

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Pedro Henrique Farias Patel

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE
FUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO DE USO
MISTO EM SANTA MARIA/RS**

Santa Maria, RS
2024

Pedro Henrique Farias Patel

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES:
ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO DE USO MISTO EM SANTA MARIA/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia Civil,
da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito para obtenção
do título de **Engenheiro Civil**.

Orientador: Profº Dr Magnos Baroni

Santa Maria, RS
2024

Pedro Henrique Farias Patel

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES:
ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO DE USO MISTO EM SANTA MARIA/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia Civil,
da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito para obtenção
do título de **Engenheiro Civil**.

Aprovado em 31 de Janeiro de 2024:

Profº Dr. Magnos Baroni, UFSM

Profº Dr. Rinaldo J.B. Pinheiro, UFSM

Engª MSc. Patrícia Falcão

Santa Maria, RS
2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Patricia Farias por todo suporte emocional durante esses anos, ao meu padrasto Paulo Henrique Jobim pela motivação e paciência em tentar me transmitir os valores de um profissional, ao meu pai Fabricio Patel por todo apoio para que eu concluísse meus objetivos, me ensinando a valorizar as minhas conquistas.

Aos meus amigos que fiz durante esses anos na Universidade, pelos momentos em que nos reunimos tanto para cumprir nossos objetivos quanto para celebrá-los.

Ao meu orientador Magnos Baroni pela disposição em me orientar, dedicação como professor nas duas disciplinas as quais fui seu aluno durante o curso e por ser uma referência como profissional.

A Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de fazer parte da história do curso de Engenharia Civil e a todo corpo docente com quem tive contato pelos ensinamentos e experiências passadas.

RESUMO

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO DE USO MISTO EM SANTA MARIA/RS

AUTOR: Pedro Henrique Farias Patel

ORIENTADOR: Magnos Baroni, DSc.

O presente trabalho de conclusão de curso tem como foco a análise comparativa entre os custos reais e estimados na execução das fundações de um edifício em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Baseando-se nas composições do SINAPI de maio de 2023, o estudo aborda a metodologia utilizada na comparação, destacando a importância das fundações na construção civil. O objetivo geral e os objetivos específicos são delineados, abrangendo a pesquisa de composições no SINAPI, apresentação de planilhas orçamentárias e análise das diferenças percentuais. A revisão bibliográfica explora temas relacionados a fundações, tipos de estacas, elementos de transição, e elaboração de orçamentos. O capítulo de metodologia detalha o estudo de caso, o uso do SINAPI desonerado, e o agrupamento de estacas, comparando os valores encontrados pelo SINAPI com os valores de custos reais da obra. O trabalho conclui enfatizando a solidez do SINAPI para comparação de custos de materiais, mas apontando a necessidade de considerar variações na mão de obra, especialmente em regiões distintas.

Palavras-chave: Fundações. SINAPI. Comparação de custos. Planilhas Orçamentárias.

ABSTRACT

ESTIMATION AND COMPARISON BASED ON SINAPI OF THE EXECUTIVE COST OF THE FOUNDATION OF A PROJECT LOCATED IN SANTA MARIA/RS

AUTHOR: Pedro Henrique Farias Patel
ADVISOR: Magnos Baroni

This course conclusion work focuses on the comparative analysis between the real and estimated costs in the execution of the foundations of a building in Santa Maria, Rio Grande do Sul. Based on the SINAPI compositions of May 2023, the study addresses the methodology used in the comparison, highlighting the importance of foundations in civil construction. The general objective and specific objectives are outlined, covering the research of compositions in SINAPI, presentation of budget spreadsheets and analysis of percentage differences. The literature review explores topics related to foundations, types of piles, transition elements, and budget preparation. The methodology chapter details the case study, the use of exempt SINAPI, and the grouping of piles, comparing the values found by SINAPI with the actual cost values of the work. The work concludes by emphasizing the robustness of SINAPI for comparing material costs, but pointing out the need to consider variations in labor, especially in specific regions.

Keywords: Foundations. Pile caps. Strut-and-tie method. Dimensioning. Digital Spreadsheet.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fundações profundas: tubulão e estaca.....	15
Figura 2 – Etapas de execução de broca	17
Figura 3 – Etapas de execução de estaca Strauss.....	18
Figura 4 – Etapas de execução de estaca Franki.....	19
Figura 5 – Estaca raiz	20
Figura 6 – Estaca escavada com fluido estabilizante.....	21
Figura 7 – Bloco Rígido	23
Figura 8 – Pontos de sondagem Residencial Mello Mattos.	31
Figura 9 – Perfil de sondagem (SP4).....	32
Figura 10 – Estados de compactidade e consistência.	33
Figura 11 – Projeto de fundações com estaca escavada.....	34
Figura 12 – Projeto de fundações com hélice contínua	35
Figura 13 – Comparativo de custos do concreto.....	39
Figura 14 – Comparativo de custos da barra de aço de 8 mm.....	40
Figura 15 – Comparativo de custos da barra de aço de 10 mm.....	41
Figura 16 – Comparativo de custos da barra de aço de 12,5 mm	41
Figura 17 – Comparativo de custos da barra de aço de 16 mm.....	41
Figura 18 – Comparativo de custos da barra de aço de 20 mm.....	42
Figura 19 – Comparativo de custos da barra de aço de 25 mm.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de estaca.....	16
Tabela 2 – Elementos de transição	22
Tabela 3 – Agrupamento estacas de concreto	28
Tabela 4 – Agrupamento estacas metálicas.....	29
Tabela 5 – Estimativa de custos.....	29
Tabela 6 – Comparativo de custos.	30
Tabela 7 – Comparativo de custo global.	37
Tabela 8 – Comparativo de custos do concreto	38
Tabela 9 – Comparativo de custos do aço	39
Tabela 10 – Comparativo de valores do aço por bitola.	40

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AACE – Association of Cost Engineering

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da construção civil

RS – Rio Grande do Sul

kN – Kilo Newton

ϕ – Diâmetro da estaca

CUB – Custo Unitário Básico

Diam – Diâmetro

COD – Código

Mpa- Megapascal

mm – Milímetros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo Geral	12
1.2	Objetivos Específicos.....	12
1.3	Estrutura do Trabalho	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	Fundações.....	14
2.2	Fundações profundas	14
2.3	Fundações em estacas	15
2.4	Elementos de transição	21
2.5	Blocos sobre estacas.....	22
2.6	Elaboração de Orçamentos	23
2.7	Definição de Orçamento.....	24
2.8	Atributos de um Orçamento	24
2.9	Classificação de Orçamento	25
2.10	Estrutura de um Orçamento.....	26
2.11	Grau do orçamento.....	27
3	Metodologia	27
4	RESULTADOS	37
5	CONCLUSÃO.....	43
5.1	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
	APÊNDICE: Execução das Fundações da edificação.....	47

1 INTRODUÇÃO

A estimativa de custo de uma obra é de extrema importância para a definição de um projeto na construção civil, esta estimativa tem que estar de acordo com o orçamento disponível da empresa, para que se possa escolher a solução mais viável, dentre as técnicas adequadas.

As fundações possuem grande relevância para a edificação e seus custos são considerados baixos, de acordo com MATTOS (2006) as fundações em geral comprometem de 3% a 7% do orçamento total de uma obra, sua função é primordial para a estabilidade da construção.

Ao projetar as fundações, é crucial realizar uma avaliação precisa do solo que suportará a construção. De acordo com as informações de CAMPOS (2015), as fundações profundas são elementos que transferem a carga para o solo através da resistência na base, na ponta e na superfície lateral, conhecida como resistência de fuste, ou por meio da combinação desses fatores. CARVALHO (2009) esclarece que estacas ou tubulões são preferencialmente empregados como elementos de fundação em situações que envolvem resistência adequada nas camadas mais profundas do solo, presença de esforços horizontais significativos ou alta presença de água no terreno.

O papel das fundações é de extrema importância nas construções, sendo indispensáveis em qualquer projeto de engenharia. Elas desempenham um papel crucial na garantia da estabilidade e na manutenção da funcionalidade da estrutura, conforme observado por CARVALHO (2009). Além disso, o autor destaca que os blocos, enquanto elementos estruturais volumétricos e de transição, têm a responsabilidade de transferir a carga dos pilares para o conjunto de estacas ou tubulões.

Este trabalho abordará com base nas composições de custos do SINAPI de maio de dois mil e vinte três (não desonerado), a comparação dos custos executivos das fundações do prédio localizado em Santa Maria/RS onde foi executada as fundações com estacas metálicas com o perfil HP 200x53,0 e estacas escavadas com diâmetros variando de quarenta centímetros a cento e vinte centímetros e profundidade mínima de dez metros e máxima de doze metros de profundidade e bloco de coroamento de acordo com o projeto executivo. Além de fazer a comparação

dos custos unitários do serviço para executar as fundações, vamos comparar os itens que são mais utilizados na construção civil, como concreto, aço.

1.1 Objetivo Geral

Comparar os custos reais da execução do projeto de fundação e os custos estimados utilizando de um prédio de uso misto em Santa Maria, Rio Grande do Sul executado no final de 2019, início de 2020, com a finalidade de verificar se a estimativa dos custos com base no SINAPI está dentro do valor gasto para executar as fundações na época.

1.2 Objetivos Específicos

Pesquisar as composições disponíveis no SINAPI que se equivalem aos serviços executados e buscar os valores gastos com o serviço de fundação da construtora PHJ.

- Apresentar as planilhas das estimativas com base no SINAPI e dos valores gastos para a construção das estacas e blocos de fundações.
- Analisar a diferença do percentual da comparação de custos.
- Analisar se a utilização do SINAPI como base de referência para esse tipo de serviço está próxima ao valor executado.

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1: são apresentados a introdução, objetivo geral, objetivo específico e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2: trata-se de uma revisão bibliográfica abordando os principais temas de estudo do trabalho, como custos unitários, composições de custos

Capítulo 3: refere-se à realização da metodologia de uma comparação de custos de projetos, levando em consideração um projeto de estaca com hélice contínua e outra com estaca escavada.

