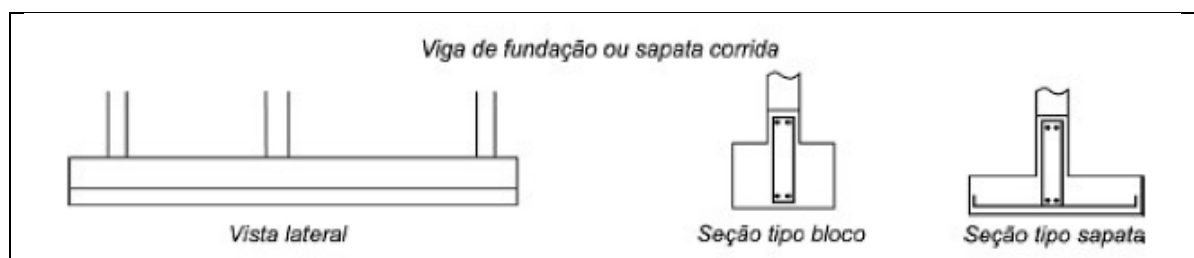
Figura 4: Radier



Fonte: Lopes e Velloso, 2010.

Por fim, Lopes e Velloso (2010) definem baldrame ou sapata corrida, como uma sapata submetida à ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares em um mesmo alinhamento sobre o terreno, podendo ser chamada ainda de viga de fundação.

Figura 5: Baldrame



Fonte: Lopes e Velloso, 2010.

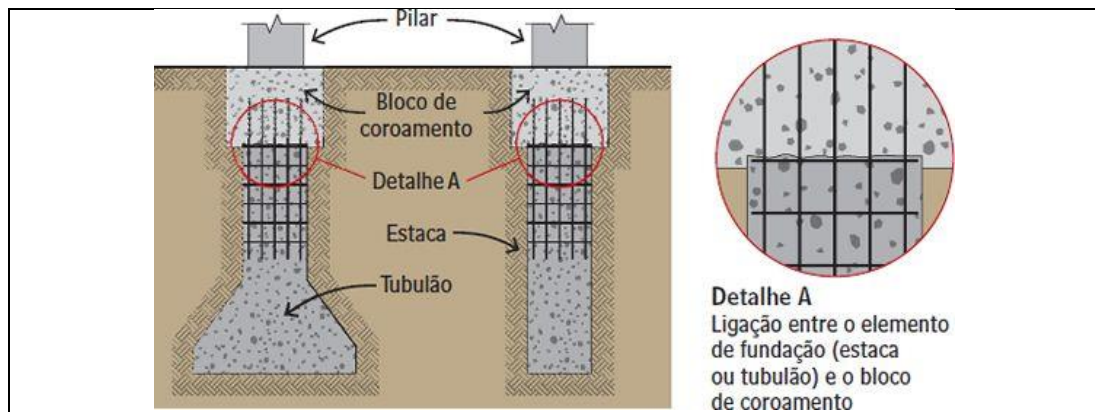
2.1.2. Fundações Profundas

As fundações profundas são elementos que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, e que está apoiada em uma profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão

em planta, e no mínimo 3 m, salvo justificativa. Como exemplo, pode-se citar as estacas, os tubulões e os caixões (OLIVEIRA, 2012).

Conforme destaca Koga et al. (2017), as estacas são elementos de fundação profunda executada com auxílio de ferramentas ou equipamentos, sem que, em qualquer fase de sua execução, haja descida de operário. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado *in situ* ou mistos. Os tubulões, no entanto, são elementos de fundação profunda de forma cilíndrica, onde pode ser executado a céu aberto ou sob ar comprimido (pneumático) e ter ou não base alargada, podendo ser de aço ou de concreto. A figura 6 ilustra detalhes do tubulão e da estaca.

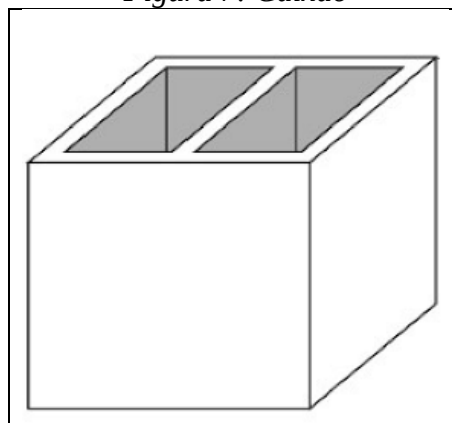
Figura 6: Tubulão e estaca



Fonte: Brito, 2017.

Por fim, Koga et al. (2017) define caixão como sendo um elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna, podendo ter ou não a base alargada. A figura 7 a seguir mostra o caixão.

Figura 7: Caixão



Fonte: Lopes e Velloso, 2010

2.2 PATOLOGIA DAS FUNDAÇÕES

Conforme Marcelli (2007), a escolha de uma fundação adequada e sua correta execução, respeitando os critérios das normas técnicas, são fatores que garantem a estabilidade da edificação ao longo da sua vida útil. Ou seja, se executadas de forma correta, seguindo padrões mínimos exigidos a partir de investigações geotécnicas, as fundações das edificações não irão provocar surgimento de maiores problemas de desempenho estrutural do edifício. Por sua vez, se a execução for feita de forma errônea e sem sondagens, os problemas decorrentes de má execução podem ser inúmeros.

Conforme Azevedo (2011), a aplicação do termo patologia na engenharia, em especial no caso das estruturas de concreto, parte do princípio do tratamento de problemas com o sentido de reabilitar as estruturas, o que equivale a um processo terapêutico na medicina.

Koga **et al.** (2017) salienta que as patologias podem ser identificadas, tanto na fase inicial construtiva, garantindo o seu comportamento adequado e seguro, quanto na fase pós-implantação onde começam a surgir os efeitos, incluindo sua possível degradação.

