



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

LUIS FERNANDO SEBASTIÃO SILVA

MAILON MARCELINO MORAIS

**COMPARATIVO ENTRE A RELAÇÃO DE AUSÊNCIA DE INFORMAÇÕES
GEOTÉCNICAS NA QUALIDADE FINAL DAS FUNDAÇÕES E A SUA
INFLUÊNCIA NO CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO**

Tubarão

2022

**LUIS FERNANDO SEBASTIÃO SILVA
MAILON MARCELINO MORAIS**

**COMPARATIVO ENTRE A RELAÇÃO DE AUSÊNCIA DE INFORMAÇÕES
GEOTÉCNICAS NA QUALIDADE FINAL DAS FUNDAÇÕES E A SUA
INFLUÊNCIA NO CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Ismael Medeiros

Tubarão
2022

LUIS FERNANDO SEBASTIÃO SILVA
MAILON MARCELINO MORAIS

**COMPARATIVO ENTRE A RELAÇÃO DE AUSÊNCIA DE INFORMAÇÕES
GEOTÉCNICAS NA QUALIDADE FINAL DAS FUNDAÇÕES E A SUA
INFLUÊNCIA NO CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 09 de junho de 2022.

Professor e orientador Ismael Medeiros, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor Gercino Preve
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor Walter Olivier Alves
Universidade do Sul de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda força e saúde para que pudesse enfrentar todas as dificuldades ao longo deste ano atípico

Aos meus professores, que nesse período de aprendizado dentro da instituição puderam partilhar tão vasto conhecimento em nossa futura área de atuação, em especial Prof.º Ismael Medeiros, por qual possuo uma admiração profunda.

Aos meus pais, Manoel e Zenilda, por todo o ensinamento que me foi concedido e por toda sua história de força e superação que me faz possuir tanto orgulho destes.

A minha querida Namorada Bianca, que de maneira muito especial contribui para minha vida com todo seu carinho e apreço.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelos grandes e inesquecíveis momentos compartilhados e pela sua ajuda durante todo o trajeto percorrido e espero que nossas parcerias prosperem para a vida.

E espero um dia de certa forma poder recompensar a cada uma dessas pessoas e as que também não estão citadas toda a ajuda e força recebida, muito obrigado!

Mailon

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queria agradecer a Deus pela oportunidade e por me dar disposição, saúde e força para que eu pudesse realizar este trabalho e que me acompanhou ao longo de todo o curso.

Agradecimento a todos os professores que repassaram seus ensinamentos, em especial ao nosso orientador, Prof.º Ismael Medeiros, por sua sabedoria, ajuda, conselhos e por compartilhar seus conhecimentos para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, Osni e Rozélia, pelo exemplo de vida, força e superação no qual me orgulho muito destes, e a minha família toda que nunca mediram esforços para me apoiarem nas horas difíceis e compreenderem minha ausência pelo tempo dedicado aos estudos e à minha formação, pois sempre se fizeram presentes em minha vida e não permitiram que eu desistisse do meu sonho.

A minha namorada Emilly, que sempre esteve ao meu lado me apoiando, dando forças e oferecendo seu carinho para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu amigo e colega de TCC Mailon, pelos momentos compartilhados, pela parceria, pela troca de conhecimentos e vivências percorridas nesse período.

E espero um dia poder recompensar de alguma forma a todas essas pessoas, até mesmo as que não estão citadas pela ajuda recebida, muito obrigado!

Luís Fernando

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King).

RESUMO

As informações geotécnicas são de extrema importância para o dimensionamento de fundações em obras civis. Visto que inúmeras ocorrências de obras de reparos vêm sendo realizados no Brasil inteiro, este trabalho busca ressaltar a importância em realizar ensaios como sondagens, sendo o SPT (Standard Penetration Test) o mais utilizado no Brasil, para assim de acordo com os laudos escolher o tipo de fundação ideal para as condições encontradas e dimensionar de maneira que venha a se obter um resultado positivo da obra. Tendo como consequência a influência no cronograma físico-financeiro devido a problemas ocorridos através de falhas ao dimensionar as fundações, será apresentado como forma de estudo de caso uma análise de obras que será coletado informações preliminares como investigações do solo, laudos de sondagem, informações da estrutura para assim fazer a escolha do tipo de fundação correta para tal situação e comparar a uma obra em que não se tem informações geotécnicas sendo dimensionada sem o reconhecimento do solo de acordo com as normas e concluir qual a diferença no resultado final entre as duas situações apresentadas e tirar as conclusões.

Palavras-chave: Fundação. Cronograma. Qualidade.

ABSTRACT

Geotechnical information is of utmost importance for the dimensioning of foundations in civil works. Seeing numerous occurrences of repair works have been performed throughout Brazil, this work seeks to highlight the importance of performing tests such as soundings, being the SPT (Standard Penetration Test) the most used in Brazil, so that according to the reports choose the ideal type of foundation for the conditions encountered and dimensioning so that it will obtain a positive result of the work. Having as an implication the influence on the physical-financial due to problems occurred through failures to size the foundations will be presented as a case study analysis of works that will be collected preliminary information such as soil investigations, reports of drilling, and information from the structure to thus make the choice of the correct type of foundation for such a situation and compare a work in which there is no geotechnical information being sized without the recognition of the soil according to the standards and conclude what the difference in the final result between the two situations presented and draw conclusions.

Key words: Foundation. Chronogram. Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Esquema dos horizontes e sub-horizontes de formação dos solos.....	16
Figura 2 - Curva Granulométrica.	18
Figura 3 - Diferenças Granulométricas	18
Figura 4 - Sapata Isolada	23
Figura 5 - Sapata Corrida.....	24
Figura 6 - Sapata Associada	24
Figura 7 - Sapata alavancada	25
Figura 8 - Bloco.....	26
Figura 9 - Radier.....	26
Figura 10 - Classificação dos principais tipos de estacas pelo método executivo	27
Figura 11- Procedimento Executivo de Estaca Raiz	28
Figura 12 - Formato de Estacas de Concreto.....	29
Figura 13- Processo Executivo Estaca Hélice Contínua Monitorada.....	30
Figura 14 - Exemplo cronograma de barras	34
Figura 15 - Fluxograma das etapas da pesquisa.	35
Figura 16 - Mapa de Localização	37
Figura 17 – Locação das Perfurações de Sondagem	38
Figura 18 - Laudo de Sondagem SPT.....	43
Figura 19 – Locação das Sapatas.....	43
Figura 20 - Locação das Estacas e Blocos.....	44
Figura 21 – Escavação.....	45
Figura 22 - Concreto magro e fixação da forma.....	46
Figura 23 - Montagem da ferragem.....	46
Figura 24 – Concretagem	47
Figura 25 – Desforma.....	48
Figura 26 - Perfuração da estaca.....	49
Figura 27 - Concretagem da estaca	50
Figura 28 - Colocação da armadura.....	50
Figura 29 - Escavação de blocos de fundação.....	51
Figura 30 - Serviço de arrasamento de estacas.....	52
Figura 31 - Desenho ilustrativo com o concreto magro realizado.....	53
Figura 32 - Desenho técnico com posicionamento dos painéis laterais e travamentos.....	53

Figura 33 - Perspectiva da armadura do bloco	54
Figura 34 - Bloco de coroamento desformado e impermeabilizado.....	55
Figura 35 - Cronograma físico-financeiro fundação direta	56
Figura 36 - Curva S de avanço físico da obra fundação tipo sapata.....	57
Figura 37 - Curva S Desembolso Acumulado	58
Figura 38 - Desembolso mensal fundação direta.....	58
Figura 39 - Cronograma físico-financeiro fundação profunda.....	60
Figura 40 - Curva S de avanço físico da obra fundação tipo profunda	61
Figura 41 - Curva S Desembolso Acumulado	62
Figura 42 – Desembolso mensal fundação profunda.....	63
Figura 43 – Análise comparativa avanço físico da obra.....	64
Figura 44 - Análise comparativa desembolso Mensal.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consistência de argilas e siltes arenosos	19
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos.....	15
1.2	<i>JUSTIFICATIVA.....</i>	<i>15</i>
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	SOLOS.....	16
2.2	TIPOS E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	16
2.2.1	CLASSIFICAÇÃO GEOTÉCNICA	17
2.2.2	CLASSIFICAÇÃO PEDOLÓGICA	17
2.2.3	DIÂMETRO DAS PARTÍCULAS	17
2.3	MÉTODOS DE INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS DE FUNDAÇÕES	20
2.3.1	MÉTODOS INDIRETOS	20
2.3.2	MÉTODOS DIRETOS	21
2.4	MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....	22
2.4.1	FUNDAÇÕES RASAS.....	23
2.4.1.1	SAPATAS.....	23
2.4.1.1.1	<i>SAPATA ISOLADA.....</i>	<i>23</i>
2.4.1.1.2	<i>SAPATA CORRIDA.....</i>	<i>24</i>
2.4.1.1.3	<i>SAPATA ASSOCIADA.....</i>	<i>24</i>
2.4.1.1.4	<i>SAPATA ALAVANCADA.....</i>	<i>25</i>
2.4.1.1.5	<i>BLOCOS.....</i>	<i>25</i>
2.4.1.1.6	<i>RADIER.....</i>	<i>26</i>
2.4.2	FUNDAÇÕES PROFUNDAS	26
2.4.2.1	ESTACAS	27
2.4.2.1.1	<i>ESTACA RAIZ.....</i>	<i>28</i>
2.4.2.1.2	<i>ESTACAS PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO ARMADO.....</i>	<i>29</i>
2.4.2.1.3	<i>HÉLICE CONTINUA.....</i>	<i>29</i>
2.5	PLANEJAMENTO DE OBRA.....	30
2.5.1	BENEFÍCIOS DO PLANEJAMENTO DE OBRA.....	31
2.5.2	RAZÕES PARA O ACOMPANHAMENTO DE OBRA.....	32
2.6	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO	33

3	MÉTODOLOGIA.....	35
4	RESULTADOS	37
4.1	ANÁLISE DE SONDAÇÃO À PERCUSSÃO - SPT	37
4.1.1	SPT-01	39
4.1.2	SPT-02	39
4.1.3	SPT-03	40
4.1.4	SPT-04	41
4.1.5	SPT-05	41
4.2	PERFIL DO SOLO SEGUNDO SONDAÇÃO SPT	42
4.3	FUNDAÇÃO DIRETA.....	43
4.4	FUNDAÇÃO PROFUNDA.....	44
4.5	ETAPAS CONSIDERADAS PARA O PLANEJAMENTO DO CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO FUNDAÇÃO DO TIPO SAPATAS ISOLADAS	45
4.5.1	Escavação	45
4.5.2	Concreto magro e Montagem da forma	45
4.5.3	Montagem da ferragem	46
4.5.4	Concretagem das Sapatas.....	47
4.5.5	Desforma	47
4.6	ETAPAS CONSIDERADAS PARA O PLANEJAMENTO DO CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO FUNDAÇÃO DO TIPO ESTACAS HÉLICE CONTINUA.....	48
4.6.1	Perfuração.....	48
4.6.2	Concretagem das estacas	49
4.6.3	Colocação da armadura.....	50
4.6.4	Escavação e preparação da base.....	51
4.6.5	Arrasamento das Estacas.....	52
4.6.6	Execução do concreto magro.....	52
4.6.7	Montagem da Forma.....	53
4.6.8	Montagem de Armadura	54
4.6.9	Concretagem do Bloco	54
4.6.10	Desforma e Impermeabilização.....	55
4.7	ANÁLISE DE DADOS	55
4.7.1	FUNDAÇÃO RASA	55
4.7.2	FUNDAÇÃO PROFUNDA.....	59
5	CONCLUSÃO.....	66

6 REFERÊNCIAS.....	68
ANEXOS	71

1 INTRODUÇÃO

No setor de construção civil encontramos diversas áreas de atuação, entretanto na grande parte destas ramificações distintas encontra-se como base para os trabalhos, uma estrutura de fundação em que é responsável por suportar e distribuir as cargas provenientes dos esforços recebidos de forma equalizada ao solo em que é apoiado.

Segundo Alonso (1991), as estruturas de fundação devem ser dimensionadas e executadas para garantir condições mínimas de segurança, desempenho e durabilidade, sob a ação das cargas utilizadas. Portanto, uma boa obra de fundação é baseada na avaliação do projeto para eficiência e segurança, eficiência e controle de qualidade. O reconhecimento do solo, suas características, categorização geotécnica e pedológica e todas as suas características são essenciais para garantir o comportamento do equipamento que apresentará.

Uma investigação geológica por meio de sondagem nos dá a informação de presença de rochas, as profundidades dos horizontes, nível de lençol freático, para que possa ser determinada a resistência do solo às tensões que serão empregadas a este. Essas informações são de cunho fundamental para a seleção e dimensionamento da sua estrutura de fundação.

Sabemos que em uma construção houver uma má interpretação de leitura ou até mesmo a não realização do estudo da sondagem, poderá ocorrer sérios danos e riscos a obra, como erros estruturais, danos na parte financeira da obra, atraso no cronograma físico e a necessidade de projeto complementar para a recuperação da obra.

Um ponto pertinente a ser observado é a relação dos custos e prazos pré-determinados nesta etapa. No intuito de controlar estes fatores, a obtenção destes dados são tornam-se um conjunto de característica em simultaneidade que agregam a eficiência, segurança e eficácia nos resultados dos dimensionamentos a serem realizados.

Neste trabalho apresenta-se a importância sobre a realização de estudos geotécnicos, para reconhecimento de solo, como um laudo de sondagem para o dimensionamento de projetos de fundações e sua possível influência dentro de um cronograma físico-financeiro da obra. Com a falta de informações sobre o estudo geotécnico e a necessidade de complemento nos estudos preliminares, motivou-se a mudança no projeto de fundação e o reajuste do seu cronograma físico-financeiro.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Realizar estudo comparativo entre a relação de ausência de informações geotécnicas na qualidade final das fundações e influência do cronograma físico-financeiro na obra.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos deste trabalho são:

- Realizar análise de cronograma físico-financeira comparativa de obra com e sem conhecimento geotécnico do local escolhido para a edificação;
- Verificar a interrelação entre informações geotécnicas e cronograma físico-financeiro;
- Identificar os principais fatores que ocasionam desvios na execução e a conclusão das atividades programadas, a partir da ausência de informações geotécnicas;

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho tem como justificativa apresentar a séria relevância em realizar estudos de sondagem afim de obter informações geotécnicas do solo de modo que a fundação seja corretamente projetada em conformidade as condições do solo encontradas e de acordo com as normas, para assim conseguir uma qualidade final positiva da fundação visto que diversos problemas acontecem nas edificações por falta dessas informações e demonstrar a influência no cronograma físico-financeiro pois sabemos que devido a este fato, mudanças serão necessárias para recuperar a qualidade desejada da obra que por sua vez geram retrabalhos necessitando de mais recursos aumentando o custo e o atraso da obra, assim afetando diretamente o cronograma físico-financeiro. Ressalta-se que é essencial o respeito das comprimento das normas regulamentadas, pois se não empregar na prática pode gerar muitos problemas que são simples de prever e evitar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SOLOS

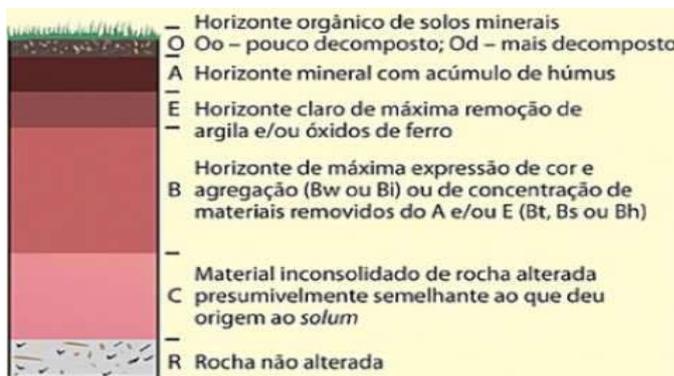
Segundo CAPUTO (1988), o homem viu a necessidade de conhecer os tipos de solos desde os tempos mais antigos, devido a alguns problemas que ocorreram em obras grandiosas da época das primeiras civilizações como os templos da Babilônia, a Grande Muralha da China, os aquedutos e as estradas do império Romano.