Capítulo 4: apresenta os custos de cada projeto com seus custos de implantação

Capítulo 5: consiste na apresentação da conclusão da monografia com o fechamento das ideias propostas e sugestão para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fundações

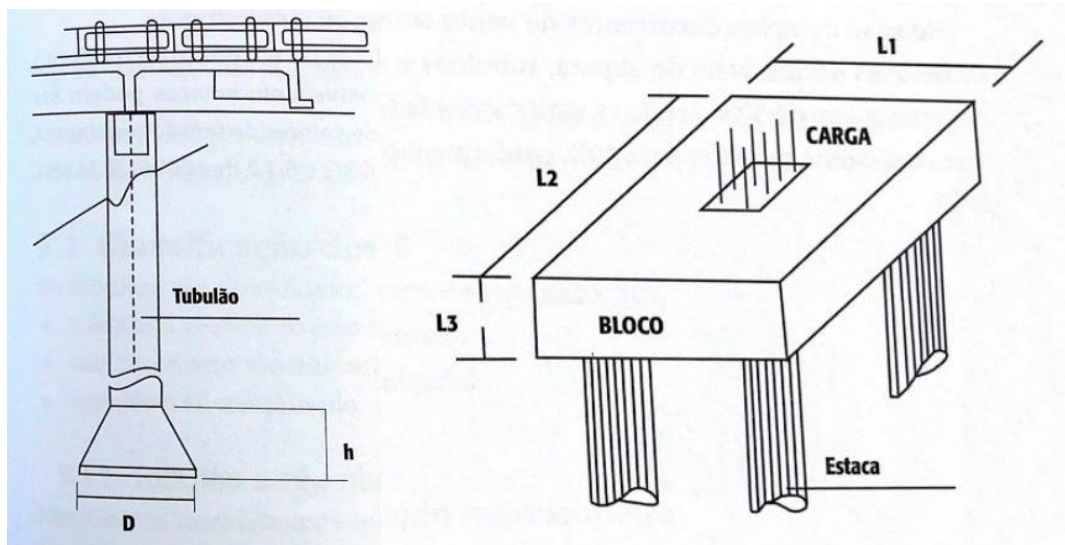
As fundações desempenham um papel crucial na garantia contínua da estabilidade de uma edificação, considerando um apropriado fator de segurança. Conforme destacado por CARVALHO (2009), um projeto completo de fundações abrange vários elementos, como o estudo do terreno, incluindo tipo de solo, deformabilidade, resistência, consistência, compacidade, plasticidade, granulometria, entre outros; análise de recalques; consideração do nível freático; avaliação da situação geográfica da edificação, incluindo a presença de galerias e outras construções no entorno; seleção do tipo, profundidade e dimensões das fundações, levando em conta a função da estrutura a ser suportada e as condições do terreno; análise das ações, considerando o peso próprio do edifício, as cargas do solo, empuxos (terra, hidrostático); e finalmente, o dimensionamento dos vários elementos.

Segundo FALCONI (2019), os critérios para a escolha das fundações dependem de considerações técnicas, econômicas e de mercado. A classificação das fundações em profundas e superficiais está relacionada às características do solo e da edificação a ser construída sobre ele, conforme mencionado por CARVALHO (2009).

2.2 Fundações profundas

Segundo as informações fornecidas por CAMPOS (2015), as fundações profundas são elementos que transferem carga para o solo através da resistência na base, na ponta e na superfície lateral, conhecida como resistência de fuste, ou pela combinação desses elementos. Esse tipo de fundação engloba estacas e tubulões, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Fundações profundas: tubulão e estaca.



Fonte: CAMPOS (2015).

2.3 Fundações em estacas

Existem dois principais grupos de estacas: as pré-moldadas e as moldadas no local. Conforme mencionado por CAMPOS (2015), a classificação das estacas também pode ser feita com base no processo de execução. Há as estacas cravadas de deslocamento, que, ao serem instaladas, deslocam horizontalmente o solo, cedendo espaço para a estaca que ocupará esse local. Por outro lado, as estacas escavadas de substituição são aquelas que, durante a execução, retiram e substituem o solo, ocupando o espaço anteriormente preenchido pelo solo removido

A Tabela 1 apresenta exemplos de estacas, destacando suas respectivas classificações.

Tabela 1 – Tipos de estaca.

Estacas	Pré-moldada	Madeira	De deslocamento
		Concreto	
		Metálica	
	Moldada in loco	Broca	De substituição
		Strauss	
		Franki	De deslocamento
		Raiz	Sem deslocamento
		Hélice	De substituição
		Escavada com lama	

Fonte: CAMPOS (2015).

2.3.1 Tipos de estaca

2.3.1.1 Estacas Pré-moldadas em concreto armado

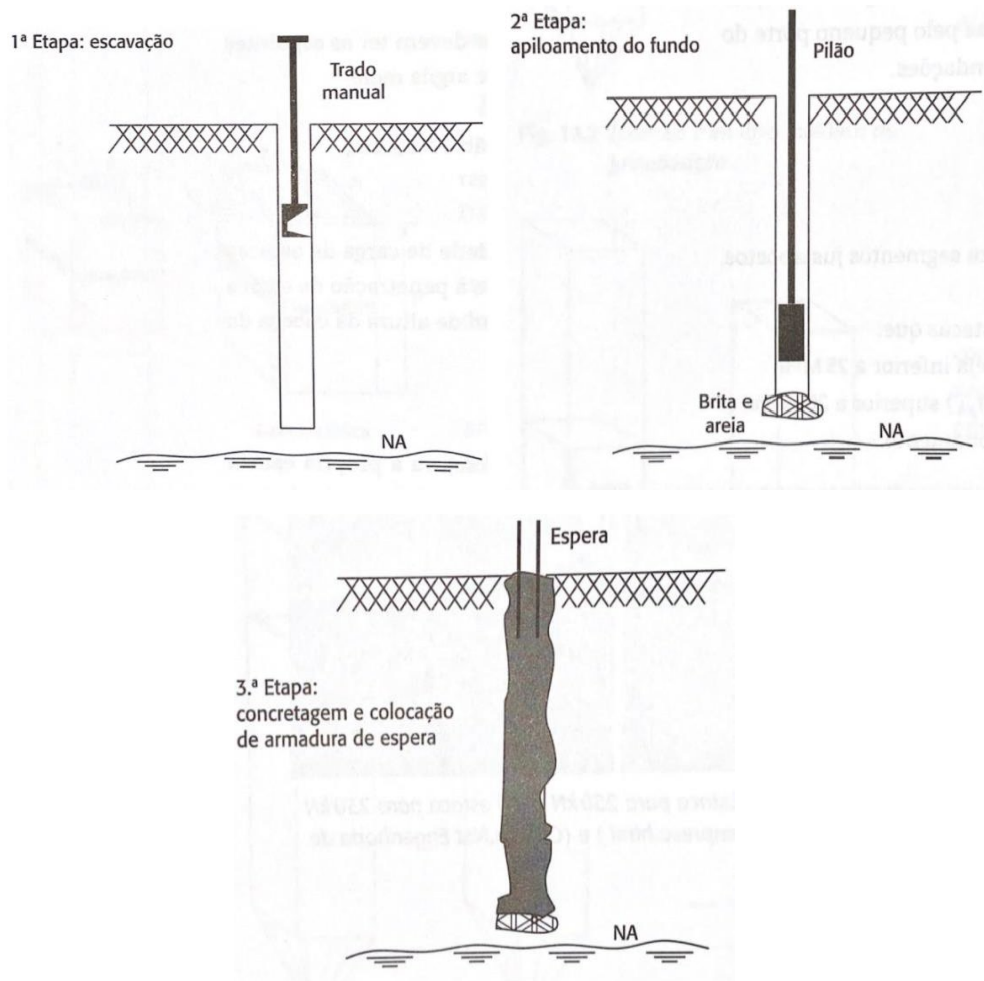
Conforme explicado por CAMPOS (2015), as estacas pré-moldadas em concreto armado apresentam diversas seções, como quadrada, ortogonal e circular (vazada ou não). Essas estacas são cravadas no solo com o auxílio de equipamentos de bate-estacas. A norma NBR 6122 (ABNT, 2010) define estacas pré-moldadas de concreto como compostas por segmentos pré-fabricados ou pré-moldados, introduzidos no solo por meio de golpes provenientes de martelos de gravidade, explosão, hidráulicos ou vibratórios.

2.3.1.2 Estaca Broca

Trata-se de uma base estrutural profunda, criada através da perfuração manual com uma broca, sendo preenchida posteriormente com concreto. Sua extensão mínima é de 3,0 metros, sendo indicada para construções de pequeno porte com cargas limitadas a 100 kN, conforme estabelecido pela norma (NBR 6122,2022).

É importante ressaltar que tais estacas são mais adequadas para terrenos secos, localizados acima do nível da água, a fim de evitar qualquer obstrução da estaca, conforme mencionado por (CAMPOS, 2015). A Figura 2 fornece uma representação visual das etapas envolvidas na execução desse tipo de estaca.

Figura 2 – Etapas de execução de broca.