Carmo (2003) afirma que as patologias das fundações podem ser causadas, principalmente, devido a ausência ou insuficiência de investigações geotécnicas adequadas, má interpretação de dados coletados por meio de ensaios, avaliação incorreta de valores de esforços atuantes na estrutura, tensão admissível de solo inadequado, má execução por imperícia e falta de treinamento da mão de obra.

De acordo com Milititsky et al. (2015), alguns fatores podem influenciar no comportamento da fundação, e podem acontecer anterior ao projeto, continuando na construção e terminando com os efeitos de acontecimento pós-implantação, além da sua possível degradação. Além disso, os autores asseguram que podem ocorrer patologias a partir de incertezas quanto às condições do subsolo como ausência de investigação, investigação insuficiente e com falhas e uma má interpretação dos resultados das sondagens.

Por outro lado, Souza e Ripper (1998 apud ZUCHETTI, 2015), afirmam que existem outras causas que podem ocasionar patologias, como o envelhecimento natural, utilização de materiais sem qualidade e sem especificações apropriadas, acidentes, ausência de manutenção e até mesmo por razões econômicas.

2.3 DANOS CAUSADOS PELAS PATOLOGIAS

Gotlieb (ABMS/ABEF, 2006), afirma que as manifestações patológicas indicam o mau desempenho de uma fundação, podendo se caracterizar por uma peça única, com deterioração dos materiais que a compõe ou então, por deformações excessivas, perda de cobrimento mínimo e oxidação das armaduras, esmagamentos, rupturas, fissuras e outras. As manifestações podem se apresentar na obra como um todo, com recalques e desaprumos. Os danos ocasionados por estas manifestações podem ser configurados como: danos arquitetônicos, funcionais e estruturais.

Carmo (2003) descreve esses três tipos de danos, sendo que os arquitetônicos comprometem a estética da edificação, como trincas nas paredes e acabamentos, sem existir riscos a estabilidade da estrutura. Por outro lado, os danos funcionais envolvem o desempenho e funcionalidade da edificação, sendo essencial haver reparos e reforços estruturais para controlar a evolução deste tipo de problema. Por fim, os estruturais comprometem os elementos estruturais da edificação alterando a vida útil, durabilidade e desempenho da obra. Estes danos favorecem a instabilidade da edificação, podendo levá-la ao colapso, sendo, neste caso, inevitável a necessidade de reforço.

Macedo (2017) ratifica que os problemas que surgem nas fundações podem provocar fissuras, rachaduras, trincas e outras patologias em edifícios, sendo o de maior incidência o recalque diferencial excessivo. Desta forma, é fundamental que haja um estudo voltado às patologias das construções, buscando encontrar as possíveis causas de tais problemas com o intuito de planejar as melhores condutas que devem ser colocadas em prática.

O mesmo autor aponta alguns fatores que normalmente causam recalques como, vazamentos hidráulicos, infiltração de águas pluviais, rebaixamento de lençol freático ou construções de obras nas proximidades. Propondo processos de reforços de fundações aplicados em edifícios residenciais e industriais, onde segue procedimentos preliminares como análise dos danos existentes na edificação, medições das evoluções das anomalias e dos recalques diferenciais, análise das características geotécnicas do subsolo, análise das características da infraestrutura e superestrutura e definição da causa e reforço a ser adotado (MARCELLI, 2007).

Marcelli (2007) aconselha a realização de um estudo das condições gerais da edificação para análise dos danos nas edificações, devendo-se observar todas as anomalias existentes, principalmente os desaprumos, as trincas a 45° nas alvenarias e as fissuras na estrutura. Essa análise preliminar deve permitir uma tomada de posição com relação à estabilidade do imóvel e consequente segurança de seus usuários. Na hipótese de existir risco de colapso total/parcial,

ou ainda em caso de haver dúvidas nesse sentido, recomenda-se que a primeira providência seja a de garantir a integridade física das pessoas existentes no local.

2.4 FORMAS DE EVITAR AS PATOLOGIAS

2.4.1 Concepção

Segundo Milititsky et al. (2013), há vários fatores que podem afetar o comportamento das fundações, iniciando por aqueles relacionados a concepção e o projeto, que envolvem o conhecimento do solo, passando ainda pelo processo executivo e finalizando por efeitos de acontecimentos pós-conclusão. Sendo de extrema importância que os envolvidos no estudo de fundações tenham conhecimento adequado desses eventos, de modo a permitir uma atuação mais qualificada, resultando em eficientes formas de evitar patologias.

Milititsky et al. (2013), afirma ainda que a causa mais frequente de problemas de fundação é a má investigação do subsolo, onde a incerteza das suas condições são resultado da ausência de investigação, investigação insuficiente ou com falhas ou ainda má interpretação dos resultados das sondagens o que podem causar patologias.

Os mesmos autores anunciam formas de evitar patologias agindo ainda na etapa de concepção e projeto, como por exemplo, seguir a norma vigente para determinação do tipo de programa de investigação, atentar para o número de furos de sondagem adequados, correta profundidade de exploração considerando camadas de comportamento distinto (variação do solo) e ainda identificar propriedades que necessitem de ensaios especiais.

2.4.1 Execução

Souza e Ripper (1998), afirma que o construtor deve se atentar para cada escolha feita na fase de execução de uma obra, onde os materiais utilizados devem atender as especificações de projeto e as exigências de qualidade prescritas nas Normas Brasileiras. Essas exigências devem ser examinadas antes do início da obra e controladas durante o processo de construção.

