

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CAMILA BERNARDI

**ESTUDO DE CASO SOBRE A INFLUÊNCIA DO PERFIL DO SOLO NO
CUSTO FINAL DE UMA EDIFICAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO-PR

2020

CAMILA BERNARDI

**ESTUDO DE CASO SOBRE A INFLUÊNCIA DO PERFIL DO SOLO NO
CUSTO FINAL DE UMA EDIFICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharela, do curso
de Engenharia Civil, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Savaris
Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Antônio
Brum Junior

TOLEDO - PR

2020



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 241

Estudo de caso sobre a influência do perfil do solo no custo final de uma edificação

Por

Camila Bernardi

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos 10 dias do mês de julho do ano de 2020 às 10 horas, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil, do Curso Superior em Engenharia Civil da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Gustavo Savaris
– Orientador

Prof. Dr. Sérgio Antônio
Brum Junior –
Coorientador

Prof^a. Dr^a. Sandra Regina
da Silva Pinela – Examinadora

Prof^a. Dr^a. Lucia Bressiani
– Examinadora

Visto da Coordenação
Prof. Dr. Gustavo
Savaris - Coordenador
da COECI

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos professores Gustavo Savaris e Sérgio Antônio Brum Junior, por terem aceitado o convite para serem meus orientadores neste trabalho, disponibilizando seu tempo e conhecimento sempre que precisei, me guiando de maneira muito tranquila e clara.

Agradeço aos meus pais pelo amor e carinho incondicionais. Por me ensinarem a ser uma pessoa melhor todos os dias. Por não medirem esforços em prover tudo que precisei para chegar até aqui com saúde e força. Por respeitarem minhas escolhas e por me encorajarem a nunca ter medo dos desafios da vida.

Agradeço ao meu namorado, por ser meu companheiro e amigo sempre que precisei desde que o conheci. Por me encorajar a ser uma pessoa melhor. Por ser inspirador em sua profissão e em seus estudos.

Agradeço a todos meus amigos, por contribuírem na formação do meu caráter e pelos infinitos momentos de alegria. Em especial ao meu amigo Eng. Fernando Mattiello, que compartilhou muito de seu conhecimento comigo durante esses meses de trabalho.

Agradeço aos engenheiros, mestres de obra e demais profissionais responsáveis pelos ensinamentos em todos os estágios que trabalhei.

Agradeço aos professores, aos servidores e a todos ligados à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Toledo, que puderam contribuir com minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

A construção civil é um setor que envolve a produção de obras na qual o fator econômico tem grande importância. Antes de iniciar um novo serviço, é preciso analisar os recursos disponíveis para finalizá-lo. Para isso, é fundamental um planejamento baseado em um estudo de viabilidade econômica. Neste aspecto, a engenharia de custos mostra-se imensamente útil e favorável às empresas, visto que dá uma estimativa, previsão e controle de custos, possibilitando ainda a elaboração de orçamentos precisos e detalhados. Este trabalho apresenta um estudo sobre o impacto que o tipo de solo tem no orçamento de uma obra residencial de dois pavimentos, mostrando os elementos essenciais que um orçamento deve conter. Os resultados evidenciam que os valores dos projetos de fundações correspondem a um percentual relativamente alto comparado ao custo total da obra, quando são estabelecidas previamente condições para que o projeto seja executado.

Palavras-chave: Orçamento. Custos. Construção Civil. Fundação.

ABSTRACT

Civil construction is an department that involves the production of edifications in which the economic factor has a great importance. Before starting a new labor, it is necessary to analyze the resources available to finish it. Therefore, it becomes fundamental a planning based over a study of economic feasibility. In this aspect, cost engineering proves to be immensely useful and favorable to companies, since it gives an estimate, forethought and cost control, even enabling the elaboration of accurate and detailed budgets. This article presents a study on the impact that the type of soil has on the budget of a two-floor residential construction, showing the essential elements that a budget must contain. The results evidences that the foundation projects values correspond to a relatively high percentage compared to the total cost of the project, when conditions are previously established for the project to be executed.

Keywords: Budget. Costs. Civil Construction. Foundation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração da colocação da armadura da estaca	20
Figura 2 - Fluxograma de representação das atividades estudadas.....	21
Figura 3 - Planta Baixa do pavimento Térreo	22
Figura 4 - Planta Baixa do pavimento Superior	23
Figura 5 - Diferença de custo entre as atividades da fundação para os Projetos 1 e 3.	35
Figura 6 - Diferença de custo entre as atividades de concreto e comprimento de estacas	36
Figura 7 - Diferença de custo entre as atividades da infraestrutura para os projetos.	36
Figura 8 - Comparativo de Custo (R\$/m ²)	37
Figura 9 - Curva ABC - Projeto 01.....	38
Figura 10 - Curva ABC - Projeto 02.....	39
Figura 11 - Curva ABC - Projeto 03.....	39
Figura 12 - Curva ABC - Projeto 04.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade mínima de sondagens.....	18
Tabela 2 - Resumo de quantitativos - Projeto 1.....	29
Tabela 3 - Resumo de quantitativos.....	30
Tabela 4 - Resumo de quantitativos.....	31
Tabela 5 - Resumo de quantitativos.....	32
Tabela 6 – Atividades para o serviço de Infraestrutura – Projeto 01.....	32
Tabela 7 – Custo dos Serviços dos Projetos 01 e 02 – Laudo A.....	33
Tabela 8 – Custo dos Serviços dos Projetos 03 e 04 – Laudo B.....	34
Tabela 9 - Custo total para os quatro projetos.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos Orçamentos	16
Quadro 2 - Serviços considerados para o levantamento de quantidades	25

LISTA DE SIGLAS

PIB	Produto Interno Bruto
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
SPT	<i>Standard Penetration Test</i>
NSPT	Índice de Resistência à Penetração do Solo
TCPO	Tabela de Composição de Custos de Orçamento
tf	Tonelada-força
CUB	Custo Unitário Básico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivo geral	13
1.2.2	Objetivos específicos	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	PROCESSO ORÇAMENTÁRIO	14
2.2	TIPOS DE ORÇAMENTOS	14
a)	Estimativa de Custo	15
b)	Orçamento Preliminar	15
c)	Orçamento Analítico	16
2.3	CUSTOS DOS SERVIÇOS DE FUNDAÇÃO	17
2.3.1	Investigação Geotécnica	17
2.3.1.1	Standard Penetration Test – SPT	17
2.3.2	Estaca do tipo Hélice Contínua	19
3	MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1	DETALHES DA EDIFICAÇÃO	21
3.2	LAUDO DE SONDAGEM	24
3.3	TIPO DE SOLUÇÃO ESCOLHIDA PARA A FUNDAÇÃO	24
3.4	ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO	25
3.4.1	Levantamento de quantitativos	25
3.4.2	Custos Diretos	27
3.5	ANÁLISE DE DADOS	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1	ANÁLISE DOS LAUDOS DE SONDAGENS	28

4.1.1 Laudo de Sondagem 1 - Anexo A	28
a) Fixando uma profundidade de 6 metros da estaca – Projeto 01	28
b) Estabelecendo uma capacidade de carga da estaca de 6tf – Projeto 02	29
4.1.2 Laudo de Sondagem do Anexo B	30
a) Fixando uma profundidade de 6 metros da estaca – Projeto 03	30
b) Estabelecendo uma capacidade de carga da estaca de 6tf – Projeto 04	31
4.2 CUSTO DOS SERVIÇOS DA FUNDAÇÃO	32
4.3 CUSTO GLOBAL DA EDIFICAÇÃO	37
4.4 CURVA ABC.....	38
5 CONCLUSÃO	40
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	41
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE A - PILARES – BALDRAME	46
APÊNDICE B - VIGAS – BALDRAME	47
APÊNDICE C - PILARES - 1ª LAJE	48
APÊNDICE D - VIGAS - 1ª LAJE	49
APÊNDICE E - LAJES - 1ª LAJE	50
APÊNDICE F – ESCADA	51
APÊNDICE G - PILARES - COBERTURA	52
APÊNDICE H - VIGAS - COBERTURA	53
APÊNDICE I - LAJES - COBERTURA	54
APÊNDICE J - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6M	55
APÊNDICE K - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6TF	56
APÊNDICE L - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6TF - 1/2	57
APÊNDICE M - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6TF	58
APÊNDICE N - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6M - 1/2	59

APÊNDICE O - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6M - 2/2	60
APÊNDICE P - FORMA BALDRAME LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6M ...	61
APÊNDICE Q - FORMA BALDRAME LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6TF .	62
APÊNDICE R - FORMA BALDRAME LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6M...	63
APÊNDICE S - FORMA BALDRAME LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6TF..	64
APÊNDICE T - LOCAÇÃO DOS BLOCOS LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6M.....	65
APÊNDICE U - LOCAÇÃO DOS BLOCOS LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6TF.....	66
APÊNDICE V - LOCAÇÃO DOS BLOCOS LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6M.....	67
APÊNDICE W - LOCAÇÃO DOS BLOCOS LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6TF.....	68
APÊNDICE X - FORMAS DA BALDRAME, 1ª LAJE E COBERTURA	69
APÊNDICE Y - PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR - COBERTURA	70
APÊNDICE Z - CORTE CC - CORTE DD - ELEVÇÃO FRONTAL 01	71
ANEXO A – LAUDO DE SONDAGEM 1	72
ANEXO B - LAUDO DE SONDAGEM 2	73
ANEXO C – ORÇAMENTO GLOBAL	74

1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem enfrentando momentos difíceis nos últimos anos devido à crise econômica que o Brasil passa. Este recuo da construção, segundo Carneiro (2018), afetou os números da indústria, por ser o segmento que mais integra o setor, e também dos investimentos, já que responde por mais da metade da conta de investimentos no PIB do Brasil.

Segundo a empresa do ramo imobiliário Eduarda Mancin (2020), em novembro de 2019 diversos atores do setor de construção civil projetavam um 2020 positivo para o segmento. Mas o cenário mudou radicalmente com a pandemia da doença SARS-CoV-2, causada pelo Coronavírus (Covid-19). Embora ainda não haja dados e estudos concretos sobre a atual situação, empresas e entidades do setor já se preparam para uma retração na economia brasileira, que consequentemente impacta as previsões realizadas antes da pandemia.

Diante deste cenário é comum que as empresas precisem se adaptar para conseguir manter seus investimentos, fazer cortes, minimizar gastos, e muitas vezes, até reduzir o número de funcionários. Portanto, com a necessidade de reduzir riscos, as empresas passaram a buscar, ainda mais, meios para que o projeto seja realizado de forma adequada e muito bem organizada.

Para isso, utilizam o levantamento quantitativo do empreendimento como forma de obter os materiais, insumos e quantidade de funcionários necessários para cada serviço que será realizado na obra. Em seguida, vem a etapa da orçamentação, que é de suma importância para a análise da viabilidade do empreendimento.

Com o intuito de auxiliar nesse processo de planejamento da orçamentação, levando em conta que o levantamento de quantitativos é trabalhoso e minucioso, estão disponíveis *softwares*. Estes são utilizados como ferramentas que auxiliam no desenvolvimento de uma análise correta e precisa do empreendimento. Neste contexto, tem-se a Modelagem da Informação da Construção, o conceito Building Information Modeling – BIM, que tem grande propensão de desenvolvimento no mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

A fundação desempenha importante função na construção de uma obra e a necessidade de conhecer o solo e analisá-lo é crucial. A sondagem fornece as informações primordiais para a correta compreensão das características do solo, e,

consequentemente para o correto dimensionamento, atendendo a segurança necessária. Diversas são as soluções para o dimensionamento das fundações e a escolha da mais adequada deve ser aquela que satisfaça os requisitos do projeto e que contemple o menor custo.

Diante deste contexto, este trabalho mostra o quanto o perfil do solo pode influenciar os custos quando analisado e comparado com o orçamento global da obra.

1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente na economia brasileira, a utilização da engenharia de custos pelas construtoras é muito importante para a análise da viabilidade de um empreendimento. A orçamentação quando mal feita pode trazer informações insuficientes sobre todas as fases da obra dificultando que o empreendimento consiga estabelecer metas, saber quantificar serviços e materiais, trazendo prejuízos para a incorporadora (TAVES, 2014).

Ainda segundo Taves (2014) um orçamento preciso permite ao construtor alcançar vantagens para garantir o sucesso da sua construção. Assim, adequar-se aos custos para construir a edificação, facilita também a tomada de decisão do engenheiro, permite a quantificação de pessoas para a execução dos serviços, controle de consumo de materiais evitando desvios, e pode-se garantir que o cronograma físico-financeiro da obra está seguindo o ritmo desejado, diminuindo assim, os riscos futuros de gastos com itens não previstos inicialmente no orçamento da obra. Portanto, pode-se afirmar que o principal fator na decisão de uma empresa de realizar ou não um empreendimento, é a orçamentação.

Considerando que o tema do presente trabalho é o custo da fundação, e sabendo-se que esta exerce uma das funções mais importantes do conjunto estrutural, e desempenha sua função perfeitamente ao transmitir as cargas recebidas da superestrutura para o solo sem sofrer deformações ou recalques excessivos, é de extrema importância que o ensaio de sondagem *Standard Penetration Test* (SPT) seja executado corretamente, visto que na maioria das obras é o único ensaio geotécnico disponível. As sondagens representam em média, menos de 1% do custo total da obra (RIBEIRO, 2018).

Caso o projetista se depare com informações insuficientes ou inadequadas a respeito do solo, cabe a ele, por segurança, superdimensionar a obra. Com isso, nota-se a notabilidade e a necessidade de uma investigação adequada do solo, por meio de ensaios executados de acordo com a norma específica (FOLLE, 2002).

Portanto, dependendo do perfil estratigráfico, este, pode alterar significativamente nas possíveis soluções de projeto e conseqüentemente no custo da edificação.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência do perfil do solo no custo final de uma edificação residencial.

1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar os custos de fundações com blocos sobre estacas hélice contínua, tendo como base a profundidade de perfuração;
- Comparar os custos de fundações com blocos sobre estacas hélice contínua, tendo como base a capacidade de carga da estaca;
- Comparar os custos de fundações com blocos sobre estacas hélice contínua, para dois diferentes perfis de subsolo;
- Elaborar os custos da fundação de quatro soluções de projetos, elaborados por meio de dimensionamento estrutural feito a partir de sondagens SPT;
- Elaborar o custo global da edificação;
- Avaliar o custo da solução adotada para as fundações em relação ao custo total da obra.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será feita uma abordagem dos conceitos relativos ao que diz respeito aos custos, sua composição e fundamentos para a obra global e fundação em análise.

2.1 PROCESSO ORÇAMENTÁRIO

Conforme afirma Sampaio (1989), através do orçamento é possível analisar se é viável economicamente e financeiramente a execução do empreendimento, efetuar o levantamento dos materiais e dos serviços e mão de obra necessária para cada etapa de serviço, elaborar o cronograma físico e efetuar o acompanhamento da aplicação da mão de obra e materiais no empreendimento.

Orçar não é um mero exercício de futurologia ou jogo de adivinhação. Um trabalho bem executado, com critérios técnicos bem estabelecidos, utilização de informações confiáveis e bom julgamento do orçamentista, pode gerar orçamentos precisos, embora não exatos, porque o verdadeiro custo de um empreendimento é virtualmente impossível de se fixar de antemão. O que o orçamento realmente envolve é uma estimativa de custos em função da qual o construtor irá atribuir seu preço de venda – este, sim, bem estabelecido. (MATTOS, 2006, p. 22).

O Instituto de Engenharia (2011, p. 60), afirma que o planejamento de execução da obra tem como objetivos, elaborar condições para a execução dos serviços, métodos a serem utilizados, volume do serviço, prazos de execução, equipamentos necessários e jornada de trabalho.

O planejamento orçamentário é utilizado para dar diretrizes ao gestor para que os objetivos sejam atingidos, favorecendo a viabilidade econômico-financeira.

O orçamento tem como finalidade fazer o levantamento dos custos que serão gastos na obra, mostrando através de um estudo a estimativa de valores que prevê o levantamento de quantitativos, de materiais e processos necessários para a execução do empreendimento. Isto exige pesquisa dos preços dos insumos, caracterizando a composição dos custos de modo a disponibilizar um orçamento detalhado, reduzindo o grau de incerteza. (MATTOS, 2006).

2.2 TIPOS DE ORÇAMENTOS

De acordo com a Norma Técnica nº 01/2011 Tisaka et al. (2011), para a elaboração de orçamento de obras de construção civil, podem ser realizadas estimativas de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico ou detalhado.

a) Estimativa de Custo

Mattos (2006) explica que a estimativa de custo é expedida pela avaliação realizada com base em custos históricos e comparação com projetos parecidos e, afirma que a representação do custo da construção por metros quadrados (m²) realizada pelo Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB) é um dos indicadores mais utilizados para estimativa de custos.

Os sindicatos estaduais da indústria da construção civil ficam obrigados a divulgar mensalmente, até o dia 5 de cada mês, os custos unitários de construção a serem adotados nas respectivas regiões jurisdicionais, calculados com observância dos critérios e normas a que se refere o inciso I, do artigo anterior. (BRASIL, 1964, Art. 54).

O Instituto de Engenharia (2011) especifica que a estimativa de custo corresponde à avaliação de custo obtida através do exame de dados de uma ideia de projeto, e posterior pesquisa de preço no mercado.

b) Orçamento Preliminar

Embora tenha um grau de detalhamento maior do que a estimativa de custo, o orçamento preliminar requer o levantamento de alguns quantitativos. Possui uma quantidade maior de indicadores, representando um melhoramento da estimativa inicial. Geralmente, é feito depois da elaboração do anteprojeto e antes do desenvolvimento dos projetos básicos.

Para Mattos (2006), este tipo de orçamento é mais detalhado do que a estimativa de custos, porque pressupõe o levantamento de quantidade e necessita da pesquisa de preço dos principais insumos e serviços.

O Instituto de Engenharia (2011) afirma que o orçamento preliminar corresponde à avaliação de custo obtido através de levantamento e estimativa de quantidades de materiais, equipamentos e serviços.

Para Mattos (2006), este tipo de orçamento é mais detalhado do que a estimativa de custos, porque pressupõe o levantamento de quantidade e necessita da pesquisa de preço dos principais insumos e serviços.

c) Orçamento Analítico

O orçamento analítico é a maneira mais precisa e detalhada de estimar os custos efetivos de uma obra. Ele é feito a partir de composições de custos e de uma pesquisa minuciosa de preços dos insumos, procurando chegar sempre a um valor bem próximo do custo “real”. Além dos custos diretos, os custos indiretos também são incorporados a esse tipo de orçamento. Assim, com cálculos que envolvem materiais, encargos trabalhistas, equipamentos, taxas, impostos e outros itens, é possível chegar a um valor preciso e confiável para o custo total da obra. (TISAKA et al., 2011).

No Quadro 1 são apresentadas as características básicas de cada orçamento resumidamente.

Quadro 1 - Características dos Orçamentos

Tipos de orçamento	Características básicas	
	Informações	Objetivo
Estimativa de custo	Anteprojeto ou projeto legal Especificações mínimas Índices físicos por etapa de tabelas referenciais e/ou índices físicos e financeiros de obras semelhantes	Analisar a viabilidade da construção
Preliminar	Projeto pré-executivo Projetos complementares em nível executivo Especificações sucintas Composições de preços genéricos Preço de insumos de tabelas de referência regional	Mostrar o possível custo da obra para o investidor
Detalhado	Todos os projetos executivos Especificações precisas Composições unitárias de serviços Cotação de preços e insumos Plano tático e definição dos métodos construtivos que serão empregados	Definir o custo da obra com maior precisão. Esse nível de orçamento pode ser integrado ao sistema de planejamento e controle

Fonte: Autora (2020).