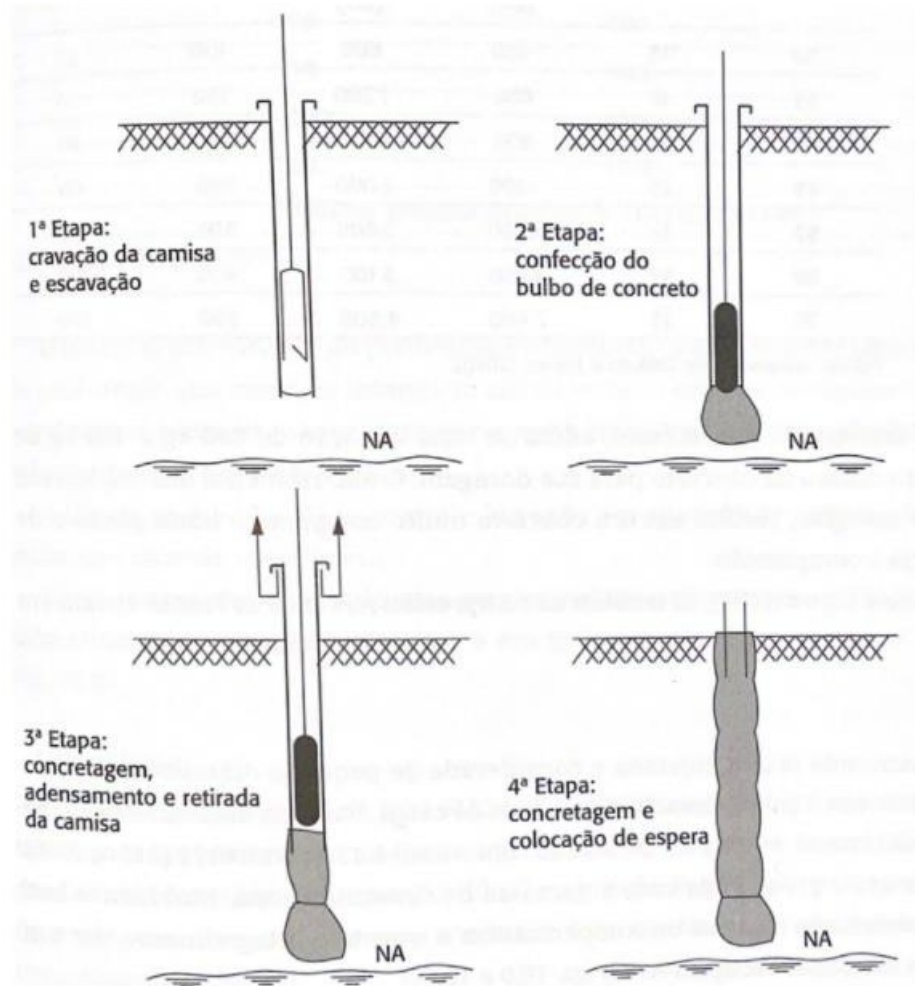
Fonte: CAMPOS (2015).

2.3.1.3 Estaca Strauss

Trata-se de uma estaca que é confeccionada por meio da perfuração do solo utilizando uma sonda ou piteira, sendo totalmente revestida com uma camisa metálica. Durante esse processo, ocorre a progressiva introdução e compactação do concreto, ao mesmo tempo em que o revestimento é retirado de forma simultânea, conforme estipulado pela norma (NBR 6122,2022). Essa estaca possui a flexibilidade de ser

armada ao longo de toda a sua extensão, e, se necessário, pode incluir a colocação de estribos, como destacado por CAMPOS (2015). A Figura 3 oferece uma representação visual das fases envolvidas na execução de uma estaca Strauss.

Figura 3 – Etapas de execução de estaca Strauss.

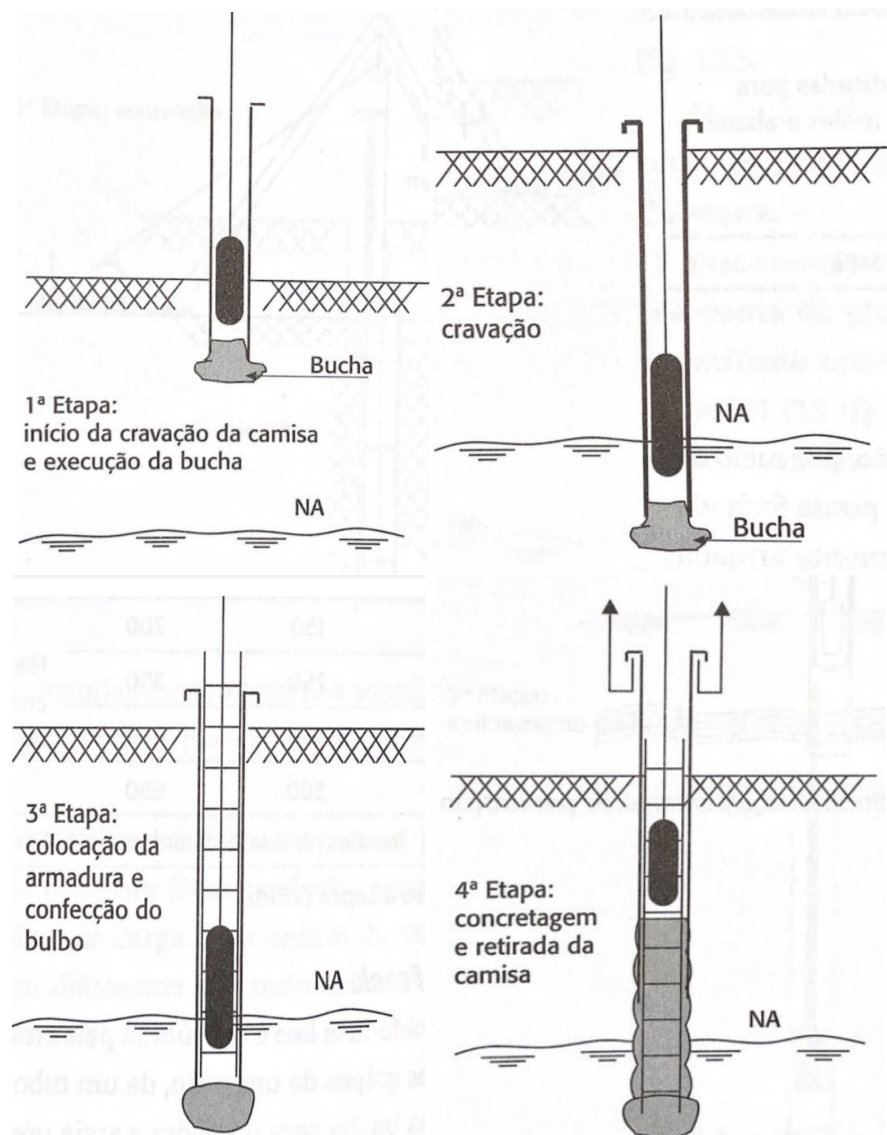


Fonte: CAMPOS (2015).

2.3.1.4 Estaca Franki

Trata-se de uma estaca produzida no local através da cravação, onde um tubo de ponta fechada, contendo uma bucha seca composta por pedra e areia, é afundado por repetidos golpes de um pilão. Essa bucha seca é fixada previamente na extremidade inferior do tubo por meio de atrito. Essa estaca é caracterizada por uma base alargada e é completamente reforçada com armadura metálica, conforme especificado pela norma (NBR 6122,2022) e ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Etapas de execução de estaca Franki.

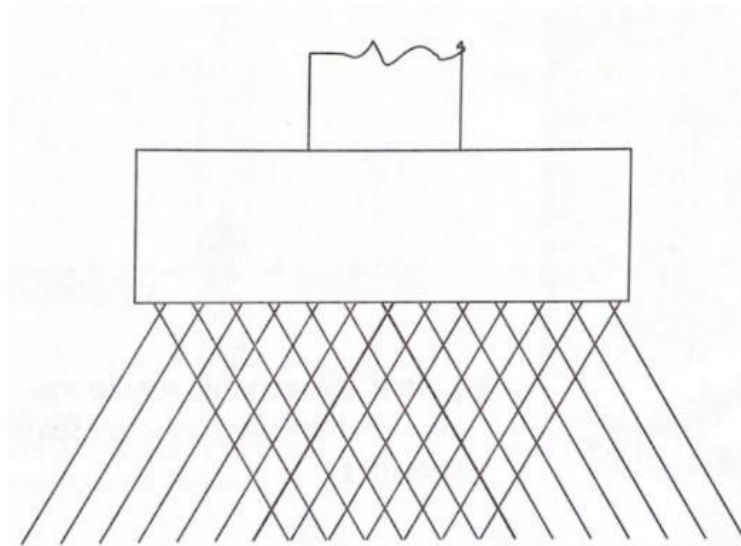


Fonte: CAMPOS (2015).

2.3.1.5 Estaca Raiz

Trata-se de uma estaca que é reforçada e preenchida com uma mistura de cimento e areia, sendo moldada diretamente no local por meio de perfuração rotativa ou rotopercussiva. Durante esse processo, a estaca é totalmente revestida por um conjunto de tubos metálicos recuperáveis, especialmente na porção que se encontra no solo, conforme estabelecido pela norma (NBR 6122,2022). Essas estacas têm sido empregadas para consolidar maciços, uma vez que, devido aos seus diâmetros reduzidos, podem ser cravadas de maneira inclinada e em diversas direções, como exemplificado na Figura 5, conforme mencionado por CAMPOS (2015).

Figura 5 – Estaca raiz.



Fonte: CAMPOS (2015).