Segundo Vieira (2017), dado que a etapa de execução das fundações é encarregada pela sustentação da estrutura, se executada com falhas, podem ocorrer problemas futuros, como recalques, que colabora para o aparecimento de fissuras nas peças que compõem a estrutura, sendo mais evidente em paredes e revestimentos. Sendo assim, esclarece a importância de soluções técnicas adequadas e controle frequente das diversas operações envolvidas no processo de construção.

Souza e Ripper (2011) destacam que grande parte das falhas de execução está na baixa qualificação da mão de obra, que parece ser um agravante significativo para o surgimento de patologias em edificações. Por esse motivo é necessário um responsável técnico de modo a prevenir erros que prejudiquem a durabilidade de uma estrutura.

Conforme Olivari (2003), erros corriqueiros acontecem na fase de execução de uma fundação, tais como: erro de interpretação de projetos, ausência de controle tecnológico, utilização de concreto vencido, ausência de limpeza ou estanqueidade das fôrmas, armadura mal posicionada, falta de espaçadores e pastilhas para garantir o cobrimento, segregação do concreto por falha no lançamento, cura mal executada, falta de fiscalização, erro no dimensionamento ou posicionamento das formas, entre outros.

Nesse contexto, é importante ressaltar que a prevenção de erros, evita problemas tanto na fase de execução, como até mesmo falhas na estrutura futuramente, garantindo uma maior segurança e durabilidade a obra, bem como diminuindo os gastos que seriam necessários para o reparo das patologias.

2.4.2 Pós – Conclusão

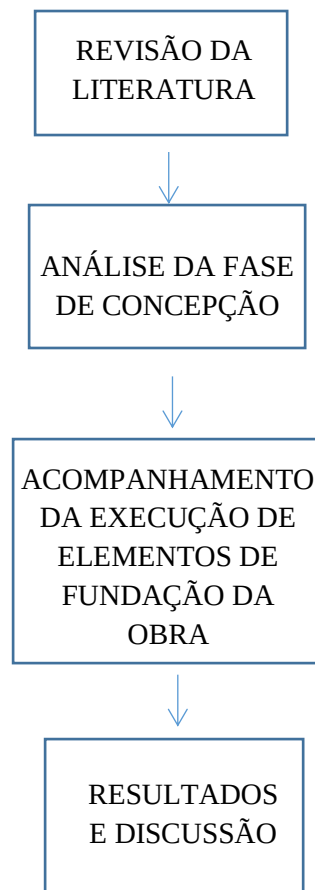
De acordo com Alves (2009), são vários os problemas em fundações após sua conclusão, destacando como causas a alteração no uso da edificação, mudanças imprevistas na fase de projeto, execução de grandes escavações e alteração de uso em terrenos vizinhos, além de oscilações não previstas no nível d'água.

Em relação à alteração do uso da edificação, Alves (2009) destaca um caso bastante frequente, onde um sobrado residencial é transformado em edifício comercial devido ao grande valor dos imóveis e acaba sendo utilizado como depósito. Isso pode causar problemas já que na etapa de projeto, o edifício foi dimensionado em função da sobrecarga atuante de utilização, essa modificação pode aumentar a carga nas fundações, cargas estas que não foram previstas.

3 METODOLOGIA

Este estudo tem caráter exploratório e apresenta uma abordagem qualitativa, onde será realizado um estudo de caso referente à uma obra localizada no município de Pau dos Ferros - RN. Nesse ensejo, divide-se a pesquisa em duas etapas. Primeiramente, será feito um estudo do tema abordado, com o propósito de obter um embasamento teórico acerca das Patologias de Fundações. O embasamento teórico se dará através de pesquisas na literatura existente. Na segunda parte, realiza-se o acompanhamento da execução de elementos de fundação de uma obra, além das concepções adotadas no projeto. Por fim, serão confrontadas as etapas de concepção e execução realizadas *in loco* desses elementos e o que recomenda a literatura, a fim de delinear possíveis focos para o surgimento de manifestações patológicas na edificação em questão. A figura 8 mostra o fluxograma das etapas do estudo.

Figura 8: Etapas de estudo

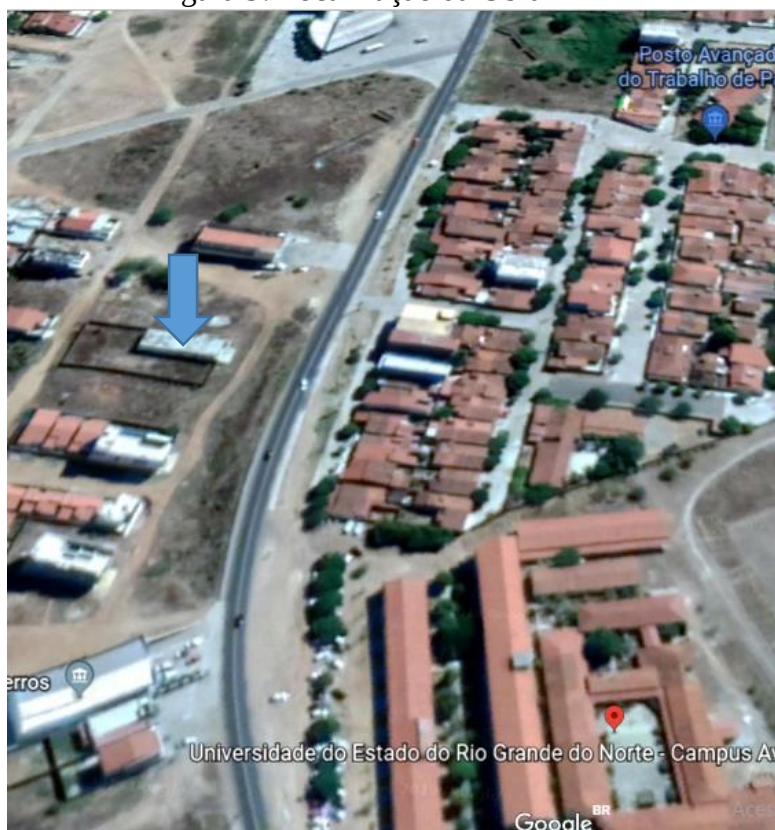


Fonte: Autoria própria, 2018.

