

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DA CONFORMIDADE DOS ASPECTOS NORMATIVOS DA EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO EM ESTACA ESCAVADA SEGUNDO ABNT NBR 6122:2022¹

OLIVEIRA, Leandra Braz de²

RESUMO

As fundações são elementos estruturais que têm a finalidade de transmitir e distribuir esforços para o solo, e a falta, ou a insuficiência, de investigação do solo, aliado ao mau gerenciamento do projeto, bem como da execução, pode comprometer sua qualidade e desempenho. O objetivo do artigo é analisar a conformidade dos aspectos normativos da execução de uma fundação em estaca escavada, através de um estudo de caso em duas construções de pequeno porte na cidade de Inhumas – GO. A principal referência teórica utilizada foi ABNT NBR 6122:2022. Os resultados apontam que as fases de projeto e execução das fundações de obras de pequeno e médio porte ainda são negligenciadas, não sendo-lhe atribuída a devida importância.

Palavras-chave: Desempenho. Estaca escavada. Estudo de Caso. Obras.

ABSTRACT

Foundations are structural elements that purpose to transmit and distribute efforts to the ground, bad management and bad execution can compromise the quality and performance. The article aims to analyze the conformity of the normative aspects of the execution of a foundation in an excavated pile, through a case study of two small constructions in the city of Inhumas - GO. The main theoretical reference used was ABNT NBR 6122:2022. Results can show that the first phases of the project and execution in small and midsize constructions have still been neglected, and due importance is not given.

Key Words: Performance. Excavated pile. Case Study. Constructions.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um importante ramo para a movimentação do PIB no país (CBIC, 2021), sendo que detém grande influência nos âmbitos econômicos e sociais, intervindo, tanto qualidade de vida dos habitantes, quanto na infraestrutura econômica brasileira (MONTEIRO FILHA; COSTA;

¹ Trabalho de Conclusão de Curso orientado pelo(a) professor(a) Esp. Rafaela de Araújo Oliveira, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil no segundo semestre de 2022, na Faculdade de Inhumas FacMais.

² Acadêmico(a) do 10º Período do Curso de Engenharia Civil da FacMais. E-mail: leandraoliveira@aluno.facmais.edu.br.

ROCHA, 2010). Em virtude da crescente demanda e do crescimento populacional nos grandes centros urbanos, em razão da revolução industrial, concomitantemente com o êxodo rural (MONTEIRO; VERAS, 2017), houve a necessidade da implementação de construções verticais, corroborando para uma elevada expansão da Construção Civil (REZENDE, 2019).

Em decorrência dessa necessidade, a velocidade de execução, além de uma procura por menores custos, geraram um descompasso entre qualidade e execução, o que tem gerado menos atenção nas fases iniciais da construção, como, por exemplo, as fundações (REZENDE, 2019).

As fundações são elementos estruturais imprescindíveis no que se refere à execução de uma obra – dada sua finalidade de transmitir e distribuir os esforços para o solo (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015; MORITZ; FILLA, 2015; ABNT, 2022). Sabe-se ainda, que a falta ou a insuficiência de investigação do solo, no qual a fundação está inserida, aliada ao mau gerenciamento do projeto e da execução, pode comprometer sua qualidade e desempenho (AZEVEDO, 2002; GOMES, 2012).

Atualmente, para normatizar as etapas de uma construção, tem-se as normas regulamentadoras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tais como a NBR 6484³ (ABNT, 2020); NBR 8036⁴ (ABNT, 1983); NBR 6122⁵ (ABNT, 2022), as quais foram desenvolvidas com a finalidade de estabelecer o controle de qualidade dos processos de reconhecimento dos solos, análises geotécnicas e execução de fundações.

Para além desses aspectos técnicos, outra questão que merece destaque, no que tange às fundações, é a perspectiva econômica, sobretudo em relação ao custo de uma fundação em comparação ao custo total de uma obra. Isso porque, a depender da condição do solo, o valor de uma fundação pode variar entre 3% e 6% (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015). Em casos especiais, a depender do tipo de estrutura, das cargas atuantes e do comportamentos do solo, o percentual pode chegar a 15% do custo global da construção (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015).

Sendo a fundação um componente estrutural inicial, erros são frequentemente detectados, de acordo com os estudos de Schwirck (2005);

³ NBR 6484: Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

⁴ NBR 8036: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios.

⁵ NBR 6122: Projeto e execução de fundações – Procedimento.

Silva Junior (2008); Brust (2012); Milititsky; Consoli; Schnaid (2015); Moritz; Filla (2015); Martins (2018); Bortoli, et al. (2019).