Para todos os tipos de obra fundação é imprescindível a compreensão da formação geológica daquele local em que se almeja uma obra e tanto como comportamento da água presente próximo a superfície quanto nas camadas profundas.

De acordo com Das (2001) um solo é consequência da ação de erosão das rochas. A estrutura do solo depende da forma em que as partículas estão distribuídas, de maneira que o tamanho destas influenciam na sua classificação.

Na Figura 1 observa-se uma representação das camadas que compõem o solo da superfície terrestre, de acordo com a Pedologia estas camadas são chamadas de horizontes.

Figura 1- Esquema dos horizontes e sub-horizontes de formação dos solos



Fonte: Lepsch (2010).

2.2 TIPOS E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Com base em Caputo (2016), O solo é criado por ações físicas e químicas, como o clima das rochas. Esses processos são possíveis através do uso de agentes como água, temperatura, ar e vegetação, que formam o solo com partículas grossas e médias, bem como partículas finas em condições especiais. Pode-se dizer, portanto, que o solo é oriundo da rocha e as diversas causas dessa transformação.

Alguns dos aspectos que influem a formação do solo são o clima, o terreno os organismos, as sequências temporais e, em particular, o material de origem. Esses efeitos causam diferentes estruturas do solo durante a formação. (LIMA & LIMA, 2019).

2.2.1 CLASSIFICAÇÃO GEOTÉCNICA

De acordo com as categorias geotécnicas, os solos são classificados de acordo com sua origem, divididos em solos residuais, orgânicos e sedimentares. Esta distribuição apenas analisa a composição do solo.

Caputo (2016), descreve esta divisão da seguinte forma, um solo residual como aquele quando ocorre uma transição contínua do solo para a rocha, fixando-se na área natural da rocha. Por outro lado, os solos sedimentares requerem a ação de agentes transportadores em sua composição, que podem ser eólicos, aluviais, pluviais, coluviais e glaciais. E o solo de composição orgânica tem uma essência orgânica, que pode vir de plantas, raízes ou conchas.

2.2.2 CLASSIFICAÇÃO PEDOLÓGICA

A pedologia é vista como uma ciência do solo, destinada a estudá-la em seu ambiente natural. Esta ciência lida com a genética do solo, morfologia, composição e origem, mapeamento e categorização do solo. (LEPSCH, 2011).

Através do exame pedológico é possível adquirir dados sobre a natureza e propriedades do solo, bem como características físicas, químicas, minerais e morfológicas como durabilidade, cor, textura, consistência e flexibilidade entre horizontes ou camadas (SOUZA, 1995).

Com dados obtidos a partir de estudos e análises de solos, define-se a detecção da fase pedológica, em latossolo, cambissolo, podzólico, areia quartzosa, solo orgânico, gleisoils e litólico. (IBGE, 2007).

2.2.3 DIÂMETRO DAS PARTÍCULAS

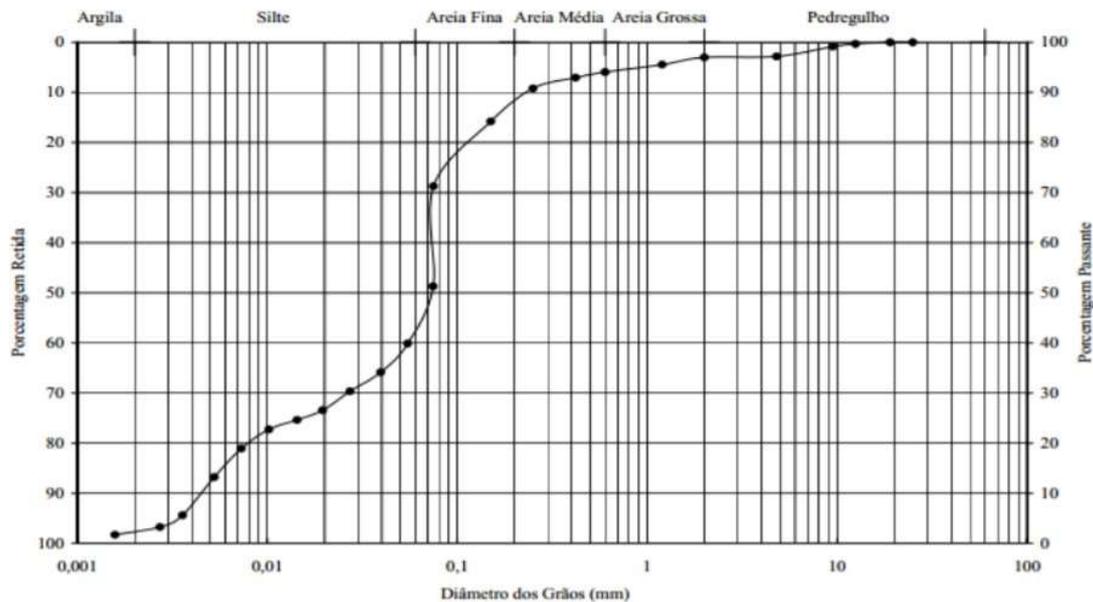
DAS (2011), afirma que por análise granulométrica, a classificação de partículas é obtida.

Segundo Caputo (2016), a escala granulométrica brasileira (ABNT), determina que os solos são: Pedregulho - conjunto de partículas com diâmetros equivalentes compreendidos entre

76 e 4,8 mm; areia, entre 4,8 e 0,05 mm; silte, entre 0,05 e 0,005 mm; argila, inferiores a 0,005 mm.

Para determinação das dimensões e proporções relativas das partículas, faz-se uso da curva granulométrica, apresentada na Figura 2.

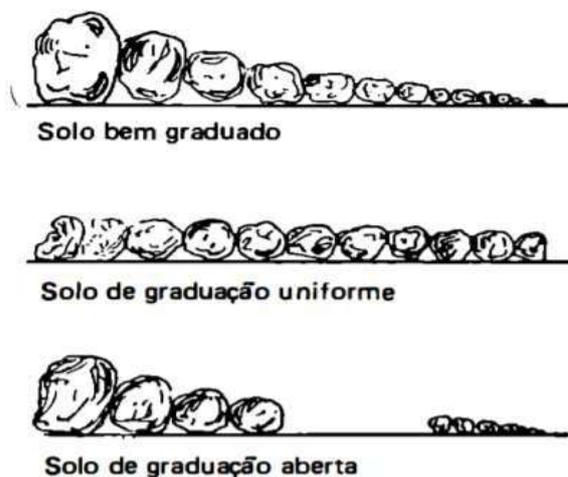
Figura 2 - Curva Granulométrica.



Fonte: ABNT NBR NM 248 (2003).

Dependendo da forma da curva, é possível ver diferentes tipos de granulometria. Pode ser definido como contínuo, não contínuo e uniforme, dependendo da predominância de frações finas ou grossas conforme mostra a Figura 3 (CAPUTO, 2016)

Figura 3 - Diferenças Granulométricas



Fonte: Caputo (2016).

Um ensaio de granulometria é a descoberta do percentual passante durante o peneiramento de um determinado material relacionado ao seu peso da amostra seco, porém, algumas partículas muito finas acabam passando pela peneira que possui o menor diâmetro e pra isto é necessário realizar o processo de sedimentação a partir do procedimento para obter-se a curva de granulometria do solo.

Existem dois ensaios que determinam o teor de umidade dos solos e são conhecidos através dos limites de Aterberg, que são: Limite de liquidez (aparelho de Casagrande), Limite de plasticidade (através do cilindro padrão) e Limite de contração.

Partindo desses ensaios pode se chegar as seguintes classificações dos solos:

- a. Solos granulares
- b. Solos finos (argilas e siltes)
- c. Solos orgânicos
- d. Solos residuais e transportados
- e. Solos later ticos
- f. Aterros e solos compactados

Possuímos nos solos moles: os solos finos com argila e siltes que são de baixa consistência que podem ser analisadas por um ensaio de compressão simples e pelo ensaio SPT. A especificação de compacidade e consistência dos solos mais granulares e solos argilosos são obtidos através do ensaio SPT – Standard Penetration Test.

Quando um solo possui baixa compacidade, ele torna-se muito frágil para poder suportar as cargas provenientes de uma estrutura, destarte é necessário utilizar métodos de fundações profundas para evitar decorrência de recalques

A seguir tabela ilustrativa.

Tabela 1 - Consistência de argilas e siltes arenosos

Índice de Resistência à penetração N (SPT)	Designação
≤ 2	Muito mole
3 a 5	Mole
6 a 10	Média (o)
11 a 19	Rija (o)
>19	Dura (o)

Fonte: ABNT NBR 6484/2020

2.3 METODOS DE INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS DE FUNDAÇÕES

Na engenharia civil, a pesquisa geotécnica é essencial em qualquer área, a fim de compreender a formação da crosta terrestre na área designada para o projeto. Este processo inicia-se com um estudo bibliográfico de mapas, seguido do estudo de fotografias aéreas e imagens orbitais para produzir um mapa geológico-geotécnico. (BRITO e GOMEZ, 2018).

Segundo Oliveira e Brito (1998), dados coletados em campo por pesquisas de levantamento geológico, servem para identificar e classificar o solo por parâmetros materiais, químicos e biológicos, classificando geograficamente suas rochas, suas características e características. estruturas geomecânicas.

A geologia divide os métodos de investigação geológica em dois tipos, direto e indireto, ambos são aplicáveis na verificação da superfície e subsuperfície.

Para conhecer a superfície da área de estudo, é necessário estudar a área abaixo dela, saber quais tipos de rochas estão presentes e seus elementos estruturais como linhas de contato, fraturas, falhas, curvas, etc. (CHIOSSI, 2013).

2.3.1 MÉTODOS INDIRETOS

São métodos em que não permitem o acesso direto (*in loco*) para determinação das estruturas da camada do subsolo, podendo ser sua resistência elétrica ou velocidade de distribuição das ondas de expansão (TRESSOLDI, 2009).

Estes consistem em ensaios de campo que não alteram as propriedades físicas do material pesquisado, nesse método o solo é analisado visualmente através de imagens por sensoriamento remoto e fotos aéreas.

Os principais métodos segundo (VARGAS, 1978) são:

Método Geométrico: Através deste método é possível realizar a detecção, na superfície dos terrenos, dos efeitos produzidos pelo fluxo de corrente elétrica em subsuperfície. A eletrorresistividade se destaca entre as principais propriedades elétricas utilizadas nessa investigação, que consiste na introdução de uma corrente elétrica no subsolo detectando a resistividade dos materiais geológicos em diferentes profundidades.

Métodos Sísmicos: Estuda a distribuição em profundidade do parâmetro velocidade das ondas acústicas, que estão relacionadas com as características físicas do solo. Este método apresenta seus resultados através de fases sísmicas. Ondas de terremoto são geradas de forma artificial a partir de uma fonte pontual chamada de solo para o solo e assim obtêm seus efeitos.

Métodos Potenciais: é um método de investigação geofísica baseado nas medições e interpretações de intensidade do campo gravitacional terrestre, que sofre influência das rochas devido a suas diferentes densidades na superfície e subsuperfície terrestre. Em geral, reflete a quantidade de magnetita presente nas rochas. Considera-se um dos métodos geofísicos mais rápidos do levantamento e mais utilizados em áreas com potencial geológico para produção mineral.

2.3.2 MÉTODOS DIRETOS

O método direto é o que permite a análise do subsolo, seu reconhecimento, especificação e a resistência das suas camadas, por meio da extração de amostras, ao longo de uma perfuração. Constituem em perfurações realizadas com o a intenção de descobrir os maciços ao longo da linha de perfuração descrevendo os testemunhos retirados com sua estrutura geológica e características geotécnicas do solo prospectado (TRESSOLDI, 2009).

Estes dados podem ser obtidos através de:

Sondagem SPT: Este é conhecido também como sondagem a percussão, largamente utilizado em diversas áreas da engenharia civil para obtenção de dados que auxiliarão no desenvolvimento de fundações que servirão para bases de obras. A sigla SPT tem como sua origem o inglês (standard penetration test) e significa ensaio de penetração padrão. Os dados principais obtidos a partir deste ensaio são: a identificação das camadas de solo que constitui o subsolo; a categorização dos solos de cada uma das camadas; o nível do lençol freático e capacidade admissível do solo em suas respectivas profundidades (ABNT- NBR 6484, 2020).

Poços e Trincheiras: São escavações verticais que permitem acesso ao terreno para verificação direta do material em seu estado natural, podendo ser realizada em solos como rochas, permitindo uma análise profunda dos horizontes perfurados e a retirada de amostras.

Sondagem Rotativa: É um método de sondagem executado com um tubo chamado barrilete com uma peça perfurante em sua ponta que perfura o terreno rotacionando e se retira o material para realizar as análises e classificação geológica.

Sondagem a Trado: São trados cavadeira que possuem cerca de 5, 10, 15 cm de diâmetro e são utilizados para estudos de materiais para pavimentação, barragens, os trados helicoidais, torcido ou espiral são aplicados no interior do revestimento de sondagens a percussão, podendo ser utilizados nos solos argilosos, mesmo abaixo do nível de água (MASSAD, 2003).

Sondagem a Varejão: Feito de uma haste de aço, fixada manualmente com um martelo, em área com sedimentos para estudo de depósitos de areia, pedra e depósitos de argila, o material é exposto a reações sonoras, causando uma colisão com a força necessária para entrar.

2.4 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Decorrente da variação de tipos de solos existentes, é imprescindível a presença de diferentes tipos de fundações de forma que seja adequada para cada tipo de situação, isto é, que atenda as condições geotécnicas impostas e resista a solicitação de cargas que será suportada.