3.1 OBRA ANALISADA

A obra analisada localiza-se no município de Pau dos Ferros-RN. Refere-se à construção de dois blocos residenciais com 17 pavimentos cada e área de projeção de 2000 m². A figura 9 ilustra a localização de satélite da obra.

Figura 9: Localização da Obra



Fonte: Google Earth, 2019.

O início se deu no ano de 2017 com previsão de conclusão em quatro anos. A estrutura do residencial é composta por vigas, pilares e lajes, sendo os elementos de fundações adotados do tipo superficiais, especificamente sapata e vigas baldrame.

3.2 PROCEDIMENTO

Inicialmente, avaliou-se o evento anterior a execução, ou seja, a realização da investigação do subsolo que deve ser feita através de um programa preliminar desenvolvido com base em ensaios SPT.

Em seguida, verificou-se como se deu a elaboração e análise do projeto, apontando como principais pontos a serem observados: o comportamento do solo; a interação solo x

estrutura; o desconhecimento do comportamento real das fundações; a estrutura de fundação; e as especificações construtivas.

A obra foi acompanhada no período de novembro de 2018 a janeiro de 2019 e avaliou-se a execução das fundações em campo, juntamente com o engenheiro responsável, de modo a obter informações acerca de algumas especificações, podendo-se citar: resistência do concreto à compressão, traço, forma de fabricação do concreto, distância do local de fabricação e lançamento, verificação das condições da água de hidratação, consistência do concreto (trabalhabilidade), recobrimento, adensamento, disposição das ferragens e arranque, presença do lastro de concreto magro, comparação das dimensões reais e de projeto, cura e desforma, estocagem do material, qualidade do material, presença de água na cava durante a concretagem, limpeza interna da forma, ocorrência do estrangulamento da seção de pilares enterrados, locação da posição das sapatas conforme o projeto, dentre outras.

Por fim, foi possível comparar os resultados obtidos com a análise feita tanto na fase de concepção da obra como no acompanhamento da execução das fundações com a possível ocorrência ou não de patologias futuras decorrentes de falhas no processo construtivo da edificação em questão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico destina-se a apresentação dos principais resultados do estudo, abordando as fases de concepção e execução de fundações e apontando possíveis patologias que podem ser originadas decorrentes de falhas, discutindo e comparando a prática (execução) com o projetado na etapa de concepção e com a literatura existente.

4.1 FASE DE CONCEPÇÃO

Essa etapa é destinada a analisar todas as concepções adotadas para o desenvolvimento do projeto, sendo fundamental investigar o programa de reconhecimento do subsolo e seus impactos na ocorrência de patologias, observando se há ausência, falha ou insuficiência na caracterização do subsolo.

Sendo assim, a investigação do subsolo se deu através do ensaio de sondagem Standard Penetration Test (SPT) permitindo identificar as características geotécnicas do terreno, tendo sido realizados 3 furos de sondagem mista¹. Este ensaio é normalizado pela ABNT NBR 8036:1983. O número mínimo exigido para o programa de investigação encontra-se disposto no item 4.1.1.2 da referida norma.

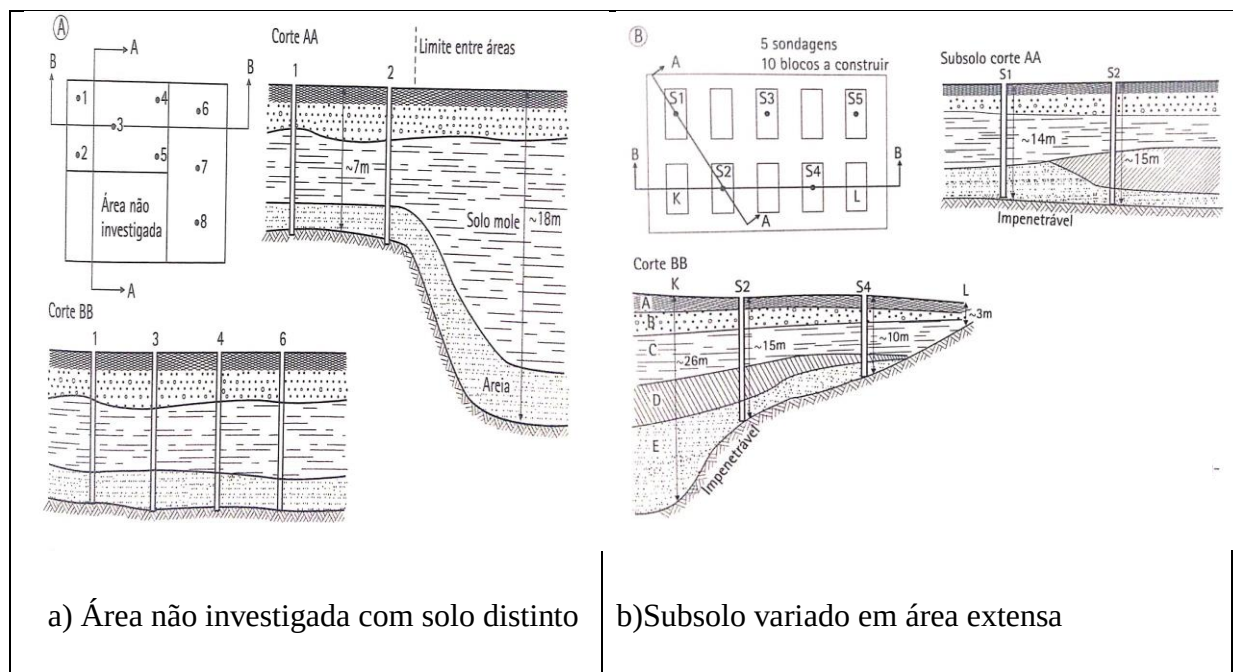
Conforme normativa, deve-se realizar, no mínimo, uma sondagem para cada 200 m² de área da projeção em planta do edifício até 1200m², entre 1200 m² e 2400 m² deve-se fazer uma sondagem para cada 400 m² que excederem de 1200 m². Percebe-se que a análise do solo através do SPT não seguiu as indicações da NBR 8036 (1983). Pois para este caso seriam necessários, pelo menos 8 (oito) furos para análise do solo. Destaca-se, no entanto, que a quantidade do furo bem como sua localização foram definidos pelo contratante.