Rezende (2019) afirma que problemas nas fundações estão relacionados à negligência em relação ao estudo dos solos, excesso de cargas e recalques. Ainda segundo o autor, cerca de 34,5% da manifestação patológica em obras de pequeno porte está vinculada à insuficiência ou ausência de investigação do subsolo, onde, no Brasil, obras de pequeno porte são comumente negligenciadas - ou não executam o estudo de forma correta, ou nem fazem. Botelho (2015) menciona que 90% das construções térreas brasileiras não executaram nenhum tipo de sondagem, em especial às construções populares.

Corroborando com a ideia supracitada, Souza e Enami (2009), evidenciam que os problemas nas fundações estão associados à deficiência e falta de controle de qualidade durante a execução. Fatores que, regularmente, colaboram para a aparição de várias e distintas manifestações patológicas nas estruturas de fundação, onde a solução de problemas detectados nesta fase pode elevar os custos para valores de 46% até 49% do custo da construção (REZENDE, 2019).

Dessa forma, tem-se a necessidade de enfatizar estudos voltados para esta área, uma vez que isso pode favorecer a garantia da qualidade dessas estruturas e, por conseguinte, a segurança de construções ao cumprirem adequadamente a finalidade de suportar e transmitir esforços advindos da superestrutura (BORTOLI, et. al, 2019; MORITZ; FILA 2015).

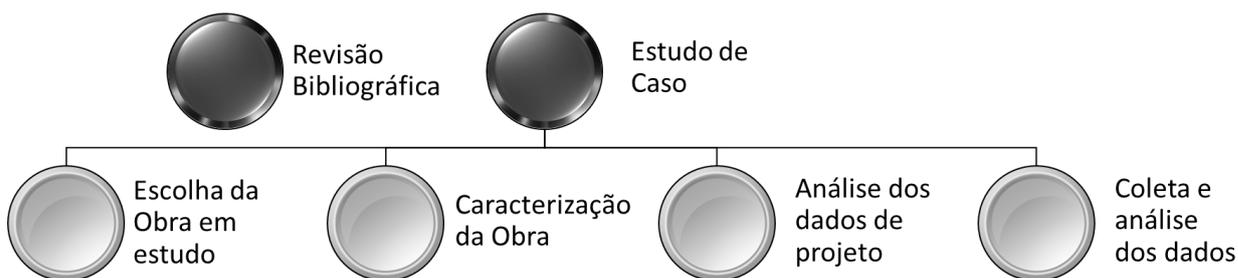
Dentre os diversos tipos de metodologias e métodos de execução de uma fundação, tem-se a estaca escavada, que é uma fundação do tipo profunda/indireta, cuja característica é a perfuração a trado mecânico ou manual (ABNT, 2022). É executada e concretada *in loco* e geralmente de forma manual - acima do lençol freático - e é limitada a suportar pequenas cargas, devido o método manual conseguir atingir somente de 6 a 8 metros (FALCONI; SOUZA FILHO; FÍGARO, 1998).

Perante o exposto, o presente trabalho se destina a analisar a conformidade dos aspectos normativos da execução de uma fundação em estaca escavada, através de um estudo de caso em duas construções comerciais de galpões, situada na cidade de Inhumas – Goiás.

2. METODOLOGIA

Para atender o objetivo proposto, o delineamento da pesquisa está apresentado no fluxograma abaixo, Figura 1, que apresenta de forma gráfica a sequência de atividades e instrumentos de coleta de dados.

Figura 1 - Fluxograma das etapas da coleta de dados da pesquisa.



Fonte: Autora (2022).

2.1 Revisão bibliográfica

Inicialmente foi realizado levantamento bibliográfico em busca de aporte teórico no que tange à intenção da pesquisa, objetivando, assim, a melhor compreensão do tema, a partir de outros estudos independentes. Portanto, fez-se um levantamento bibliográfico por meio de textos científicos – artigos, teses, dissertações e normas –, utilizando-se da plataforma Google Acadêmico como ferramenta de consulta, além de livros. Tal embasamento foi crucial para o estabelecimento dos pontos a serem analisados no estudo de caso proposto.

2.2 Estudo de caso

A presente pesquisa trata-se de um estudo de caso, que em concordância com Yin (2001) é uma estratégia a qual estuda acontecimentos contemporâneos sem poder manipular comportamentos relevantes, é caracterizada por responder questões de pesquisa do tipo “como” e “por que”. Ressalta, ainda, que detém a capacidade de lidar com uma vasta variedade de

evidências – documentos, entrevistas e observação direta –. Em síntese o estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas⁶ e expressivas dos fatos da vida real. Ou seja, o estudo de caso se aplica em pesquisas descritivas/exploratórias, onde busca-se conhecer um assunto novo em situações reais, não atribuindo ao autor o controle sobre os episódios investigados (YIN, 2001). Desse modo, fazendo-se pertinente para atender a demanda e as questões do trabalho proposto.