Segundo Cintra, Aoki e Albiero (2011), a parte estrutural de uma edificação é composta por dois subsistemas: infraestrutura, bases (sapatas ou estacas) e um subsistema geotécnico (solo). Juntos, eles formam um sistema único e influente que é durável, dinâmico e único. Essas aplicações evocam estrutura, princípio de causa e efeito ou ação e reação, assim a energia interna ativa parece transmitir tensões em partes da estrutura, também chamadas de forças normais, forças de cisalhamento e períodos de flexão. Após isso, você deve obter todas as informações sobre o terreno e fazer uma análise da interação da estrutura com o solo para construir uma fundação.

Dentre os tipos de fundações, elas são divididas em linhas de duas categorias principais, conhecidas como fundações superficiais ou rasas e fundações profundas.

Segundo (FARIAS, R. PARANHOS, H. 2018), para a escolha do tipo de fundação a ser executada em uma obra, são consideradas algumas variantes, como:

- a. Laudos de Sondagem da área em que vai ser construída (tipo do solo, compactidade, nível d'água, etc.);
- b. Grandeza das cargas a serem transmitidas à fundação;
- c. Topografia do terreno (levantamento topográfico planialtimétrico; dados sobre taludes e encostas no terreno ou que possam atingir o terreno);
- d. Arquitetura da edificação com vistas a verificar cotas, subsolos, etc.;
- e. Proximidade dos edifícios limítrofes, bem como o tipo de fundação utilizado e o estado em que se encontram esses edifícios;

- f. Limitação dos tipos de fundação existentes no mercado e na região para atender a execução (disponibilidade de equipamentos, mão de obra etc.).

2.4.1 FUNDAÇÕES RASAS

É recomendável usar este tipo de fundação onde o solo, nas partes superiores, é compacto o suficiente para suportar as cargas atuantes. Sendo essa resistência crescente nas camadas seguintes, ou quando consegue se manter a mesma ao longo da profundidade.

“Elemento de fundação cuja base está assentada em profundidade inferior ao dobro do tamanho mínimo da fundação, recebendo as tensões distribuídas que equilibram a carga aplicada; para esta definição é aceitável a menor profundidade, caso esta não seja constante em todo o perímetro da fundação. Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radier, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas”. (ABNT, 2019)

2.4.1.1 SAPATAS

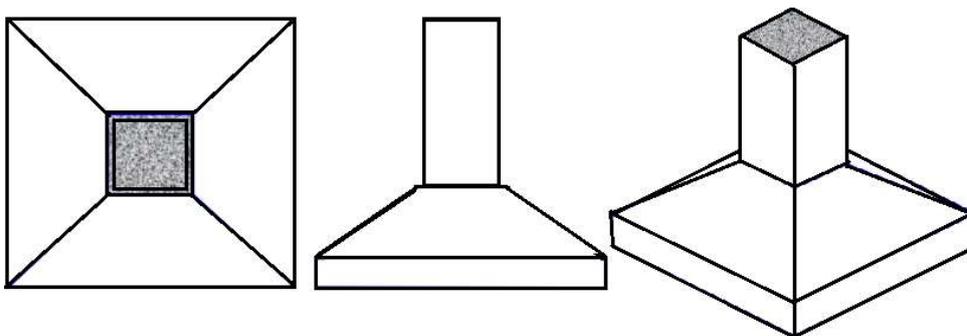
As sapatas são estruturas apropriadamente armadas. Devido a sua baixa rigidez, ela faz com que esta peça trabalhe à flexão, o que produz um esforço de tração em sua base.

Como mencionado a cima, o local tracionado, é onde tem a necessidade de armadura, respeitando o cobrimento nominal e as especificações de projeto. As sapatas se dividem entre isolada, corrida, associada, alavancada.

2.4.1.1.1 SAPATA ISOLADA

Estrutura de fundação responsável por transmitir o ponto de carga pontual ao solo, sendo esta carga vindo de um pilar, ou da carga resultante de uma viga baldrame.

Figura 4 - Sapata Isolada

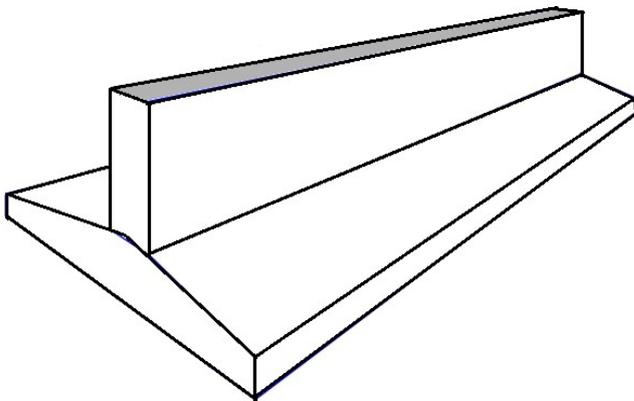


Fonte: FARIAS, R. PARANHOS, H. (2018)

2.4.1.1.2 SAPATA CORRIDA

Fundação rasa em que a sapata está sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo de em um mesmo alinhamento, desde que representem menos de 70% das cargas da estrutura. (NBR 6122,2019).

Figura 5 - Sapata Corrida

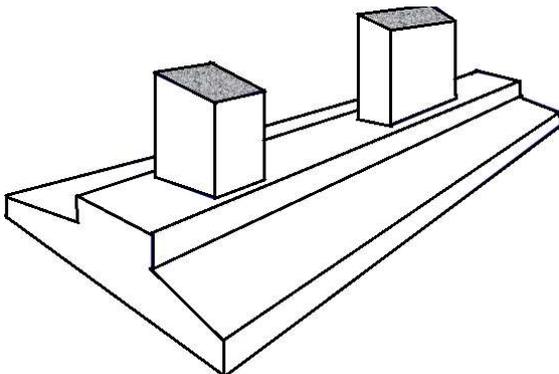


Fonte: FARIAS, R. PARANHOS, H. (2018)

2.4.1.1.3 SAPATA ASSOCIADA

Este tipo de sapata é responsável por distribuir a carga de mais de um pilar ao solo, quando não alinhados e que representem menos de 70% das cargas da estrutura, tornando-se bastante utilizada como alternativa quando a distância entre duas ou mais sapatas for pequena. (NBR 6122,2019).

Figura 6 - Sapata Associada



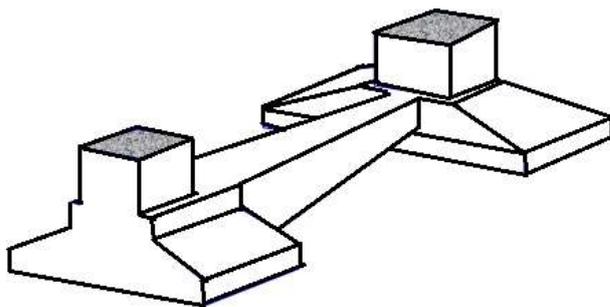
Fonte: FARIAS, R. PARANHOS, H. (2018)

2.4.1.1.4 SAPATA ALAVANCADA

Estrutura utilizada em situações que o pilar se encontra no limite do terreno, onde haveria a necessidade do avanço da sapata ao terreno vizinho sendo que este é um evento não permitido, pois a fundação não pode ser executada ultrapassando a extrema.

Dessa forma a sapata alavancada ilustrada na Figura 7 é a indicada nessas ocasiões. A carga do pilar não coincide com o centro de gravidade da sapata, esta é denominada sapata excêntrica. Dessa maneira a viga entre as duas sapatas suporta o momento fletor gerado no pilar devido a excentricidade.

Figura 7 - Sapata alavancada



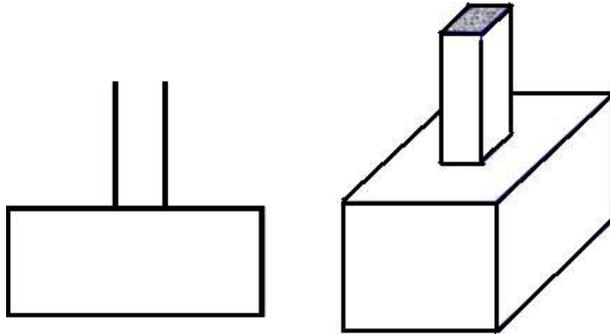
Fonte: FARIAS, R. PARANHOS, H. (2018)

2.4.1.1.5 BLOCOS

Este tipo de fundação rasa utiliza os blocos de concreto que está ilustrado na Figura 8, são elementos estruturais que possuem alta rigidez, por este motivo não se faz necessário o uso de armadura para combater tração, pois a flexão sofrida é insignificante, as tensões atuantes são resistidas pelo concreto, sendo assim os blocos são calculados para que apenas o concreto seja suficiente para resistir a carga.

“Dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura. Pode ter suas faces verticais, inclinadas ou escalonadas e apresentar normalmente em planta seção quadrada ou retangular”. (ABNT, 2019)

Figura 8 - Bloco



Fonte: FARIAS, R. PARANHOS, H. (2018)

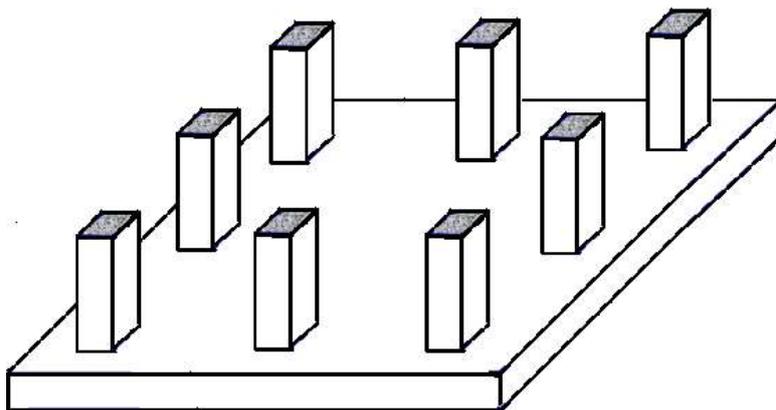
2.4.1.1.6 RADIER

Fundação que reflete todas as cargas oriundas dos pilares ilustrado Figura 9, é particularmente indicada para as situações em que as fundações do tipo sapatas ocupem 50% da área total do terreno ou mais.

A utilização deste tipo de fundação rasa requer um solo adequado e com boa resistência já nas primeiras camadas em que será apoiado.

“Elemento de fundação rasa dotado de rigidez para receber e distribuir mais do que 70% das cargas da estrutura. (NBR 6122,2019).

Figura 9 - Radier



Fonte: FARIAS, R. PARANHOS, H. (2018)

2.4.2 FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Conforme exposto na NBR 6122:

“Segundo Elemento de fundação que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma

combinação das duas, e que está assente em profundidade superior a oito vezes a sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3 m, quando não for atingido o limite de oito vezes, a denominação é justificada. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas e os tubulões”. (ABNT, 2019)

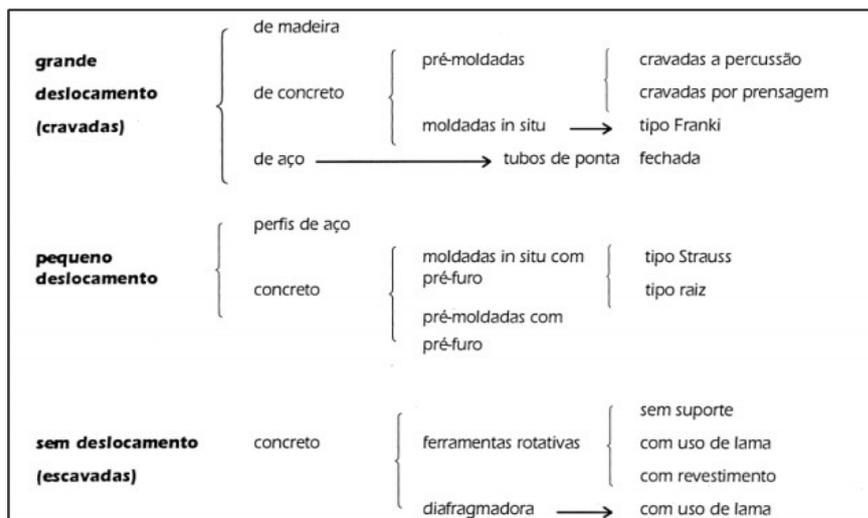
Onde o solo superficial é limitado, geralmente quando não é forte o suficiente para suportar altas cargas, está sujeito a processos erosivos, ou ainda é possível em futuras escavações nas proximidades da obra, determina-se o uso de fundações mais profundas. suportará cargas de construção com segurança.

As fundações profundas são divididas em Tubulões, onde as pessoas descem para limpar e ampliar o local de escavação inferior, e em Estacas, que são feitas de máquinas ou ferramentas. (NBR 6122, 2019).

2.4.2.1 ESTACAS

Durante o processo de execução das estacas pode-se utilizar diferentes processos: escavação, cravação, percussão, vibrações e prensas ou junções em mais de uma dessas variações para cada tipo de estaca. Eles também podem ser categorizados pelo tipo de método escolhido e o efeito apropriado causado ao solo, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Classificação dos principais tipos de estacas pelo método executivo



Fonte: Hachich et. al, (1998).

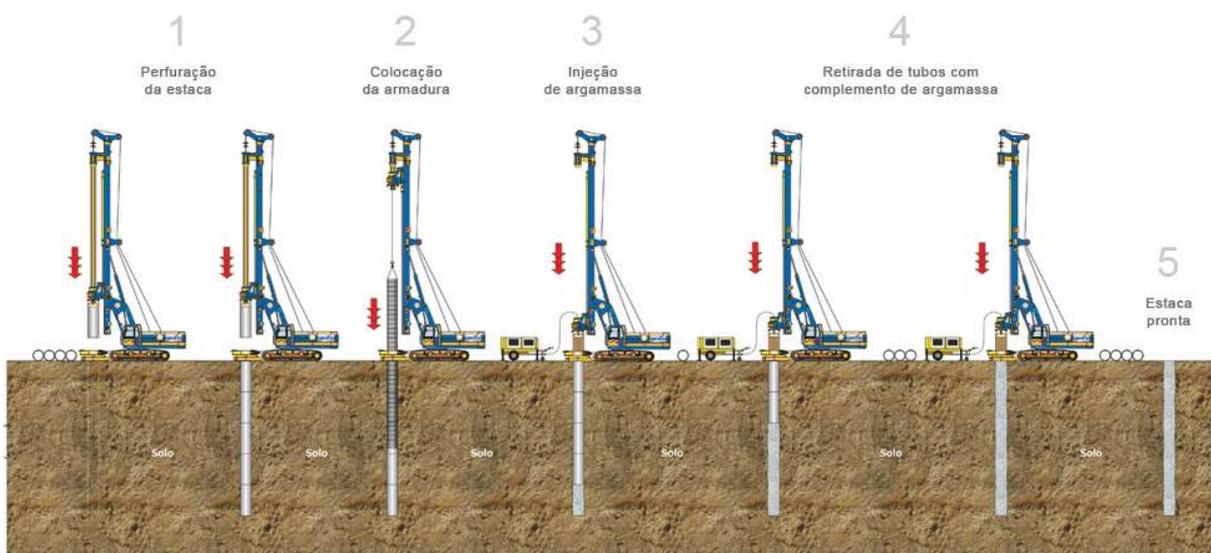
Dentre a variedade de tipos de estaca, mostraremos a seguir os tipos mais utilizados nas obras de engenharia.