Este fato caracteriza-se como uma insuficiência na investigação do solo, já que um o solo é um material bastante heterogêneo e em uma área pode-se conter variados tipos de solo apresentando resistências diferentes. A insuficiência de investigação pode acarretar em escolha inadequada do tipo de fundação e dimensionamento incorreto, que consequentemente poderá causar problemas de manifestações patológicas, como recalques diferenciais ou mesmo o colapso das fundações.

¹ A Sondagem Mista (SM) consiste na junção, em um mesmo furo, da metodologia da Sondagem a Percussão nos trechos de solo e da metodologia da Sondagem Rotativa (SR) nos trechos em rocha.

Além da quantidade de furos, deve-se atentar para a distribuição dentro do terreno. A Figura 10a ilustra a ocorrência de uma área não investigada com subsolo distinto, onde é possível perceber que o solo contido na extensão do corte BB é perfeitamente analisado pelo ensaio, porém analisando o corte AA percebe-se que o ensaio SPT não foi suficiente, deixando de abordar as características presentes em toda extensão desse corte, onde na área não investigada ocorreu presença de solo. A figura 10b expõe um subsolo variável em uma área extensa, em que no corte BB apresenta um ponto não investigado pelo ensaio.

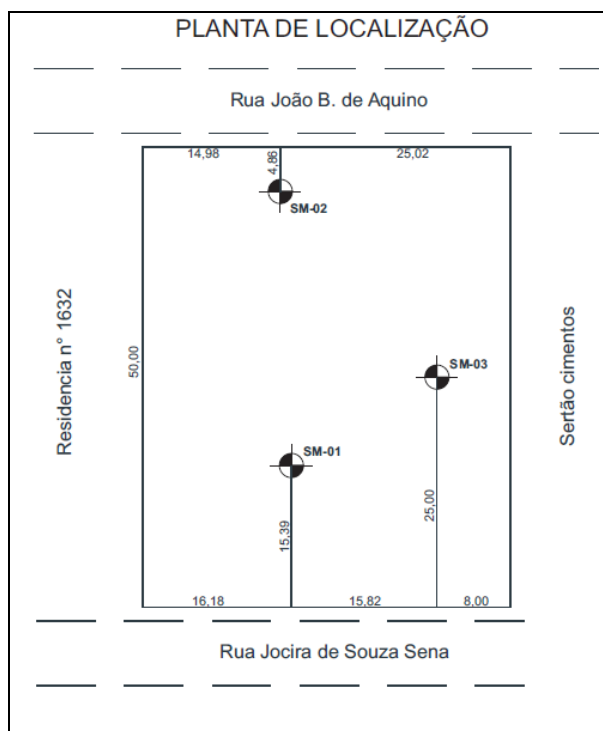
Figura 10: Área não investigada



Fonte: Milititsky et al., 2008.

A planta de localização das sondagens na obra em análise encontra-se disposta na Figura 11, sendo os furos indicados por SM-01 distante 15,39 metros e SM-03 distante 25 metros, ambos a oeste do limite do terreno e SM-02 distante 4,86 metros a leste do limite do terreno. SM-01 está a uma cota de 229,44 m em relação a boca do furo, SM-02 a uma cota de 228,70 m e SM-03 a 228,90 m.

Figura 11: Planta de Localização



Fonte: Gepê Engenharia, 2017.

De acordo com o relatório apresentado pela empresa, o furo SM-01 apresentou profundidade de 14 metros. Vale salientar que em -3,5 metros se encontrou rocha paragnaisse medianamente alterada com qualidade muito pobre extremamente fraturada e que se quebra com relativa facilidade ao golpe do martelo. O furo SM-02 teve uma profundidade de 8,05 metros. Em -1,25 metros constatou-se rocha granítica com as mesmas características do primeiro furo. Por fim, o furo SM-03 teve uma profundidade de 8 metros. A rocha paragnaisse foi encontrada em -1,5 metros sendo caracterizada por ser altamente alterada, muito pobre, em fragmentos de torrões com pedaços em diversos tamanhos podendo ser quebrada facilmente pelo golpe do martelo e as bordas do fragmento podem ser quebradas pela pressão dos dedos.

Ressalta-se que a capacidade de carga do solo é um importante fator a se considerar, como se trata de um edifício de 15 andares, se espera que a carga atuante seja elevada. Como citado por Barros (2011), utiliza-se fundações profundas em casos em que há grande capacidade de carga devido ao atrito lateral do corpo do elemento de fundação com o solo.

O tipo de fundação escolhida foi a sapata, uma fundação superficial. Porém, de acordo com Gomes (2008), a escolha do tipo de fundação leva em consideração vários aspectos como natureza e característica do solo no local de obra; disposição, grandeza e natureza das cargas a

serem transferidas ao subsolo; fundações e condições técnicas dos edifícios vizinhos; limitações dos tipos de fundações existentes no mercado e as restrições técnicas impostas a cada tipo de fundação. Sendo assim, supõe-se que sua escolha tenha sido por ser um solo rochoso com pouca profundidade, o que caracteriza utilizar fundações superficiais. Outros fatores como fácil execução, mão-de-obra familiarizada com este tipo de fundação e custo benefício, podem ter contribuído para a sua escolha.