2.3 CUSTOS DOS SERVIÇOS DE FUNDAÇÃO

Quanto ao custo envolvido na execução de sondagens de reconhecimento do solo, Schnaid (2000) mostra que varia de 0,2 a 0,5% do custo total de obras convencionais e o custo da fundação da obra varia de 3 a 7% do custo total da edificação.

Mas para a determinação dos custos de fundação é necessário primeiro definir o tipo de fundação que será utilizado, e isso depende do porte da edificação, depende de para qual fim será utilizada, do comportamento do solo que se encontra no local, entre outras situações.

2.3.1 Investigação Geotécnica

Segundo Hachich et al. (1996), a sondagem à percussão é um procedimento geotécnico de campo, capaz de amostrar o subsolo. Quando associada ao ensaio de penetração dinâmica (SPT), mede a resistência do solo ao longo da profundidade perfurada.

Não deve ser elaborado nenhum projeto de fundação sem que o subsolo seja conhecido, por meio de ensaios geotécnicos de campo, especificamente sondagens de simples reconhecimento, ensaios de penetração estática, provas de cargas em protótipos etc. (ALONSO, 1991, p. 5).

O plano de investigação geotécnica consiste no planejamento de ensaios de campo e laboratório, buscando identificar as camadas do solo, definindo assim o modelo de comportamento do terreno e os parâmetros do solo. (BORNSALES ENGENHARIA, 2017).

2.3.1.1 Standard Penetration Test – SPT

O Standard Penetration Test é a mais utilizada e mais econômica ferramenta de investigação geotécnica em praticamente todo o mundo (SCHNAID, 2000).

Um estudo mostra que o custo aproximado da investigação geotécnica corresponde a um valor de 5,6% do custo dos materiais empregados somente na fundação. (COSTA; SAVARIS, 2017).

Já Folle (2002), afirma que se estima, que nas obras civis em geral, o custo de investigações de solo gira em torno de 0,5 e 1% do total da construção da estrutura.

Uma investigação geotécnica insuficiente e interpretação inadequada de resultados contribuem para erros de projeto, atrasos no cronograma executivo, custos associados a alterações construtivas, além de risco de colapso da estrutura. (US ARMY CORPS OF ENGINEERS, 2001).

O custo deste serviço será rapidamente revertido em benefício da obra, e na economia que obterá no dimensionamento do projeto de fundação, evitando desta forma o desperdício de material, pelo superdimensionamento, por não conhecer as condições do subsolo.

A norma NBR 6122 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019) especifica que deve ser realizada uma investigação geotécnica independentemente do tamanho e do tipo da edificação. O procedimento é realizado através de sondagens à percussão e, por meio dos resultados alcançados, pode-se definir o nível d'água, o tipo de solo, e suas características.

A quantidade de furos necessários para que seja possível obter a caracterização do solo é estabelecida pela NBR 8036 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983) e resumida na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade mínima de sondagens

Área de projeção em planta	Quantidade de sondagens
Até 1200 m ²	1 a cada 200 m ²
De 1200 m ² a 2400 m ²	1 a mais para cada 400 m ² que excede 1200m ²
Acima de 2400 m ²	Fixado de acordo com o plano da construção

Fonte: NBR 8036 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983).

Portanto a programação das sondagens, número, disposição e profundidade dos furos dependem do conhecimento prévio que se tem da geologia local, do solo e da obra específica para a qual se está fazendo a prospecção, e também das recomendações feitas pela NBR 8036 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983).

2.3.2 Estaca do tipo Hélice Contínua

A estaca Hélice Contínua é uma estaca de concreto moldada “in loco”, executada por meio de trado contínuo e injeção de concreto, através da haste central do trado simultaneamente a sua retirada do terreno (ANTUNES; TAROZZO, 1998).

A execução da estaca hélice contínua segue a seguinte sequência: perfuração, concretagem simultânea à extração da hélice do terreno e colocação da armadura, (ANTUNES; TAROZZO, 1998), representadas nas Figuras 1 à 3.

Figura 1 – Ilustração da perfuração da estaca



Fonte: Rei Hélice Contínua (2016).

Figura 2 - Ilustração da concretagem da estaca



Fonte: Rei Hélice Contínua (2016).

Figura 1 - Ilustração da colocação da armadura da estaca

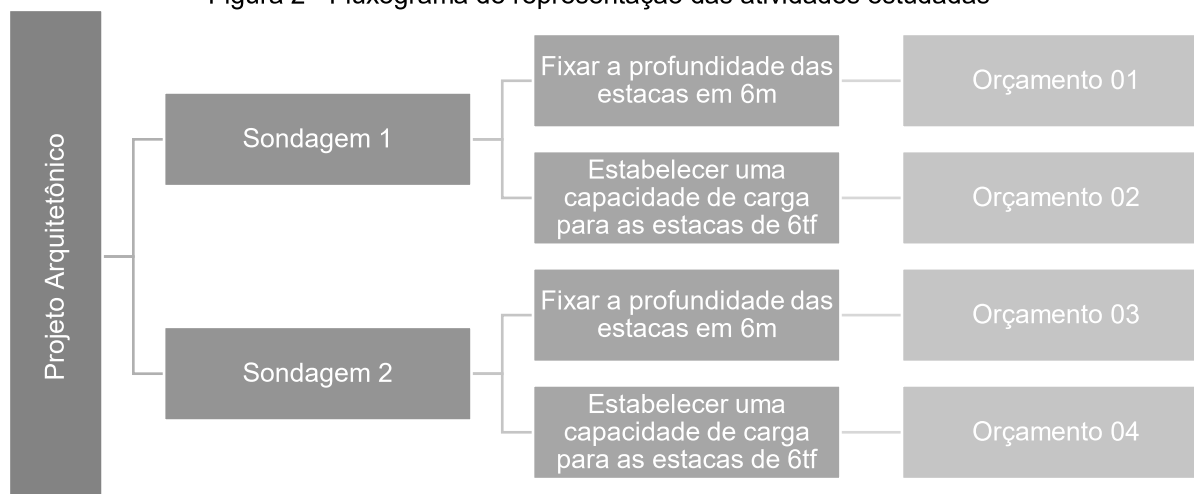


Fonte: Rei Hélice Contínua (2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos adotados para esse trabalho envolvem o estudo de caso. Segundo Yin (2001) consiste em compreender o evento em estudo e ao mesmo tempo desenvolver teorias mais genéricas a respeito do fenômeno observado. Yin (2001) afirma ainda que o objetivo do estudo de caso é explorar, explicar e avaliar o objeto estudado.

Figura 2 - Fluxograma de representação das atividades estudadas



Fonte: Autora (2019).

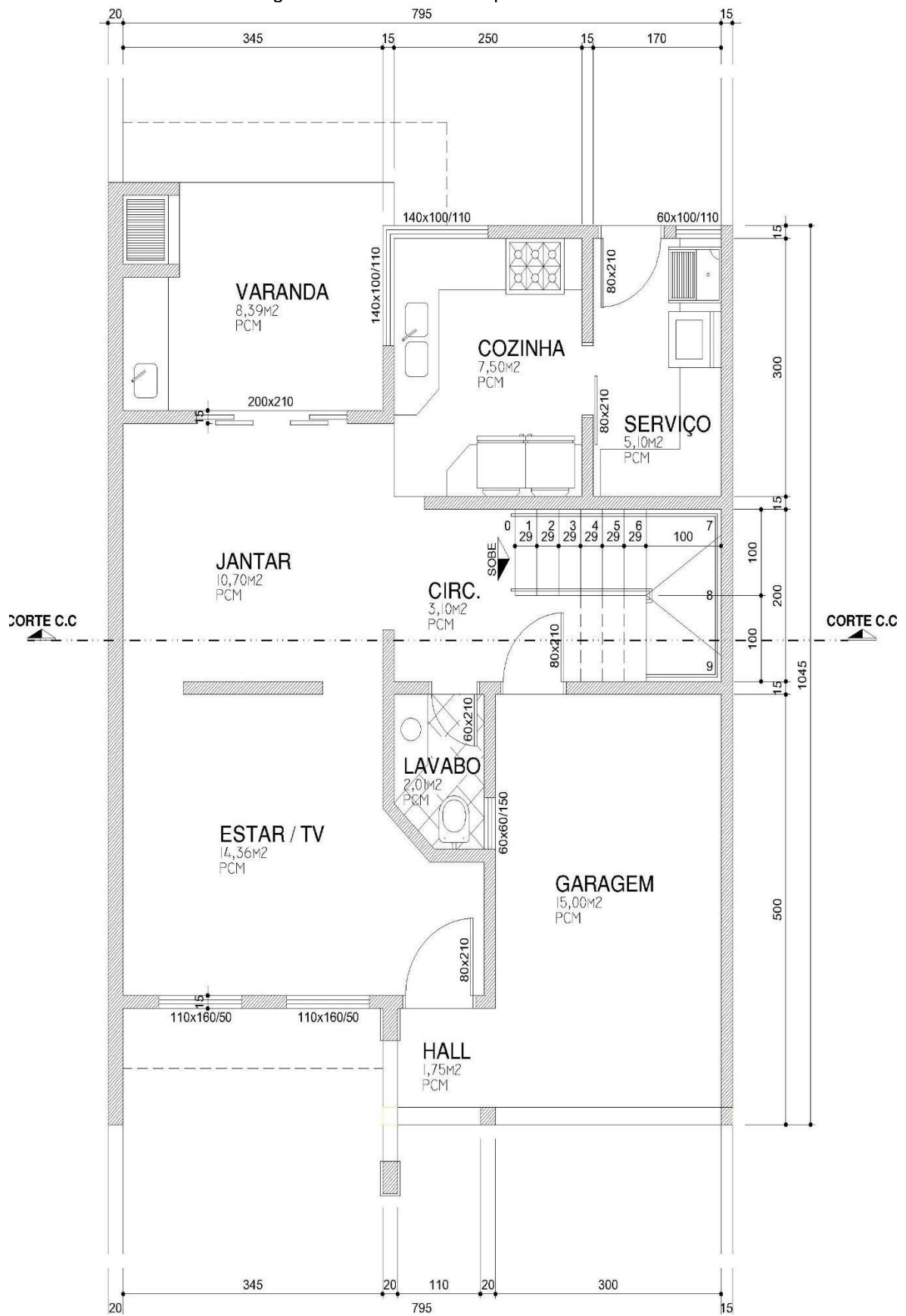
Através do fluxograma da Figura 4, observa-se de que forma o trabalho foi conduzido para chegar aos resultados finais. A partir de um projeto arquitetônico pré-existente e duas sondagens diferentes, estabelecendo duas condições de projeto para cada perfil de solo, gerando quatro orçamentos para análise. Elaboraram-se os projetos necessários para o levantamento de quantitativos do orçamento através do *software* Eberick, projetos estes mostrados nos Apêndices de 01 à 26. As tabelas e gráficos dos quatro orçamentos foram elaborados com o auxílio do *software* Excel.

3.1 DETALHES DA EDIFICAÇÃO

O projeto arquitetônico utilizado para este estudo é de um sobrado de área total de 117,7 m², construído em um terreno de 8,3 metros de testada por 13,66 metros de profundidade.

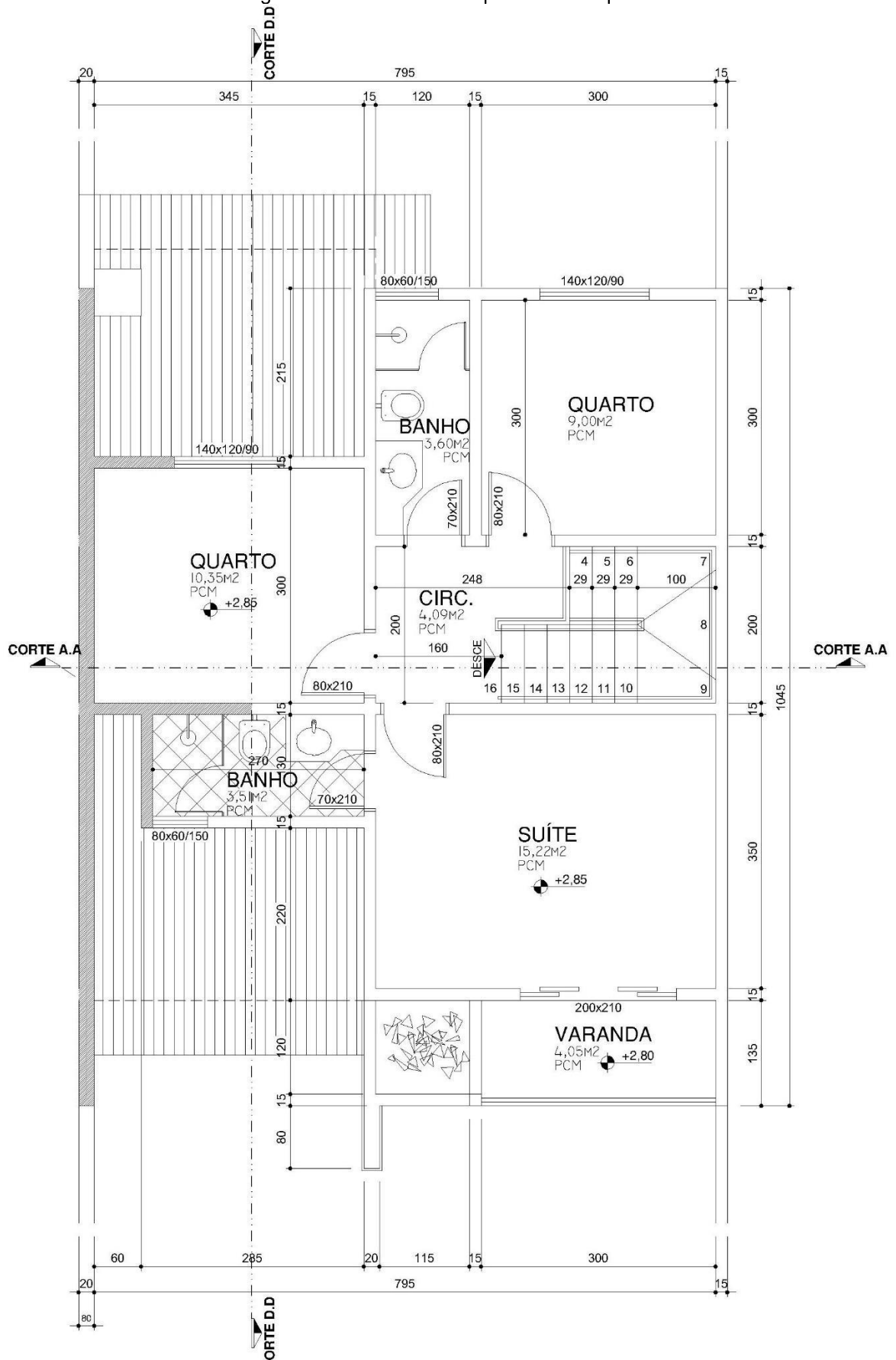
O pavimento térreo é composto por garagem, área de serviço, sala de estar/TV, sala de jantar, cozinha, lavabo e varanda. Já o pavimento superior é composto por dois dormitórios, um banheiro, uma suíte com varanda, como pode ser observado nas plantas baixas apresentadas nas Figuras 5 e 6.

Figura 3 - Planta Baixa do pavimento Térreo



Fonte: Autora (2019).

Figura 4 - Planta Baixa do pavimento Superior



Fonte: Autora (2019).

3.2 LAUDO DE SONDAGEM

Para dimensionamento das fundações foram escolhidos dois laudos de sondagem, realizados por uma empresa especializada na área de Engenharia Geotécnica e Geologia.

No relatório de sondagem do Anexo A o nível d'água foi encontrado em uma profundidade de 4,8 metros, e no Anexo B foi encontrado o nível d'água a 3,8 metros, ou seja, em ambos os casos as fundações rasas serão descartadas, pois até essa profundidade a resistência para apoio de fundação é insuficiente, sendo assim, se uma carga ou o próprio peso da estrutura aplicados na fundação forem elevados, a fundação poderia sofrer recalques e deformações, o que comprometeria a estrutura da obra. Nestes solos, poderão ser utilizadas apenas fundações profundas.

3.3 TIPO DE SOLUÇÃO ESCOLHIDA PARA A FUNDAÇÃO

Optou-se por utilizar a Estaca do tipo Hélice Contínua levando em conta que esta é uma das soluções possíveis quando se tem a presença de água no terreno e tendo em vista a possibilidade logística do equipamento, como a necessidade de espaço para adentrar no terreno.

Através dos dados citados no item 3.2, levantados a partir do laudo de sondagem, foi possível determinar a capacidade de carga da estaca baseada no índice NSPT do amostrador da sondagem. Através dos métodos estatísticos semi-empíricos propostos por Décourt & Quaresma (1978) e Aoki & Velloso (1975).

Tabela 2 - Resumo dos cálculos de Décourt & Quaresma (1978) e Aoki & Velloso (1975).

Estaca de 6 metros de profundidade		Estaca com resistência de 6 toneladas	
SPT - Anexo A		SPT - Anexo A	
		Comprimento: 4 metros	
Resistência (tf)		Resistência (tf)	
Décourt Quaresma	Aoki Velloso	Décourt Quaresma	Aoki Velloso
14,47	10,37	7,95	5,83

Média	12,42	tf	Média	6,89	tf
SPT - Anexo B			SPT - Anexo B		
			Comprimento: 7 metros		
Resistência (tf)			Resistência (tf)		
Décourt Quaresma	Aoki Veloso		Décourt Quaresma	Aoki Veloso	
6,85	3,28		8,34	4,54	
Média	5,065	tf	Média	6,44	tf

Fonte: Autora (2020).

Para se obter o cálculo utilizou-se a média entre os dois métodos. Representados na Tabela 2.

3.4 ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Realizou-se o orçamento detalhado para os quatro orçamentos, considerando os quatro projetos de fundação. Os serviços considerados nos quatro orçamentos para as duas situações foram os mesmos, sendo que a diferença estará apenas nos custos da infraestrutura.

A seguir são apresentadas as etapas para a elaboração do orçamento.

3.4.1 Levantamento de quantitativos

Para a elaboração do orçamento, a primeira etapa é a definição de quais serviços serão executados e posterior levantamento de quantitativos. No Quadro 2 são listados os serviços considerados.