2.4.2.1.1 ESTACA RAIZ

A estaca raiz é uma estaca moldada in loco, em que a perfuração é revestida integralmente, em solo, por meio de segmentos de tubos metálicos (revestimento) de 1,0 m a 1,5 m, que vão sendo rosqueados à medida que a perfuração é executada.

Este tipo de estaca é executado a partir de uma de uma rotação imposta por uma perfuratriz rotativa ou rotopercussiva ao revestimento, que desce com o uso de circulação direta de água injetada com pressão pelo seu interior. Pode-se adicionar polímero, sendo vetado o uso de lama. Após a furação do furo, é colocada a armadura e o furo é preenchido com argamassa de cimento, que é reforçada pela aplicação de golpes de pressão com ar comprimido, conforme mostra a Figura 11. (NBR 6122, 2019).

Figura 11- Procedimento Executivo de Estaca Raiz



Fonte: <http://www.geofix.com.br/servico-estaca-raiz.php>. Acesso em: novembro 2021.

A execução das estacas-raiz é um método que não provoca perturbações excessivas nas proximidades, possibilita sua execução em áreas restritas, podem ser executadas em diversos tipos de terrenos, em direções especiais e na presença de obstáculos como blocos de rocha.

Segundo Nogueira (2004), inicialmente este tipo de estaca foi utilizado para reforçar as fundações. Mas ao longo do tempo, verificou-se que esta técnica pode ser aplicada em tarefas comuns, como manutenção de taludes, e devido ao tamanho reduzido da máquina, em operações de difícil acesso e áreas próximas.

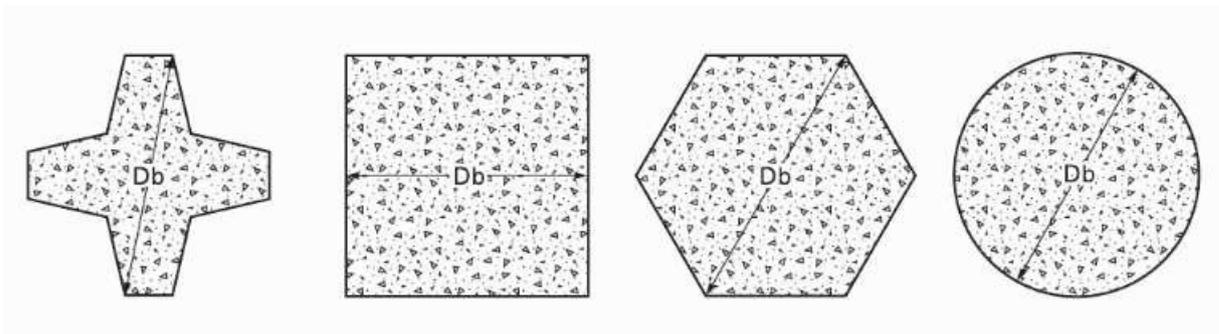
2.4.2.1.2 ESTACAS PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO ARMADO

Segundo a NBR 6122 de 2019, esta estaca é considerada como uma estaca de deslocamento composta de concreto armado ou protendido, vibrado ou centrifugado, sendo ela pré-moldado ou pré-fabricado e é utilizada para fins geotécnicos. Sua cravação se dá, através de golpes de martelo de gravidade (percussão) ou prensagem.

Os tipos de estacas de concreto que são geralmente encontradas no comércio segundo Ferreira e Gonçalves (2014) são, circulares, quadrados, hexagonais e octogonais, podendo ter área de ponta vazada ou maciça”.

A Figura 12 apresenta as formas de estaca de concreto mais comuns encontradas.

Figura 12 - Formato de Estacas de Concreto



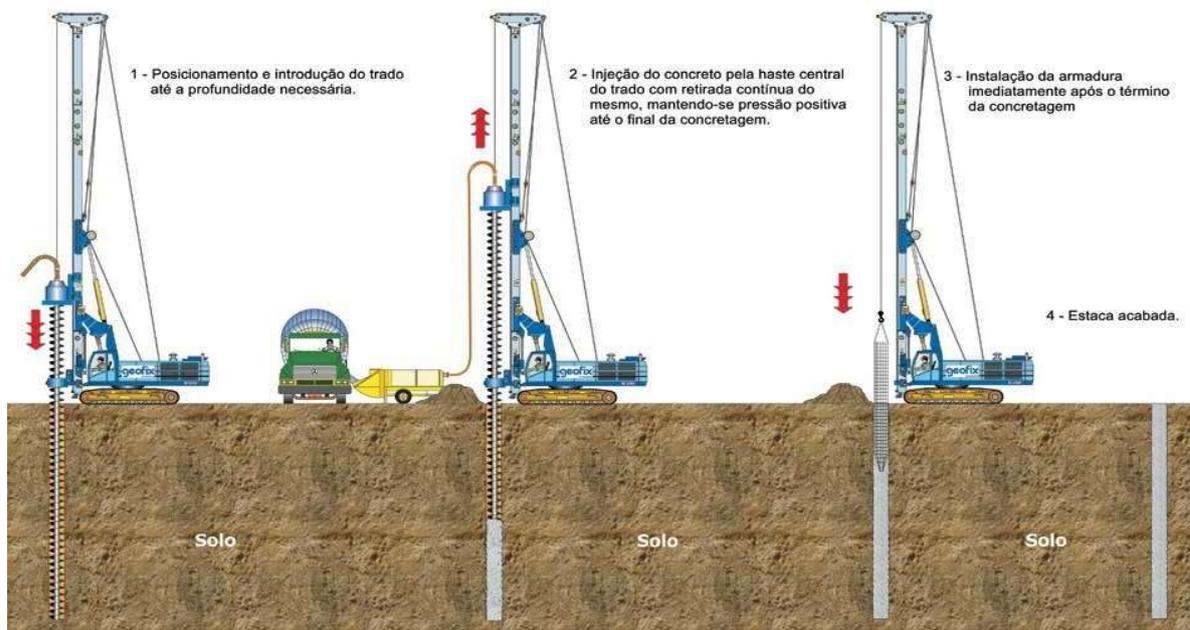
Fonte: NBR 16258 (2014).

Com a ampla utilização desse tipo de estaca, foi instituída a norma NBR 16258/2014, que orienta a fabricação, armazenamento e gerenciamento, além de estabelecer uma abordagem de projeto para a implantação dessas estacas. (FERREIRA e GONÇALVES, 2014).

2.4.2.1.3 HÉLICE CONTINUA

Segundo a NBR 6122/2019, é uma estaca de concreto moldada in loco, executada mediante a introdução no terreno, por rotação, de um trado helicoidal contínuo de diâmetro constante. A injeção de concreto é feita pela haste central do trado simultaneamente à sua retirada. A armadura é sempre colocada após a concretagem da estaca. A Figura 13, mostra o processo de perfuração do solo e execução de uma estaca do tipo Hélice Contínua.

Figura 13- Processo Executivo Estaca Hélice Contínua Monitorada



Fonte: <http://www.geofix.com.br/servico-ehc.php>. Acesso em: novembro 2021.

Segundo Magalhães (2005), durante a escavação, o trado não deve ser retirado, para evitar a liberação de tensões no furo devido à retirada do solo por uma hélice, que será substituída por concreto. Este método permite fazer estacas, e no solo compactado e em frente ao lençol freático que adentra o solo.

“A estaca hélice contínua apresenta além de alta produtividade, um elevado grau de qualidade. A sua execução é monitorada eletronicamente, podendo-se a qualquer instante obter informações a respeito da inclinação da haste, da profundidade da perfuração, do torque e velocidade de rotação da hélice, da pressão de bombeamento do concreto, como também do consumo e perdas de concreto.” (REBELLO, 2008, p. 77)

2.5 PLANEJAMENTO DE OBRA

Em meio ao atual cenário do setor da construção civil, existe uma busca incessante por ferramentas de controle de produção e gestão eficientes de uso intuitivo e com respostas rápidas para quem o utilizar. Essas ferramentas apresentam-se imprescindíveis para a boa eficiência na gestão de uma empresa.

De acordo com Assumpção (1996), a competitividade das empresas no campo da construção civil necessita da introdução de um sistema de planejamento, controle de custos e planejamentos eficiente.

Segundo Laufer e Tucker.

“planejamento pode ser definido como processo de tomada de decisão realizado para antecipar uma desejada ação futura, utilizando meios eficazes para concretizá-la”. (1987 apud SANTOS; MENDES, 2001, p.2)

A elaboração de um método de planejamento se dá por meio da ordenação e definição das características das atividades a serem executadas. Destarte, é preciso determinar uma ordem coerente de execução física e temporal e definir o período em que está será desenvolvida, seus custos e responsáveis para a realização das atividades (ÁVILA E JUNGLES, 2013).

De acordo com Mattos (2010) o planejamento de uma obra é um dos principais aspectos do gerenciamento, em que é formado por um conjunto de inúmeras atividades, como gestões de pessoas, compras, comunicações, orçamento etc... Para executá-los de maneira correta, utiliza-se alguns meios importantes para realizar o acompanhamento das ações que transcorrem dentro da obra e compara-las com a linha de base elaborada dentro do planejamento inicial, desta maneira é possível implementar providências quando algum desvio é detectado.

Ainda em concordância com Mattos (2010) as metodologias de planejamento passam a desempenhar práticas fundamentais para a conservação de qualquer empresa. Estudos divulgados no Brasil e no exterior comprovam que muitas empresas ainda possuem deficiências quando se refere a planejamento e controle de obras e aparecem entre as principais razões da baixa produtividade dos empreendimentos, das elevadas perdas e das baixas qualidade dos produtos final.

Para Mattos (2010) é habitual em empresas do setor ouvir desculpas por falhas e prejuízos gerados às empresas com alegações de que em obras de grande porte o roteiro do planejamento é diferente. Entretanto, essa justificativa não é válida, de maneira que na organização do planejamento de uma obra grande ou pequena o roteiro a se seguir no planejamento muito próximo altera-se apenas a escala.

Será destacado a seguir dois tópicos essenciais para que possa ser evidenciado a necessidade de se realizar o planejamento de uma obra, seja ela de pequeno, médio ou grande porte.

2.5.1 BENEFÍCIOS DO PLANEJAMENTO DE OBRA

Ao planejar uma obra, o gestor obtém um alto grau de compreensão do empreendimento, que lhe proporciona realizar tomadas de decisões mais ágeis tornando-se mais eficiente na condução dos trabalhos.

Os principais benefícios que o planejamento traz são:

- a. Entendimento integral da obra;
- b. Identificação de eventos desfavoráveis;
- c. Celeridade de decisões;
- d. Relação com o orçamento;
- e. Melhoria na destinação de recursos;
- f. Orientação para acompanhamento;
- g. Padronização;
- h. Referência para metas;
- i. Documentação e rastreabilidade;
- j. Formação de dados históricos;
- k. Profissionalismo.

2.5.2 RAZÕES PARA O ACOMPANHAMENTO DE OBRA

O planejamento de uma obra não é uma ciência exata, desta maneira o cronograma que é elaborado inicialmente é adequado ao logo das etapas para que se possa programar as tarefas subsequentes e para que se possa obter um gerenciamento da obra comparando-o com cronograma inicial e também sua linha base para que haja um monitoramento e controle dos processos.

O acompanhamento físico de uma obra é a identificação do andamento das atividades e a posterior atualização do cronograma. Ao requerer informações de campo para sua atualização, o planejamento contínuo e criterioso torna-se dependente do acompanhamento da situação real das atividades por várias razões:

- g. Em momentos as atividades podem não iniciar na data prevista;
- h. As atividades podem ser concluídas antes ou depois da data prevista;
- i. Podem ocorrer mudanças no projeto que afetam na execução dos serviços;
- j. Ocorrem variações de produtividade que mudam a duração das atividades;
- k. O gerenciador decide mudar o plano de execução dos serviços;
- l. O gerenciador e opta por mudar sequência executiva de algumas tarefas;
- m. A equipe decide mudar o método construtivo de algum setor da obra;
- n. Podem ocorrer fatores que, embora previsíveis, não são demonstrados de maneira precisa no cronograma, como chuvas, falta de materiais etc.;

- o. Ocorrência de fatores imprevisíveis que influenciam na exequibilidade de serviços como: paralisações, acidentes, greves interferências de terceiros etc.;
- p. Ocorrem atrasos no fornecimento de material.

2.6 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

No estruturamento de um planejamento de uma obra, necessita a presença de um cronograma físico-financeiro com a programação das atividades a serem desenvolvidas na obra, bem como seus desembolsos previstos de acordo com orçamento realizado para serem contabilizadas ao longo da execução do serviço. Este cronograma contribuirá para a aferição de recursos orçamentários previstos ao longo de cada período financeiro. O cronograma físico-financeiro deve ser desenvolvido de maneira que se adeque como um balizador dos valores a serem desembolsados, para que em fase posterior, durante a análise de propostas recebidas por empresas integrantes de um certame licitatório, ou na composição de uma obra privada. Cabe salientar que após o início das atividades, o cronograma deve ser constantemente atualizado com os o tempo de duração das respectivas tarefas executadas de modo que esse sempre reflita as condições reais do empreendimento.

Um Cronograma físico-financeiro constitui-se na divisão da obra ou serviço de engenharia em fases que deverão ser executadas sequencialmente, onde cada atividade é designado um prazo de execução e seu responsável.

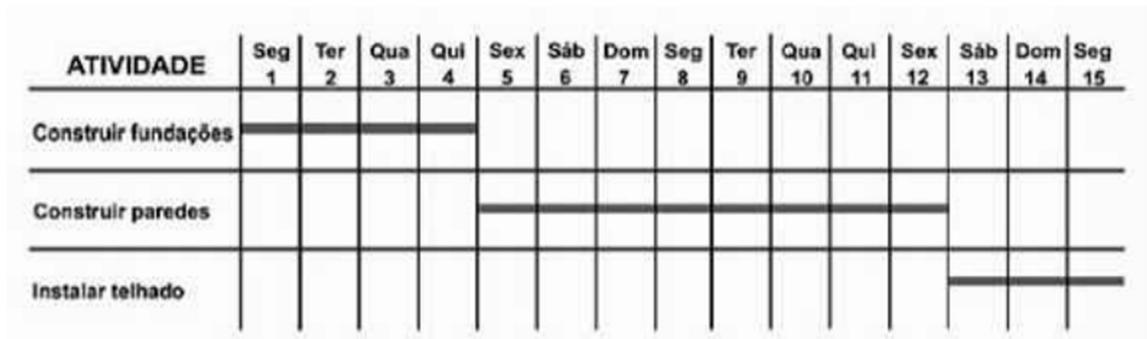
Orth (2009) expõe que a composição de um cronograma se refere na elaboração das tarefas e na designação das datas de início e término das atividades planejadas. Mediante este processo, as estimativas de produção nas atividades podem sofrer edições a fim de o tempo determinado esteja o mais próximo possível da execução real, e que possa ser qualificado como linha de base para desenvolvimento do empreendimento.