2.3.1.6 Estaca Hélice

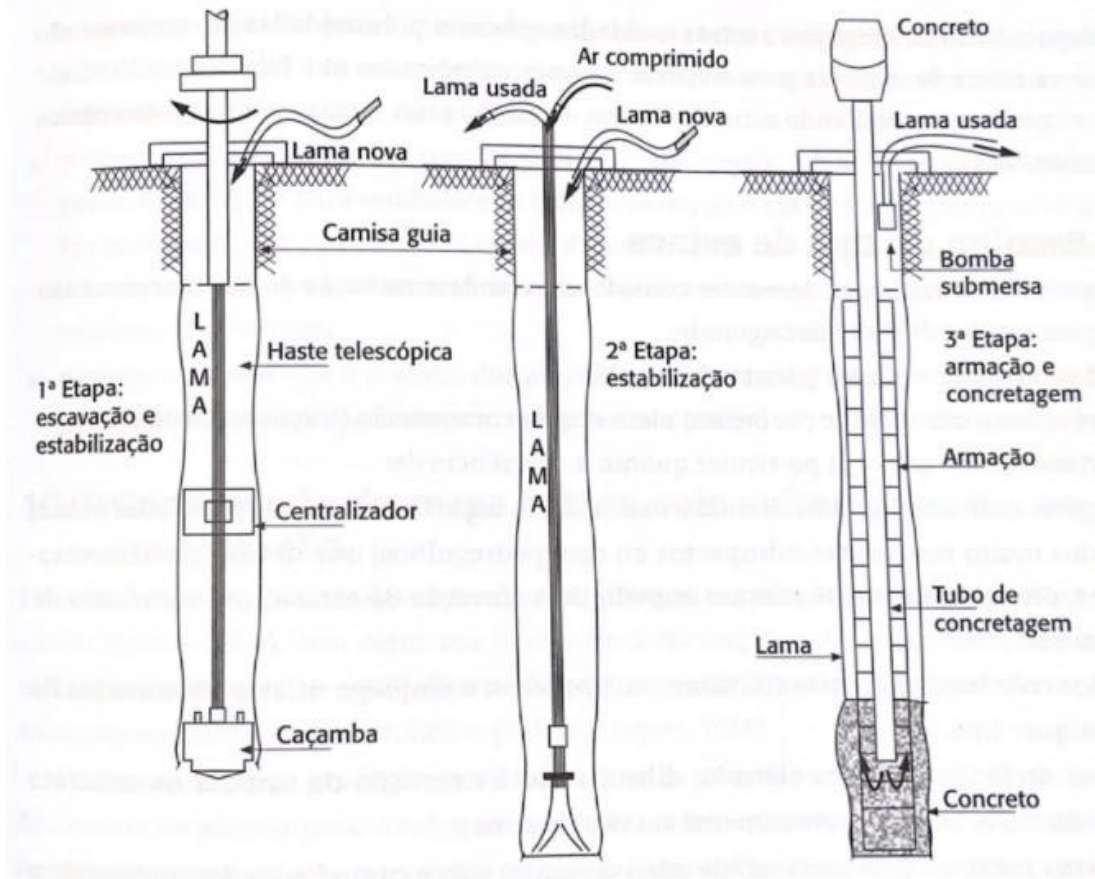
Trata-se de uma estaca de concreto moldada no local, cuja execução envolve a introdução no solo de um trado helicoidal contínuo por meio de rotação. Durante esse processo, o concreto é injetado pela própria haste central do trado enquanto é retirado, e a armadura é inserida após a conclusão do processo de concretagem da estaca, conforme especificado pela norma (NBR 6122,2022).

2.3.1.7 Estaca escavada com lama

Trata-se de uma estaca que é escavada utilizando um fluido estabilizante, sendo moldada no local. Sua estabilidade durante o processo de perfuração é

garantida pelo emprego de fluido estabilizante ou água, especialmente quando há a presença de revestimento metálico, conforme estipulado na norma NBR 6122 de 2019. As fases de execução dessa estaca são visualmente explicadas na Figura 6.

Figura 6 – Estaca escavada com fluido estabilizante.



Fonte: CAMPOS (2015).

2.4 Elementos de transição

Elementos de transição referem-se àquelas partes que estão localizadas entre a superestrutura e as estacas ou tubulões. Os blocos são identificados como elementos volumétricos, enquanto as lajes são reconhecidas como elementos laminares, conforme explicado por (CAMPOS, 2015). A Tabela 2 fornece uma classificação mais detalhada desses elementos.

Tabela 2 – Elementos de transição.

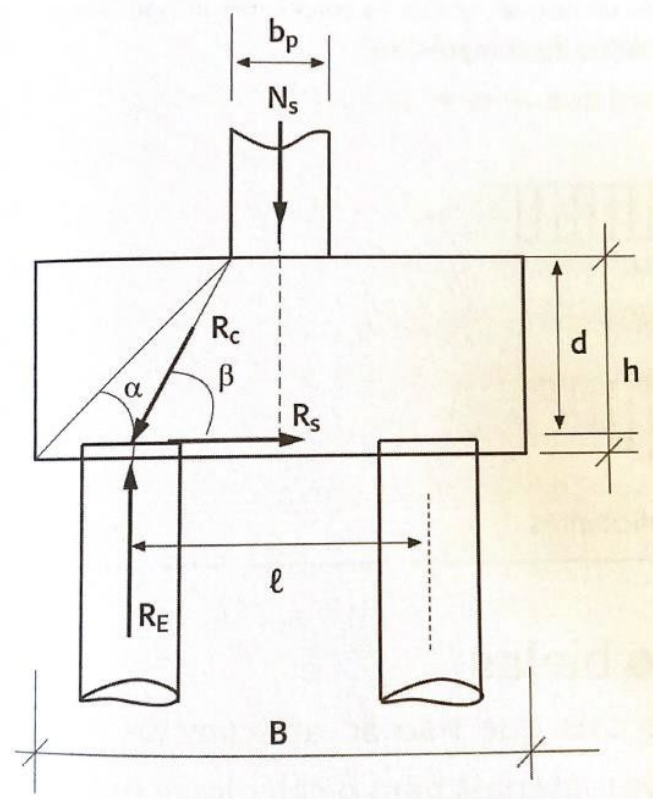
Elementos de fundação	Elementos de transição de carga da superestrutura para estruturas de fundação profunda	Bloco	Bloco apoiado sobre estacas ou tubulões
		Radier	Placa ou laje apoiada diretamente no solo
		Laje	Laje apoiada sobre estacas ou tubulões

Fonte: Campos (2015).

2.5 Blocos sobre estacas

Ao contrário das sapatas, cuja função é transferir diretamente as cargas para o solo, os blocos são componentes estruturais designados como elementos de transição. Sua principal função é transferir as cargas provenientes dos pilares para um conjunto de estacas ou tubulões, conforme explicado por (CARVALHO, 2009). De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2023), blocos sobre estacas são descritos como estruturas volumétricas utilizadas para transmitir as cargas de fundação às estacas e tubulões. Esses blocos podem ser considerados rígidos ou flexíveis, seguindo critérios análogos aos estabelecidos para as sapatas. Na Figura 7 temos a exemplificação de um Bloco Rígido.

Figura 7 – Bloco Rígido.



Fonte: CAMPOS (2015).

Segundo CARVALHO (2009) as cargas sob os blocos são forças concentradas, resultantes das reações das estacas, e não é considerada nenhuma contribuição do solo como fundação direta. Uma vez que toda carga é distribuída para as estacas, as tensões no solo não têm qualquer influência no dimensionamento.

2.6 Elaboração de Orçamentos

A Engenharia de Custos é a especialidade que estabelece métodos e técnicas para o estudo de custos de uma obra ou empreendimento, a formação do preço destas intervenções e o controle destes custos durante sua execução.

Conforme definição da American Association of Cost Engineering – AACE International, organização de reconhecimento internacional no setor, a Engenharia de Custos pode ser definida como a área da prática da engenharia em que o julgamento

e a experiência são utilizados na aplicação de técnicas e princípios científicos para o problema da estimativa de custo, controle do custo e lucratividade.

A orçamentação, uma das atividades inerentes ao profissional dessa área, busca alcançar a estimativa de custos antes que se transformem em despesas, sendo necessário, após isso, acompanhá-los e gerenciá-los à medida que ocorrem.

O SINAPI, assim como outros sistemas que contém composições e insumos para serviços da construção civil, tem referências que podem ser utilizadas para auxiliar o profissional orçamentista na elaboração de orçamentos.

2.7 Definição de Orçamento

É a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de mão de obra, equipamentos, materiais, custos financeiros, custos administrativos, impostos, riscos e margem de lucro desejada para adequada previsão do preço final de um empreendimento.

Conforme Baeta (2012), é a previsão de custos, considerada a remuneração do construtor, para a oferta de um preço, onde:

a) Custo é tudo aquilo que onera o construtor; representa todo o gasto envolvido na produção, ou seja, todos os insumos da obra, assim como toda a infraestrutura necessária para a produção;

b) Preço é o valor final pago ao contratado pelo contratante; é o custo acrescido do lucro e despesas indiretas.

2.8 Atributos de um Orçamento

Conforme Mattos (2006), um orçamento de obras deve apresentar as seguintes características e propriedades:

- Aproximação

Todo orçamento é aproximado, baseado em previsões e estimativas. Não se deve esperar que seja exato, porém, necessita ser preciso.

- Especificidade

Todo orçamento é específico e decorrente de características particulares como o porte da empresa apta a realizar a obra e as condições locais (clima, relevo, vegetação, condições do solo, qualidade da mão de obra, facilidade de acesso a matéria-prima etc.).

- Temporalidade

O orçamento representa a projeção dos recursos necessários para a produção de uma obra num dado momento. Apesar da possibilidade de reajuste por índices, existem flutuações de preços individuais dos insumos, alterações tributárias, evolução dos métodos construtivos, bem como diferentes cenários financeiros e gerenciais. Deste modo, o orçamento outrora realizado não é válido para momento e condições distintas daquelas consideradas.

2.9 Classificação de Orçamento

Segundo Baeta (2012), um orçamento de obras pode ser classificado conforme seu grau de detalhamento ou precisão:

- Estimativa de Custo

Avaliação expedita com base em custos históricos e comparação com projetos similares. Pode-se, inclusive, adotar índices específicos conhecidos no mercado, como o CUB (NBR 12.721/2006). Utilizada nas etapas iniciais do empreendimento, serve para avaliar a viabilidade econômica do empreendimento.

- Orçamento Preliminar

Mais detalhado do que a estimativa de custos, pressupõe o levantamento de quantidades dos serviços mais expressivos e requer pesquisa de preços dos principais insumos. Seu grau de incerteza é menor que o da estimativa de custos.

- Orçamento Discriminado ou Detalhado

Elaborado com composições de custos e pesquisa de preços dos insumos. Procura chegar a um valor bem próximo do custo “real”, com reduzida margem de incerteza. Feito a partir de especificações detalhadas e composições de custo específicas. Depende da existência de projetos detalhados e especificações em nível suficiente para o levantamento preciso de quantitativos e para o entendimento da logística de apoio necessária à produção.