Quadro 2 - Serviços considerados para o levantamento de quantidades

Atividade	Unidade	Critério Recomendado
Serviços Preliminares	m ²	Serviços retirados da TCPO
Concreto	m ³	Volume de projeto
Formas para a fundação	m ²	Área lateral das peças de concreto (blocos, sapatas, vigas)
Armadura para fundação	kg	Considerar quantidades de projeto
Formas de pilares	m ²	Área lateral dos pilares

Armadura de estrutura	kg	Considerar quantidades de projeto
Concreto moldado in loco: preparo, lançamento e cura	m ³	Volume de projeto
Alvenaria de tijolos	m ²	Área real, descontando os vãos (os acabamentos dos vãos devem ser considerados em separado), de acordo com a espessura e o tipo de alvenaria
Chapisco, emboço e reboco	m ²	Área real
Cerâmica	m ²	Área real
Rejuntamento	m ²	Área revestida com cerâmica
Cobertura	m ²	Área em projeção
Esquadrias	un	Conforme tamanhos e tipos
Pintura em alvenarias	m ²	Área real
Pintura de esquadrias	m ²	Áreas dos vãos (portas e janelas) multiplicada por 3 demãos.
Impermeabilização de baldrame	m	Comprimento das vigas
Impermeabilização de lajes internas	m ²	Área real das lajes
Impermeabilização de coberturas	m ²	Área real das lajes, considerando detalhes (ralos, cantos, etc) em separado
Estacas	m	Metro de estaca verificado em projeto
Vidros	m ²	Área das esquadrias
Louças e mateias	un	Quantidade por unidade
Instalações		Segundo Mattos (2006), as instalações representam entre 12 e 17% do custo total de uma obra. Sendo assim, será considerado um percentual médio de 14,5%

Fonte: Adaptado de Gonzáles (2008, pág. 23-25).

O levantamento de quantidades dos mesmos será com base nas regras apresentadas pela TCPO - Tabela de Composição de Custos de Orçamento (TCPO 14, 2013).

3.4.2 Custos Diretos

Os custos diretos são os que compõem o conjunto de produtos e serviços necessários para edificar um projeto. Ou seja, é o conjunto de materiais, insumos e mão de obra utilizados na construção de uma edificação. Para isso, foram elaboradas as composições de custos unitários para todos os serviços citados, com base na Tabela de Composição de Custos de Orçamento (TCPO).

Após a determinação dos custos unitários, estes foram multiplicados pelas quantidades dos serviços, obtendo o custo total da obra.

É preciso destacar que o custo de qualquer serviço de engenharia varia de acordo com a localização e o nível de competitividade de cada região. Devido a isso, os critérios de escolha de valores utilizados nos cálculos, são provenientes da TCPO publicada em 2013, e de uma pesquisa de preço feita no oeste do estado do Paraná.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

As análises foram realizadas de forma comparativa, através do orçamento detalhado, por meio dos resultados das quatro situações. Com isso, busca-se analisar as diferenças encontradas no custo da fundação, bem como diferenças em termos de quantidade de materiais. Da mesma forma, foi gerado o custo por metro quadrado dos orçamentos, comparado com o Custo Unitário Básico (CUB) da tipologia analisada.

E por último realizou-se a curva ABC de serviços, que mostra a classificação dos itens de acordo com a sua representatividade no custo total. Neste sentido, possibilitou-se verificar quais serviços estão na classe A, que apresenta os itens que representam 80% dos custos da obra.

Os resultados obtidos são demonstrados através de gráficos e tabelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente trabalho buscou-se demonstrar a influência no custo de uma obra em função de duas possibilidades de projeto de fundação, para dois perfis de solos diferentes. Analisou-se a capacidade de carga da estaca fixando uma profundidade de 6 metros, e a profundidade da estaca fixando uma capacidade de carga de 6 tf, gerando assim quatro projetos de fundações, portanto quatro orçamentos comparativos.

4.1 ANÁLISE DOS LAUDOS DE SONDAGENS

Para a realização de um projeto de fundação é preciso primeiramente realizar a sondagem SPT, que apresenta detalhes importantes como o nível d'água do terreno, o perfil estratigráfico do solo presente e a partir disso pode-se começar a pensar nas possibilidades de projetos.

A seguir, são mostrados os dados que foram pré-estabelecidos para a elaboração do projeto de fundação dos dois laudos e análises de ambos.

4.1.1 Laudo de Sondagem 1 - Anexo A

Por meio do Laudo de Sondagem do Anexo A realizado por empresa especializada, pode-se entender o perfil do solo, e o índice NSPT mostra que a capacidade de resistência do solo é satisfatória para os projetos. Após definir as condições de projeto para a estaca, também foi possível observar que será necessário ultrapassar o nível d'água do terreno e para isso é preciso encontrar soluções de projeto que satisfaçam essa condição. Por esse motivo foi estabelecida a utilização da estaca do tipo Hélice Contínua. A seguir são feitas algumas considerações sobre os projetos.

a) Fixando uma profundidade de 6 metros da estaca – Projeto 01

Considerando a qualidade do solo, observa-se que quando estabelecida a profundidade de 6m em projeto para a estaca, obteve-se uma capacidade de carga da estaca de 12,42tf, como mostrado anteriormente na Tabela 2, o que significa que

cada estaca de 6 metros teria capacidade para suportar um pilar carregado com até 12,42tf.

Se tratando de uma edificação de pequeno porte, 23,5% dos pilares ultrapassam esse valor, portanto são esses os pilares que necessitarão de mais de uma estaca por bloco.

A Tabela 3 mostra o resumo de quantitativos para o projeto de fundações do Projeto 01.

Tabela 3 - Resumo de quantitativos - Projeto 1

Descrição	Quantidade
Número de estacas ϕ 300mm	22
Número de estacas ϕ 250mm	14
Escavação dos blocos e vigas baldrames	14,26 m ³
Reaterro	7,13 m ³
Aço CA-50	266,44 kg
Aço CA-60	73,76 kg
Concreto	51,32 m ³
Forma dos blocos e vigas baldrames	33,17 m ²

Fonte: Autora (2020).

A partir da Tabela 3 observa-se que serão necessárias 22 estacas sob pilares distribuídas pelo projeto, bem como 14 estacas isoladas, estes presentes em todos os quatro projetos, seguindo a profundidade estabelecida em seu respectivo projeto. O Apêndice 20 apresenta o projeto de fundação para essa situação.

b) Estabelecendo uma capacidade de carga da estaca de 6tf – Projeto 02

Verificou-se que, aos 4 metros de profundidade a estaca teria a capacidade de absorver 6,89tf, como mostrado em momento anterior na Tabela 2, portanto uma estaca de 4 metros conseguiria suportar apenas um pilar carregado com até 6,89tf.

Mesmo se tratando de uma edificação de pequeno porte, neste caso, 29,4% dos pilares possuem apenas essa carga, sendo necessárias mais estacas.

A Tabela 4 mostra o resumo de quantitativos para o projeto 02.

Tabela 4 - Resumo de quantitativos

Descrição	Quantidade
Número de estacas ϕ 300mm	36
Número de estacas ϕ 250mm	14
Escavação dos blocos e vigas baldrames	22,2 m ³
Reaterro	11,1 m ³
Aço CA-50	301,2 kg
Aço CA-60	56,35 kg
Concreto	58,69 m ³
Forma dos blocos e vigas baldrames	33,6 m ²

Fonte: Autora (2020).

A partir da Tabela 4, observa-se que serão necessárias 36 estacas sob pilares distribuídas pelo projeto, sendo necessários 7,47 m³ de concreto a mais que no projeto anterior, indicando um acréscimo de 12,56% no consumo de concreto, quando comparado ao Projeto 01. O Apêndice 21 apresenta o projeto de fundação para o Projeto 2.

4.1.2 Laudo de Sondagem do Anexo B

Através do Laudo de Sondagem do Anexo B também realizado por empresa especializada, pode-se entender o perfil do solo e observar que diferentemente do solo do Laudo do Anexo A, o índice NSPT mostra que a capacidade de resistência ao longo do solo é mais baixa. Após definir as condições de projeto para a estaca, também foi possível observar que assim como no Laudo do Anexo A, será necessário ultrapassar o nível d'água do terreno e por esse motivo foi estabelecido à utilização da estaca do tipo Hélice Contínua.

a) Fixando uma profundidade de 6 metros da estaca – Projeto 03

Através do NSPT observou-se que o solo possui pouca resistência. Ao fixar a profundidade de 6 metros, a capacidade de carga encontrada foi de apenas 5,06tf, como mostrado na Tabela 2. Portanto uma estaca de 6 metros de comprimento só consegue suportar um pilar com 5,06tf.

Mesmo se tratando de uma edificação de pequeno porte, neste caso, 17,6% dos pilares possuem apenas essa carga, sendo necessárias mais estacas por bloco.

A Tabela 5 apresenta o resumo de quantitativos para o Projeto 03.

Tabela 5 - Resumo de quantitativos

Descrição	Quantidade
Número de estacas ϕ 300mm	51
Número de estacas ϕ 250mm	14
Escavação dos blocos e vigas baldrames	40,66 m ³
Reaterro	20,33 m ³
Aço CA-50	533,8 kg
Aço CA-60	191,16 kg
Concreto	113,72 m ³
Forma dos blocos e vigas baldrames	47,96 m ²

Fonte: Autora (2020).

A partir da Tabela 5 observa-se que serão necessárias 51 estacas sob pilares distribuídas pelo projeto, o que representa um acréscimo de 56,8% e 29,4% no número de estacas quando comparada aos projetos 01 e 02, respectivamente, sendo preciso mais que o dobro da quantidade de concreto utilizado no Projeto 01. O Apêndice 22 apresenta o projeto de fundação onde foram levantados os quantitativos para o Projeto 03.

b) Estabelecendo uma capacidade de carga da estaca de 6tf – Projeto 04

Encontrou-se que aos 7 metros de profundidade à estaca teria a capacidade de absorver 6,44tf, como mostrado na Tabela 2, portanto uma estaca de 7 metros conseguiria suportar apenas um pilar carregado com até 6,44tf.

Da mesma forma que no Projeto 03, foram necessárias mais estacas por bloco.

A Tabela 5 mostra o resumo de quantitativos para o projeto 04 e o Apêndice 23 apresenta o projeto de fundação de onde foram retirados esses dados.

Tabela 6 - Resumo de quantitativos

Descrição	Quantidade
Número de estacas ϕ 300mm	39
Número de estacas ϕ 250mm	14
Escavação dos blocos e vigas baldrames	26,86 m ³
Reaterro	13,43 m ³
Aço CA-50	411,62 kg
Aço CA-60	147,16 kg
Concreto	97,49 m ³
Forma dos blocos e vigas baldrames	47,96 m ²

Fonte: Autora (2020).

A partir da Tabela 6 nota-se que serão necessárias 39 estacas sob pilares distribuídas pelo projeto, que representa uma redução de 12 estacas quando comparada ao projeto 03 por conta do solo possuir uma resistência maior aos 7 metros de profundidade. Portanto, houve uma redução de 14,3% no consumo de concreto.

4.2 CUSTO DOS SERVIÇOS DA FUNDAÇÃO

A Tabela 7 apresenta um exemplo de como foram obtidos os custos unitários para algumas atividades do serviço de infraestrutura, para o Projeto 01.

Tabela 7 – Atividades para o serviço de Infraestrutura – Projeto 01

Escavação manual de vala em solo de 1ª categoria - m³				
Descrição	Unidade	Consumo	Preço unit.	Total
Servente	m ³	4	R\$ 4,45	R\$ 17,80
Total (R\$/m³)				R\$ 17,80
Reaterro e compactação manual de vala por apiloamento com soquete - m³				
Descrição	Unidade	Consumo	Preço unit.	Total
Pedreiro	h	0,35	R\$ 6,28	R\$ 2,20
Servente	h	3,50	R\$ 4,45	R\$ 15,58
Total (R\$/m³)				R\$ 17,77

Concreto leve usinado, Controle A, 25 Mpa (m³)				
Descrição	Unidade	Consumo	Preço unitário	Total
Concreto leve usinado, Controle A, 25 Mpa - com bombeamento	m³	1	R\$ 346,57	R\$346,57
Total (R\$/m²)				R\$346,57

Fonte: Adaptado de TCPO 14 (2013).

Esses custos unitários foram utilizados para determinar os custos dos quatro projetos analisados.

Vale destacar que foi considerada como taxa de mobilização do equipamento de Hélice Contínua o valor de R\$8.000,00 e o custo por metro perfurado da estaca de 250mm e 300mm é de R\$35,00 e R\$39,00, respectivamente. Esses dados foram obtidos em pesquisa de preço com empresas da região oeste e foram acrescidos a soma do orçamento da infraestrutura.

Também foi considerado como taxa de mobilização do equipamento para a realização do SPT o valor de R\$2.000,00 e o custo do metro perfurado é de R\$75,00. Considerado que para o laudo de sondagem do Anexo A foi perfurado 8,45m e para o laudo de sondagem do Anexo B foram perfurados 23,45m.

A Tabela 8 apresenta os custos da fundação para os Projetos 01 e 02.

Tabela 8 – Custo dos Serviços dos Projetos 01 e 02 – Laudo A

Projeto 01				Projeto 02			
Descrição	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Total (R\$)	Descrição	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Total (R\$)
Comp. de Estacas 300mm	132 m	39,00	5.148,00	Comp. de Estacas 300mm	144 m	39,00	5.616,00
Comp. de Estacas 2500mm	84 m	35,00	2.940,00	Comp. de Estacas 2500mm	56 m	35,00	1.960,00
Escavação	14,26 m³	17,80	253,83	Escavação	22,2 m³	17,80	395,16
Reaterro	7,13 m³	17,77	126,72	Reaterro	11,1 m³	17,77	197,28

Aço CA-50	266,44 kg	7,20	1.918,75	Aço CA-50	301,2 kg	7,20	2.169,08
Aço CA-60	73,76 kg	6,56	483,56	Aço CA-60	56,35 kg	6,56	369,36
Concreto	51,32 m ³	346,57	17.785,97	Concreto	59,69 m ³	346,57	20.340,19
Fôrma	33,17 m ²	28,45	943,75	Forma	33,6 m ²	28,45	955,99
Taxa de mobilização	Und.	8.000,00	8.000,00	Taxa de mobilização	Und.	8.000,00	8.000,00
Campanha de Sondagem	Und	2.633,75	2.633,75	Campanha de Sondagem	Und	2.633,75	2.633,75
Custo total (R\$)			40.234,34	Custo total (R\$)			42.636,81

Fonte: Autora (2020).

Já a Tabela 9 apresenta os custos da fundação para os Projetos 03 e 04.

Tabela 9 – Custo dos Serviços dos Projetos 03 e 04 – Laudo B

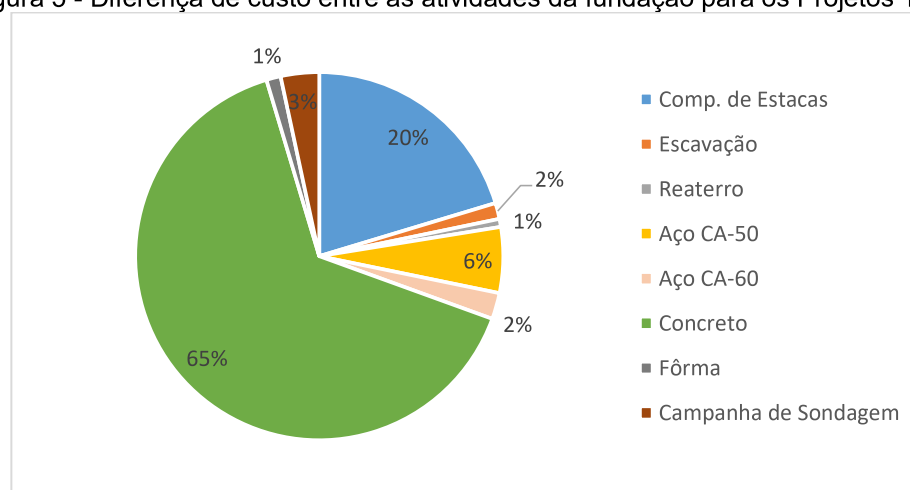
Projeto 03				Projeto 04			
Descrição	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Total (R\$)	Descrição	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Total (R\$)
Comp. de Estacas 300mm	306 m	39,00	11.934,00	Comp. de Estacas 300mm	273 m	39,00	10.647,00
Comp. de Estacas 2500mm	84 m	35,00	2.940,00	Comp. de Estacas 2500mm	98 m	35,00	3.430,00
Escavação	40,66 m ³	17,80	723,75	Escavação	26,86 m ³	17,80	478,11
Reaterro	20,33 m ³	17,77	361,33	Reaterro	13,43 m ³	17,77	238,69
Aço CA-50	533,8 kg	7,20	3.844,13	Aço CA-50	411,62 kg	7,20	2.964,26
Aço CA-60	191,16 kg	6,56	1.253,15	Aço CA-60	147,16 kg	6,56	964,72
Concreto	113,72 m ³	346,57	39.411,94	Concreto	97,49 m ³	346,57	3.787,11
Forma	47,96 m ²	28,45	1.364,56	Forma	47,96 m ²	28,45	1.364,56
Taxa de mobilização	Und.	8.000,00	8.000,00	Taxa de mobilização	Und.	8.000,00	8.000,00
Campanha	Und	3.758,75	3.758,75	Campanha	Und	3.758,75	3.758,75

de Sondagem				de Sondagem			
Custo total			73.591,61	Custo total			65.633,20

Fonte: Autora (2020).

Foi possível constatar que entre o menor e o maior valor de custo da fundação, entre os projetos 1 e 3, respectivamente, a diferença foi de 82,90%, que equivale a R\$33.357,27. Essa diferença está distribuída entre as atividades como representado na Figura 7.

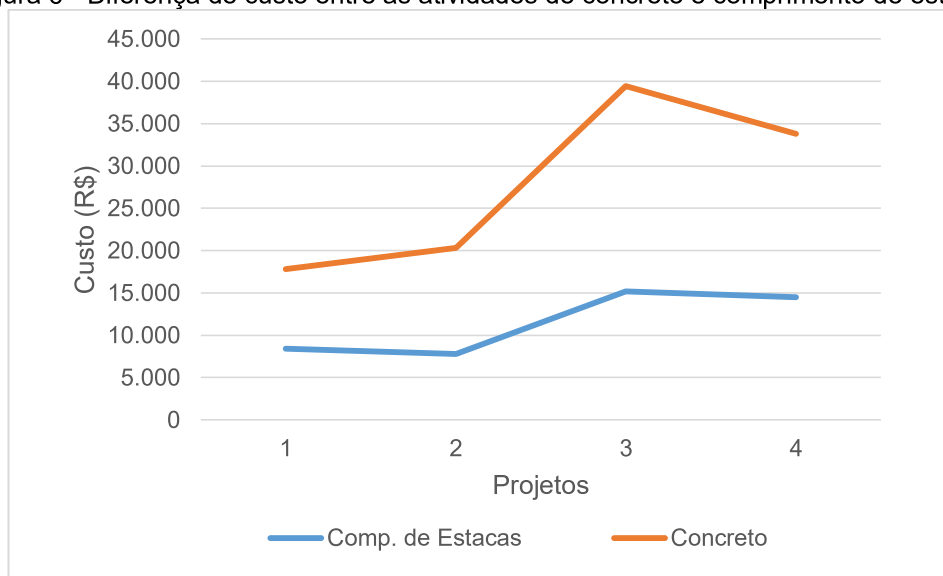
Figura 5 - Diferença de custo entre as atividades da fundação para os Projetos 1 e 3.



Fonte: Autora (2020).

Analisando cada atividade que compõem a fundação, pode-se perceber que a maior diferença está no concreto (65%) e comprimento das estacas (20%). Esse comportamento é semelhante para os outros projetos, ou seja, as maiores diferenças encontradas foram nas atividades de concreto e comprimento de estacas, como demonstrado na Figura 8.