2.2.1 Escolha da obra em estudo

A escolha da obra em estudo foi baseada nos seguintes aspectos:

- Tratar de uma obra cuja tecnologia de fundação seja estaca escavada;
- Facilidade do acesso à documentações pertinentes à obra;
- Obra em fase inicial para possibilitar coleta de dados para análise da conformidade dos aspectos normativos da execução de fundação.

2.2.2 Caracterização da obra

As obras que foram objeto de estudo, se localizam na cidade de Inhumas-GO. Referem-se sobre duas obras de galpões comerciais, uma em estrutura de concreto armado convencional e a outra estrutura metálica, ambas com fundação em estaca escavada.

2.2.3 Análise dos dados de projeto

Foi realizada uma análise comparativa entre projeto, execução e normas regulamentadoras, onde foi verificada a existência de sondagens/laudo, o tamanho do terreno para aferição da quantidade mínima de sondagens pré-estabelecidas pela norma ABNT NBR 8036: 1983, verificando com o que foi executado em obra.

⁶ Holísticas: Segundo o dicionário DICIO (2009) :”Que busca entender os fenômenos ou a realidade por completo, e não somente como resultado da união de suas partes; que analisa e entende algo por inteiro”.

Do mesmo modo, também foi verificada a existência dos projetos estruturais de fundação; a concordância da profundidade das estacas conforme sugerida pelos laudos de sondagens; bem como a locação das fundações em projeto se estavam compatíveis *in loco*.

2.2.4 Coleta e análise dos dados coletados *in loco*

A coleta e análise dos dados, para a elaboração do estudo de caso aqui proposto, ocorreu mediante visita técnica. Foi observado - nas obras visitadas - a relação entre projeto e execução, bem como alguns demais pontos específicos da ABNT NBR 6122:2022. Os pontos que foram analisados foram os que estão presentes no Anexo 1 da ABNT NBR 6122:2022 - Procedimentos executivos de estacas escavadas.

Verificando as características gerais da obra, tais como: qual tecnologia de fundação foi empregada? Por que ela foi escolhida?; dados de locação, averiguando a existência de desvios de locação; como sucedeu a etapa de perfuração e quais foram os comprimentos e diâmetros dos furos?; onde, como e quando foram feitas as concretagens das estacas?; como e quando foram feitas as colocações das armaduras?; como procedeu a etapa de preparo da cabeça e ligação com o bloco de coroamento?; e por último, e não menos importante, houve o processo de registros gerais da execução?

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO - ESTUDO DE CASO

Comparação entre projeto/execução de duas obras (A) e (B), objeto de estudo e pontos específicos da ABNT NBR 6122:2022.

Descrição da obra A

A obra (A), localizada na cidade de Inhumas-GO, trata-se de uma construção de galpão comercial, seu terreno abrange uma área de 389,4 m²⁷. A tecnologia da construção das fundações são duas estacas sob blocos.

⁷ m - Unidade de medida referente à metros.
m² - metros quadrados.

Figura 2 - Tecnologia de fundação obra A - estaca escavada sobre bloco.

(2a)

(2b)



Fonte: Autora (2022).

Descrição da obra B

A obra (B), localizada na cidade de Inhumas-GO, trata-se de uma construção de galpão comercial, seu terreno abrange uma área de 1100 m². A tecnologia da construção das fundações empregadas para esta obra foram três estacas sob blocos. Vale ressaltar que, no local da construção, o terreno teve um rebaixamento de 3,00 metros.

Figura 3 - Tecnologia de fundação obra B - estaca escavada sobre bloco.

(3a)

(3b)



Fonte: Autora (2022).

3.1 Verificação dos laudos de sondagens conforme ABNT NBR 8036: 1983;

A norma ABNT NBR 8036:1983, determina uma quantidade mínima de

acordo com a metragem do terreno, demonstrada de maneira simplificada na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade mínima de sondagens.

ÁREA (m ²)	NÚMERO DE FUROS
≤ 200	2(Na prática o mínimo 3)
200 – 600	3
600 – 800	4
800 – 1000	5
1000 – 1200	6
1200 – 1600	7
1600 – 2000	8
2000 – 2400	9
2400	A critério do projetista

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 8036:1983.

Outro ponto importante, vigente na norma ABNT NBR 8036:1983, é sobre a disposição dos furos de sondagens dentro de um terreno: deve-se fixar uma quantidade mínima de 3 sondagens, de modo que tenha 100m de distância entre si; deve-se distribuir as sondagens - igualmente - no terreno, conforme critérios que levem em conta especificidades estruturais; não se deve local sondagens em um mesmo alinhamento, caso a quantidade seja maior a 3.

A distribuição dos furos de forma não alinhada, permite uma análise mais assertiva sobre a composição dos maciços de solo, uma vez que o solo é um elemento peculiar cuja composição varia constantemente em um curto espaço. Todavia, é indispensável que se realizem estudos de solo devido sua inconstância e, embora sejam feitas várias investigações e estudos, não é possível assegurar que não ocorrerão riscos na construção, já que ainda há um desconhecimento de sua geologia (AZEVEDO, 2002).