2.10 Estrutura de um Orçamento

- Identificação dos Serviços

O custo total de uma obra segundo MATTOS (2006) é fruto do custo orçado para cada um dos serviços integrantes da obra. Portanto, a origem da quantificação está na identificação dos serviços. Um orçamento, por mais cuidadoso que seja feito, estará longe de ser completo se excluir algum serviço requerido pela obra

- Levantamento dos Quantitativos

Cada serviço identificado precisa ser quantificado. O levantamento de quantitativos é uma das principais tarefas do orçamentista, isso no caso de o projetista não os fornecer detalhadamente.

O orçamentista obtenha seus próprios quantitativos. A identificação de discrepância nas quantidades

O levantamento de quantitativos inclui cálculos baseados em dimensões precisas fornecidas no projeto (volume de concreto armado, área de telhado, área de pintura, etc.) ou em alguma estimativa (volume de escavação em solo, quando são dados perfis de sondagem, por exemplo)

- Discriminação de custos diretos

Os custos diretos são aqueles diretamente associados aos serviços de campo. Representam o custo orçado dos serviços levantados.

- Discriminação de custos indiretos

Os custos indiretos são aqueles que não estão diretamente associados aos serviços de campo em si, mas que são requeridos para que tais serviços possam ser feitos.

2.11 Grau do orçamento

A depender do grau de detalhamento de um orçamento, ele pode ser classificado segundo MATTOS (2006) como:

» Estimativa de custo - avaliação expedita com base em custos históricos e comparação com projetos similares. Dá uma ideia aproximada da ordem de grandeza do custo do empreendimento;

» Orçamento preliminar - mais detalhado do que a estimativa de custos pressupõe o levantamento de quantidades e requer a pesquisa de preços dos principais insumos e serviços. Seu grau de incerteza é menor.

» Orçamento analítico - elaborado com composição de custos e extensa pesquisa de preços dos insumos. Procura chegar a um valor bem próximo do custo "real", com uma reduzida margem de incerteza.

3 Metodologia

Neste capítulo, será realizado um estudo de caso que compara os custos reais com os custos estimados, utilizando as composições existentes na base de dados do SINAPI e o projeto existente das fundações do prédio em questão.

Segundo o que prescreve a 9ª versão do livro de metodologias e conceitos adotados no SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, que é mantido segundo definições de engenharia da CAIXA, visando disponibilizar referências em composições de serviços e de insumos da construção civil, com os preços constituindo resultado da pesquisa contínua realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), viabilizando assim a elaboração dos orçamentos de referência adotados na contratação de obras públicas, atualmente, devido à consistência e adequada fundamentação de suas referências de custos, bem como à franca transparência de suas informações, o SINAPI tem tido uso crescente também pelo setor privado.

As composições inseridas recentemente no banco de dados serão utilizadas como referência para a comparação de custos, utilizando o SINAPI 05/2023 (desonerado).

Não foram encontrados todos os diâmetros das estacas no banco de dados do SINAPI. Como resposta a essa limitação, foi efetuado o agrupamento dos diâmetros, utilizando as composições que presumivelmente estão mais próximas do executado. O agrupamento das estacas com diâmetros semelhantes foi conduzido para empregar as composições do SINAPI, conforme evidenciado nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Agrupamento Estacas de Concreto.

AGRUPAMENTO ESTACAS CONCRETO			
DIAM. (mm)	PROJETO	SINAPI	COD.SINAPI
∅	400	400	100887
	500	400	100887
	600	600	100900
	700	600	100900
	800	800	101182
	900	800	101182
	1000	800	101182
	1100	1100	101183
	1200	1100	101183

Fonte: Autor.

Tabela 4 – Agrupamento Estacas Metálicas.

AGRUPAMENTO ESTACAS METALICA			
PERFIL (mm)	PROJETO	SINAPI	COD.SINAPI
	HP 200x53,0	W 250x44,80	100894

Fonte: Autor.

Após o agrupamento das estacas, foi realizada uma pesquisa pelos códigos dos serviços para efetuar a estimativa de custo tanto para as estacas quanto para os blocos de coroamento. A planilha orçamentária resultante está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Estimativa de Custos.

ESTIMATIVA CUSTO - ORÇAMENTO FUNDAÇÕES				
DATA: 10/12/2023		BASE: MAIO/2023 (NÃO DESONERADO)		
PREDIO MELLO MATOS				
ITEM	FORTE	CODIGO	DESCRIÇÃO ITEM	UNID
1. SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1. Serviços preliminares				
1.1.1	SINAPI	99058	LOCAÇÃO DE PONTO PARA REFERÊNCIA TOPOGRÁFICA. AF_10/2018	UN
2. INFRAESTRUTURA				
2.1. Infraestrutura - Estacas				
2.1.1	SINAPI	101182	ESTACA CIRCULAR ESCAVADA COM FLÚIDO ESTABILIZANTE (ESTACÃO), DIÂMETRO DE 80 CM (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_05/2020	M
2.1.2	SINAPI	101183	ESTACA CIRCULAR ESCAVADA COM FLÚIDO ESTABILIZANTE (ESTACÃO), DIÂMETRO DE 110 CM (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_05/2020	M
2.1.3	SINAPI	100894	ESTACA METÁLICA PARA CONTENÇÃO, UTILIZANDO PERFIL LAMINADO W250X44.8 (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_01/2020	KG
2.1.4	SINAPI	100897	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 40CM DE DIÂMETRO, CONCRETO LANÇADO POR CAMINHÃO BETONEIRA (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_01/2020_PA	M
2.1.5	SINAPI	100900	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 60CM DE DIÂMETRO, CONCRETO LANÇADO POR BOMBA LANÇA (EXCLUSIVE BOMBEAMENTO, MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF_01/2020_PA	M
3. SUPRAESTRUTURA				
3.1. Supraestrutura - Blocos Concreto				
3.1.1	SINAPI	96557	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA –LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	M3
3.1.2	SINAPI	96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG
3.1.3	SINAPI	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG

3.1.4	SINAPI	96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG
3.1.5	SINAPI	96548	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG
3.1.6	SINAPI	96549	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG
3.1.7	SINAPI	96550	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 25 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG
3.1.8	SINAPI	96531	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 2 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2

Fonte: Autor.

Os quantitativos dos projetos foram empregados para detalhar as quantidades de cada serviço executado na obra. Para a comparação de custos, a construtora PHJ efetuou o levantamento de todos os valores despendidos referentes às estacas e blocos de coroamento. Na Tabela 6, a comparação dos custos é apresentada.

Tabela 6 – Comparativo de custos

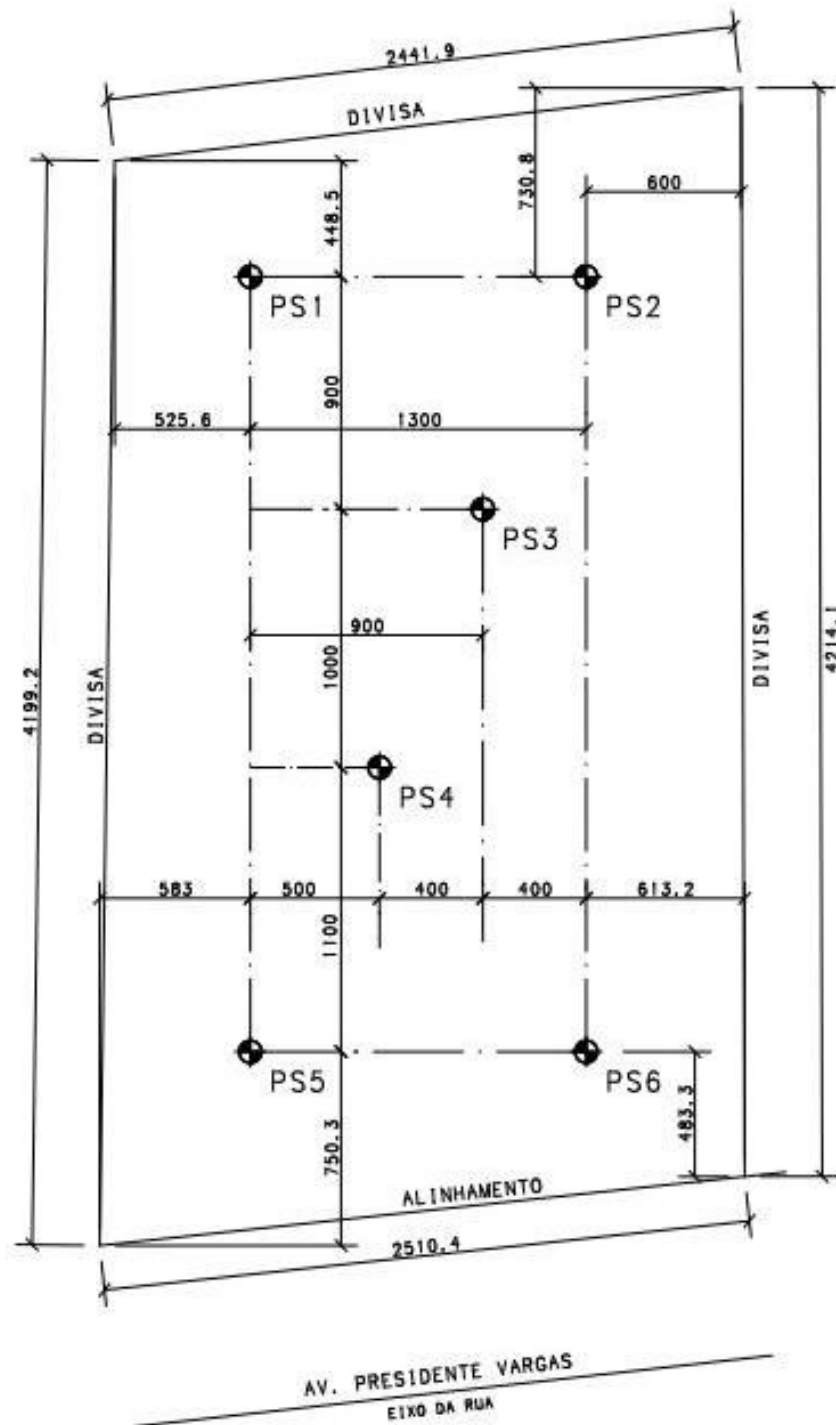
COMPARATIVO DE CUSTOS EM R\$			
ITEM	FONTE	DESCRIÇÃO ITEM	R\$
1. CONST. PHJ			
		SERVIÇOS	R\$ 290.983,92
		MATERIAL	R\$ 518.014,39
		TOTAL	R\$ 808.998,31
2 SINAPI - 05/2023			
		SERVIÇOS	R\$ 437.915,28
		MATERIAL	R\$ 528.859,68
		TOTAL	R\$ 966.774,96
DIFERENÇA DOS VALORES			
		SERVIÇOS	R\$ 146.931,36 50,49%
		MATERIAL	R\$ 10.845,29 2,09%

Fonte: Autor.