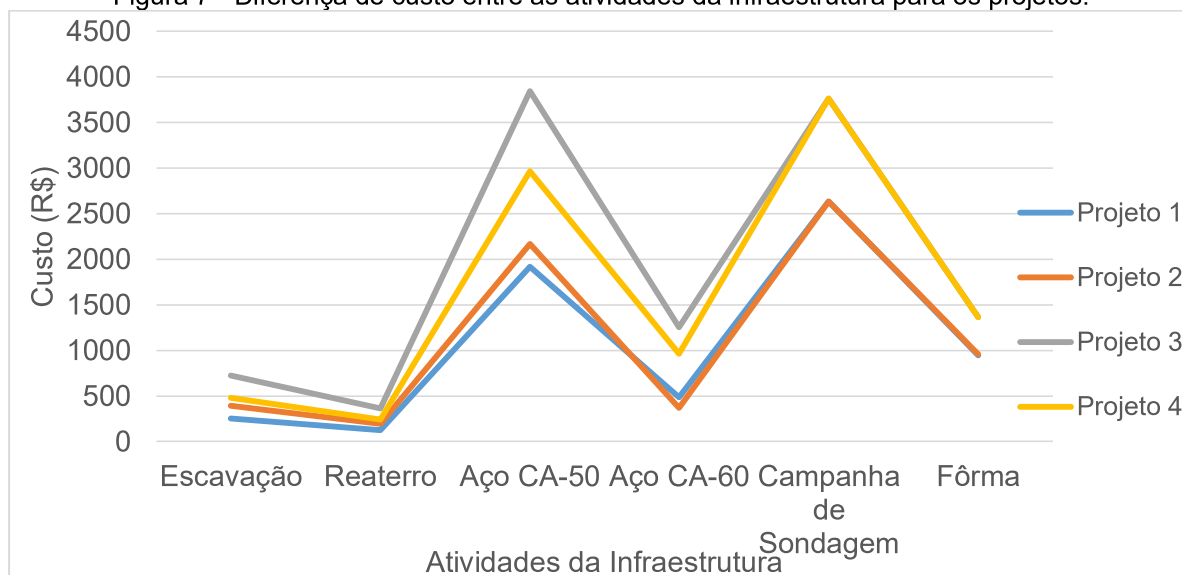
Figura 6 - Diferença de custo entre as atividades de concreto e comprimento de estacas



Fonte: Autora (2020).

As diferenças entre as outras atividades da Infraestrutura podem ser constatadas na Figura 9.

Figura 7 - Diferença de custo entre as atividades da infraestrutura para os projetos.



Fonte: Autora (2020).

É possível constatar variação de valores para as atividades de aço, onde para cada projeto foi obtido um custo, sendo para o aço CA-50 a maior variação. Essa variação foi constatada entre os Projetos 1 e 3, sendo que o custo do aço para o Projeto 3 foi mais que o dobro do que para o Projeto 1.

4.3 CUSTO GLOBAL DA EDIFICAÇÃO

Para demonstrar de que forma foi feito o orçamento do trabalho em questão, a tabela do Anexo C mostra todos os serviços pré-estabelecidos para o Projeto 01. Vale destacar que o que difere o custo de um projeto para o outro é a infraestrutura.

Já a Tabela 10 apresenta o custo total para os quatro projetos.

Tabela 10 - Custo total para os quatro projetos

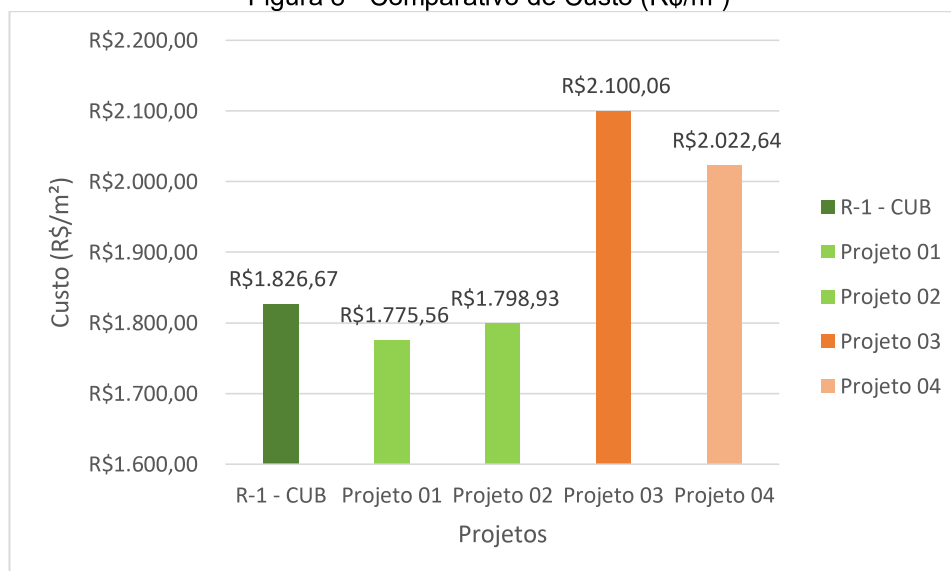
	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Projeto 4
Custo total	208.983,03	211.733,86	247.177,10	238.064,72

Fonte: Autora (2020).

É possível constatar uma diferença de custo total de 15,45% entre os projetos 1 e 3. Entre os projetos 4 e 2, 11,0%, entre os projetos 4 e 1, 12,2%, e entre os projetos 1 e 3, 15,9%.

A Figura 10 mostra um comparativo do custo por m² de cada projeto feito, com o CUB/PR de maio de 2020, de uma Residência Unifamiliar (R-1) de padrão normal, no valor de R\$1.826,67.

Figura 8 - Comparativo de Custo (R\$/m²)



Fonte: Autora (2020).

Nota-se que os Projetos 01 e 02 estão próximos do valor fornecido pelo CUB/PR, porém menores (2,7% e 1,5%, respectivamente), quando feito um orçamento detalhado. Já o Projeto 03 e 04 estão 14,9% e 10,7%, acima do valor

informado pelo CUB/PR, respectivamente, indicando que os projetos 03 e 04 apresentaram os maiores custos, para o perfil de solo analisado.

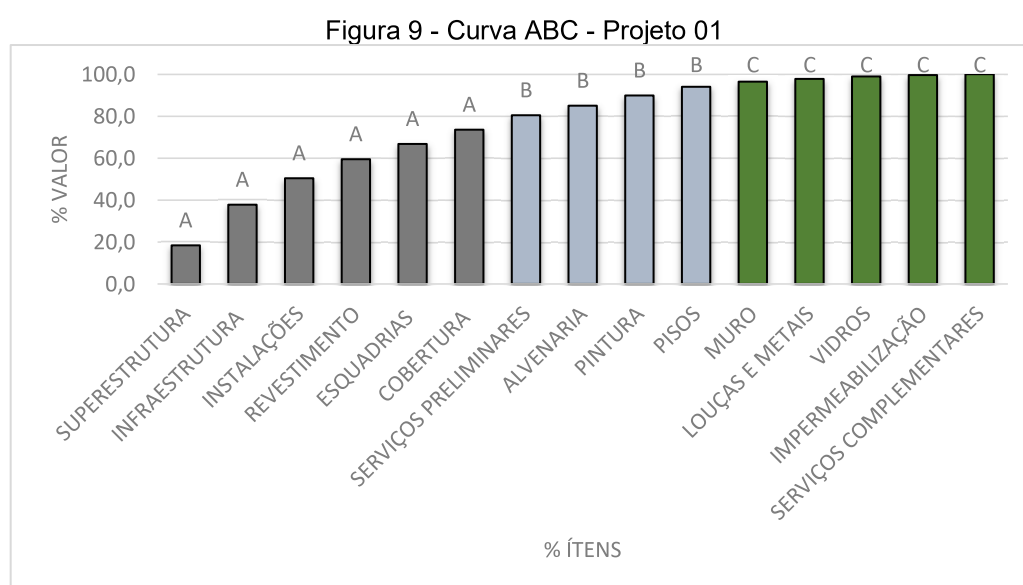
Com isso, pode ser constatado que para o mesmo projeto, se executado para o perfil do solo do Projeto 03, poderia ser cerca de 15,45% superior a mesma obra sendo executada no perfil de solo do Projeto 01.

4.4 CURVA ABC

Quando a Curva ABC é aplicada na gestão de uma empresa, ela permite ao gestor se dedicar de forma mais direcionada às suas atividades. Com isso, a Curva ABC cria a possibilidade de gerar mais lucratividade, melhorar o relacionamento com clientes e utilizar de maneira mais consciente o dinheiro da empresa.

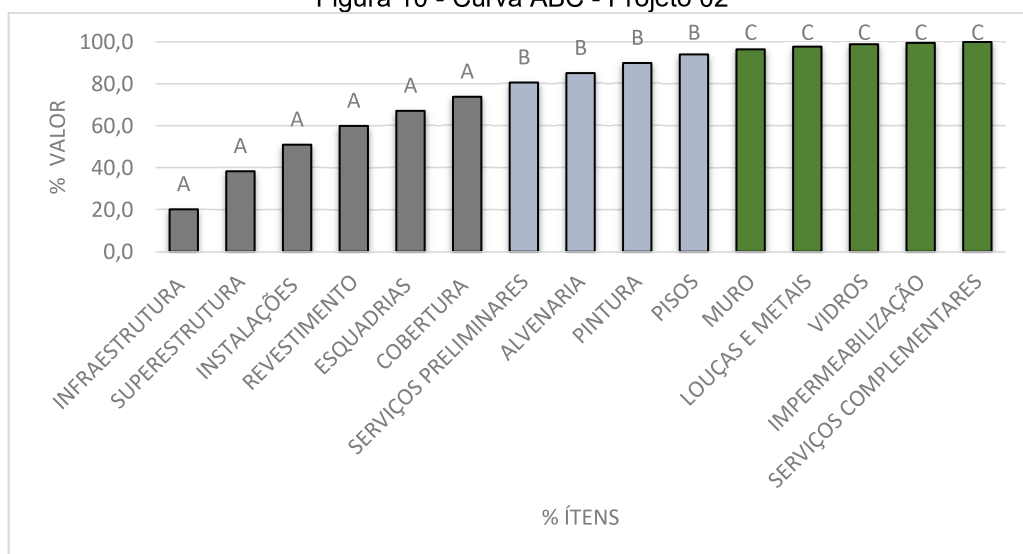
Através da Curva ABC é possível compreender a classificação dos itens de acordo com a sua representatividade no custo total, verificando quais serviços estão na classe A, que apresenta os itens que representam 80% dos custos da obra.

As Figuras 11 a 14 abaixo mostram como ficaram as curvas ABC dos quatro projetos e partir disso pode-se compreender o quanto cada projeto de infraestrutura impactou no custo total da obra.



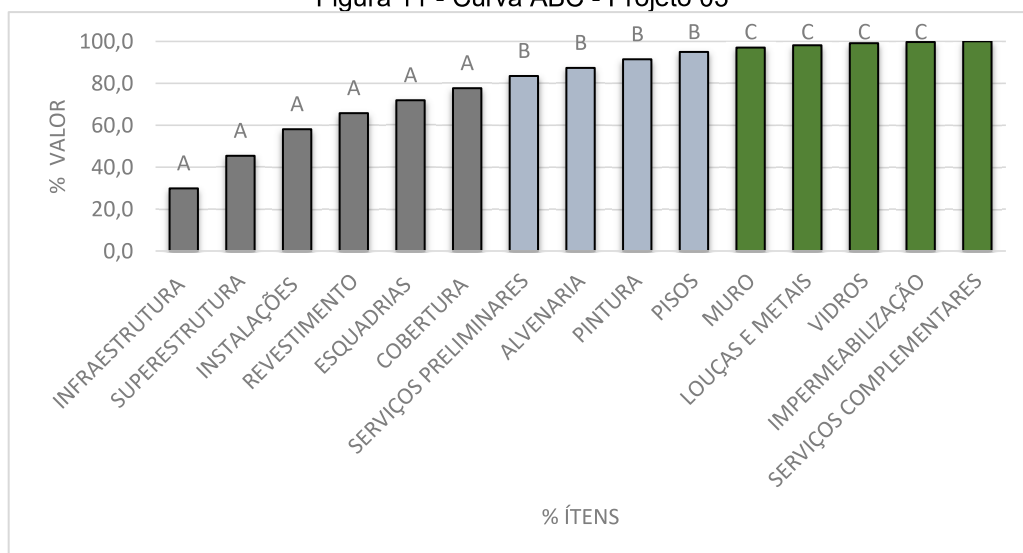
Fonte: Autora (2020).

Figura 10 - Curva ABC - Projeto 02



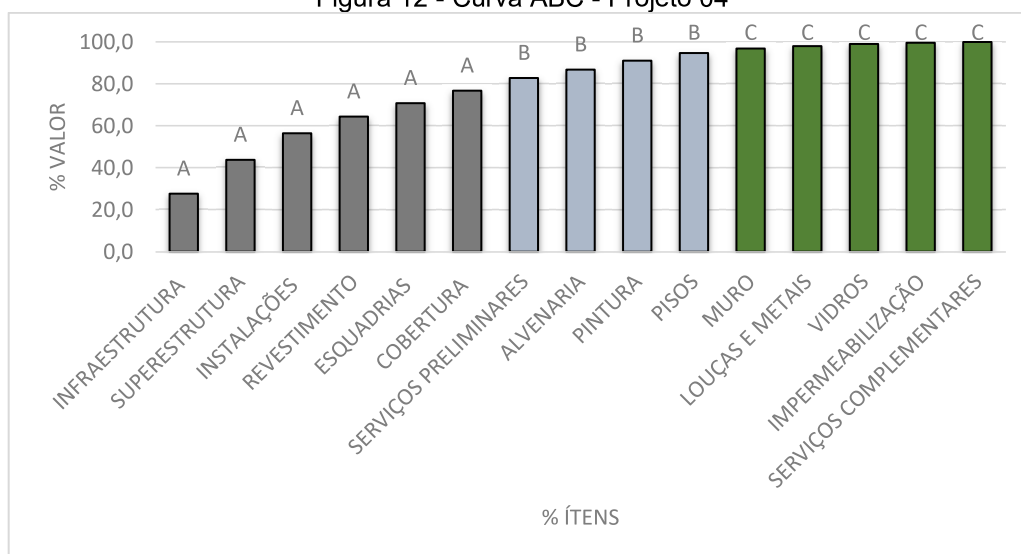
Fonte: Autora (2020).

Figura 11 - Curva ABC - Projeto 03



Fonte: Autora (2020).

Figura 12 - Curva ABC - Projeto 04



Fonte: Autora (2020).

A partir da Curva ABC foram identificadas as atividades que mais impactariam no custo dos projetos analisados. Em todos eles pode-se observar que a infraestrutura está entre os itens de maior influência no custo final, sempre na classe A.

Por isso é necessária uma maior atenção para esses serviços, reforçar se os custos levantados estão realmente corretos, negociar estes insumos junto aos fornecedores, e jamais utilizar como base apenas um fornecedor. E como demonstrado neste trabalho, realizar o projeto de fundação com base em laudo de sondagens, pois os custos variam quando analisados perfis de solos diferentes.

5 CONCLUSÃO

O planejamento de obras envolve diversas etapas. A etapa considerada inicial, o levantamento quantitativo, determina a precisão e o nível de qualidade de todas as etapas posteriormente, inclusive ao próprio planejamento. Levantamento errado ou impreciso gera gastos desnecessários ou imprevistos que podem inviabilizar a execução do projeto.

Objetivo desse trabalho foi analisar o quanto um perfil de solo pode influenciar no orçamento de um projeto residencial, estabelecendo-se condições para a elaboração destes, que geraram quatro projetos.

A partir do levantamento de quantitativos dos quatro projetos pode-se concluir que o projeto que mostrou um custo maior, foi o Projeto 03, pois ao estabelecer a profundidade de 6 metros, obteve-se uma capacidade de carga muito baixa nesse solo, fazendo-se necessário uma maior quantidade de estacas para que o projeto pudesse ser executável nas condições pré-estabelecidas. Quando comparado ao projeto 01, o qual foi utilizado à mesma condição de projeto, notou-se que houve um aumento de 15,45%.

O Projeto 01 mostrou-se mais viável econômico financeiramente, pois ao estabelecer a profundidade de 6 metros, obteve-se uma capacidade de carga para o solo considerada suficiente para a execução de projetos, tornando-o menos custoso pela necessidade de projetar menos estacas para que o projeto pudesse ser executável.

Além disso, analisando os dois orçamentos que foram estabelecidos a capacidade de carga da estaca como 6tf, pode-se observar que o Projeto 02 por possuir uma capacidade de carga mais alta, foram suficientes 4 metros perfurados para atingir a capacidade de carga estabelecida. Já o Projeto 04 exigiu uma profundidade de 7 metros, necessitando mais concreto e mais ferragens, tornando o projeto mais custoso que o Projeto 02.

Contrariando Schnaid (2000) que disse que em média o custo da fundação da obra varia de 3 a 7% e custo da sondagem seria de 0,3 a 0,5% do custo total da edificação, neste trabalho a fundação variou de 18,4 a 29,8% do custo total da obra. Quanto à campanha de Sondagem, esta representou uma variação percentual de 1,26 a 1,52% do custo global da obra. Analisando qual seria a porcentagem do custo da investigação geológica quando comparada somente com os custos da fundação, Costa e Savaris (2017) dizem que esse valor seria em torno de 5,6%, neste trabalho houve uma variação de 4 a 10% entre os quatro projetos.

Analisando a Curva ABC de todos os projetos é possível concluir que a infraestrutura em todos os quatro casos fez parte dos itens do grupo A, que são aqueles que apresentam os serviços que representam 80% dos custos da obra.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir da análise feita sobre a influência do perfil de solo no custo de uma edificação, verificou-se a seguinte possibilidade para trabalhos futuros:

Como no presente trabalho notou-se a discrepância nos valores mostrados em livros e a realidade deste projeto sobre a porcentagem do custo da fundação, sugere-se que seja feito uma análise dos custos sem condições de projetos pré-estabelecidos, projetando a melhor escolha de fundação para o determinado projeto, possibilitando assim que se encontrem formas menos custosas e talvez até mais eficientes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**. Projeto e Execução de Fundações. Rio de Janeiro: ABNT. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8036**. Programação de sondagem de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT. 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.721**. Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifício em condomínio – Procedimento. Paraná: ABNT. 2006.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Previsão e Controle das Fundações**. São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

AOKI, N.; VELLOSO, D. A. An Approximate Method to Estimate the Bearing Capacity of Piles. **Proceedings of the 5th Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**, Buenos Aires, vol. 1, 1975.

BORNSALES ENGENHARIA (Balneário Camboriú). **Investigação Geotécnica para Projetos de Fundação**. 2017. Disponível em: <https://www.bornsales.com.br/single-post/2017/02/06/Investiga%C3%A7%C3%A3o-Geot%C3%A9cnica-para-Projetos-de-Funda%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 09 out. 2019.

BRASIL. Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964. **Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4591.htm. Acesso em: 14 set. 2019.

CARNEIRO, Mariana. Construção civil volta à recessão e puxa investimentos para o vermelho. **Folha de São Paulo**. São Paulo, p. 1-1. 31 ago. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/08/construcao-civil-volta-a-recessao-e-puxa-investimentos-para-o-vermelho.shtml>. Acesso em: 27 out. 2019.

COSTA, Guilherme Alan Souza; SAVARIS, Gustavo. Comparativo dos custos de uma campanha de sondagem em relação aos materiais nas fundações de um edifício. In: GEOSUL 2017 – XI Simpósio de prática de engenharia geotécnica da região sul. **Anais do GEOSUL**. Bento Gonçalves: Geosul, 2017. p. 115-121. Disponível em: http://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/GeoSUL%202017/GEOSUL-2017_Anais.pdf. Acesso em: 27 out. 2019.