Deste modo, foi verificado que ambas as obras, (A) e (B), não executaram nenhuma forma de investigação geológica⁸ ou geotécnica⁹. Sendo que para os tamanhos do terreno o qual a construção foi construída deveriam ser realizadas as seguintes quantidades de sondagem, apresentadas na Tabela 2.

⁸ Investigação Geológica - Fornece dados da localidade onde será inserida, levando em consideração a disposição de suas camadas, sua origem, história e estrutura geológica.(GONÇALVES, 2009)

⁹ Investigação Geotécnica - Implica na parte mecânica e nos aspectos de tensões do maciço onde será implementada a construção (GONÇALVES, 2009).

Tabela 2. Quantidade mínima de sondagens para as obras (A) e (B).

OBRA	TAMANHO DO TERRENO	QUANTIDADE MÍNIMA DE FUROS
A	389,4 m ²	3
B	1100 m ²	6

Fonte: Autora (2022).

Em consonância a Guimarães (2018), sondagem é uma espécie de exame cuja finalidade é verificar as características do solo, as camadas existentes e suas respectivas espessuras, informações que, acrescidas às cargas da edificação a ser construída no terreno, são importantes para definir a melhor escolha de fundação para a atender à construção.

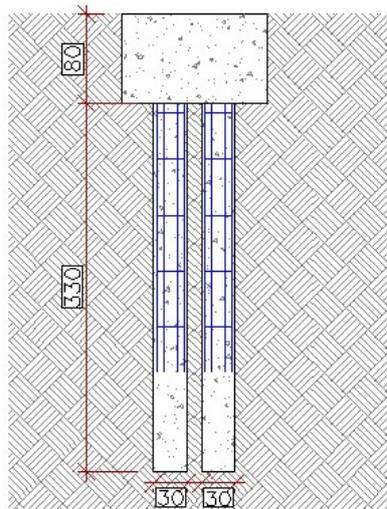
3.1.2 Verificação dos projetos estruturais de fundação

Verificou-se no item de número 3.1 a não existência de sondagens. Sendo assim, não se tem material suficiente para verificar se a profundidade estipulada no projeto é a ideal. Ademais, foi possível coletar as seguintes profundidades¹⁰, e disposições das estacas, de acordo com os projetos representados nas Figura 4 e 5 abaixo.

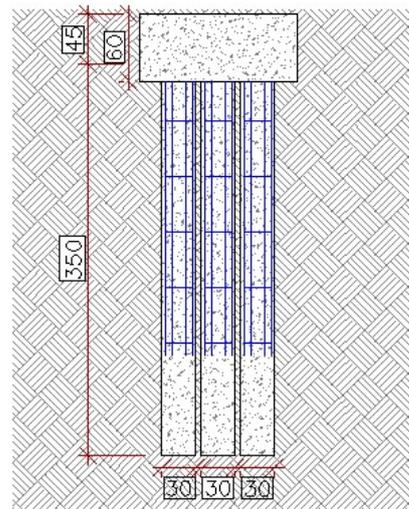
Figura 4 - Croqui da estaca da obra (A).

Figura 5 - Croqui da estaca da obra (B).

¹⁰ Profundidade e demais dimensões cotadas em centímetros.



Fonte: Autora (2022).



Fonte: Autora (2022).

3.1.3 Análise dos dados coletados *in loco*

Verificação dos procedimentos executivos de estacas escavadas de acordo com Anexo 1 da ABNT NBR 6122:2022.

Características gerais

Ambas as obras - (A) e (B) - utilizaram a tecnologia de fundação estaca escavada sem fluido estabilizante, moldadas *in loco*. Segundo a ABNT NBR 6122:2022, a recomendação desta tecnologia de fundação é feita mediante a concretagem dos furos executados pelo trado mecânico. Essa escolha de fundação é empregada onde o perfil do solo não necessite de revestimentos ou fluidos estabilizantes, sendo sua profundidade limitada, não podendo haver a presença de água durante a perfuração e concretagem.

Contudo, ressalta-se que na obra (B), devido ao rebaixamento do terreno, somado ainda com a profundidade das estacas, houve o afloramento de água. Cabe ressaltar que as estacas estavam a uma profundidade de 3,5 metros.

Perfuração

De acordo com a ABNT NBR 6122:2022, a perfuração deve ser feita com trado curto acoplado até a profundidade determinada pelo projeto, confirmando as características do solo comparando com a sondagem mais próxima.

Ambas as obras, (A) e (B), utilizaram, como mecanismos de perfuração, um trado rotativo. As profundidades aferidas *in loco* após a perfuração estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Profundidade das estacas das obras (A) e (B).