Após a quantificação dos serviços para a execução das fundações, constatou-se uma disparidade nos serviços de mais de 50%

No contexto do empreendimento Residencial Mello Mattos, foram executadas seis sondagens, conforme representado na Figura 8.

Figura 8 – Pontos de sondagem Residencial Mello Mattos

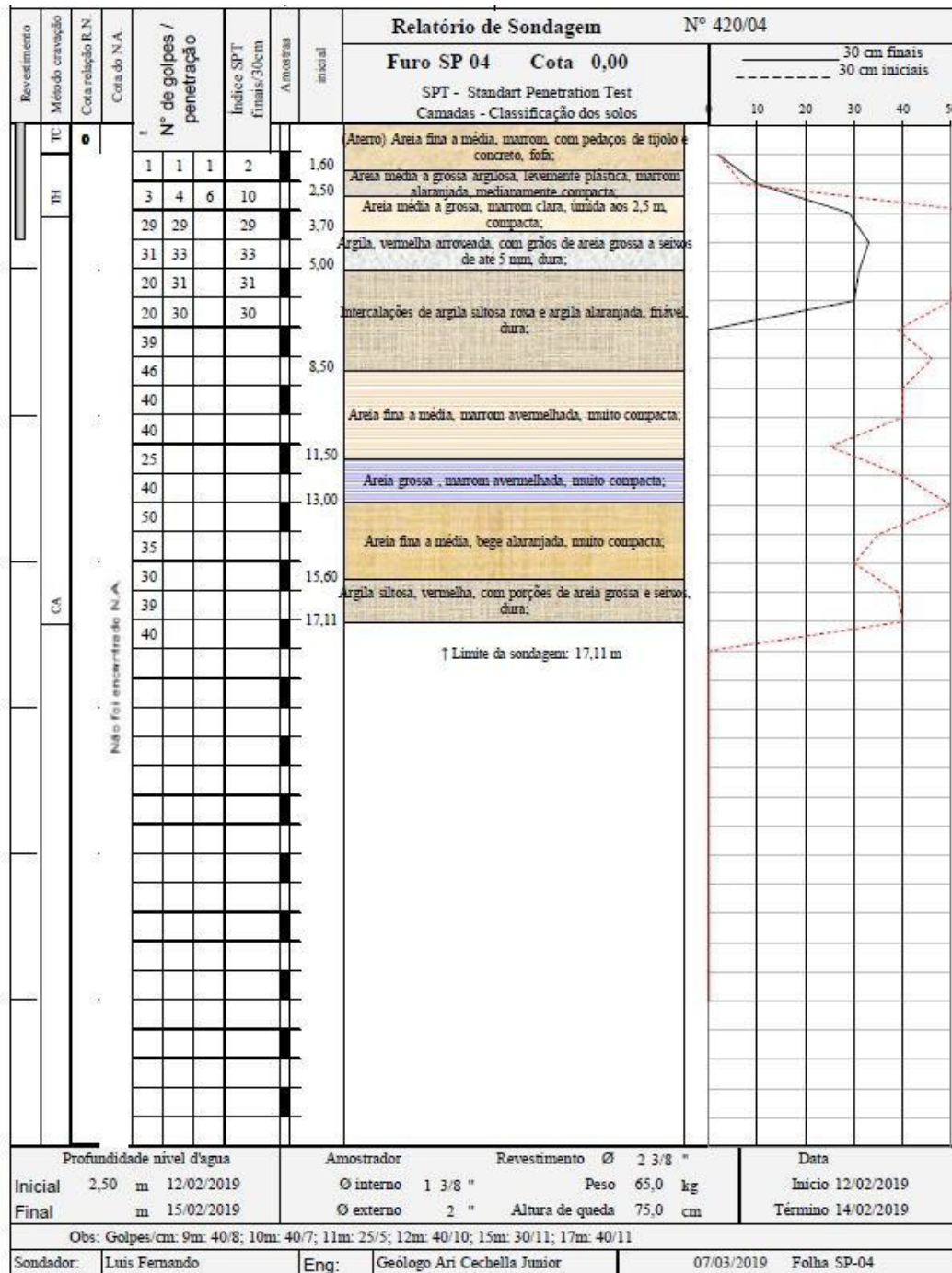


Autor: Dados disponibilizados pela empresa Vanteka Estruturas

A análise detalhada desses pontos de sondagem conduziu à identificação das fundações mais apropriadas para o Residencial Mello Mattos, sendo elas a Estaca Rotativa e a Hélice Contínua. O perfil de sondagem 4 (PS4), apresentado na Figura 9 e elaborado pela equipe de sondagem, expõe as últimas camadas de solo a serem

perfuradas, indicando um solo classificado como duro, conforme critérios do Índice de Resistência à Penetração, conforme estabelecido pela norma (NBR 6122,2022).

Figura 9 – Perfil de Sondagem SP04



Autor: Relatório disponibilizado pela empresa Topographia.

Adicionalmente, a Figura 10, baseada nas diretrizes da (NBR 6122,2022), fornece uma visualização dos estados de compactidade e consistência do solo, enriquecendo a compreensão da capacidade de carga do terreno.

Figura 10 – Estados de compactidade e de consistência

Solo	Índice de resistência à penetração N	Designação ¹⁾
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	> 19	Dura (o)

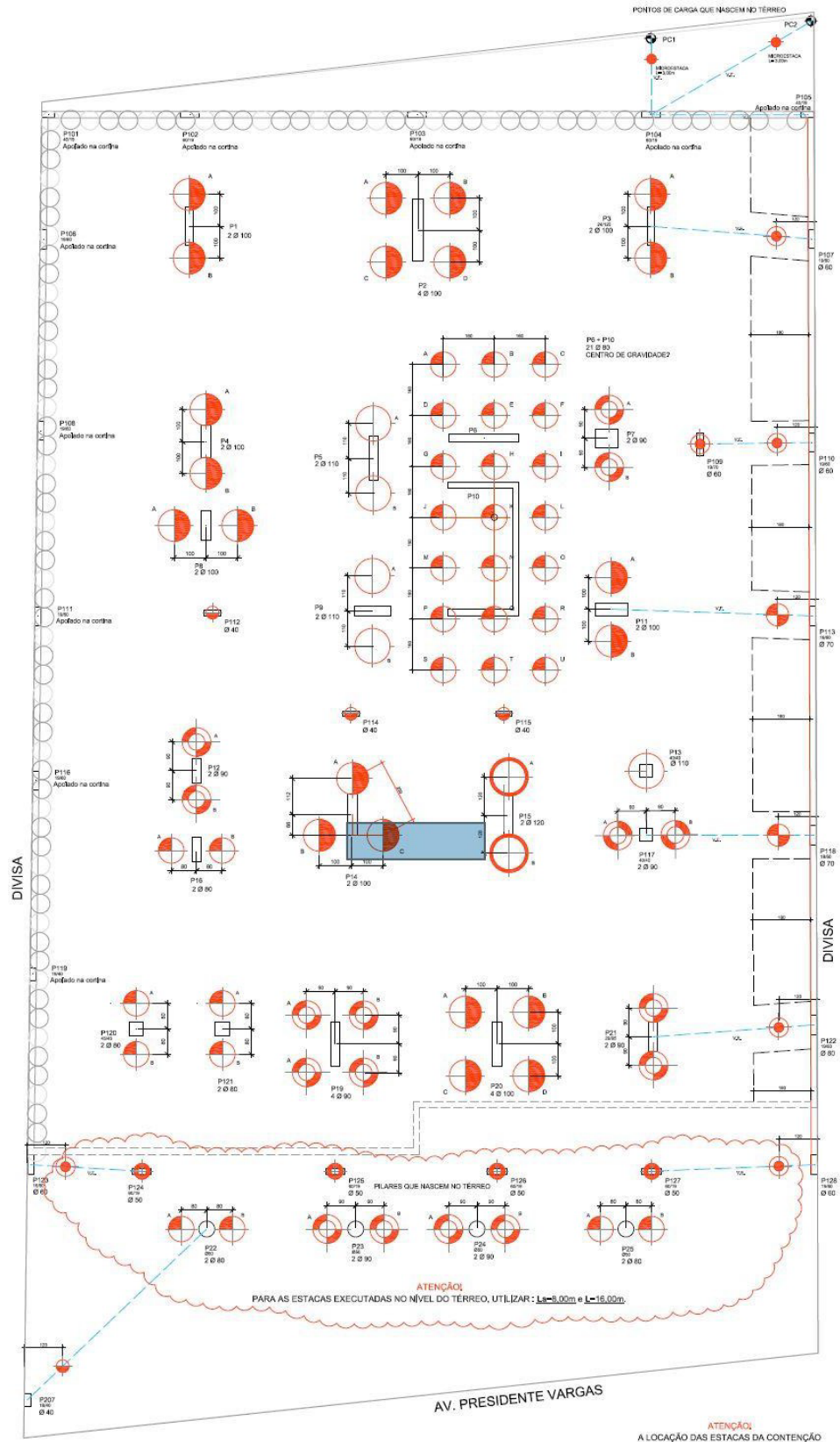
¹⁾ As expressões empregadas para a classificação da compactidade das areias (fofa, compacta, etc.), referem-se à deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compactidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na Mecânica dos Solos.