DÉCOURT, L.; QUARESMA, A. R. Capacidade de Carga de Estacas a partir de Valores de SPT. **Anais do 6º COBRAMSEF**, Rio de Janeiro, vol.1, p. 45-53, 1978.

FOLLE, Daiane. **O estudo geoestatístico de sondagem SPT para geração de mapas auxiliares em obras de engenharia**. 2002. 245 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2980/000329903.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 03 jun. 2020.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: Unisinos, 2008. 49 p. Disponível em: <http://engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Planejamento/Nocoeseorcametoeplanejamentodeobras.pdf>. Acesso em: 29 out. 2019.

HACHICH, Waldemar et al. **Fundações: Teoria e Prática**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1996.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. 2014. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011477.pdf>. Acesso em: 03 maio 2020.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo, SP: Pini, 2006. 281 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 1. ed. São Paulo, SP: Pini, 2010. 420 p.

EDUARDA MANCIN (São Paulo). Smartus. **Pandemia frustra projeções de crescimento da construção civil em 2020**. 2020. Disponível em: <https://smartus.com.br/projecoes-construcao-civil/>. Acesso em: 02 maio 2020.

TCPOWEB (São Paulo). Pini Consultoria. **O que é Base TCPO**. Disponível em: https://tcpoweb.pini.com.br/home/base_tcpo.html. Acesso em: 20 out. 2019.

RIBEIRO, Daniela. **Sondagem SPT: Processo executivo e dicas importantes**. Disponível em: <https://engenhariaconcreta.com/sondagem-spt/>. Acesso em 01 jun. 2020.

TCPO 14: tabelas de composições de preços para orçamentos. 13. ed. São Paulo, SP: Pini, 2013.

REI HÉLICE CONTÍNUA (Mogi Mirim). **Técnica executiva da estaca hélice contínua**. Disponível em: <https://www.reihelicecontinua.com.br/estaca-helice-continua.php>. Acesso em: 20 out. 2019.

INSTITUTO DE ENGENHARIA [s.l.] **NORMA TÉCNICA IE – Nº 01/2011**. Norma técnica para elaboração de orçamento de obras de construção civil. [s.l.]. IE. 2011. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2013/06/13/norma-tecnica-ie-na-12011-elaboracao-de-orcamento-de-obras-de-construcao-civil/>. Acesso em: 19 ago. 2019

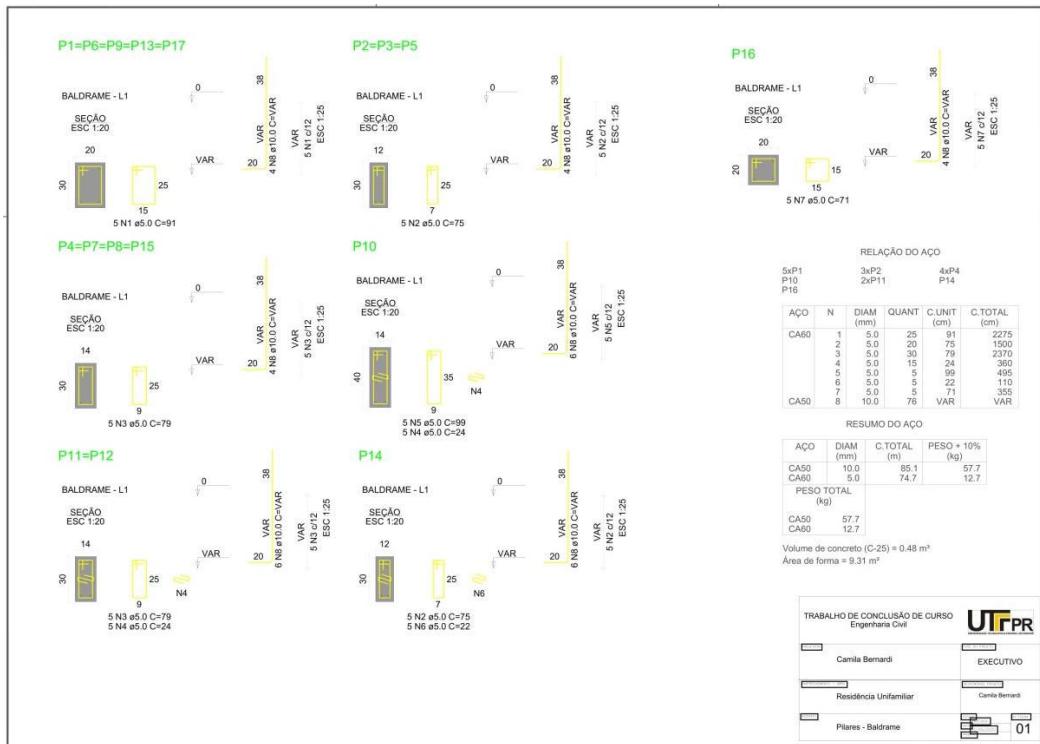
US ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Engineering design: geotechnical investigations**. Manual 1110-1-1804. 2001.

SAMPAIO, Fernando Morethson. **Orçamento e custo da construção**. Brasília: Hemus, 1989.

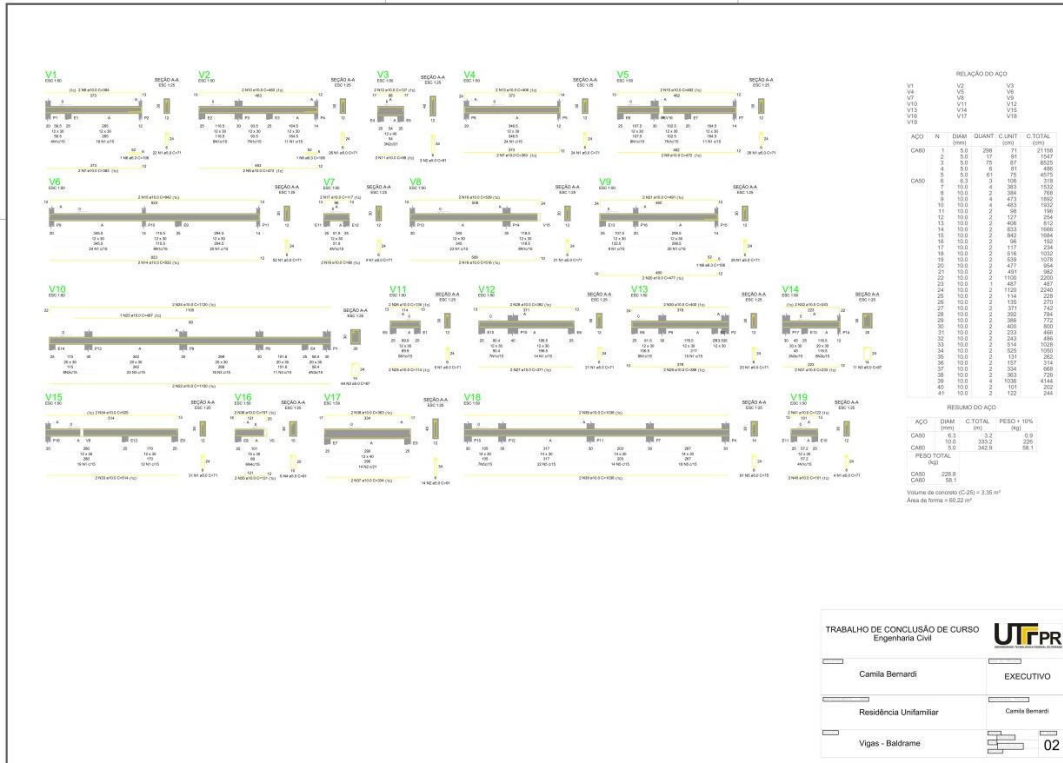
SCHNAID, Fernando. **Ensaio de Campo e suas aplicações na engenharia de fundações**. São Paulo: Oficina de textos, 2000.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2001. 205 p.