4.2 FASE DE EXECUÇÃO

Na etapa de execução das fundações, observaram-se algumas especificações relevantes para que a obra siga critérios de qualidade adequados. O acompanhamento foi feito com o engenheiro responsável, permitindo obter o conhecimento dessas especificações.

Inicialmente realizaram-se as escavações das valas obedecendo as dimensões especificadas em projeto. A Figura 12 apresenta execução das escavações, podendo-se observar que as sapatas de cota mais baixa seriam executadas depois das de cota mais alta, indo de encontro com as prescrições da ABNT NBR 6122:2010 que indica que a fundação situada em cota inferior deve ser executada em primeiro lugar, a não ser que se tomem cuidados especiais.

Figura 12: Escavação

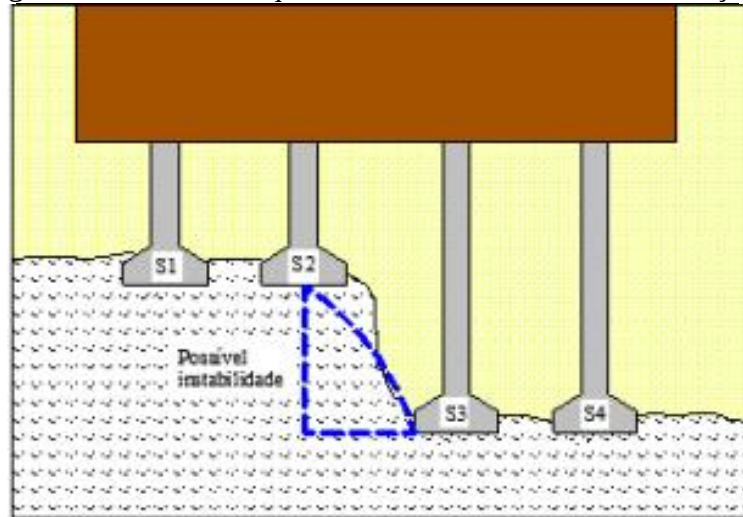


Fonte: Autoria própria, 2019.

Verificou-se ainda que a fundação apoiada no nível superior não corria riscos de sofrer desmoronamento ou alívio, descartando então a possibilidade de ameaça quanto a estabilização

da estrutura. A Figura 13 ilustra a ordem de execução das fundações para evitar o descalçamento de fundações superiores.

Figura 13: Ordem em que devem ser executadas as fundações



Fonte: Carvalho, 2010.

Em seguida, executou-se a regularização com concreto magro que de acordo com a NBR 6122 (2010) deve ser feito aplicado uma camada de concreto simples de, no mínimo, 5 cm de espessura. Esta camada de regularização foi executada conforme recomendação, sendo ainda inserido pedras de mão, com o objetivo de impedir que o solo (úmido) não entre em contato com a armadura e garantir uma maior resistência à fundação. Houve também o nivelamento com régua e colher. A Figura 14 ilustra a regularização com concreto magro.

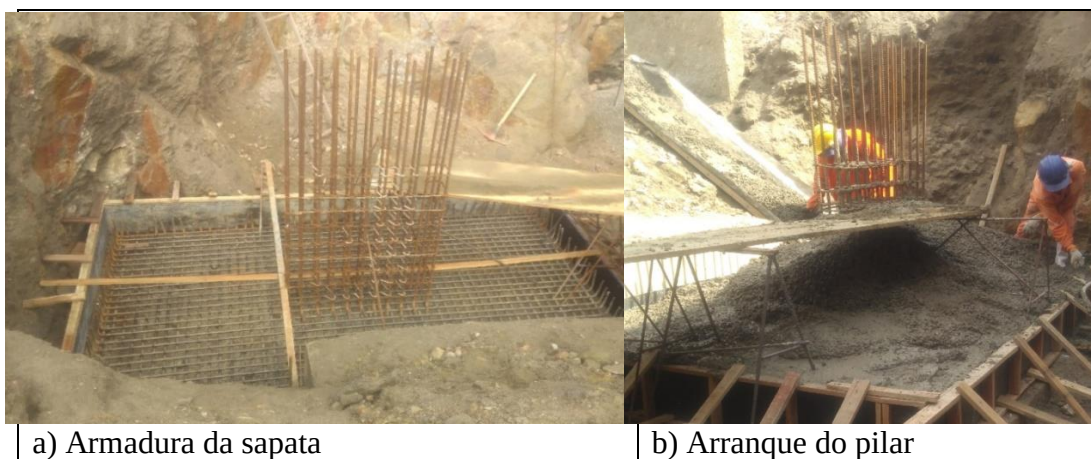
Figura 14: Regularização com concreto magro



Fonte: Autoria própria, 2019.

No que diz respeito às armaduras dos elementos, estas foram posicionadas inicialmente conforme indicado no projeto de fundações garantindo que se ajustassem ao eixo marcado, como pode ser observado na Figura 15a. Entretanto, constatou-se que logo após a concretagem em uma das fundações executadas, a armadura encontrava-se mal posicionada. A fim de solucionar o problema, os colaboradores usaram da força para posicionar o arranque do pilar conforme o eixo, ilustrado na Figura 15b. Esta atitude evitou a tempo que o pilar ficasse fora do prumo, contudo esse descuido pode ter feito com que a armadura não fique na posição adequada podendo os cobrimentos previstos em projeto serem alterados.

Figura 15: Execução de sapata



Fonte: Autoria própria, 2019.