OBRA	1º GRUPO DE FUROS	2º GRUPO DE FUROS	3º GRUPO DE FUROS	DIÂMETRO DO FURO
A	3,10m - 3,10m	3,00m - 3,08m	-	0,30m
B	3,50m - 3,50m - 3,50m	3,60m	3,40m - 3,40m - 3,40m	0,30m

Fonte: Autora (2022).

Deste modo, de acordo com o que foi especificado nas Figuras 1 e 2, sobre o dimensionamento das estacas durante sua projeção, tem-se que a perfuração não está congruente com o que foi proposto inicialmente, que seria, para a obra (A), estacas de 3,30m e, para obra (B), estacas de 3,50m, havendo assim oscilações quanto a profundidade perfurada.

Concretagem

Segundo a ABNT NBR 6122:2022, a concretagem deve ser feita no mesmo dia da perfuração, com auxílio um funil que tenha comprimento mínimo de 1,5m, para orientar o fluxo de concreto pelo furo.

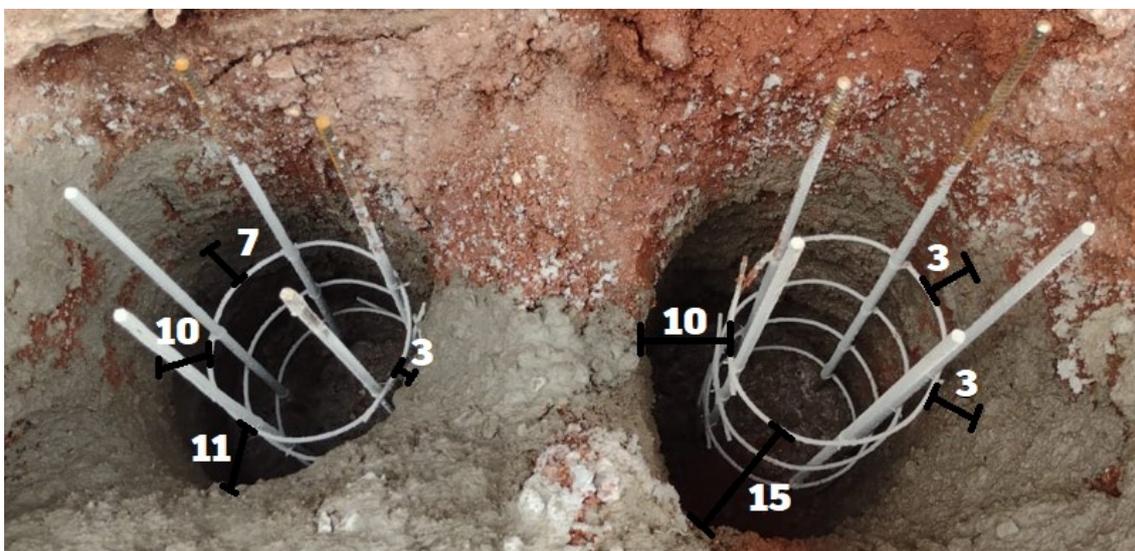
Ambas as obras, (A) e (B), fizeram a concretagem no mesmo dia da perfuração, porém não houve auxílio de funil, os furos foram preenchidos por meio de lançamento manual com assistência de carrinho de mão e enxada.

Colocação da armadura

Segundo ABNT NBR 6122:2022, as barras de aço podem ser posicionadas no concreto, uma a uma, sem estribos, de imediato a concretagem, deixando-se para fora a espera (arranque) prevista em projeto.

Com base em visita em campo, pôde-se observar que ambas as obras pertencem a classe de agressividade ambiental II¹¹, tendo em vista sua localidade. Sobre essa colocação, tem-se ainda que, de acordo com a ABNT NBR 6118:2014, o cobrimento mínimo nominal¹² para elementos estruturais em contato com solo mediante a CAA é de 30mm. A seguir, as Figuras 6 e 7 esboçam as disposições da armadura dentro do furo.

Figura 6 - Locação e posição da armadura Obra A - Cobrimento em centímetro.



Fonte: Autora (2022).

Figura 7 - Locação e posição da armadura Obra b - Cobrimento em centímetro.



Fonte: Autora (2022).

¹¹ Segundo a ABNT NBR 6118:2014, a classe de agressividade ambiental II (CAA) a agressividade é moderada, em região urbana com risco pequeno de deterioração da estrutura.

¹² Tabela 7.2 da ABNT NBR 6118:2014.

Conforme ilustram as Figuras 6 e 7 acima, pode-se observar que a posição das armaduras obedeceram a norma com o cobrimento mínimo de 3 cm, apesar de não terem sido posicionadas de maneira mais eficiente, que seria o mais próximo do eixo do furo, bem como, apresentam grandes vãos de cobrimento - por exemplo de 7 cm a 15 cm.