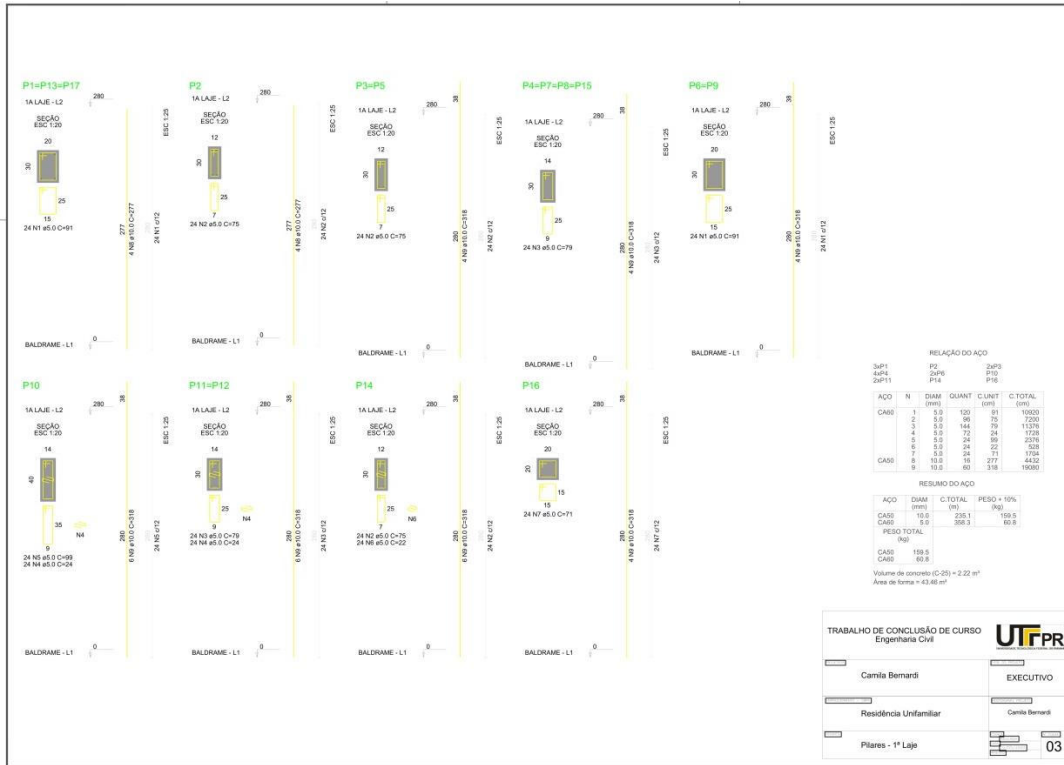
APÊNDICE A - PILARES – BALDRAME



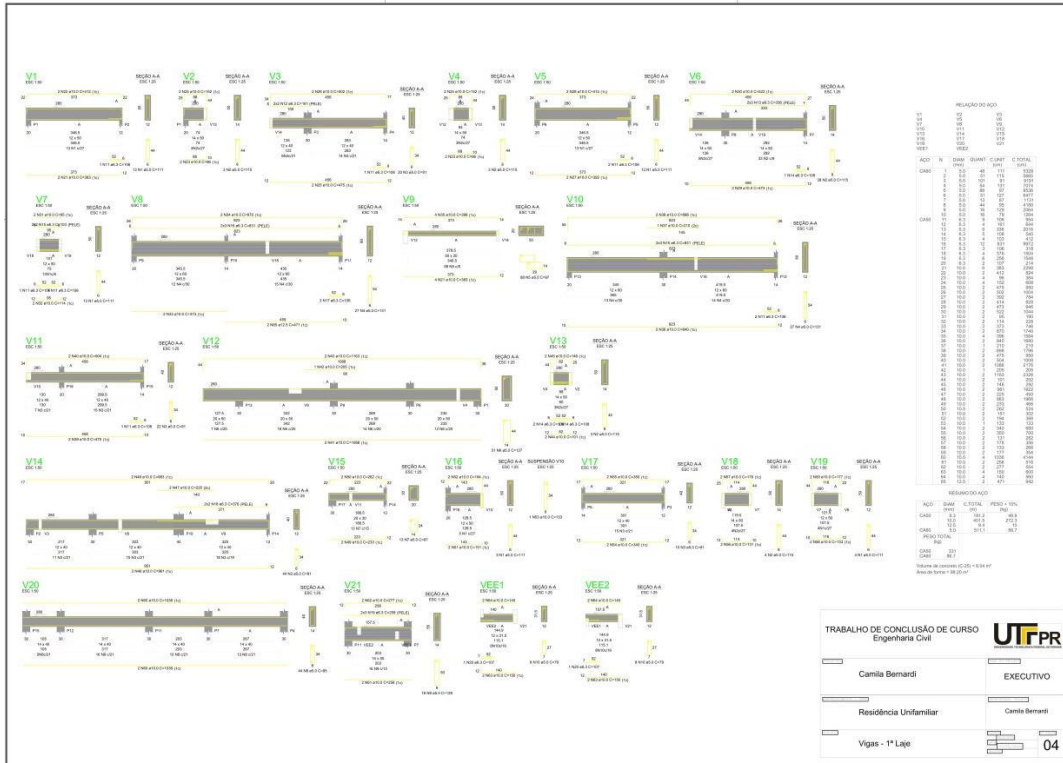
APÊNDICE B - VIGAS – BALDRAME



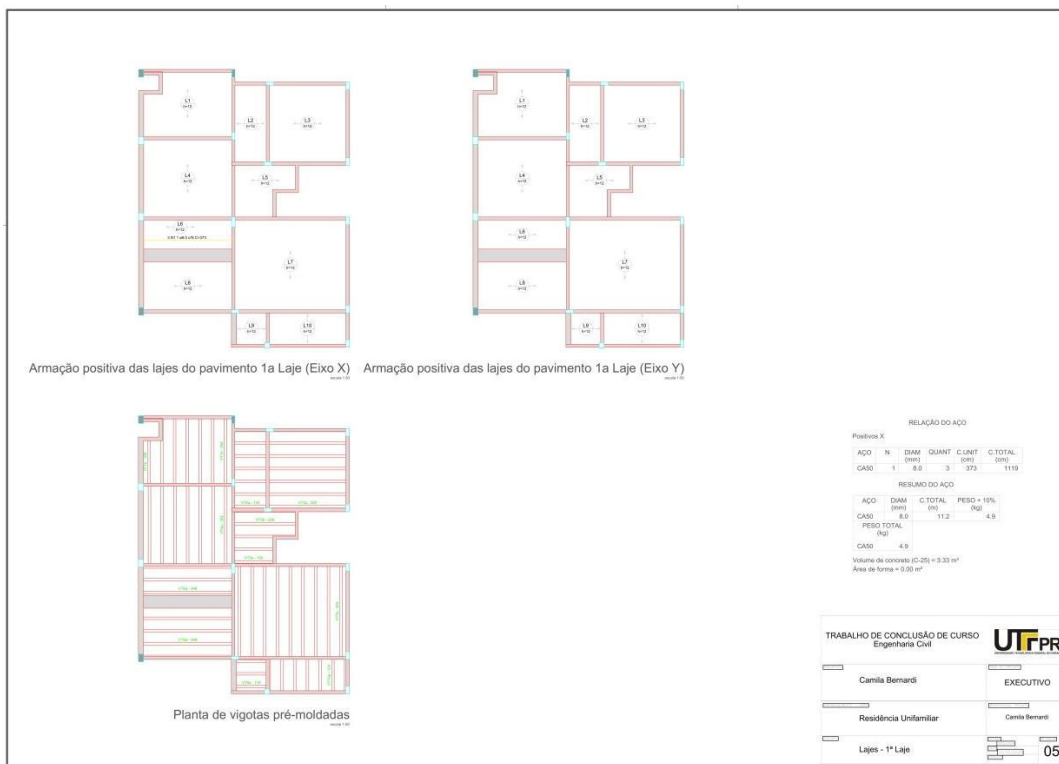
APÊNDICE C - PILARES - 1ª LAJE



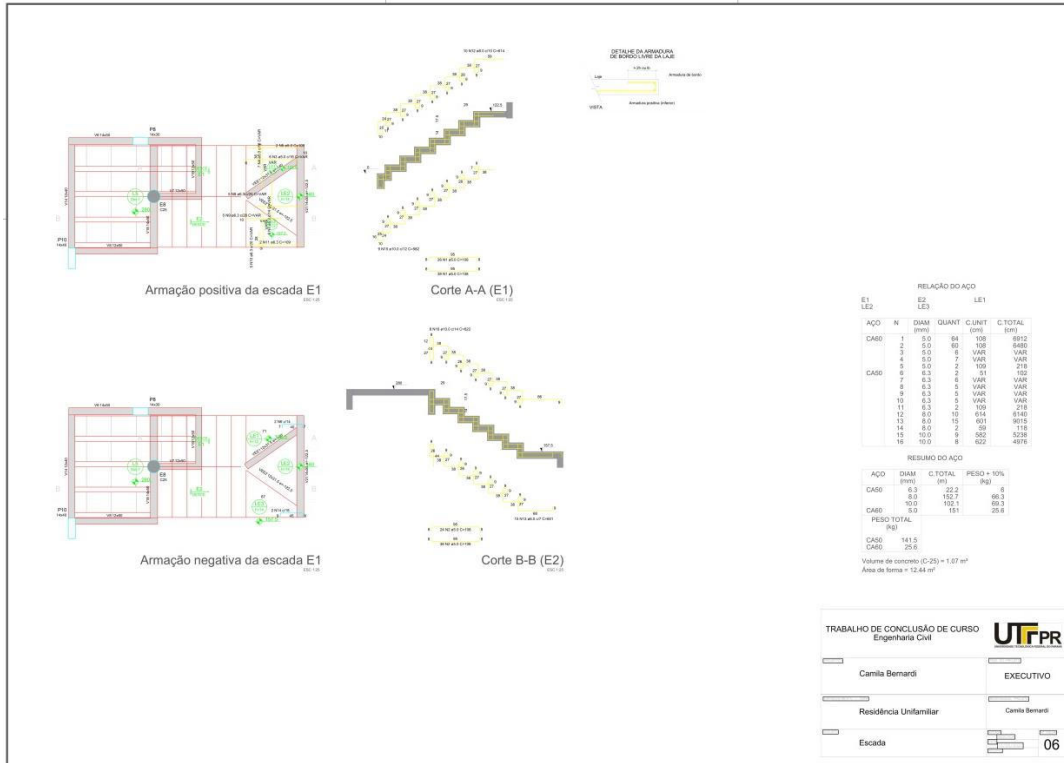
APÊNDICE D - VIGAS - 1ª LAJE



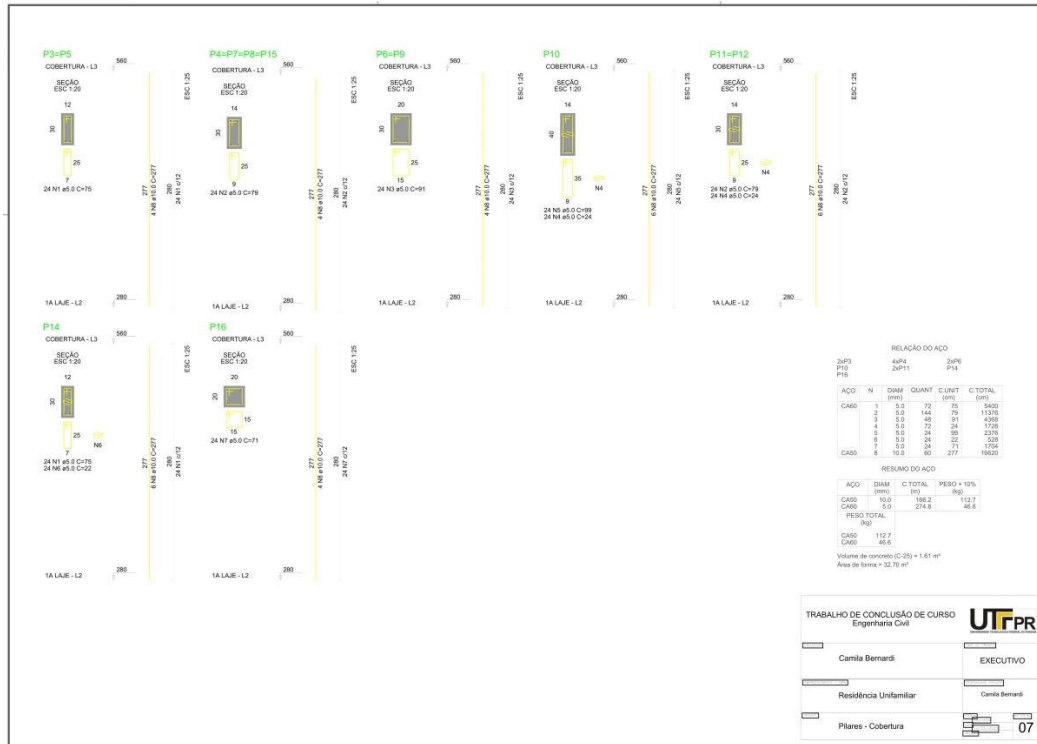
APÊNDICE E - LAJES - 1ª LAJE



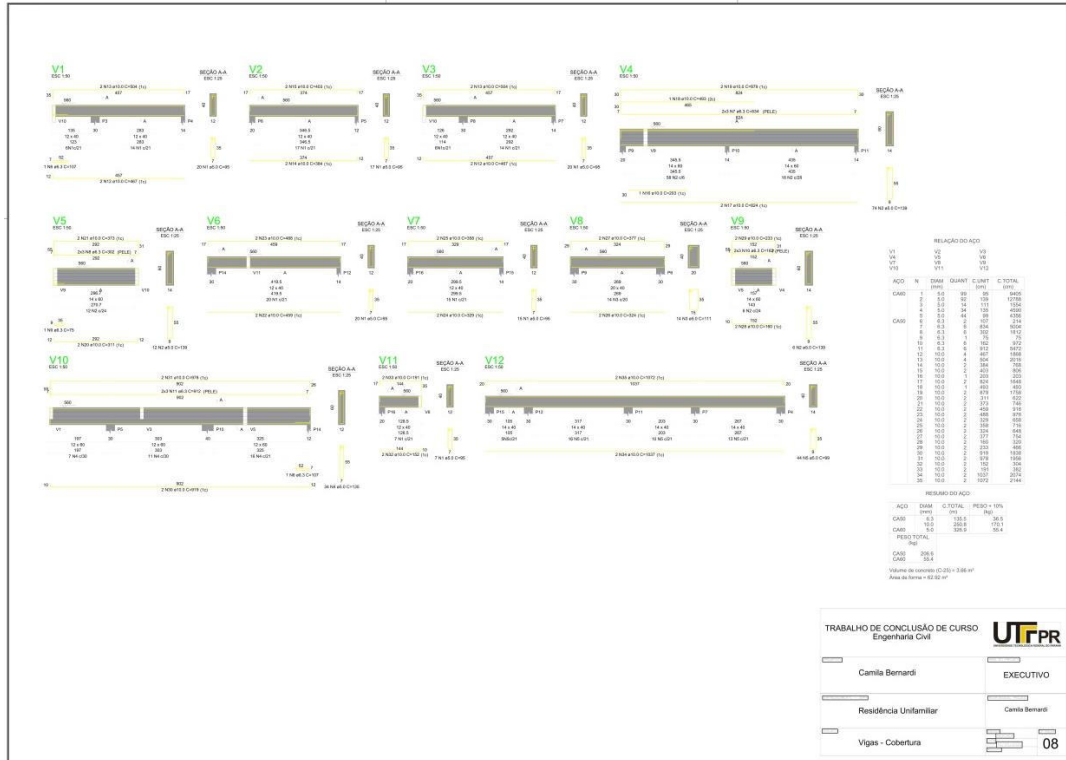
APÊNDICE F – ESCADA



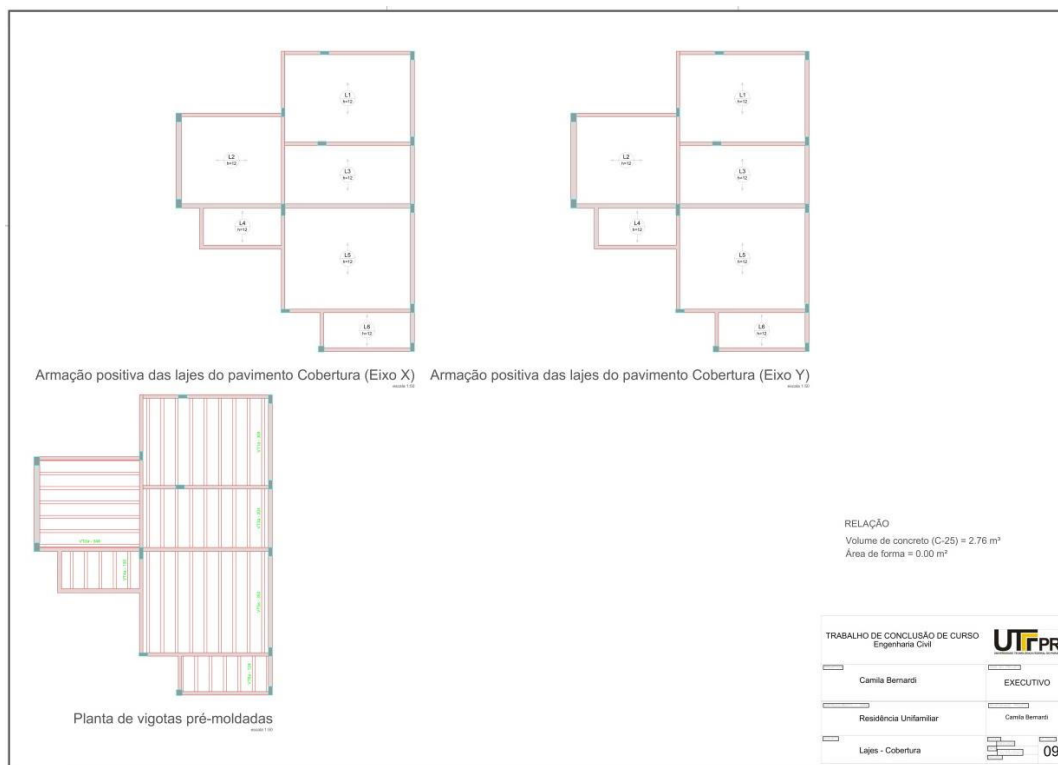
APÊNDICE G - PILARES – COBERTURA



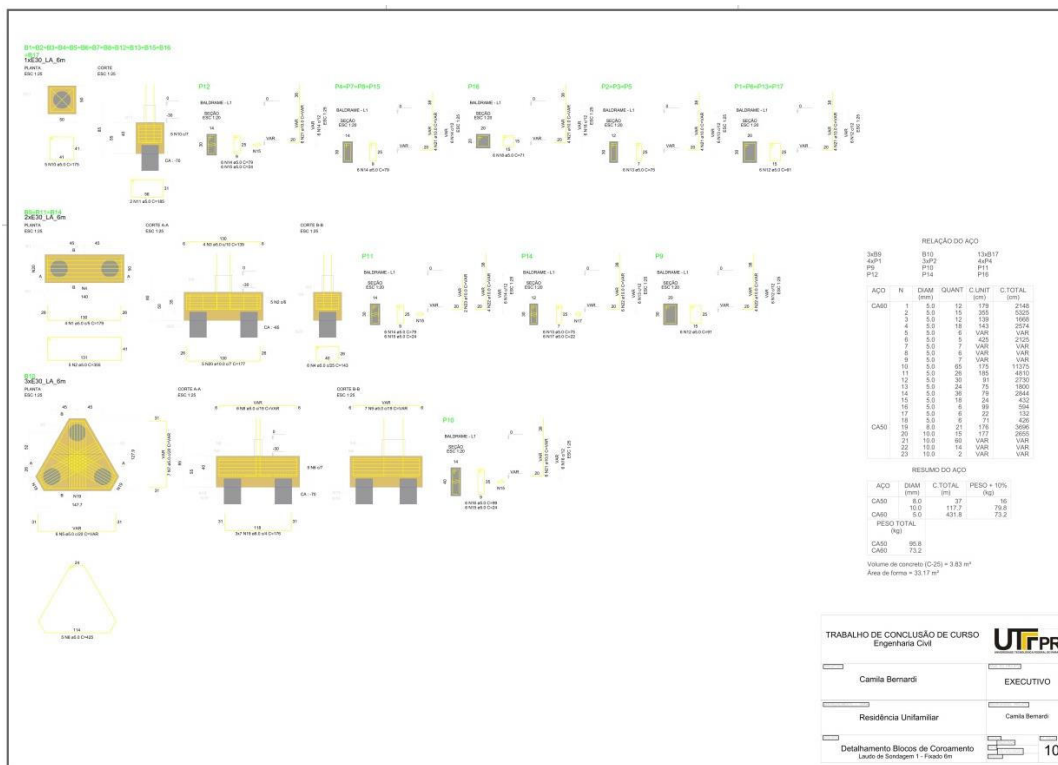
APÊNDICE H - VIGAS – COBERTURA



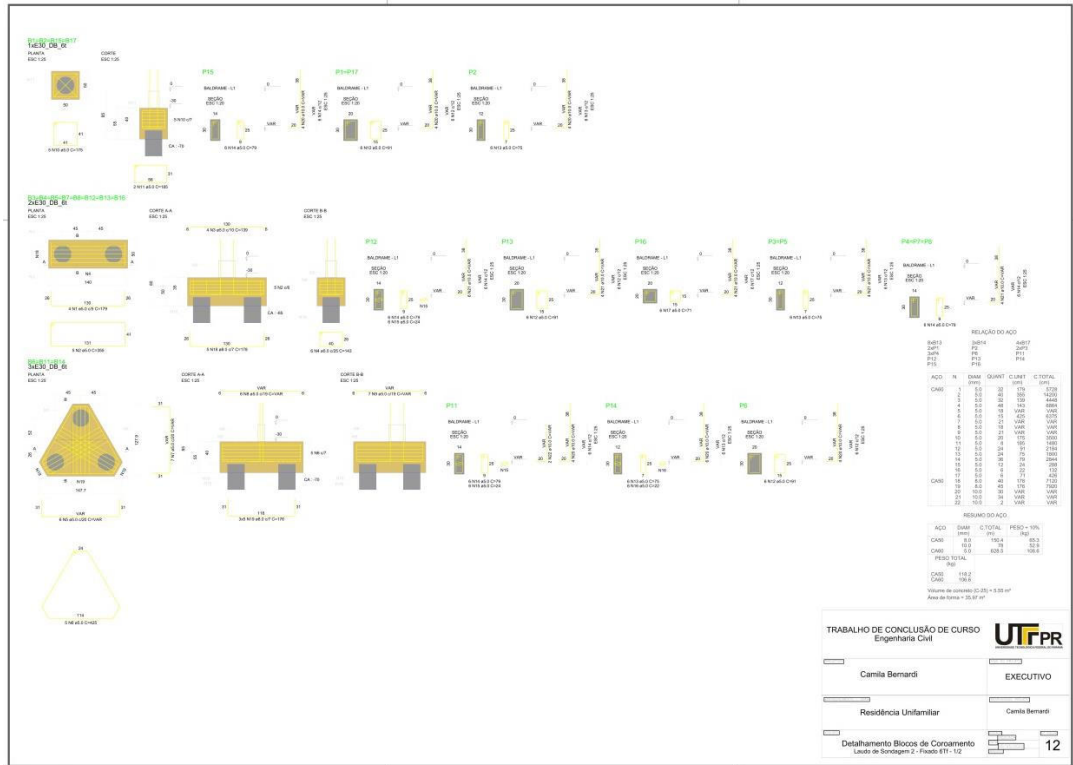
APÊNDICE I - LAJES – COBERTURA



APÊNDICE J - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6M



APÊNDICE L - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6TF - 1/2



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
Engenharia Civil

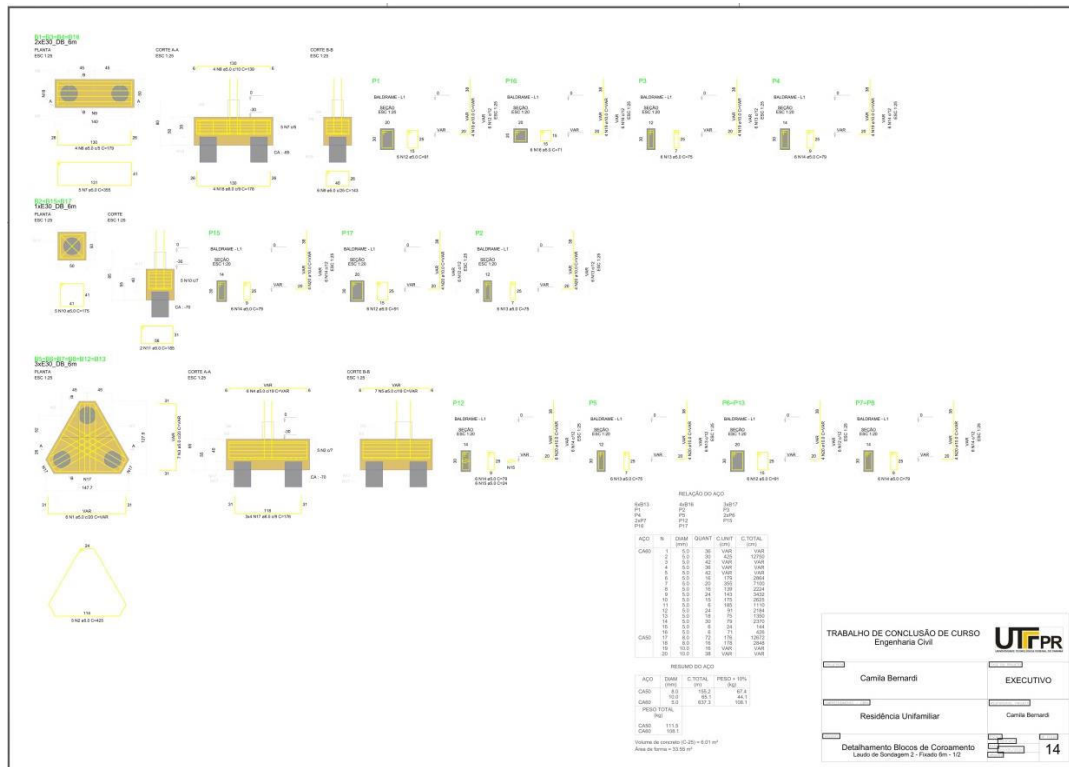
UTPR

Camila Bernardi	EXECUTIVO
Residência Unifamiliar	Camila Bernardi

Detalhamento Blocos de Coroamento
Laudo de Sondagem 2 - Fixado 6TF - 1/2

12

APÊNDICE N - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6M - 1/2



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
Engenharia Civil

UTFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

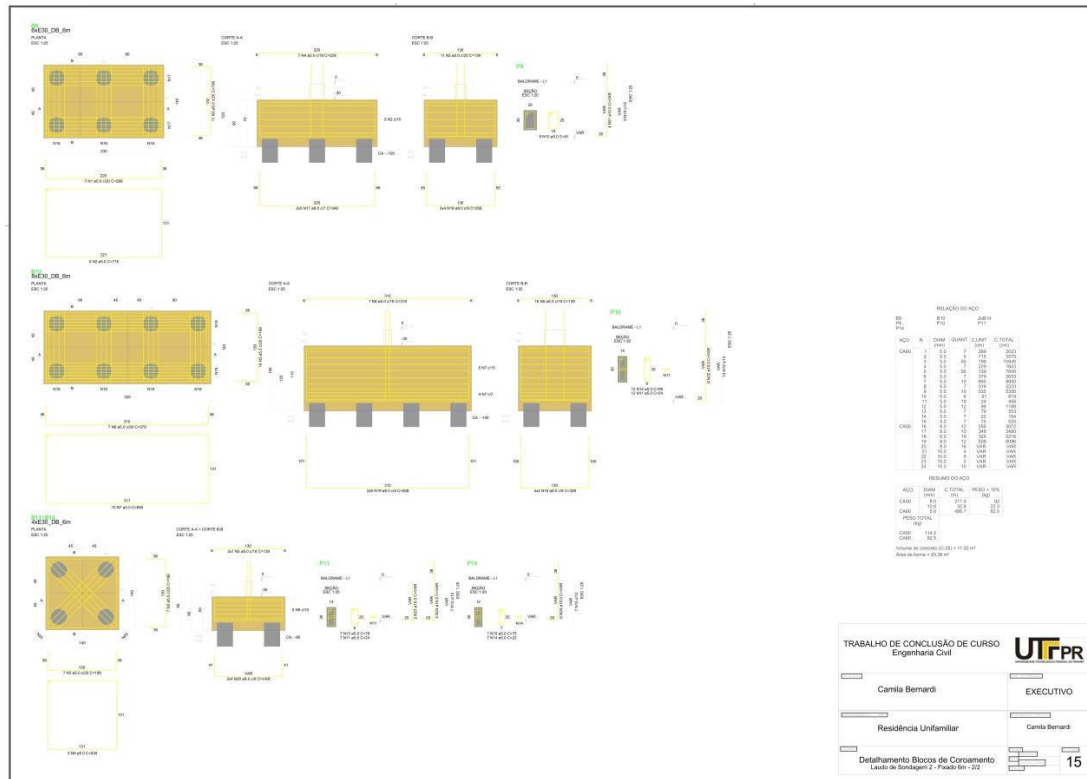
Camilla Bernardi
EXECUTIVO

Residência Unifamiliar
Camilla Bernardi

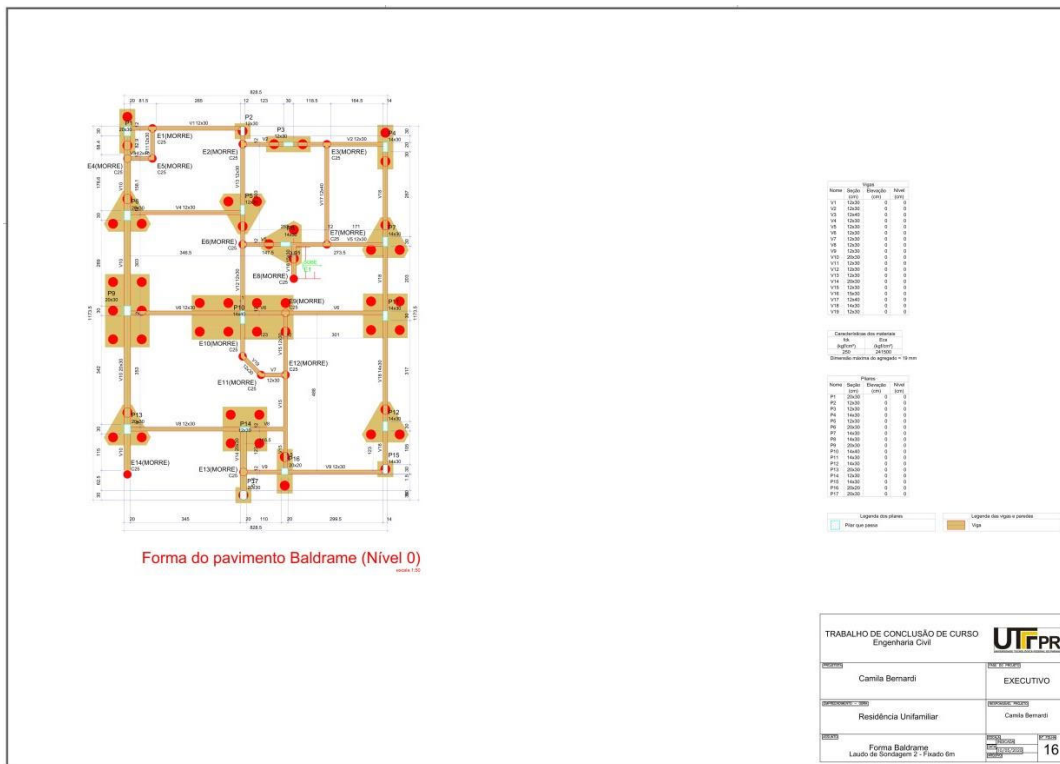
Detalhamento Blocos de Coroamento
Laudo de Sondagem 2 - Fixado 6M - 1/2