Fonte: NBR (6122,2022).

Após a análise geotécnica, os orçamentos para os dois tipos de fundação em consideração, Estaca Escavada com Equipamento Rotativo e Hélice Contínua, foram apresentados à Construtora PHJ. A decisão final recaiu sobre a realização das fundações do Residencial Mello Mattos por meio de estacas escavadas com equipamento rotativo.

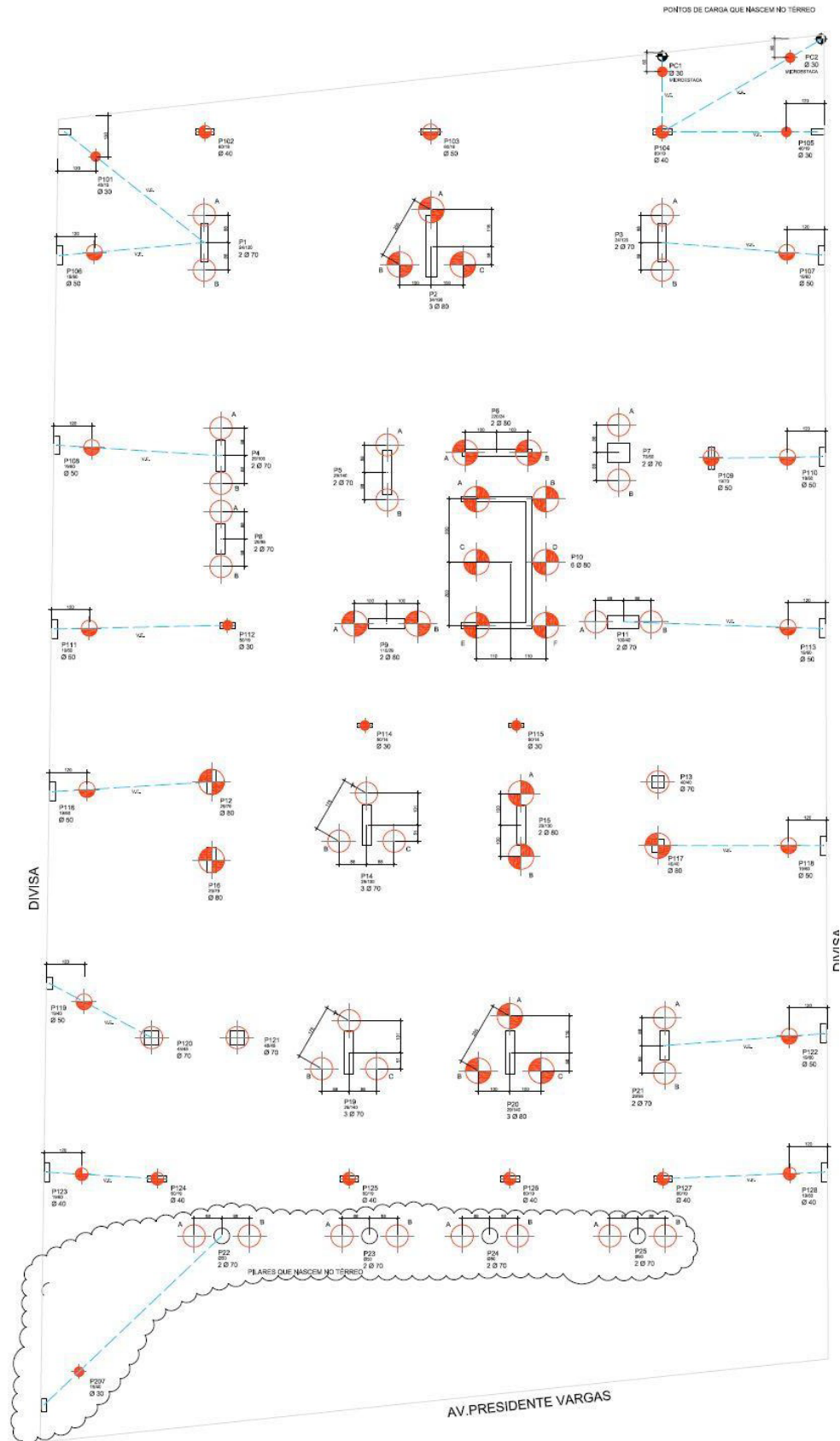
Para uma visualização mais abrangente, as Figuras 11 e 12 detalham os projetos de fundações para estaca escavada e hélice contínua, respectivamente, ambos elaborados pela Vantek Estruturas.

Figura 11 – Projeto de Fundações Estaca Escavada



Autor: Dados disponibilizados pela empresa Vantek Estruturas

Figura 12 – Projeto de Fundações Hélice Contínua



Autor: Dados disponibilizados pela empresa Vantek Estruturas.

Essa decisão estratégica levou em consideração não apenas os aspectos geotécnicos, mas também considerações econômicas e de viabilidade técnica, enriquecendo a tomada de decisões no contexto do projeto.

A opção de projeto de contenções adotada pela Construtora PHJ consiste em um total de 94 estacas, das quais 62 são de concreto e 32 são metálicas. As estacas de concreto, com dimensões de 60 centímetros de largura por 12 metros de comprimento, foram construídas com concreto de resistência característica à compressão (FCK) de 30 MPa, e incluíram o uso de armaduras para reforço estrutural. Já as estacas metálicas, também com concreto de FCK 30 MPa, foram complementadas com o perfil metálico HP200x53,0.

4 RESULTADOS

Este trabalho teve o objetivo de realizar uma comparação com os custos executadas e os custos estimados utilizando como base as composições fornecidas pelo SINAPI, com essa comparação foi identificado que o custo global das fundações ficou com uma variação de 19,50%.

Os custos que serão apresentados durante o estudo levaram em abrangência apenas alguns materiais que possuem uma grande relevância para as fundações de um edifício residencial. Lembrando que, neste estudo, os insumos de mão de obra e de equipamentos não foram analisados com mais detalhes pelo fato da mão de obra para a execução das estacas foram parte terceirizadas e parte própria da construtora.

Os quantitativos dos projetos foram utilizados para discriminar as quantidades de cada serviço executado na obra. Para a comparação de custos, a construtora PHJ realizou o levantamento de todos os valores gastos relativos às estacas e blocos de coroamento. Na Tabela 7 são apresentados a comparação dos custos.

Tabela 7 – Comparativo de custo global.

COMPARATIVO DE CUSTOS GLOBAL FUNDAÇÕES EM R\$			
ITEM	FONTE	DESCRIÇÃO ITEM	R\$
1. CONST. PHJ			
		MÃO OBRA	R\$ 290.983,92
		MATERIAL	R\$ 518.014,39
		TOTAL	R\$ 808.998,31
2 SINAPI - 05/2023			
		MÃO OBRA	R\$ 223.943,68
		MATERIAL	R\$ 742.831,29
		TOTAL	R\$ 966.774,96
DIFERENÇA DOS VALORES			
		MÃO OBRA	-R\$ 67.040,24 -23,04%
		MATERIAL	R\$ 224.816,89 43,40%

Fonte: Autor.

Realizada a quantificação dos serviços para a execução das fundações foi constatada uma disparidade para os custos dos materiais, o que podemos concluir

que os valores dos materiais aplicados hoje estão mais elevados em relação a época da construção, em dezembro de 2019, antes da pandemia, com isso foi realizada a comparação dos principais insumos utilizados na construção civil e nas fundações, aço e concreto.

Já para a mão de obra foi considerado 23% uma proporção adequada, sabendo que as estacas foram contratadas terceirizadas e com isso os valores tendem a ficar mais elevados.

De acordo com a Tabela 8 foi comparado o valor do concreto, as fundações são basicamente aço e concreto, foi comparado os valores destes materiais, comparando os valores reais da época, dezembro de 2019 e foi buscado os valores aplicados no SINAPI do novembro de 2019.

Tabela 8 – Comparativo de custos do concreto.

COMPARATIVO DE CUSTOS EM R\$				
ITEM	FONTE	DESCRIÇÃO ITEM	R\$/m³ (05/2023)	R\$/m³ (11/2019)
1. CONST. PHJ				
		CONCRETO		R\$ 414,92
2 SINAPI				
			SINAPI - 05/2023	SINAPI - 11/2019
		CONCRETO	R\$ 558,82	R\$ 368,00

DIFERENÇA DOS VALORES					
	05/2023 - REAL			11/2019 - REAL	
CONCRETO	R\$	143,90	34,68%	-R\$	46,92
					-11,31%

Fonte: Autor.

Em relação ao valor real comprado pela construtora e ao valor de maio de 2023 tivemos um aumento de 34,68% o que confirma o aumento dos insumos após a

pandemia, confirmando quando é realizada a comparação para novembro de 2019 que o preço do concreto tem um decréscimo de 11,31%. Tendo-se a comparação conforme o gráfico da Figura 13.

Figura 13 – Comparação de custos do concreto.



Fonte: Autor.

Foi realizada a comparação do aço utilizado na construção das fundações, onde foi constatada também o aumento deste material para o período após a pandemia, ficando a comparação conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Comparativo de custos do aço.

COMPARATIVO DE CUSTOS EM R\$				
ITEM	FONTE	DESCRIÇÃO ITEM	R\$/kg (05/2023)	R\$/kg (11/2019)
1. CONST. PHJ				
		8mm		R\$ 3,90
		10mm		R\$ 3,73
		12.5mm		R\$ 3,55
		16mm		R\$ 3,20
		20mm		R\$ 3,20
		25mm		R\$ 3,20
2 SINAPI				
			SINAPI - 05/2023	SINAPI - 11/2019
		8mm	R\$ 9,39	R\$ 5,17
		10mm	R\$ 8,85	R\$ 4,35
		12.5mm	R\$ 7,67	R\$ 4,14
		16mm	R\$ 7,67	R\$ 4,14
		20mm	R\$ 8,84	R\$ 3,87
		25mm	R\$ 8,84	R\$ 3,87

Fonte: Autor.