A elaboração de um cronograma é iniciada pela inserção das atividades com suas datas de início e termino através do recurso gráfico chamado de cronograma de Gantt, este modelo leva o nome em homenagem ao engenheiro norte-americano Henry Gantt, que inseriu o cronograma de barras como instrumento de controle de produção de tarefas, onde inicialmente foi utilizado na construção de navios cargueiros no início do século XX.

O cronograma de Gantt é um gráfico claro e compreensível: à esquerda apresentam as tarefas e à direita, as suas respectivas barras ilustradas em uma grandeza de tempo, O tamanho da barra simboliza duração da atividade, cujas datas de início e fim.

Um exemplo simples é visto a seguir:

Figura 14 - Exemplo cronograma de barras



Mattos (2010) lista alguns benefícios de um cronograma elaborado em forma de gráfico de Gantt:

- Método de apresentação é de fácil assimilação;
- É a base para alocação de recursos;
- É a base cronograma físico-financeiro;
- É uma excepcional instrumento de monitoramento, produção e controle.

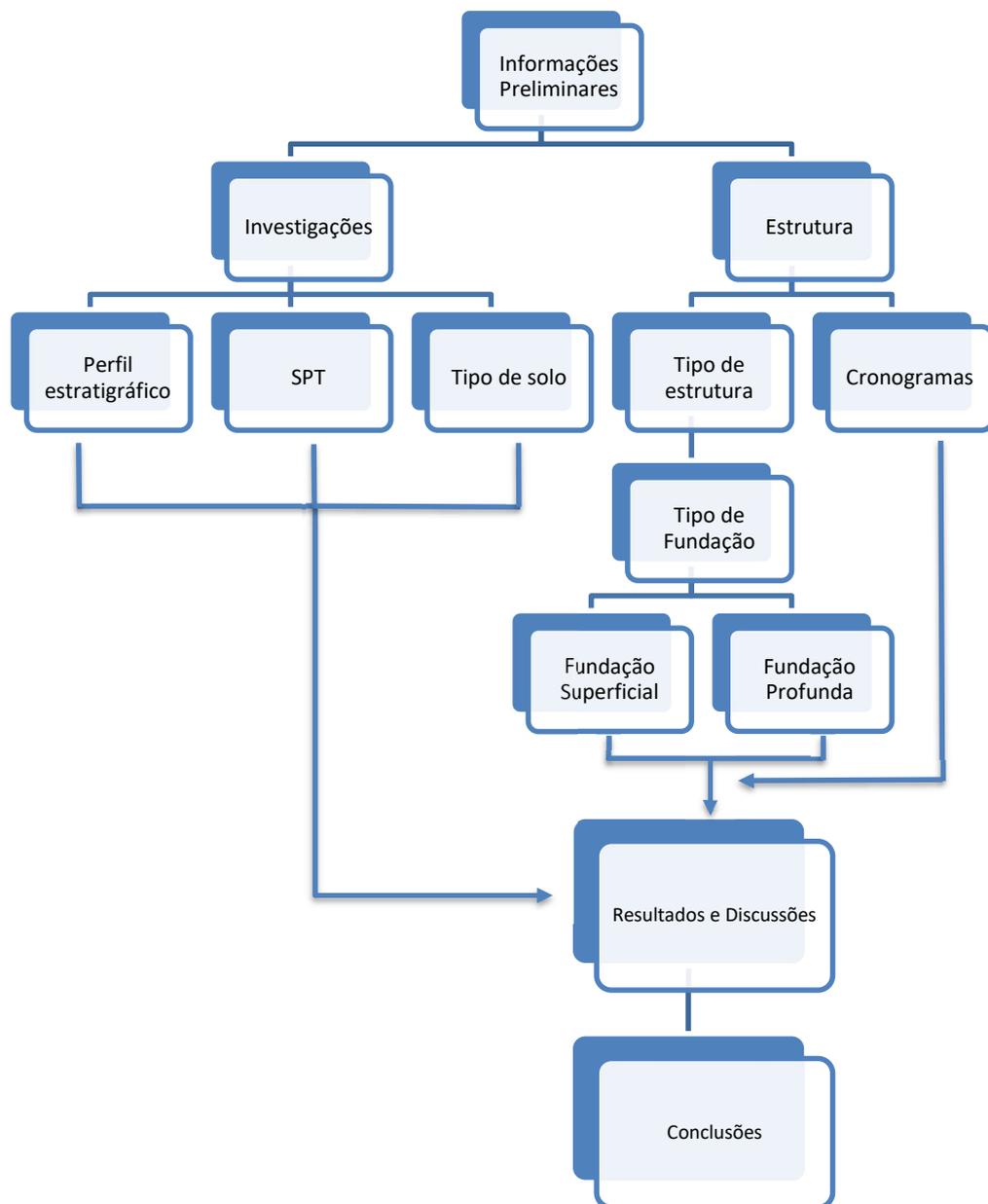
Por essas qualidades e pela simplicidade do método de montagem de cronogramas do tipo de gráfico de Gantt, estes são frequentemente encontrados em obras e empresas do setor da construção civil. O cronograma é destacado como uma ferramenta administrativa das obras de grande relevância, sendo imprescindível a utilização do mesmo para a organização de uma obra.

3 MÉTODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado um método de pesquisa do tipo de revisão bibliográfica e estudo de casos, onde o presente objetivo do mesmo é realizar a comparação entre a relação de ausência de informações geotécnicas na qualidade final das fundações e sua influência no cronograma físico-financeiro de uma obra.

Para explicar a sequência das atividades que foram ser elaboradas, foi elaborado um fluxograma, conforme representado na Figura 15.

Figura 15 - Fluxograma das etapas da pesquisa.



Fonte: Elaboração dos autores (2021)

Na primeira etapa de desenvolvimento do estudo foi elaborada uma ampla pesquisa de referências bibliográficas, a fim de agregar informações para obter conhecimento ao tema proposto, utilizando conceitos de diversos autores para obtermos um embasamento teórico consistente.

Elaborou-se estudos para identificação métodos de investigação geotécnica que são executados para o desenvolvimento de projetos de fundações, onde nestes foram elencados o perfil estratigráfico e sondagem a percussão para o reconhecimento o tipo de solo em que uma possível obra possa ser implementada.

Realizou-se a busca de informações de métodos construtivos aplicados em obras de fundações onde foram citados os métodos de fundações superficiais e os métodos de fundações profundas e também seus métodos de execuções bem como suas vantagens para cada caso em específico.

Nesta etapa elucidamos a necessidade de planejamento no âmbito da construção civil. Apresentando as vantagens de empenhar forças para desenvolver um bom planejamento e também abordamos os métodos e técnicas para elaboração de um cronograma físico-financeiro e a sua composição

E por fim, serão apresentado o resultado da análise do estudo comparativo realizado aspecto qualitativo bem como no aspecto quantitativo e quais seus impactos no valor final de uma obra.

4 RESULTADOS

Com o intuito de verificar a importância em obter informações geotécnicas para escolha correta do tipo de fundação a ser executada em obras civis e comparar a uma fundação executada com a ausência dessas informações do solo de forma simples, rápida e barata, realizou-se um estudo de caso sobre a fundação de um edifício de cinco pavimentos localizado em Garopaba. Esta verificação permitiu a comparação das fundações no seu resultado final e sua influência no cronograma físico financeiro.

Figura 16 - Mapa de Localização



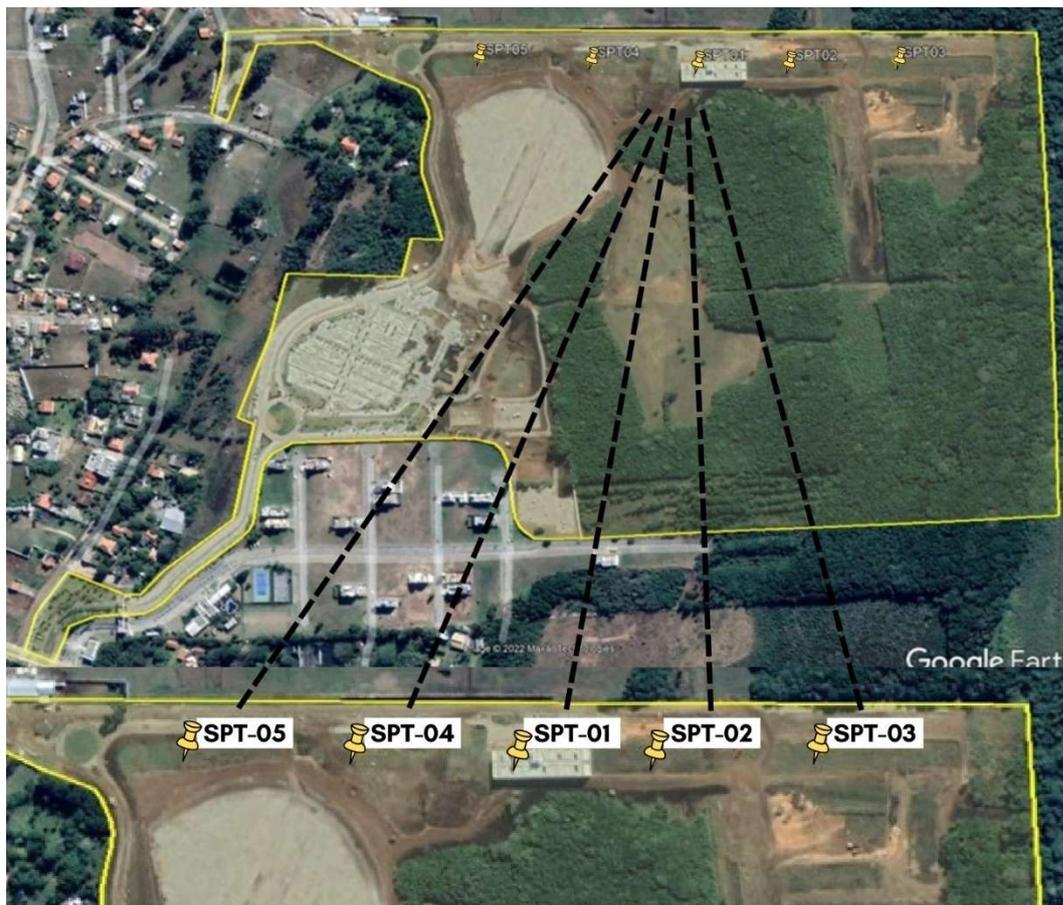
Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.1 ANÁLISE DE SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT

O empreendimento se trata de um complexo denominado Surfland Brasil Garopaba, no qual possui um terreno com dimensão total de 594.000,00m² sendo 34.000,00m² de edificações, este terreno possui uma particularidade em que 254.488,821m² é destinado a preservação ambiental, visto que fica próximo à praia onde os órgãos ambientais responsáveis determinam as diretrizes e não permitem construções no local. Foram realizadas 5 perfurações distribuídas na área de edificações a fim de representar o subsolo da região.

O objeto de estudo foi um edifício que servirá de apoio ao parque de entretenimento, com área construída de 5.530,31 m², no bloco onde se encontra as edificações foram executados então os 5 furos para sondagem, o SPT-01, SPT-02, SPT-03, SPT-04 e SPT-05, localizados conforme na Figura 17 a fim de analisar a variação e as características geotécnicas do solo ao longo do trecho.

Figura 17 – Locação das Perfurações de Sondagem



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Após a execução das 5 perfurações de sondagens analisou-se os resultados obtidos e suas respectivas características como as camadas de solo, número de golpes médios e a profundidade obtido para chegar ao impenetrável apresentados a seguir.

4.1.1 SPT-01

A perfuração SPT-01 representou um perfil de solo divididos em 5 camadas sendo a primeira um solo composto por argila orgânica, arenosa, não plástica e muito mole de fácil penetração na cor preta, foi utilizado a sondagem com trado cavadeira no primeiro metro, posteriormente sondagem com trado helicoidal chegando ao final da camada que teve espessura de 2,10m. A segunda camada apresentou uma areia fina pouco argilosa, não plástica, fofa e pouco compacta com espessura de 2,4m e com coloração marrom, nesta camada continuou-se a sondagem com o trado helicoidal até chegar ao nível de água que atingiu a cota de 2,70m e a partir da água o avanço foi feito com o trépano através da circulação de água. A camada seguinte apresentou uma camada com areia fina argilosa, não plástica, pouco compacta de cor amarelada e teve espessura de 3,4m. A quarta camada apresentou uma espessura de 1,7m composta por uma camada de argila arenosa, pouco plástica, mole de cor cinza. A quinta e última camada com 5,85m de espessura apresentou uma mudança no solo para uma areia fina pouco argilosa, não plástica, compacta a muito compacta de cor amarelada, onde alcançou o impenetrável a sondagem à percussão por circulação de água ao encontrar um possível ponto rochoso com profundidade de 15,45m e um número de golpes médios nesta camada do furo de 44, visto que nas 4 primeiras camadas o solo era muito mole com número de golpes médio entre 5 a 6.

4.1.2 SPT-02

A perfuração SPT-02 representou um perfil de solo divididos em 7 camadas sendo a primeira um solo composto por argila orgânica, arenosa, não plástica e muito mole na cor preta, foi utilizado a sondagem com trado cavadeira no primeiro metro, posteriormente sondagem com trado helicoidal chegando ao final da camada que teve espessura de 1,20m de profundidade. A segunda camada apresentou uma areia fina argilosa, não plástica, fofa com espessura de 1,1m e com coloração marrom. A terceira camada apresentou uma camada com areia fina pouco argilosa, não plástica, fofa de cor marrom e com espessura de 1,5m, nesta camada continuou-se a sondagem com o trado helicoidal até chegar ao nível de água que atingiu a cota de 2,70m também e a partir da água o avanço foi feito com o trépano através da circulação de água. A quarta camada apresentou uma espessura de 1,8m composta por uma camada de areia fina pouco argilosa, não plástica, mediamente compacta de cor bege. A quinta camada com 3,0m de espessura apresentou uma areia fina argilosa, não plástica, pouco compacta de cor

amarelada. A sexta camada obteve uma argila arenosa, muito mole a média de cor cinza com espessura de 1,8m. A sétima e última camada com espessura de 5,05m apresentou um solo composto por areia fina pouco argilosa, não plástica, muito compacta de cor amarelada, onde alcançou o impenetrável a sondagem à percussão por circulação de água ao encontrar um possível ponto rochoso com profundidade de 15,45m e um número de golpes médios nesta camada do furo de 50.