Preparo da cabeça e ligação com o bloco de coroamento

Em concordância com a ABNT NBR 6122:2022, na ligação da estaca com o bloco de coroamento, devem ser feitos os arrasamentos (cota de arrasamento) e conter as esperas (arranques) definidos em projeto.

De acordo com o que foi executado nas obras A e B, segue a Tabela 4 indicando a cota de arrasamento e o comprimento dos arranques.

Tabela 4. Cota de arrasamento e comprimento dos arranques das obras (A) e (B).

OBRA	COTA DE ARRASAMENTO	COMPRIMENTO DOS ARRANQUES
A	95 cm	60 cm
B	38,22 cm	60 cm

Fonte: Autora (2022).

As obras A e B não executaram nenhum corte para o arrasamento da cabeça das estacas, uma vez que concretaram a quantidade certa deixando-se o topo da estaca com o espaço necessário para a ligação com o bloco de coroamento.

Concreto

Em conformidade com ABNT NBR 6122:2022, o concreto, quanto a classe de agressividade II, deve atender às seguintes características:

- a) para o C25, abatimento entre 100 mm e 160 mm S 100, diâmetro de agregado de 9,5 mm a 25 mm e teor de exsudação inferior a 4 %;
- b) para o C25, consumo mínimo de cimento de 280 kg/m³ e fator a/c ≤ 0,6.

Diante do exposto, o que se pode coletar por meio da visita técnica em campo são os traços de concreto que utilizaram para obter um concreto com resistência de 25MPa, que foram as seguintes.

Obra A - 25 Pá de areia; 25 pá de brita; 1 saco de cimento (50kg);

Obra B - 1,5 carrinho de mão areia; 1,5 carrinho de mão de brita; 1 saco de cimento (50kg).

Em ambas as obras não houve nenhum tipo de controle tecnológico, nem verificação do abatimento do tronco cone.

Controle do concreto

Conforme a ABNT NBR 6122:2022, os concretos destinados à fundação devem seguir a condição A de preparo estabelecida na ABNT NBR 12655:2022, que diz que o cálculo da resistência de dosagem do concreto depende, entre outras variáveis, das condições de preparo do concreto.

Condição A: o cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa, ou volume com dispositivo dosador, e corrigida em função da umidade dos agregados.

Os materiais utilizados na fabricação do concreto, como cimento *Portland*, agregados, água (gelo) e aditivos, devem obedecer às respectivas Normas Brasileiras específicas.

Não houve, em nenhuma das obras A ou B, nenhum tipo de controle do concreto, a começar pela qualidade dos materiais e traço.

Controle de aceitação

Resistência à compressão em corpos de prova moldados conforme a ABNT NBR 5738:2015 e ensaiados conforme a ABNT NBR 5739:2018.

A amostragem e o controle estatístico para aceitação do concreto deve ser realizado de acordo com a ABNT NBR 12655:2022.

No entanto, ambas as obras não passaram por nenhum tipo de controle de aceitação do concreto, ressaltando que, apesar do concreto ter sido rodado *in loco*, daria para executar verificações, tais como calcular o traço e

determinar a relação água-cimento, fazer o *slump test*¹³ e medir o abatimento do tronco cone.

Registros da execução

Consoante a ABNT NBR 6122:2022, durante a execução das fundações, devem ser preenchidos o boletins de controle de execução diariamente para cada estaca, constando algumas informações como: data de execução; identificação da estaca, diâmetro, nome ou número conforme projeto de fundação; comprimento de perfuração; comprimento concretado; desvio de locação (se houver); características da perfuratriz; horário de início e fim da perfuração, concretagem e observações relevantes.

Por meio de análises observacionais em campo, em ambas as obras não houve nenhum tipo de controle e registros da execução. Ademais, foi possível coletar os seguintes dados para o preenchimento do referido boletim de registro demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5. Boletim de registro da execução das estacas *in loco*.

	Obra A	Obra B
a) data da execução	05/10/2022	05/10/2022
b) identificação da estaca:	Não houve.	Não houve.
c) comprimento de perfuração	Comprimentos dos furos na Tabela 3.	Comprimentos dos furos na Tabela 3.
d) comprimento concretado	3,10 m	3,50 m
e) desvio de locação (se houver)	Em projeto 4,50 m - executado 4,20 m	Em projeto 3,79 m - executado 4,00 m

¹³ Slump test ou Abatimento do tronco cone, segundo a ABNT NBR 5738:2015 refere-se a determinação da consistência do concreto fresco, através da medida de assentamento, podendo ser feito em laboratório ou em campo.