Salienta-se que na ausência de cobrimento adequado, a armadura fica mais exposta a ataques de intempéries propícias a oxidação. Caso isso venha ocorrer, é provável o aparecimento de manifestações patológicas na estrutura como deslocamento do concreto.

Para garantir o cobrimento adequado na estrutura foram utilizados espaçadores, conhecidos também como “cocadas”. O cobrimento é indicado pela ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, em que, varia de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental em que está inserida a estrutura. Na fundação analisada, o cobrimento foi executado com a dimensão de 4,5 cm e de acordo com a tabela 7.2 da norma citada, para elementos estruturais em contato com o solo a armadura deve ter cobrimento nominal maior ou igual a 4,5 cm, sendo assim, não se prevê que ocorra patologia neste quesito já que se foi atendido o cobrimento mínimo.

A resistência característica do concreto adotado em projeto foi de 20 MPa. Para tanto, adotou-se um traço de concreto ² de 2:2:1 (areia: brita: cimento). Os materiais utilizados, encontravam-se armazenados próximo ao local de fabricação do concreto, onde o cimento estava disposto em cima de tablados de madeira. Existia um local coberto adequado para armazenar o aço utilizado nas armaduras, nesse mesmo local as armaduras eram preparadas (cortadas e dobradas).

Para a fabricação do concreto utilizou-se betoneiras que ficavam em uma distância em torno de 30 metros do local da concretagem, conforme se pode observar na Figura 16a. O concreto era transportado por meio de carrinho de mão. Para se verificar a resistência a compressão do concreto moldava-se corpos de prova, expostos na Figura 16b, indicando a data e horário que foram colocados para cura. O lançamento do concreto era feito através de uma prancha inclinada que facilitava a concretagem das sapatas. Além disso, utilizava-se carro de mão e calha, conforme observa-se na Figura 16c. Verificou-se ainda que a ausência de água na cava durante a concretagem, sendo esta retirada através de bombas, contribuindo para que a qualidade do concreto não fosse prejudicada.

Figura 16: Forma de fabricação do concreto



Fonte: Autoria própria, 2019.

Segundo o Manual do Concreto Dosado em Central (2007), existem alguns cuidados que devem ser observados de modo a evitar problemas quanto ao lançamento do concreto como procurar lançar o concreto mais próximo da sua posição final, não deixar acumular concreto em determinados pontos da fôrma, evitar a segregação e o acúmulo de água na superfície do concreto, lançar a nova camada de concreto antes do início de pega da camada inferior, a altura

² Proporção entre os materiais que compõem a mistura de concreto

de lançamento não deve ultrapassar 2 m, limitar o transporte interno do concreto, com carrinhos ou jericas a 60 m tendo em vista a segregação e perda de consistência e preparar rampas de acesso às fôrmas.

Essas recomendações visam evitar a segregação no concreto que é caracterizado como a separação dos seus materiais constituintes podendo causar formação de ninhos e vazios. Esses vazios podem expor a armadura ao ambiente tendo como resultado a corrosão desta.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC), para o lançamento adequado do concreto, as rampas não devem ter inclinação excessiva e os acessos devem ser planos, de modo a evitar a segregação decorrente do transporte do concreto até a forma.

Desse modo, observou-se que alguns critérios listados referentes ao lançamento e transportes foram atendidos, destacando-se a altura de lançamento que se encontrava a uma distância em torno de 1 metro da fôrma e a betoneira localizava-se a uma distância de 30 metros da fundação. Entretanto, a rampa que servia de meio para o lançamento do concreto, tinha inclinação excessiva e o acesso não era plano, o que pode causar segregação do concreto resultando em falhas de execução e possíveis problemas.

Milititsky et al. (2008) afirma que podem ser originados problemas devido a incorreta execução de elementos estruturais das fundações superficiais que podem estar relacionados ao abatimento inadequado às necessidades de lançamento e adensamento, refletindo na integridade dos elementos construídos.

Nesse contexto, analisou-se junto ao lançamento do concreto seu adensamento, observado na Figura 17, sendo este realizado por vibrador. A execução atendeu aos critérios prescritos na ABESC, o qual se deve tomar cuidado tanto com a falta como com o excesso de vibração. Além disso, o vibrador deve penetrar cerca de 5 cm e o adensamento deve ser feito logo após a camada de concreto lançada.

Figura 17: Adensamento executado com vibrador



Fonte: Autoria própria, 2019.

Milititsky et al. (2008) declara que o adensamento deficiente e a vibração inadequada do concreto, pode resultar em peças sem a geometria ou integridade projetada além da falta de recobrimento da armadura. Nessas circunstâncias surge insegurança do elemento de fundação que pode resultar em degradação ou até mesmo colapso dependendo das cargas submetidas.

Outro problema frequente em fundações superficiais diz respeito ao estrangulamento da seção de pilares enterrados, fato este não presenciado no acompanhamento da obra em análise. Carvalho (2010) aponta que isso pode acontecer em casos de armaduras densas, estribos mal posicionados, falta de limpeza antes da concretagem e consequente concretagem deficiente dos elementos estruturais além de perda de recobrimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Problemas como fissuras e recalques podem surgir provenientes de diferentes fases da construção. Nesse contexto, ao analisar fases de concepção e execução de fundações rasas, foi possível verificar as causas de patologias das fundações que poderiam ocorrer.

De acordo com a pesquisa de revisão de literatura e o estudo de caso da obra analisada, foi possível perceber que é fundamental seguir critérios recomendados por normas a fim de evitar problemas futuros de fundações que possam provocar riscos influenciando o desempenho e durabilidade da estrutura. A qualidade do material, o processo de construção e a vistoria da obra são quesitos fundamentais para evitar patologias e consequentes custos com reparos.