4.1.3 SPT-03

A perfuração SPT-03 representou um perfil de solo divididos em 11 camadas sendo a primeira uma vegetação presente no solo de 0,10m de espessura. A segunda camada apresentou uma areia fina pouco argilosa, não plástica, cor marrom escuro, com espessura de 0,60m. A terceira camada apresentou um solo composto por argila orgânica, arenosa, não plástica e mole na cor preta, foi utilizado a sondagem com trado cavadeira no primeiro metro, posteriormente sondagem com trado helicoidal chegando ao final da camada que teve espessura de 0,50m de profundidade. A quarta camada apresentou uma areia fina argilosa, não plástica, fofa com espessura de 0,70m e com coloração marrom, sendo utilizada ainda a sondagem com o trado helicoidal nesta camada. A quinta camada apresentou uma areia fina pouco argilosa, não plástica, fofa, cor bege, com espessura de 1,6m, nesta camada continuou-se ainda a sondagem com o trado helicoidal até chegar ao nível de água que atingiu cota de 2,60m, a partir da água o avanço foi feito com o trépano através da circulação de água. A sexta camada apresentou uma camada com areia fina argilosa, não plástica, fofa e pouco compacta de cor bege e com espessura de 1,5m. A sétima camada apresentou uma espessura de 2,7m de areia fina argilosa, não plástica, fofa e pouco compacta de cor cinza. A oitava camada apresentou uma pequena camada de espessura de 0,80m de argila arenosa, pouco plástica, muito mole de cor cinza. A nona camada teve espessura de 3,5m de areia fina pouco argilosa, não plástica, fofa a compacta de cor amarelada. A décima camada apresentou uma areia fina argilosa, não plástica, fofa a medianamente compacta de cor cinza, com espessura de 3,80m. A décima primeira e última camada apresentou uma areia fina pouco argilosa, não plástica, compacta a muito compacta de cor cinza com espessura de 2,65m, onde alcançou o impenetrável a sondagem à percussão por circulação de água ao encontrar um possível ponto rochoso com profundidade de 18,45m e um número de golpes médios nesta camada do furo de 43.

4.1.4 SPT-04

A perfuração SPT-04 representou um perfil de solo divididos em 3 camadas sendo a primeira um solo composto por argila orgânica arenosa, não plástica e muito mole de fácil penetração na cor preta, foi utilizado a sondagem com trado cavadeira no primeiro metro, posteriormente sondagem com trado helicoidal chegando ao final da camada que teve espessura de 2,10m. A segunda camada apresentou uma areia fina argilosa, não plástica, medianamente compacta com espessura de 5,8m e com coloração amarelada, nesta camada continuou-se a sondagem com o trado helicoidal até chegar ao nível de água que atingiu a cota de 3,80m e a partir da água o avanço foi feito com o trépano através da circulação de água. A terceira e última camada com 7,55m de espessura apresentou uma camada de areia fina pouco argilosa, não plástica, compacta a muito compacta de cor amarelada, onde alcançou o impenetrável a sondagem à percussão por circulação de água ao encontrar um possível ponto rochoso com profundidade de 15,45m e um número de golpes médios nesta camada do furo de 40.

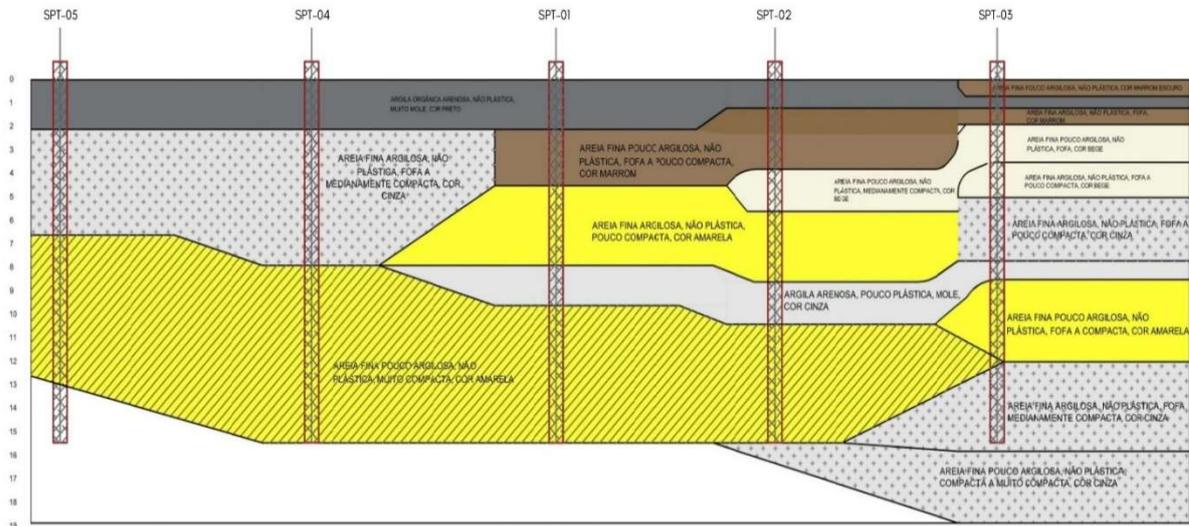
4.1.5 SPT-05

A perfuração SPT-05 representou um perfil de solo divididos em 3 camadas sendo a primeira um solo composto por argila orgânica arenosa, não plástica e muito mole na cor preta, foi utilizado a sondagem com trado cavadeira no primeiro metro, posteriormente sondagem com trado helicoidal chegando ao final da camada que teve espessura de 2,10m. A segunda camada apresentou uma areia fina argilosa, não plástica, medianamente compacta com espessura de 4,5m e cor amarela, nesta camada continuou-se a sondagem com o trado helicoidal até chegar ao nível de água que atingiu a cota de 2,50m e a partir da água o avanço foi feito com o trépano através da circulação de água. A terceira e última camada com 6,0m de espessura apresentou uma camada de areia fina pouco argilosa, não plástica, compacta a muito compacta de cor amarela, onde alcançou o impenetrável a sondagem à percussão por circulação de água ao encontrar um possível ponto rochoso com profundidade de 12,60m e um número de golpes nesta camada do furo de 19 a 51.

4.2 PERFIL DO SOLO SEGUNDO SONDAGEM SPT

De acordo com as informações através da sondagem, obteve-se diferenças de camadas e cotas até o topo rochoso. Elaborou-se um perfil com os 5 pontos de sondagem a fim de analisar o subsolo. Na análise do perfil, no SPT-01 identificou-se um solo dividido em 5 camadas, sendo as quatro primeiras camadas um solo mole de fácil penetração apresentando um intervalo de Nspt de 1 a 6 golpes e na quinta camada com um Nspt de 40 a 51 demonstrou um solo compacto a muito compacto. No SPT-02 identificou-se um solo um solo dividido em 7 camadas, as três primeiras camadas identificou-se um solo mole com um Nspt de 1 a 4 golpes, na quarta camada identificou-se um aumento no número de golpes, apresentando um solo medianamente compacto com Nspt de 11 a 13, já na quinta e na sexta camada verificou-se uma queda no número de golpes, apresentando um intervalo de Nspt de 2 a 8 golpes e um solo mole, na sétima camada com um Nspt variando de 42 a 61 identificou-se um solo muito compacto. No SPT-03 identificou-se um solo dividido em 11 camadas sendo a primeira 10cm de vegetação, identificou-se da segunda até a oitava camada um solo mole com um intervalo de Nspt de 2 a 6 golpes, na nona camada houve um aumento no número de golpes apresentando um Nspt de 18 a 38 golpes e um solo medianamente compacto, na décima camada o número de golpes baixou novamente apresentando um Nspt de 3 a 11, finalizando este furo na décima primeira camada verificou-se um Nspt de 35 a 54 golpes e assim encontrando um solo compacto a muito compacto. No SPT-04 identificou-se um solo dividido em 3 camadas sendo a primeira um solo argiloso muito mole com Nspt de 1 golpe, na segunda camada apresentou um intervalo de Nspt de 10 a 16 golpes e um solo medianamente compacto, na terceira camada verificou-se um Nspt de 30 a 51 e um solo muito compacto. No SPT-05 identificou-se um solo dividido em 3 camadas sendo a primeira um solo argiloso muito mole com Nspt de 1 golpe, na segunda camada apresentou um intervalo de Nspt de 6 a 10 golpes e um solo medianamente compacto, na terceira camada verificou-se um Nspt de 19 a 51 e um solo muito compacto.

Figura 18 - Laudo de Sondagem SPT.

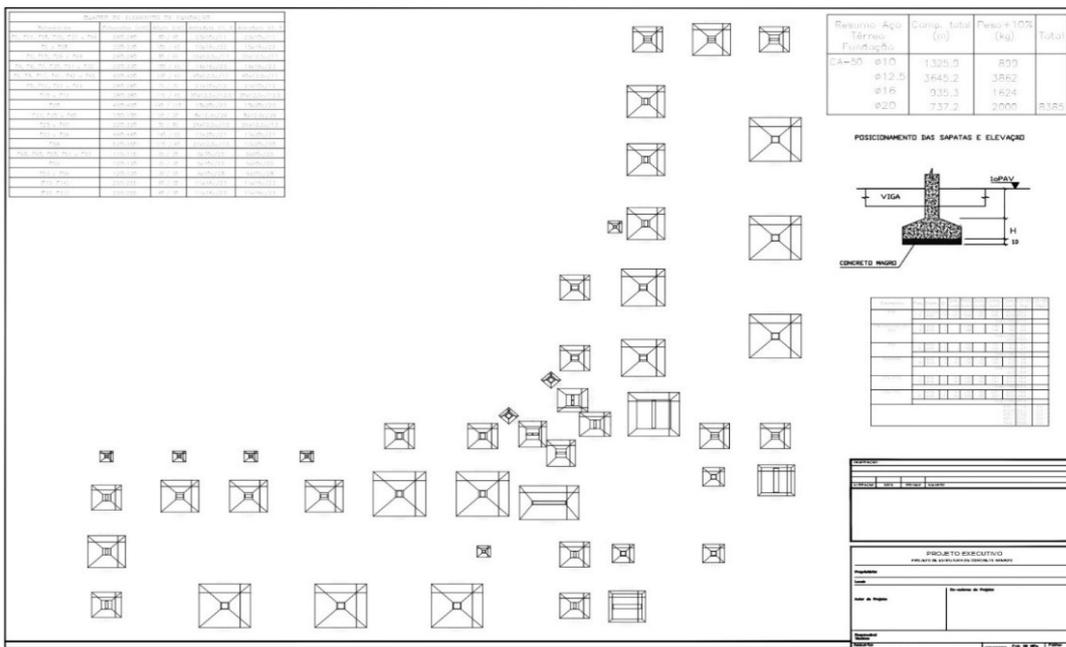


Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.3 FUNDAÇÃO DIRETA

Neste tópico será apresentado um projeto de fundação direta com sapatas isoladas para o edifício em que houve ausência de informações geotécnicas para decisão e dimensionamento do tipo desta fundação, dessa maneira sendo dimensionada apenas de acordo com os métodos construtivos e minimizando o tempo e custo da obra.

Figura 19 – Locação das Sapatas

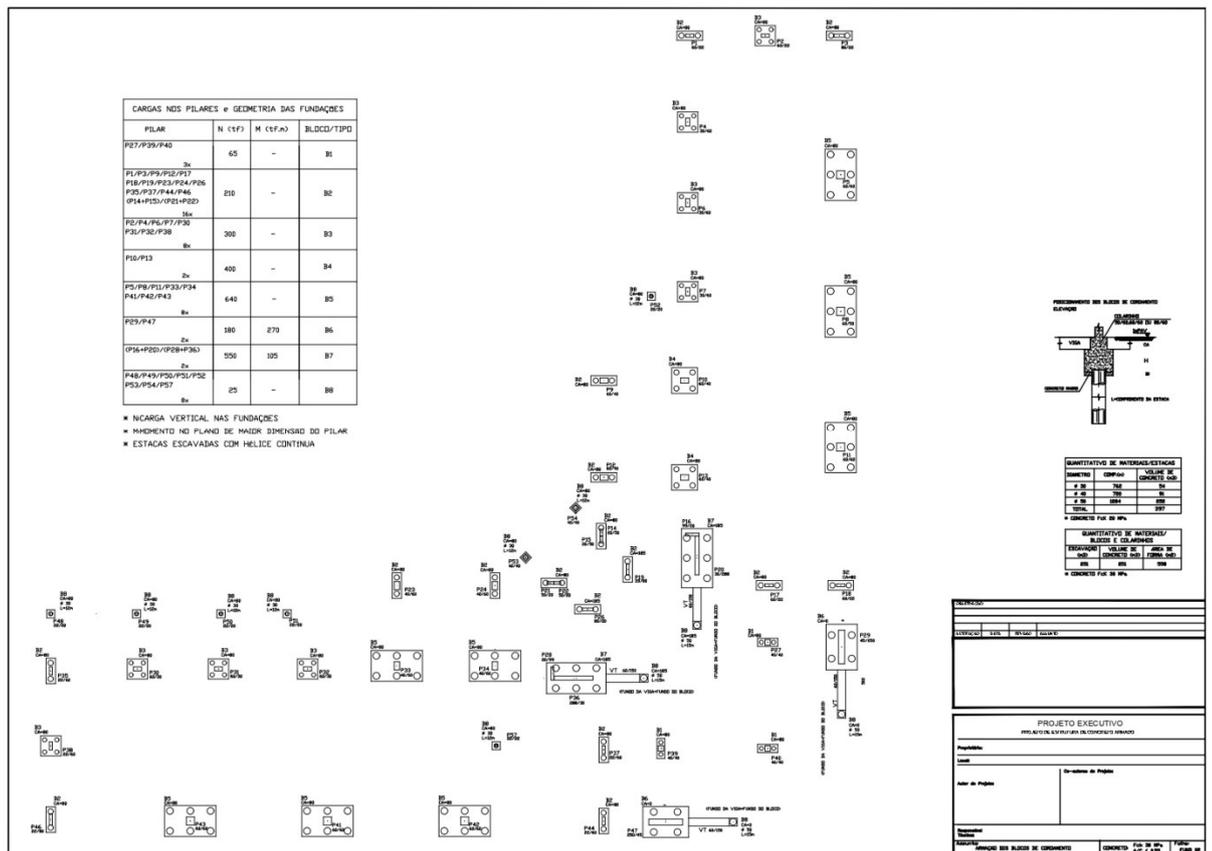


Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.4 FUNDAÇÃO PROFUNDA

Para estudo e escolha da fundação ideal a ser utilizada, foi analisado a região onde se executou a sondagem SPT-05. Será apresentado neste tópico a planta de fundação profunda com a utilização de estacas hélice contínua, sendo este, o tipo de fundação ideal a ser executado neste terreno para o mesmo edifício, dessa maneira adotando o critério de considerar as informações geotécnicas através do laudo de sondagem SPT, para garantir a escolha da fundação correta conhecendo “de perto” o solo que vai sustentar a edificação, preferindo gastar e levar o tempo necessário para execução para não colocar a mesma a riscos maiores posteriormente e garantindo a qualidade da fundação.

Figura 20 - Locação das Estacas e Blocos



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.5 ETAPAS CONSIDERADAS PARA O PLANEJAMENTO DO CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO FUNDAÇÃO DO TIPO SAPATAS ISOLADAS

4.5.1 Escavação

Inicialmente temos que fazer a locação, posicionar o gabarito e escavação do terreno para que receba as formas das sapatas, pode-se utilizar escavação mecanizada e posteriormente manualmente deixando o terreno plano conforme a figura abaixo.