Na comparação do aço, foi verificada que tivemos um aumento de mais de 100% em todas os diâmetros após a pandemia, da mesma forma se comparada com o mesmo período da construção os preços praticados pelo SINAPI em novembro seriam em media 20% mais elevados em relação aos comprados na época da construção. A diferença de valores é apresentada na Tabela 10.

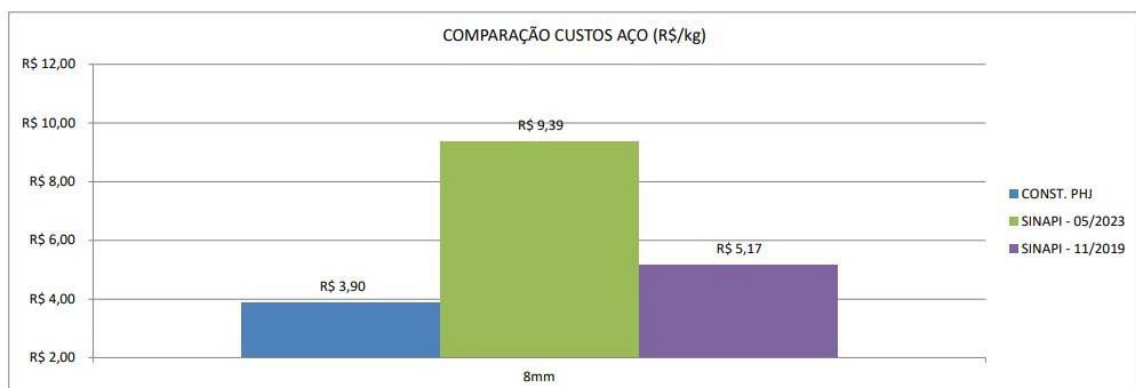
Tabela 10 – Comparação de valores do aço por bitola.

DIFERENÇA DOS VALORES						
	05/2023 - REAL			11/2019 - REAL		
8mm	R\$	5,49	140,77%	R\$	1,27	32,56%
10mm	R\$	5,12	137,07%	R\$	0,62	16,53%
12.5mm	R\$	4,12	116,06%	R\$	0,59	16,62%
16mm	R\$	4,47	139,69%	R\$	0,94	29,38%
20mm	R\$	5,64	176,25%	R\$	0,67	20,94%
25mm	R\$	5,64	176,25%	R\$	0,67	20,94%

Fonte: Autor.

Para um panorama geral da variação de custos de cada diâmetro, foi feita uma comparação em um gráfico nas Figura 14,15,16,17,18 e 19.

Figura 14 – Comparação de custos da barra de aço com bitola de 8 mm



Fonte: Autor.

Figura 15 – Comparação de custos do aço com bitola de 10 mm



Fonte: Autor.

Figura 16 – Comparação de custos do aço com bitola de 12,5 mm



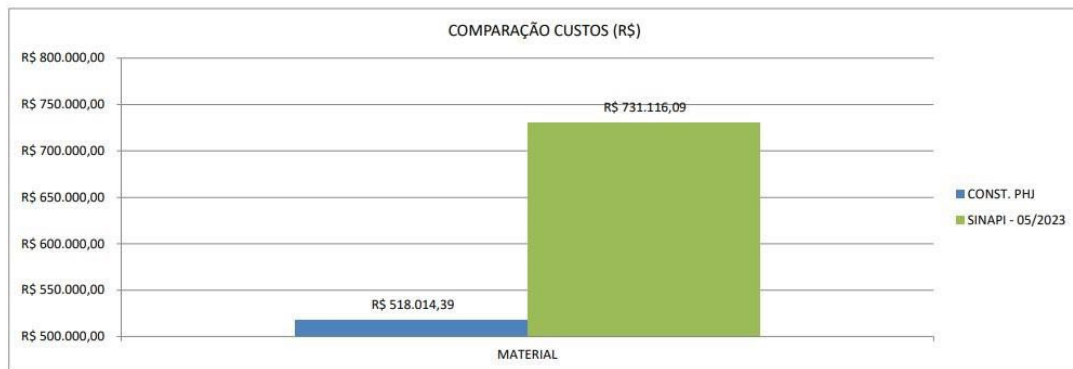
Fonte: Autor

Figura 17 – Comparação de custos do aço com bitola de 16 mm



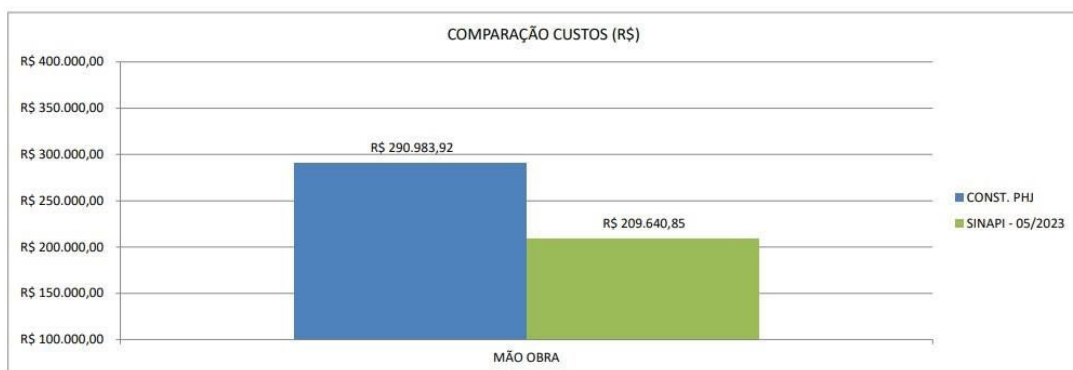
Fonte: Autor.

Figura 18 – Comparação de custos do aço com bitola de 20mm.



Fonte: Autor.

Figura 19 – Comparação de custos do aço com bitola de 25 mm.



Fonte: Autor.

5 CONCLUSÃO

No desdobramento da proposta, a elaboração da planilha digital revelou-se uma ferramenta valiosa para a análise comparativa entre os custos previstos e efetivamente incorridos nas fundações do edifício em questão. Nesse contexto, torna-se pertinente ressaltar que os resultados obtidos evidenciaram um ponto de atenção entre os custos de mão de obra praticados pela Construtora PHJ em comparação com os valores estipulados pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

No que concerne à mão de obra, constatou-se que os custos associados aos trabalhadores empregados pela Construtora PHJ foram superiores quando comparados aos índices fornecidos pelo SINAPI. Essa disparidade, embora tenha impactado diretamente no orçamento total da obra, sugere a existência de variáveis específicas que influenciaram os custos laborais da construtora em questão.

Entretanto, é crucial salientar que, em contrapartida, os custos associados aos materiais exibiram uma discrepância notável. As despesas com insumos, ao serem confrontadas com os valores constantes no SINAPI em maio de 2023, revelaram-se inferiores. Da mesma forma, quando comparadas aos custos do SINAPI referentes ao período da obra, em novembro de 2019, também foram inferiores, porém com uma variação percentual mais moderada.

Vale salientar ainda que uma análise mais aprofundada foi realizada em relação ao preço do aço, componente essencial nas fundações da edificação. Constatou-se que, segundo a tabela do SINAPI de maio de 2023 (pós pandemia), os custos associados ao aço apresentaram um acréscimo significativo em comparação com os valores registrados na tabela de novembro de 2019 (pré pandemia). Este aumento, possivelmente influenciado por diversos fatores macroeconômicos e variações de mercado pós pandêmicos, desempenhou um papel crucial no impacto financeiro do empreendimento.

Em suma, os resultados obtidos por meio desta pesquisa indicam a complexidade e dinâmica inerentes à gestão de custos na construção civil. A disparidade entre os custos de mão de obra, a economia alcançada nos materiais e a

variação nos preços de insumos como o aço destacam a importância da implementação de metodologias de controle eficazes e da constante adaptação às condições de mercado. Esta análise contribui para uma compreensão mais abrangente dos desafios enfrentados na execução de projetos, proporcionando subsídios valiosos para aprimorar futuras estimativas e otimizar a gestão de custos em empreendimentos similares.

Ao final, deu-se como concluído o objetivo do trabalho

5.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros na área de Engenharia Civil de Fundações, a fim de complementar este trabalho, destaca-se:

Realizar a cotação de mão de obra separada dos materiais caso as obras em questão estejam localizadas fora das capitais.

Expandir o planejamento para o restante das etapas de construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484**: Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundações de Estruturas. Rio de Janeiro, 2020.

TOMAZ, Acley Gabriel da Silva. **Dimensionamento ótimo de bloco sobre estacas**. Dissertação de mestrado, Vitória, 2016.

CAMPOS, Joao Carlos de. **Elementos de Fundações em Concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

CARVALHO, Roberto Chust; PINHEIRO, Libânio Miranda. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: volume 2. São Paulo: Pini, 2009.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1995.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Exercícios de fundações**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2010.

FALCONI, Frederico. **Fundações: teoria e prática**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

LUNKES, Rogério João. Manual de Orçamento. São Paulo: Atlas, 2009.

BRASIL. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: metodologias e conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Brasília: Caixa – 9º Ed., 2023.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras:** dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos. São Paulo: Editora Pini, 2006.

APÊNDICE: Execução das Fundações da edificação

APÊNDICE A – EXECUÇÃO FUNDAÇÕES RESIDENCIAL MELLO MATTOS



Fonte: Autor

APÊNDICE B – ESTACAS DE CONTEÇÃO RESIDENCIAL MELLO MATTOS



Fonte: Autor

APÊNDICE C – EXECUÇÃO FUNDAÇÕES RESIDENCIAL MELLO MATTOS



Fonte: Autor

APÊNDICE D – CANTEIRO DE OBRA RESIDENCIAL MELLO MATTOS

Fonte: Autor