Uma adequada e criteriosa investigação do solo é indispensável para identificar os tipos de solo e seu comportamento, possibilitando a tomada de decisões correta para a edificação em relação ao tipo de fundação, evitando custos extras e atrasos no cronograma da obra.

As especificações necessárias para a execução da obra devem ser inspecionadas de modo a garantir seu bom andamento. Tais especificações como fabricação do concreto, transporte, lançamento, adensamento, posição de armaduras, entre outros são essenciais para o sucesso da construção.

Contudo, foi possível analisar como podem ser originadas patologias das fundações nas etapas de concepção e execução de fundações, confrontando as recomendações da literatura e o realizado em obra.

O presente trabalho mostrou o quão importante é o estudo e conhecimento sobre aspectos construtivos, além de alertar quão fundamental é seguir as normas para que a execução seja realizada de maneira a prevenir tais manifestações. Um aspecto de grande relevância a ser estudado seria analisar as causas de patologias originadas devido a eventos pós- conclusão, ou seja, casos de manifestações surgidas depois da sua construção.

Portanto, é importante mencionar o fato de que em todas as edificações ocorrem imprevistos estando sujeitas a uma variedade de problemas já que cada obra tem sua particularidade. Sendo assim, com o intuito de amenizar esses problemas tão frequentes, faz-se necessário investir em programas de investigação minuciosos, qualidade do material, especializada mão de obra, bem como garantir melhorias nas condições de trabalho, não esquecendo que a relação existente entre profissional e colaborador é de fundamental importância para o conhecimento sobre a obra, obtendo uma gestão adequada do processo como um todo.

REFERÊNCIAS

ABMS/ABEF. Fundações Teoria e Prática. Sao Paulo: PINI, 2006.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118: 2014** Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122:2010** Projeto e Execução de Fundações - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2010

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8036: 1983** Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 1983

ALVES, Jader Rodrigues. **Levantamento das Manifestações Patológicas em Fundações e Estruturas nas Edificações, com até dez anos de idade, executadas no estádio de Goiás.** 2009. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás - Ufg, Goiânia, 2009.

AZEVEDO, M.T. Patologia das estruturas de concreto. In: ISAIA, G.C. Concreto: ciência e tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011.

BARROS, Carolina. **Apostila de Fundações:** Técnicas Construtivas. 2011. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul, 2011

Bittencourt, Douglas M. A., s.d., “Sistemas de Fundação sobre o Projeto de Fundações <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17430/material/PUC-FUND-02.pdf>)

Brito, Diego Araujo, 2017, “Fundações Profundas –Tubulões”, <https://engcivil20142.files.wordpress.com/2017/11/apresentac3a7c3a3o-tubulc3a3o.pdf>

DO CARMO, Paulo Obregon. Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

CARVALHO, Décio Manuel de Carvalho de. **PATOLOGIAS DAS FUNDAÇÕES: FUNDAÇÕES EM DEPÓSITOS DE VERTENTE NA CIDADE DE MACHICO.** 2010. 247 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade da Madeira, Funchal, 2010.

GOMES. Valtencir. Tecnologia das Construções I. 2008. Universidade da Amazônia – UNAMA, Amazônia, 2008.

GOOGLE EARTH-MAPAS. <https://earth.google.com>. Consulta realizada em 08/03/2019.

HACHICH, Waldemar et al. **Fundações: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. 762 p.

KOGA, Letícia Midori; MIRANDA, Maicon de Oliveira; BERTERQUINI, Aline Botini Tavares. **PATOLOGIAS DAS FUNDAÇÕES. Revista Engenharia em Ação Unioledo**, Araçatuba, v. 02, n. 01, p.16-31, ago. 2017.

VELLOSO, Dirceu A.; LOPES, Francisco R.. **FUNDAÇÕES**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MACEDO, Eduardo Augusto Venâncio Britto de. **PATOLOGIAS EM OBRAS RECENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE CRÍTICA DAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS**. 2017. 112 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MANUAL DO CONCRETO DOSADO EM CENTRAL. São Paulo:

Abesc, abr. 2007.

MARCELLI, Mauricio. **Sinistros na Construção Civil**. São Paulo: Pini, 2007. 270 p

MARINHO, Rafaella Pereira. Patologia das Fundações: Estudo de Caso. **Especialize**, Goiânia, v. 1, n. 12, p.1-20, jul. 2017.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das Fundações**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 227 p.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das Fundações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 63 p.

OLIVARI, Giorgio. **Patologia em Edificações**. 2003. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS CAUSADAS POR RECALQUE DIFERENCIAL DE FUNDAÇÕES**. 2012. 96 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

Santos, Philipe do Prado, 2018, “Compatibilização de Projetos”, <https://philipepradoengenharia.files.wordpress.com/2018/09/aula-03-projeto-estrutural.pdf>

SENA, Leonardo. **ESTUDO DE CASO SOBRE PROJETO DE FUNDAÇÕES POR SAPATAS E POR ESTACAS**. 2016. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico - Ctc, Florianópolis, 2016

SILVA JUNIOR, Francisco Cerqueira da. **UMA REVISÃO SOBRE AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS FREQUENTES EM FUNDAÇÕES DE CONCRETO DE EDIFICAÇÕES**. 2008. 90 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

SOUZA, V.; RIPPER, T. *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. – São Paulo: Pini, 1998.

SOUZA, V.; RIPPER, T. *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. – São Paulo: Pini, 2011.

TOLEDO, Caio Néia de. **Patologia das Fundações: A importância da prevenção das fundações em contruções como ação de segurança e economia**. 2017. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Pitágoras, Londrina, 2017.

VIEIRA, Matheus Assis. *Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento*. **Especialize**, Goiânia, v. 1, n. 12, p.1-13, dez. 2016.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA EM EDIFÍCIO CORPORATIVO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA NO VALE DO TAQUARI/RS**. 2015. 128 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.