Figura 21 – Escavação

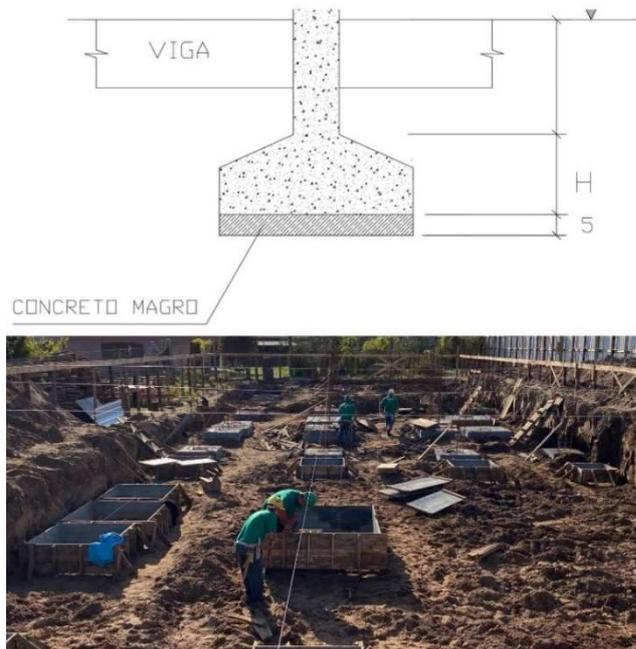


Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.5.2 Concreto magro e Montagem da forma

Após a escavação o fundo da sapata deve ser recoberto com uma camada de concreto magro, nas espessuras definidas em projeto (em torno de 5 cm concreto magro), onde vai ser apoiada a forma da sapata, a montagem da forma pode ser realizada com tábuas de pinus e posicionadas em cima do concreto magro no local de acordo com o projeto e a locação das mesmas, para travamento utiliza-se pontaletes na posição vertical.

Figura 22 - Concreto magro e fixação da forma



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.5.3 Montagem da ferragem

Com a ferragem já armada e com forma fixada e travada, coloca-se a ferragem da sapata dentro da forma garantindo espaçamento entre a ferragem e o concreto magro e também espaçamento nas laterais da forma, assim posteriormente fixando já a ferragem dos pilares 'pescoço'.

Figura 23 - Montagem da ferragem



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.5.4 Concretagem das Sapatas

Após todas as formas instaladas, limpeza executada e suas respectivas armaduras posicionadas e corretamente montadas de acordo com o detalhamento em projeto, posteriormente é realizada a etapa de concretagem das mesmas.

Figura 24 – Concretagem



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.5.5 Desforma

Após a concretagem das sapatas, no dia seguinte em diante deve-se executar a desforma e impermeabilização.

Figura 25 – Desforma



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

4.6 ETAPAS CONSIDERADAS PARA O PLANEJAMENTO DO CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO FUNDAÇÃO DO TIPO ESTACAS HÉLICE CONTINUA

4.6.1 Perfuração

Assim que o local estiver livre com os gabaritos instalados, conferidos e a locação feita, inicia-se a perfuração das estacas onde o equipamento de escavação é posicionado e nivelado para assegurar a centralização e verticalidade da estaca e durante a perfuração, o trado da hélice é introduzido no solo por meio de sua rotação até a profundidade especificada em projeto.

Figura 26 - Perfuração da estaca



Fonte: <https://www.universidadetrisul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.6.2 Concretagem das estacas

Após o término da perfuração executa-se a concretagem com concreto bombeado, injetando-o pelo tubo central que compõe a haste, o concreto é bombeado para o trado, que é sacado concomitantemente ao preenchimento da perfuração pelo concreto, dessa maneira o preenchimento da estaca com o concreto é feito até a superfície do terreno onde está implantada a perfuratriz.

Figura 27 - Concretagem da estaca



Fonte: <https://www.universidadetrissul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.6.3 Colocação da armadura

Após o término da concretagem do fuste da estaca é feita a colocação da armadura, utiliza-se roletes fixados na lateral da gaiola (estribos) para garantir um recobrimento mínimo de concreto sobre a armação.

Figura 28 - Colocação da armadura



Fonte: <https://www.universidadetrissul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.6.4 Escavação e preparação da base

Para iniciar o processo de execução do bloco de fundação, devemos primeiro encontrar as estacas e escavar, conforme mostrado nas figuras abaixo, caso tenhamos blocos de grande volume, pode-se utilizar furação mecânica para grande volume e depois escavar de forma manual para garantir o tamanho correto da fundação .

Figura 29 - Escavação de blocos de fundação



Fonte: <https://www.universidadetrisul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.6.5 Arrasamento das Estacas

Depois da escavação finalizada é realizado arrasamento das estacas para a altura que consta em projeto. As estacas devem ser retiradas a uma altura de 5 cm acima do bloco ou conforme recomendado para o projeto.

O arrasamento geralmente é feito com um martelo hidráulico podendo ser feito também por equipamento mecânico especializado.

Figura 30 - Serviço de arrasamento de estacas

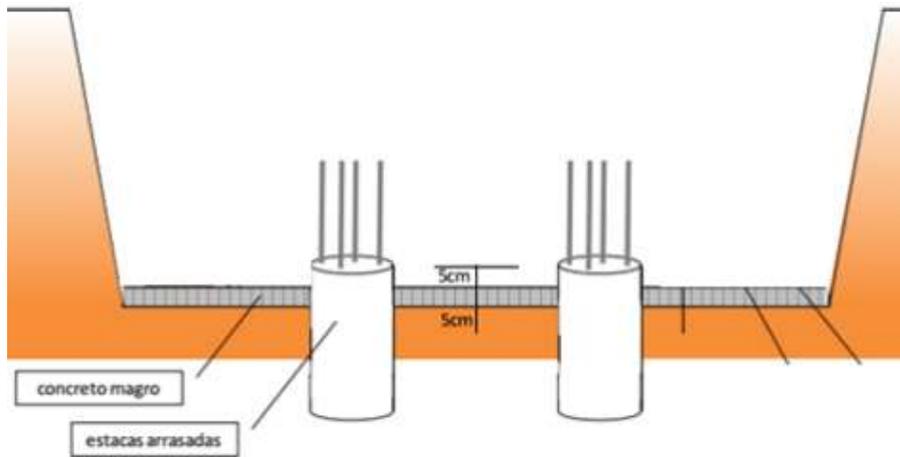


Fonte: <https://www.universidadetrisul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.6.6 Execução do concreto magro

A base do bloco de coroamento deve ser coberta com uma camada de concreto magro, da espessura especificada no projeto (aproximadamente 5 cm). Uma fina camada de concreto deve ser colocada no ponto mais baixo do bloco e preferencialmente 40 a 60 cm maior que o tamanho do sistema de blocos para acomodar os elementos formadores.

Figura 31 - Desenho ilustrativo com o concreto magro realizado



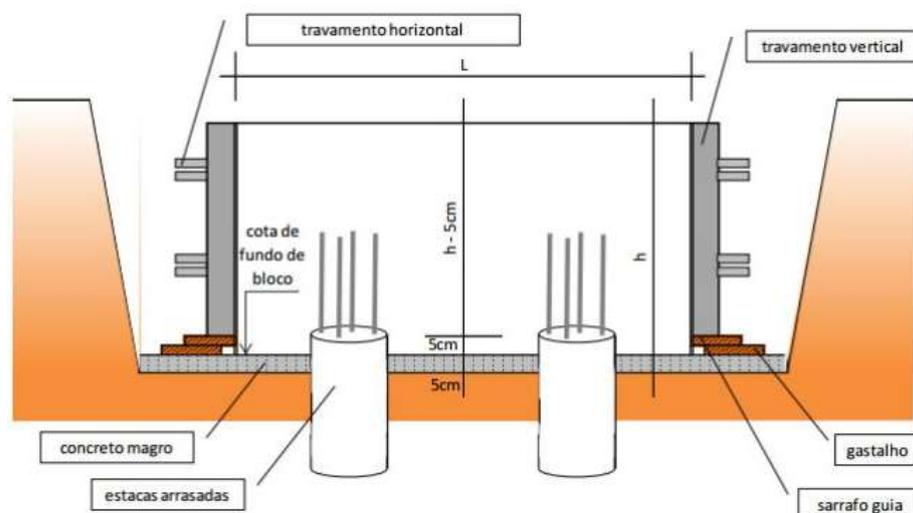
Fonte: <https://www.universidadetrissul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.6.7 Montagem da Forma

A montagem da fôrma liberada, deve ser feita sobre o concreto magro. O posicionamento lateral deve ser feito por meio de uma sarrafos guia, garantindo o posicionamento correto das formas.

Os painéis laterais são geralmente feitos de compensado de resina ou tábuas de madeira. As bases podem ser feitas com escoras em linha reta e vigas na posição horizontal ou vigas de aço.

Figura 32 - Desenho técnico com posicionamento dos painéis laterais e travamentos



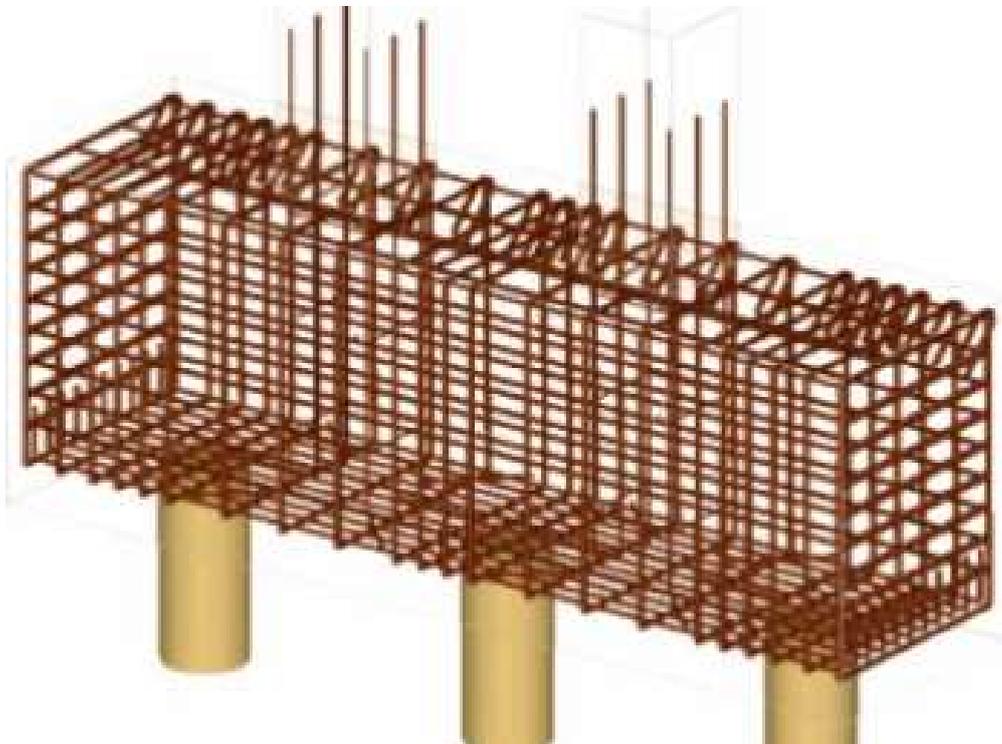
Fonte: <https://www.universidadetrissul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.6.8 Montagem de Armadura

A montagem da armadura do bloco deve ser feita de acordo com o projeto específico de cada bloco de fundação.

Atente-se à limpeza da armadura e ao uso correto de espaçadores plásticos, para evitar o contato das ferragens com a fôrma de madeira e para garantir a cobertura da armadura conforme o projeto, em alguns casos onde o bloco de coroamento é pequeno, a armadura pode ser montada e colocada dentro da forma após a liberação.

Figura 33 - Perspectiva da armadura do bloco



Fonte: <https://www.universidadetrisul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.6.9 Concretagem do Bloco

Após a montagem e aferição das armaduras, deve-se planejar a concretagem dos blocos de fundação, levando em consideração os seguintes fatores:

- A resistência do elemento de concreto a ser utilizado em função do projeto;
- Verifique se há alterações nos tipos de metal, espaços, espaço e medidores, se ocorreram alterações.

- Antes da concretagem, o bloco deve estar livre de impurezas (sujidade) e deve estar úmido, para que não haja absorção de água no concreto fresco.

4.6.10 Desforma e Impermeabilização

Após a concretagem dos blocos de fundações, no dia seguinte deve-se executar a desforma dos blocos e aplicar o impermeabilizante.

Figura 34 - Bloco de coroamento desformado e impermeabilizado



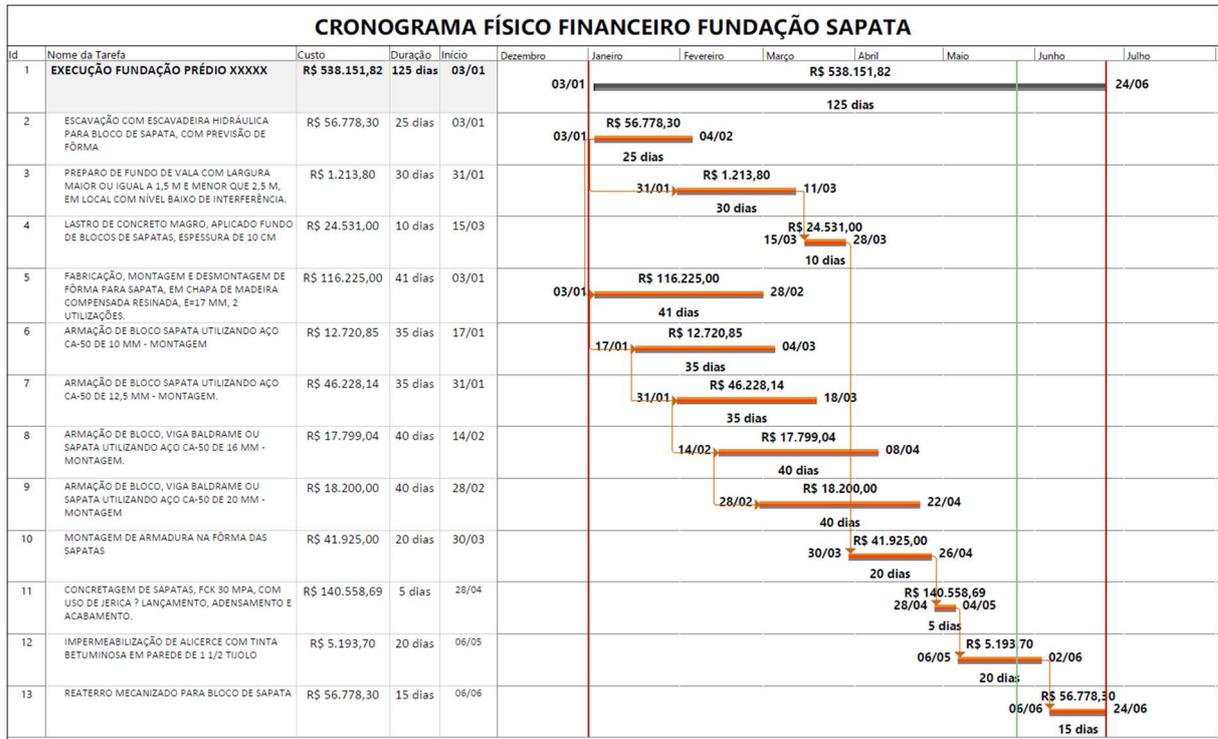
Fonte: <https://www.universidadetrisul.com.br/etapas-construtivas/execucao-de-blocos-de-fundacoes>. Acesso em Maio 2022

4.7 ANÁLISE DE DADOS

4.7.1 FUNDAÇÃO RASA

Para a análise dos resultados obtidos, após o dimensionamento e levantamento de custos e cronogramas de ambas as fundações, foram estratificadas em forma de gráficos os dados dos principais serviços que compõem o processo construtivo das fundações. Estes serviços compõem a cadeia do processo executivo de cada tipo de fundação apresentada, influenciando diretamente nos custos e prazo de execução das fundações idealizadas para o edifício modelo em estudo.