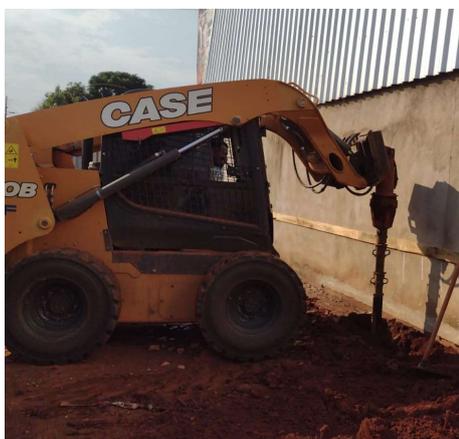
f) observações relevantes	Pedra marroada no fundo das estacas.	—
----------------------------------	--------------------------------------	---

Fonte: Autora (2022).

g) características da perfuratriz:

Ambas as obras utilizaram uma perfuratriz de bitola de 0,30m conforme mostra as Figuras 6 e 7 a seguir:

Figura 6 - Perfuração Obra A.



Fonte: Autora (2022).

Figura 7 - Perfuração Obra B.



Fonte: Autora (2022).

h) horário de início e fim da perfuração e concretagem;

Tabela 6. Perfuração e concretagem - horário início e fim.

OBRA	PERFURAÇÃO		CONCRETAGEM	
	INÍCIO	FIM	INÍCIO	FIM
A	07:40	08:20	13:20	14:10
B	08:30	09:16	11:17	13:30

Fonte: Autora (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como cenário de estudo duas obras de galpões na cidade de Inhumas, Goiás. O foco principal foi analisar pontos específicos da ABNT NBR 6122:2022 em consonância aos projetos e execução, verificando as conformidades e as não conformidades com a norma.

Foi possível observar, com o estudo de caso e em concordância com o referencial teórico, que as fases que precedem a execução de uma fundação são negligenciadas, pois em ambas as obras não foram feitas nenhuma investigação geológica ou geotécnica, ou seja, não executaram nenhum tipo de sondagem para saber sobre as disposições das camadas de solos e, concomitantemente, sua resistência, profundidade ideal da fundação e, com isso, qual o tipo ideal de fundação.

Além disso, foi observado o quão insignificante foi o projeto de estrutura da fundação para a execução das obras, tendo em vista que em ambas as obras não tiveram a preocupação em elaborar um projeto particular para a obra, foram reutilizados projetos de outras construções, como também alterado a tecnologia de fundação por conta própria do engenheiro responsável.

Visualizando alguns aspectos da ABNT NBR 6122:2022 no Anexo 1, onde trata dos procedimentos executivos de estacas escavadas sem fluido estabilizante, pode-se observar - mediante estudo de caso - que, nos itens: concreto, controle do concreto e aceitação do concreto, foram executados sem nenhum controle de qualidade.

Quanto ao item “registros da execução”, alguns subitens foram desprezíveis na execução, como a identificação da estaca. Assim, não havendo um projeto próprio, foi impossível nomear as estacas analisadas em campo. No subitem perfuração e comprimento concretado, foi observado que na obra A não houve um controle no processo executivo para seguir o que inicialmente foi proposto, que seria estaca de 3,30 m.

No subitem de desvio de locação, por meio dos dados coletados, foi possível observar que houve variações consoante aos projetos. No entanto, como não era um projeto propriamente dito para aquela obra em si, torna-se inexecutável avaliar.

Quanto à armadura colocada nas estacas da Obra B de seção quadrada, não é o melhor arranjo de disposição, tendo em vista que seu

cobrimento não será de forma igualitária. Porém, depende do dimensionamento dos espaçamentos dos estribos que irão especificar a quantidade de barras e a forma de dispô-las.

Desse modo, após o estudo feito no aporte teórico e, depois de concluído o estudo de caso, fica evidente que as fases de projeção e execução das fundações de obras de pequeno e médio porte ainda são negligenciadas, não sendo-lhe atribuída a devida importância.

Portanto, para que se tenha uma construção mais segura é preciso que as normas técnicas sejam seguidas, visto que, em muitos casos essas investigações são deixadas de lado por conta do custo. Em contrapartida, os custos para reparação são mais elevados.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 5738 – Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 12 p. 2015.

_____. **NBR 5739 – Concreto — Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 13 p. 2018.

_____. **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 256 p. 2014.

_____. **NBR 6122 – Projeto e execução de fundações – Procedimento**. Rio de Janeiro, 108 p. 2022.

_____. **NBR 6484 – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 32 p. 2020.

_____. **NBR 8036 – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios**. Rio de Janeiro, 03 p. 1983.

_____. **NBR 12655 – Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento**. Rio de Janeiro, 6 p. 2022.

AZEVEDO, A. A. A incorporação de incertezas de natureza geológica no projeto e construção de túneis urbanos – proposta metodológica baseada na teoria da decisão. 2002. São Paulo, nº p.1-201. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-15042015-142727/pt-br.php>>. Acesso em: 03 abril 2022.

BORTOLI, M. F.; HIRANO, E. L.; BRESSIANI, L.; SAVARIS, G. Análise das manifestações patológicas de um edifício que sofreu recalque diferencial. 2019.