14

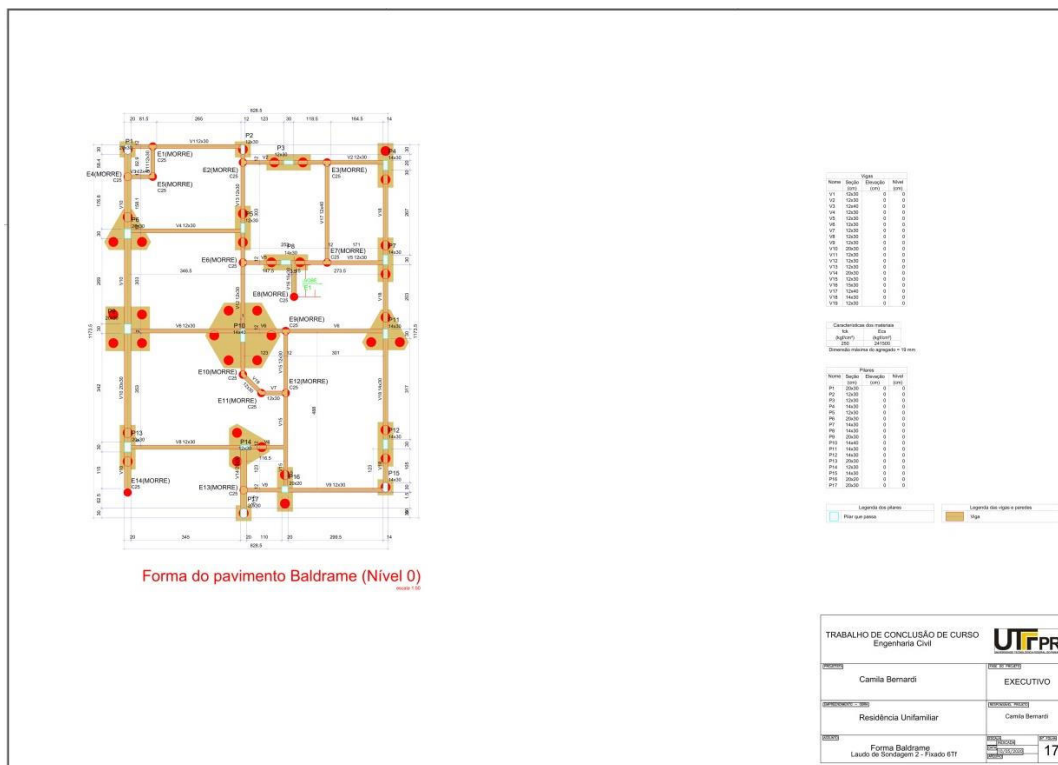
APÊNDICE O - DETALHAMENTO BLOCOS DE COROAMENTO LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6M - 2/2



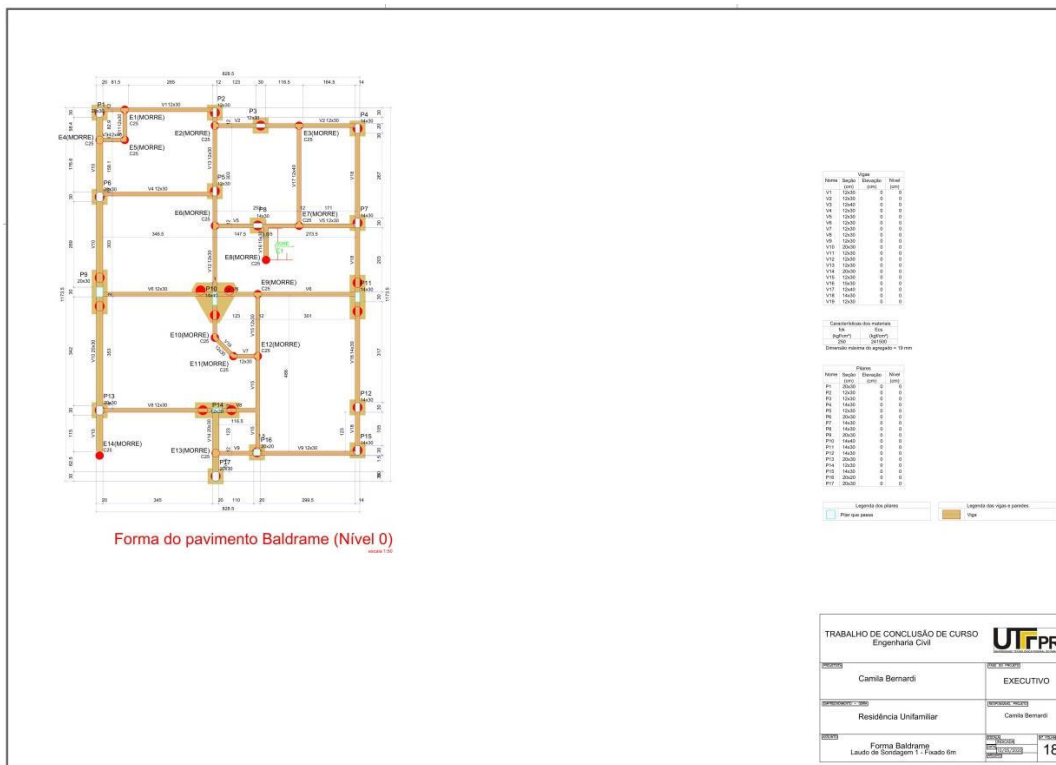
APÊNDICE P - FORMA BALDRAME LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6M



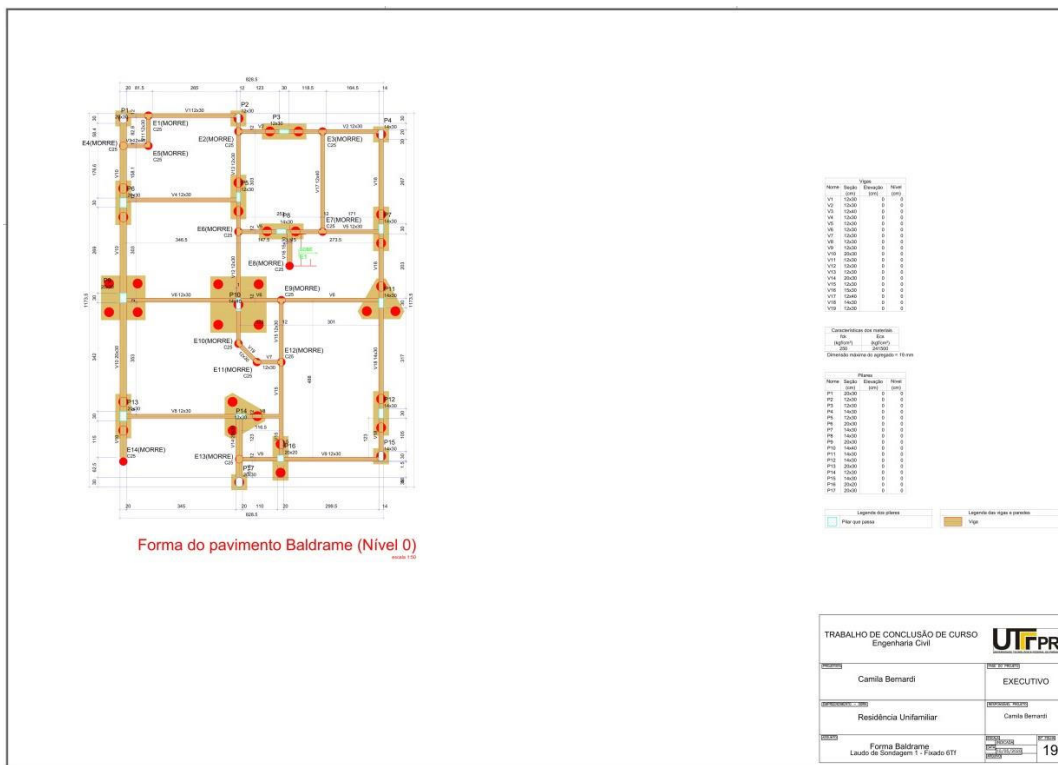
APÊNDICE Q - FORMA BALDRAME LAUDO DE SONDAGEM 2 - FIXADO 6TF



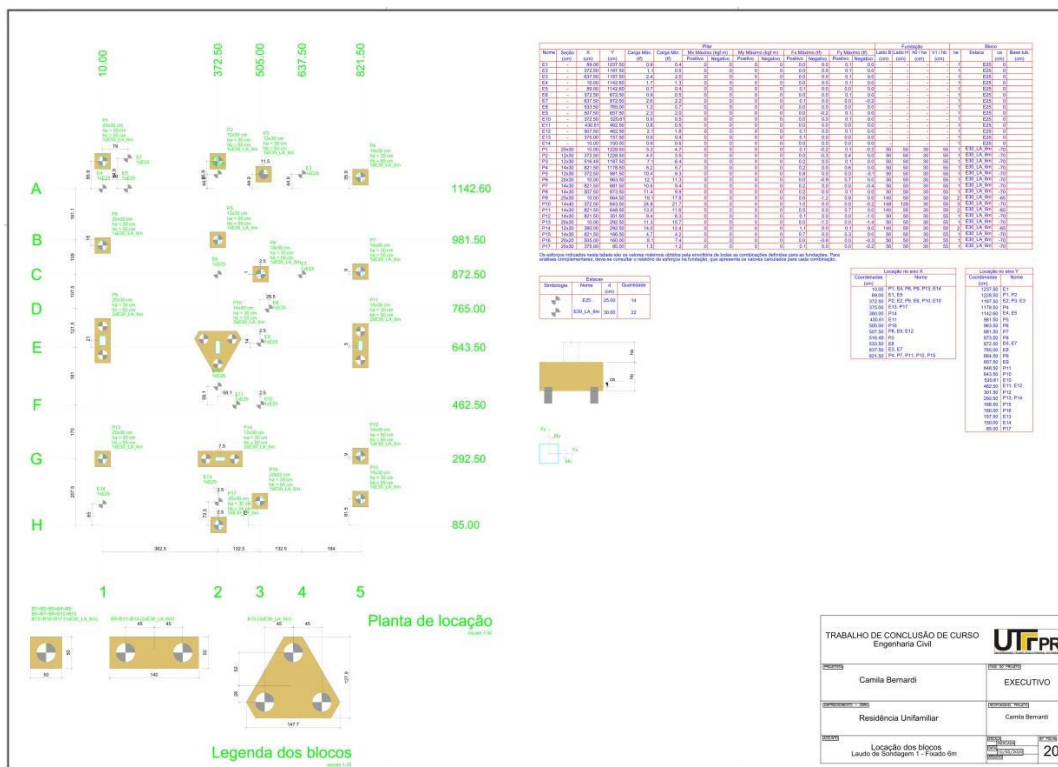
APÊNDICE R - FORMA BALDRAME LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6M



APÊNDICE S - FORMA BALDRAME LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6TF



APÊNDICE T - LOCAÇÃO DOS BLOCOS LAUDO DE SONDAGEM 1 - FIXADO 6M

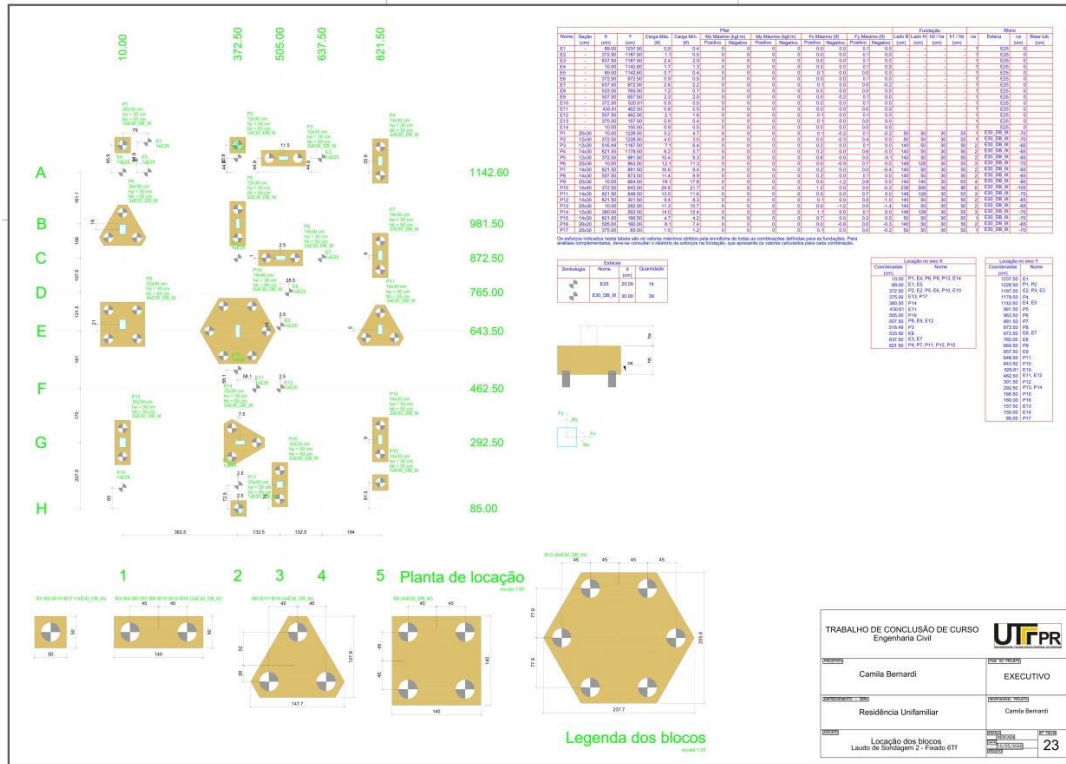


TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
Engenharia Civil

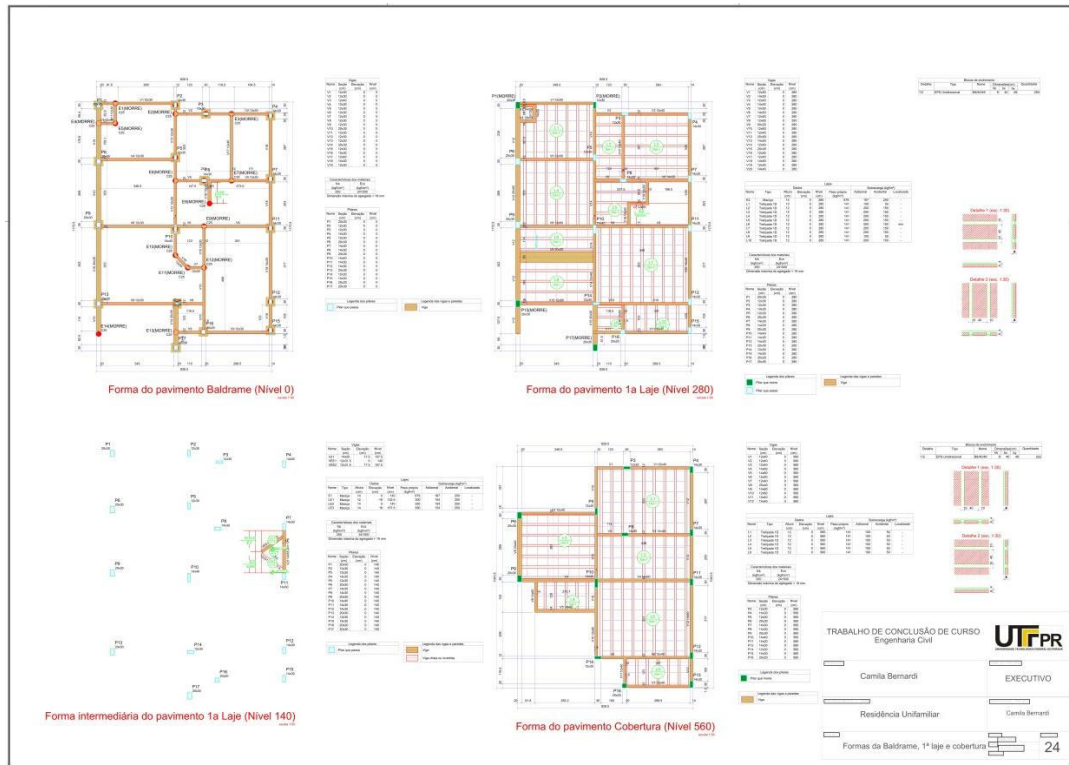
UTFPR

Nome	Camila Bernardi	Função	EXECUTIVO
Endereço	Residência Unifamiliar		
Assinatura	Camila Bernardi	Assinatura	
Assinatura	Locação dos blocos Laudo de Sondagem 1 - Fixado 6m	Assinatura	20