4º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções (4º SPPC), artigo 4SPPC115, pp. 124 – 135. DOI: 10.4322/2526-7248.035. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335399406_Analise_das_manifestacoes_patologicas_de_um_edificio_que_sofreu_recalque_diferencial. Acesso em: 20 fev. 2022.

BOTELHO, M. H. C. **Princípio da Mecânica dos Solos e Fundações para a Construção Civil**. In: Pesquisando os Solos. Sondagem a Trado, Sondagem a Percussão. Prova de Carga. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2015. p. 37-43.

BRUST, D. Manifestações patológicas causadas por recalque de fundação: Diagnóstico do surgimento de fissuras na alvenaria de uma casa popular em Panambi/Rs. 2012. 19 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/5961/Daniela%20Brust_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 06 mai. 2022.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção 2021. Construção Civil: desempenho 2021 e cenário para 2022. SENAI. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/12/construcao-civil-desempenho-2021-e-cenarios-2022.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2022.

DICIO - **DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS**. Dicio, Dicionário Online de Português, definições e significados de mais de 400 mil palavras. Todas as palavras de A a Z. 2009. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/>. Acesso em: 14 set. 2022.

FALCONI, F.F.; SOUZA FILHO, J.; FÍGARO, N.D. **Fundações Teoria e práticas**. In: Execução de estacas profundas. 2ª edição. São Paulo: Pini, 1998. p. 329-407.

GOMES, D. A. P. Gestão de riscos na construção de túneis e obras subterrâneas. 2012. 99 p. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Área de Especialização em Estruturas (Tese de Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.21/2095>>. Acesso em: 03 abril 2022.

MARTINS, J. P. Principais origens e causas de manifestações patológicas nas fundações com análise comparativa entre dois estudos de caso. 2018. 114 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil. Faculdade de Tecnologia e Ciências Súcias Aplicadas - FATECS, Centro Universitário de Brasília – Uniceub, Brasília – DF. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/13977>. Acesso em: 06 mai. 2022.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. Patologia das fundações: Recalque diferencial em fundações sobre aterro. 2015. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 63 p. revisão: Jonathan Busato e Carolina Messias. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Patologia-dasfundacoes-2ed-DEG.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

MORITZ, K.; FILLA, J. C. Análises das manifestações patológicas nas fundações de uma edificação construída na década de 1940 - capela São Miguel Arcanjo. 2015. Londrina - Paraná: REVISTA TERRA & CULTURA: cadernos de ensino e pesquisa. Unifil, v. 31. Semestral. Especial 2015. Disponível em: <https://unifil.br/portal/images/pdf/documentos/revistas/revista-terra-cultura/especial2015.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

MONTEIRO, A. R.; VERAS A. T. R. THE HOUSING ISSUE IN BRAZIL. Mercator, [S.L.], v. 16, n. 7, p. 1-12, 15 jul. 2017. Mercator - Revista de Geografia da UFC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4215/rm2017.e16015>. Acesso em: 24 ago. 2022.

MONTEIRO FILHA, D. C.; COSTA, A. C. R.; ROCHA, É. R. P. Perspectivas e desafios para inovar na construção civil. 2010. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 31, p. 353-410. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4522/1/BS%2031_Perspectivas%20e%20desafios%20para%20inovar%20na%20constru%20c3%a7%20c3%a3o%20civil_P.pdf. Acesso em: 24 ago. 2022.

REZENDE, V. L. M. Avaliação patológica em recalques solo-fundação: uma análise de ocorrências na cidade de Uberlândia. 2019. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25950/1/Avalia%C3%A7%C3%A3oPatol%C3%B3gicaRecalques.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2022.

SCHWIRCK, I. A. Patologia das fundações. 2005. Joinville – SC. 87p. Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – como requisito para colação de grau de Bacharel em Engenharia Civil. Universidade Do Estado De Santa Catarina – Udesc Centro De Ciências Tecnológicas – CCT Departamento De Engenharia Civil – Dec. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/209412689/TCC-Santa-Catarina>. Acesso em: 06 mai. 2022.

SILVA JUNIOR, F. C. (2008) Uma revisão sobre as manifestações patológicas mais frequentes em fundações de concreto de edificações. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana - Bahia. Disponível em: <http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/FRANCISCO%20CERQUEIRA%20DA%20SILVA%20JUNIOR.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2022.

SOUZA, R.A., ENAMI, R.M. Sobre os Acidentes Estruturais recentes ocorridos na cidade de Maringá-PR. Revista Tecnológica. v. 18, p. 91-101, 2009. Disponível em: <http://www.engracon.com.br/artigos/11485252869.pdf>. Acesso em: 30 ago 2022.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos / Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi - 2.ed. -Porto Alegre : Bookman, 2001.