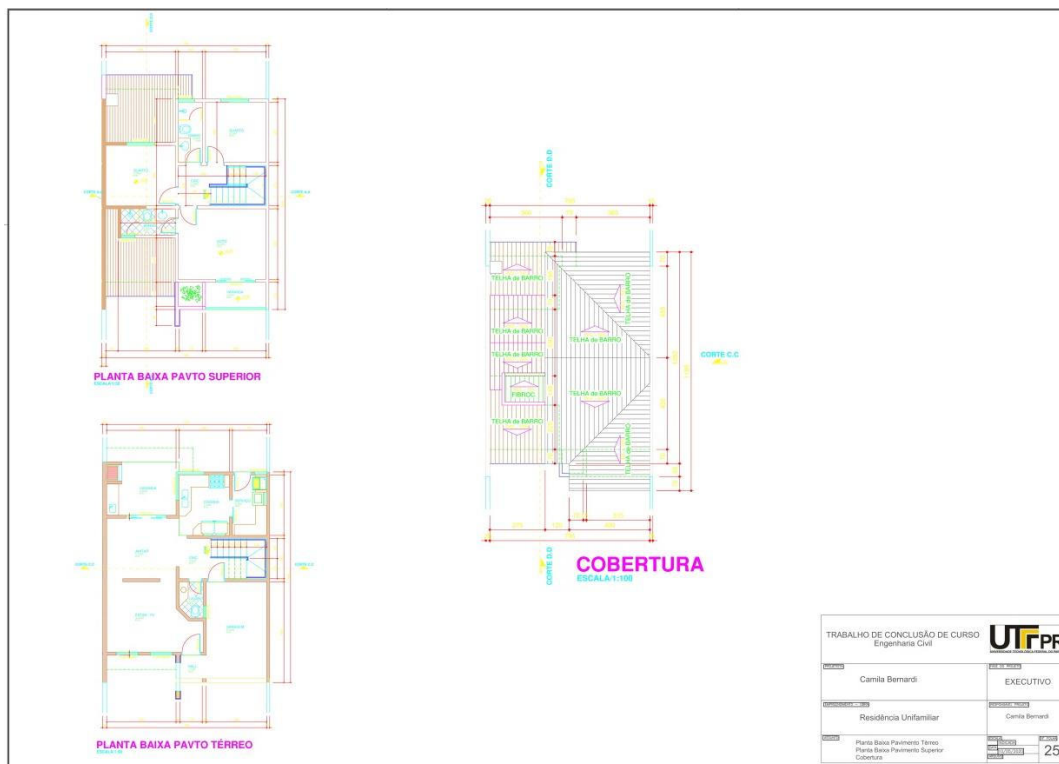
APÊNDICE W - LOCAÇÃO DOS BLOCOS LAUDO DE SONDAÇÃO 2 - FIXADO 6TF



APÊNDICE X - FORMAS DA BALDRAME, 1ª LAJE E COBERTURA



APÊNDICE Y - PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO - PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR – COBERTURA



APÊNDICE Z - CORTE CC - CORTE DD - ELEVAÇÃO FRONTAL 01



ANEXO A – LAUDO DE SONDAGEM 1

Revestimento	Cota relação R.U.K.	N.A. Final	Índice de SPT Incl. 30cm	Índice SPT Final (30cm)	Anos/m	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 110512
							Furo SPT 01	Cota: 99,380	
1,0			3	4	1		SPT - Standard Penetration Test Camadas - Classificação dos solos		
	94,38		5	7	2	3,45	ARGILA, COR MARRON AVERMELHADA, SEM TEXTURA INTERNA, CONSISTÊNCIA MOLE À MÉDIA.		
			10	12	3				
			11	14	4				
	84,38		15	16	5		ARGILA, TONALIDADE MARRON, ALTERAÇÕES COM CORES MESCLADAS, PERCOLAÇÕES COM CORES ESCURAS, CONSISTÊNCIA RÍGIDA À DURA.		
			19	20	6	7,45			
			21	22	7				
			23	27	8	8,45			
	89,38				9		ARGILA, TONALIDADE ROXA, ALTERAÇÕES COM CORES MESCLADAS, PERCOLAÇÕES COM CORES VARIADAS, CONSISTÊNCIA DURA.		
					10				
					11		SONDAGEM LIMITADA POR ROCHA OU MATAÇÃO		
					12		NÍVEL D'ÁGUA 4,80m		
					13		LIMITE DA SONDAGEM 8,45m		
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
	79,38				20				
					21				
					22				
					23				
					24				
					25				
					26				
					27				
					28				
					29				
	69,38				30				
					31				
					32				
					33				
					34				
					35				
					36				
					37				
					38				
					39				
					40				
					41				
					42				
					43				
					44				
					45				
					46				
					47				
					48				
					49				
					50				
					51				
					52				
					53				
					54				
					55				
					56				
					57				
					58				
					59				
					60				
					61				
					62				
					63				
					64				
					65				
					66				
					67				
					68				
					69				
					70				
					71				
					72				
					73				
					74				
					75				
					76				
					77				
					78				
					79				
					80				
					81				
					82				
					83				
					84				
					85				
					86				
					87				
					88				
					89				
					90				
					91				
					92				
					93				
					94				
					95				
					96				
					97				
					98				
					99				
					100				
					101				
					102				
					103				
					104				
					105				
					106				
					107				
					108				
					109				
					110				
					111				
					112				
					113				
					114				
					115				
					116				
					117				
					118				
					119				
					120				
					121				
					122				
					123				
					124				
					125				
					126				
					127				
					128				
					129				
					130				
					131				
					132				
					133				
					134				
					135				
					136				
					137				
					138				
					139				
					140				
					141				
					142				
					143				
					144				
					145				
					146				
					147				
					148				
					149				
					150				
					151				
					152				
					153				
					154				
					155				
					156				
					157				
					158				
					159				
					160				
					161				
					162				
					163				
					164				
					165				
					166				
					167				
					168				
					169				
					170				
					171				
					172				
					173				
					174				
					175				
					176				
					177				
					178				
					179				
					180				
					181				
					182				
					183				
					184				
					185				
					186				
					187				
					188				
					189				
					190				
					191				
					192				
					193				
					194				
					195				
					196				
					197				
					198				
					199				
					200				

ANEXO B - LAUDO DE SONDAGEM 2

Revestimento	Proc. De Perfuração/ Circulação d'água (C.A.)	N.A. Final	Nº de golpes/ penetração				Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 090114
			Furo SPT 01							Cota relação R.N.	Cota Inicial	
	T.H.		0	0	0	0		0				
	Perf. C.A.	3,80	2	2	2	4		1	ARGILA, COR MARRON AVERMELHADA, EVENTUAIS GRÂNULOS DE QUARTZO E DE ROCHA ALTERADA, CONSISTÊNCIA MOLE.	4,45	4,45	
2			2	2	4	2						
2			2	2	4	3						
2			2	2	4	4						
2			2	3	5	4	4,45					
3			3	3	6	5	5					
3			3	3	6	6	6					
3			3	4	7	7	7,45					
4			4	4	8	8	8					
4			4	5	9	9	9					
5			5	5	10	10	10					
5			5	6	11	11	11					
6			6	7	13	12	12					
7			7	7	14	13	13					
7			8	8	16	14	14					
7			8	9	17	15	15					
6			6	6	12	16	16,45					
6			6	7	13	17	17					
6			6	7	13	18	18					
6			6	6	12	19	19					
6			6	7	13	20	20,45					
6			6	6	12	21	21					
6			7	7	14	22	22					
6	7	8	15	23	23,45							
					24							
					25							
					26							
					27							
					28							
					29							
					30							
					31							
					32							
					33							
					34							
					35							
					36							
					37							
N.A. Final: 3,80m.			Amostrador		Revestimento Ø	Data de execução						
			Ø Interno 1 3/8"		Peso 65,0 kg	Início: 02/09/2014						
			Ø Externo 2"		Altura de queda 75,0 cm	Término: 02/09/2014						

Fonte: FUNGEO - Fundações e Geologia (2019).

ANEXO C – ORÇAMENTO GLOBAL

PLANILHA DE ORÇAMENTOS

Obra: Residência unifamiliar

Área (m²): 117,70

Tipo de obra: Residencial

Descrição	Un	Qtde.	Preço Unit.	Preço total
-----------	----	-------	-------------	-------------

.

SERVIÇOS

PRELIMINARES

Abrigo para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas	mês	12,0 0	R\$ 410,00	R\$ 4.920,00
---	-----	-----------	---------------	-----------------

Locação da obra, execução do gabarito	m	37,40	R\$ 4,44	R\$ 165,96
---------------------------------------	---	-------	-------------	---------------

Placa de Identificação da Obra	un.	1,00	R\$ 365,00	R\$ 365,00
--------------------------------	-----	------	---------------	---------------

Tapume chapa de madeira compensada, inclusive montagem - madeira resinada compensada e = 6 mm (1,10X2,20 m)	m²	96,60	R\$ 45,59	R\$ 4.404,28
---	----	-------	--------------	-----------------

Ligação provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras - instalação mínima	un.	1,00	R\$ 3.593,23	R\$ 3.593,23
--	-----	------	-----------------	-----------------

Ligação provisória de luz e força para obra - instalação mínima	un.	1,00	R\$ 803,46	R\$ 803,46
---	-----	------	---------------	---------------

Limpeza do terreno - raspagem e limpeza manual	m²	137,7 0	R\$ 1,11	R\$ 153,19
--	----	------------	-------------	---------------

Total do item				R\$ 14.404,84
----------------------	--	--	--	--------------------------

INFRAESTRUT

URA

Escavação manual de vala em solo de 1ª categoria	m³	7,13	R\$ 17,80	R\$ 126,91
--	----	------	--------------	---------------

Reaterro e compactação manual de vala por apiloamento com soquete	m ³	3,56	R\$ 17,77	R\$ 63,36
Fôrma de Madeira para fundação, com tábuas e sarrafos 3 aproveitamentos - fabricação, montagem e desmontagem	m ²	33,17	R\$ 28,45	R\$ 943,75
Armadura de Aço CA - 50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem	kg	266,4 4	R\$ 7,20	R\$ 1.918,75
Armadura de Aço CA - 60 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem	kg	73,76	R\$ 6,56	R\$ 483,56
Concreto leve usinado, Controle A, 25 Mpa	m ³	51,32	R\$ 346,57	R\$ 16.642,29
Execução da Hélice Contínua de diâmetro 250 mm	m	84	R\$ 35,00	R\$ 2.940,00
Execução da Hélice Contínua de diâmetro 300 mm	m	132	R\$ 39,00	R\$ 5.148,00
Taxa de mobilização do equipamento para a obra	Un .	1,00	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
Investigação Geotécnica	Un .	1,00	R\$ 2.633,75	R\$ 2.633,75
Total do item				R\$ 40.234,34

SUPERESTRUT**URA**

Fôrma para pilares, com chapa comp. plastif., 3 aproveit., e = 12 mm - fabricação, montagem e desmontagem	m ²	85,50	R\$ 37,83	R\$ 3.234,13
Fôrma para vigas, com chapa comp. plastif., 3 aproveit., e = 12 mm - fabricação, montagem e	m ²	221,3 0	R\$ 31,24	R\$ 6.914,33

desmontagem				
Pré-laje pré-fabricada treliçada para piso ou cobertura, largura 25 cm, espessura 12 cm, capeamento 4 cm	m ²	117,5 5	R\$ 73,46	R\$ 8.635,22
Armadura de Aço CA - 50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem	kg	1.240 ,90	R\$ 7,20	R\$ 8.936,28
Armadura de Aço CA - 60 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem	kg	345,9 0	R\$ 6,56	R\$ 2.267,49
Concreto leve usinado, Controle A, 25 Mpa	m ³	24,50	R\$ 346,57	R\$ 8.490,97
Total do item				R\$ 38.478,41
ALVENARIA				
Alvenaria de vedação com bloco cerâmico furado 19 x 19 x 39 cm furos verticais, espessura da parede 19 cm, juntas de 10 mm, assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8	m ²	59,06	R\$ 37,73	R\$ 2.228,29
Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos furado, 14 x 19 x 39 cm furos verticais, espessura da parede 14 cm, juntas de 10 mm, assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8	m ²	215,8 4	R\$ 31,00	R\$ 6.690,13
Verga reta moldada no local	m ³	0,55	R\$ 1.116,79	R\$ 614,23
Total do item				R\$ 9.538,57

COBERTURA

Estrutura de madeira para telha cerâmica, vão de 3 a 7 m - m ²	m ²	87,54	R\$ 99,90	R\$ 8.744,86
Estrutura de madeira para telha ondulada de fibrocimento, alumínio ou plástica, vão de 10 m	m ²	3,49	R\$ 83,13	R\$ 290,12
Cobertura com telha cerâmica, tipo francesa, Inclinação 50% - m ²	m ²	79,48	R\$ 24,98	R\$ 1.985,66
Cobertura com telha cerâmica tipo francesa, inclinação 35%	m ²	8,06	R\$ 13,98	R\$ 112,68
Cobertura com telha de fibrocimento, inclinação 10%	m ²	3,49	R\$ 62,79	R\$ 219,14
Calha de chapa galvanizada nº 24, desenvolvimento 25 cm	m	40,20	R\$ 52,16	R\$ 2.096,79
Rufo chapa de aço galvanizado nº 24	m	38,75	R\$ 18,37	R\$ 711,84
Cumeeira articulada de fibrocimento para a telha perfil com onda largura útil 450 mm, e = 4 mm	m	7,95	R\$ 8,22	R\$ 65,35
Total do item				R\$ 14.226,44

IMPERMEABILIZA**ÇÃO**

Impermeabilização - Baldrame com cimento modificado com polímeros - 2 demãos	m ²	59,86	R\$ 17,07	R\$ 1.021,81
Impermeabilização de piso com três demãos de emulsão asfáltica	m ²	12,67	R\$ 26,99	R\$ 341,96
Total do item				R\$ 1.363,82

REVESTIMENT**O****PAREDES**

Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3 com preparo mecânico em betoneira de 400 litros, e=5mm	m ²	549,8 1	R\$ 2,69	R\$ 1.481,20
---	----------------	------------	-------------	-----------------

Emboço com argamassa mista de cimento, cal e areia, no traço 1:2:9, com preparo mecânico em betoneira de 400 litros, e=20mm	m ²	549,8 1	R\$ 14,82	R\$ 8.147,51
---	----------------	------------	--------------	-----------------

Reboco para parede interna ou externa, com argamassa industrializada multiuso e=5 mm	m ²	456,7 6	R\$ 8,44	R\$ 3.857,75
--	----------------	------------	-------------	-----------------

Azulejo cerâmico esmaltado extra, assentado com argamassa traço 1:2:9	m ²	93,05	R\$ 23,43	R\$ 2.184,85
---	----------------	-------	--------------	-----------------

Rejuntamento com cimento branco não estrutural	m ²	93,05	R\$ 1,74	R\$ 170,98
--	----------------	-------	-------------	---------------

Total do item				R\$ 15.799,08
----------------------	--	--	--	--------------------------

TETO

Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5 mm	m ²	117,7 0	R\$ 6,33	R\$ 744,87
---	----------------	------------	-------------	---------------

Emboço com argamassa mista de cimento, cal e areia, no traço 1:2:9, com preparo mecânico em betoneira de 400 litros, e=20mm	m ²	117,7 0	R\$ 11,08	R\$ 1.304,59
---	----------------	------------	--------------	-----------------

Reboco para revestimento interno ou externo, com argamassa industrializada multiuso e=5 mm	m ²	117,7 0	R\$ 9,51	R\$ 1.119,73
--	----------------	------------	-------------	-----------------

Total do item				R\$ 3.169,18
----------------------	--	--	--	-------------------------

Total do item				R\$ 18.971,86
----------------------	--	--	--	--------------------------

ESQUADRIAS

Janela de alumínio 1,40X1,20 de correr com duas folhas	Un	2,00	R\$ 599,90	R\$ 1.199,80
Janela de alumínio 60x60 cm, basculante	Un	1,00	R\$ 329,90	R\$ 329,90
Janela de alumínio 80x60 cm, basculante	Un	1,00	R\$ 399,90	R\$ 399,90
Janela de alumínio 1,10x1,60 cm de correr com duas folhas	Un	2,00	R\$ 674,40	R\$ 1.348,80
Janela de alumínio 1,40x1,00 cm de correr com duas folhas	Un	2,00	R\$ 600,00	R\$ 1.200,00
Porta de madeira 0,80 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	Un	7,00	R\$ 599,90	R\$ 4.199,30
Porta de madeira 0,70 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	Un	2,00	R\$ 610,45	R\$ 1.220,90
Porta de madeira 0,60 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	Un	1,00	R\$ 530,00	R\$ 530,00
Porta de alumínio 2,00 x 2,10 m, interna	Un	2,00	R\$ 2.410,90	R\$ 4.821,80
Total do item				R\$ 15.250,40

PISOS

Aterro apiloado (espessura: 20 cm)	m ²	13,23	R\$ 7,28	R\$ 96,26
Lastro de Brita 3 e 4 apiloado com soquete manual para regularização	m ³	6,62	R\$ 68,83	R\$ 455,35
Lastro de concreto incluindo preparo e lançamento (espessura: 5 cm)	m ³	3,31	R\$ 245,06	R\$ 810,66
Argamassa de regularização (espessura: 3 cm)	m ²	115,9	R\$ 12,55	R\$ 1.455,42
Piso cerâmico esmaltado assentado	m ²	115,9	R\$	R\$

com argamassa pré-fabricado de cimento colante (dimensão: 30 x 30 cm)		8	36,04	4.179,75
Rodapé Cerâmico	m	123,00	R\$ 8,03	R\$ 987,25
Soleira de granito, assentada com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:1:4	m	11,60	R\$ 35,95	R\$ 417,04
Rejuntamento de piso cerâmico com argamassa pré-fabricada (junta: 6 mm)	m ²	115,98	R\$ 2,33	R\$ 270,14
Total do item				R\$ 8.672,57

PINTURA

Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	m ²	151,05	R\$ 12,34	R\$ 1.695,87
Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	m ²	151,05	R\$ 9,43	R\$ 1.296,45
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	m ²	123,85	R\$ 12,34	R\$ 1.695,87
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	m ²	123,85	R\$ 9,43	R\$ 1.296,45
Pintura em esquadrias de ferro, com duas demãos	m ²	142,35	R\$ 29,47	R\$ 4.195,71
Total do item				R\$ 10.180,36

LOUÇAS E

METAIS

Bacia sanitária de louça, com tampa e acessórios	un.	3,00	R\$ 167,46	R\$ 502,39
Lavatório de louça de embutir (cuba), com torneira de pressão e acessórios	un.	3,00	R\$ 234,94	R\$ 704,82
Saboneteira de louça 7,5 x 15 cm	un.	4,00	R\$ 29,27	R\$ 117,09
Porta-papel de louça branca ou em cores	un.	3,00	R\$ 30,32	R\$ 92,17
Torneira de pressão metálica - pia	un.	4,00	R\$ 70,14	R\$ 280,57
Chuveiro	un.	2,00	R\$ 280,03	R\$ 560,06
Tanque de louça com cuba simples	un.	4,00	R\$ 78,25	R\$ 312,99
Torneira de pressão metálica para tanque	un.	1,00	R\$ 173,39	R\$ 173,39
Total do item				R\$ 2.743,47
VIDROS				
Vidros - Cristal liso 4mm	m ²	20,00	R\$ 122,69	R\$ 2.453,80
Total do item				R\$ 2.453,80
SERVIÇOS				
COMPLEMENT				
ARES				
Limpeza geral da edificação	m ²	137,70	R\$ 3,40	R\$ 467,49
Carga manual de entulho em caminhão basculante	m ³	20,00	R\$ 20,11	R\$ 402,29
Total do item				R\$ 869,78
INSTALAÇÕES				
				R\$

				26.465,10
Total do item				R\$ 26.465,10
MURO				
Muro divisório com bloco de concreto 14x19x39 cm, e=14 cm, altura 1,80m, sobre sapata corrida	m	5,54	R\$ 255,98	R\$ 1.418,15
Portão basculante de veículo	un.	1,00	R\$ 2.450,00	R\$ 2.450,00
Portão de pessoas	un.	1,00	R\$ 750,00	R\$ 750,00
Chapisco	m ²	15,53	R\$ 2,69	R\$ 41,84
Reboco	m ²	15,53	R\$ 8,44	R\$ 131,01
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	m ²	15,53	R\$ 12,34	R\$ 191,61
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	m ²	15,53	R\$ 9,43	R\$ 146,48
Total do item				R\$ 5.129,28
Custo total da obra	R\$ 208.983,03			
Custo total por m²	R\$ 1.775,56			

Fonte: FUNGEO - Fundações e Geologia (2019).