Figura 35 - Cronograma físico-financeiro fundação direta



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Após o levantamento dos materiais da fundação em sapata, foi elaborado cronograma físico-financeiro da fundação através dos principais insumos e etapas de serviço utilizado na obra, referentes aos preços de material e serviços para a execução da sapata isolada em concreto armado, idealizado para fundação.

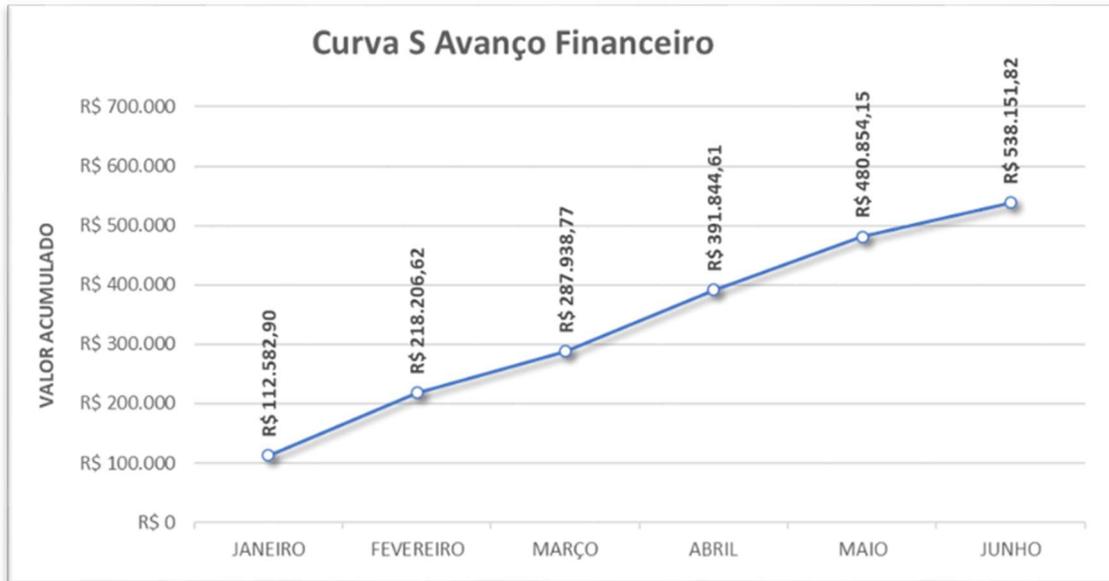
Figura 36 - Curva S de avanço físico da obra fundação tipo sapata



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Observa-se na Figura 33 a distribuição dos serviços executados para a o tipo de fundação proposto sem o conhecimento dos laudos geotécnicos do local em que a estrutura foi planejada, é possível analisar que a execução nos três primeiros meses tem um avanço muito alto, chegando a marca de 75% dos serviços concluídos tendo os próximos 3 meses de trabalho uma redução significativa da porcentagem de serviços concluídos pois encontram-se em etapas mais demoradas como por exemplo concretagens e cura de concreto para realizar impermeabilizações.

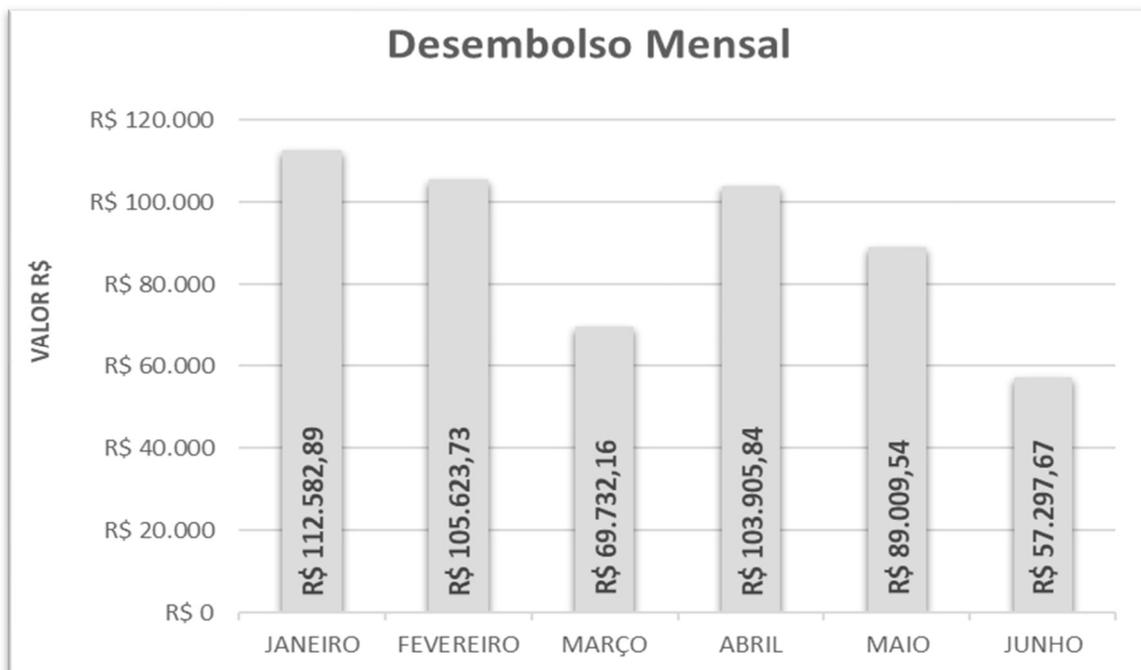
Figura 37 - Curva S Desembolso Acumulado



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Observa-se na Figura 34 a distribuição dos gastos acumulados obtidos para a o tipo de fundação proposto sem o conhecimento dos laudos geotécnicos do local em que a estrutura foi planejada, é possível analisar que o custo total chegou a R\$ 535.151,82 onde o mês de março e junho foram os que tiveram um desembolso mais baixo em relação aos outros meses.

Figura 38 - Desembolso mensal fundação direta



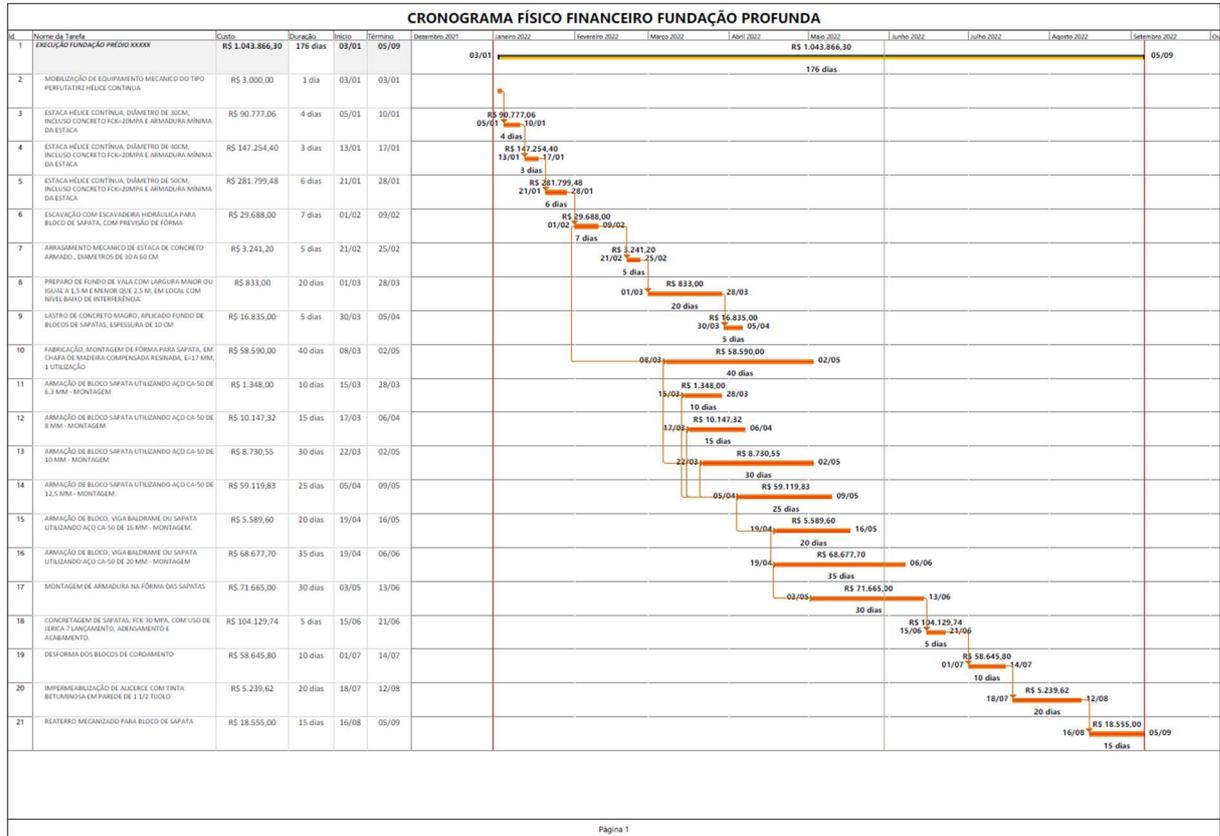
Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Observa-se na Figura 35 que na distribuição do desembolso mensal os primeiros dois meses e o quarto mês foram os que tiveram os maiores custos por questão de se tratar das etapas de escavação, fabricação e montagem de formas, armaduras e a concretagem com início no mês de abril, em que são etapas caras. No mês de março e no mês de junho teve uma redução significativa no custo dos serviços executados pois encontram-se em etapas mais baratas como por exemplo, lastro de concreto magro no fundo das sapatas executado em todo mês de março e a aplicação das impermeabilizações no último mês.

4.7.2 FUNDAÇÃO PROFUNDA

Para realizarmos o estudo dos resultados obtidos após o dimensionamento das fundações, foram quantificados os materiais, levantado os custos e analisados os prazos para execução das atividades e foram estratificadas em forma de gráficos os dados dos principais serviços que compõem o processo construtivo deste método de estrutura fundação ideal, proposto para este tipo de solo apresentado com base nos laudos de sondagem cronogramas de ambas as fundações.

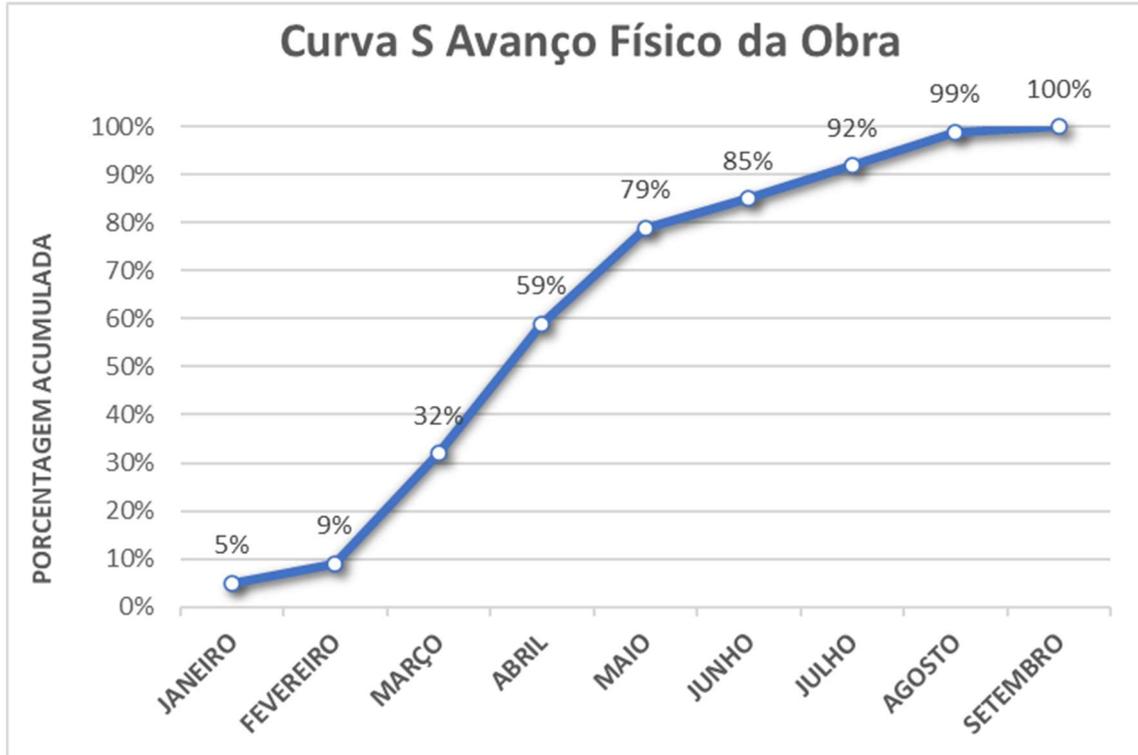
Figura 39 - Cronograma físico-financeiro fundação profunda



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Após a elaboração do cronograma físico-financeiro para a execução de fundação profunda do tipo estacas hélice contínua e blocos de coroamento, foram analisados três pontos na evolução da obra. Os resultados foram expressos em formas de gráficos para verificar a influência no cronograma e estimativa de custo final da obra, vejamos a seguir as análises realizadas.

Figura 40 - Curva S de avanço físico da obra fundação tipo profunda



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Observa-se na Figura 37 que a obra com a fundação do tipo profunda passa a ter nove meses de prazo de execução, iniciando pelos serviços de mobilização de equipamentos, cravação de estacas, escavação e arrasamento das estacas, estes serviços compreendem os dois primeiros meses da obra e são itens que compõem um percentual baixo no avanço físico da obra pois não permitem outros trabalhos serem executados simultaneamente dentro do canteiro de obras, assim ficando os outros serviços condicionados a finalização dos mesmos. Apesar de apresentarem um desembolso muito elevado nesta etapa como vamos poder ver avaliar na próxima análise.

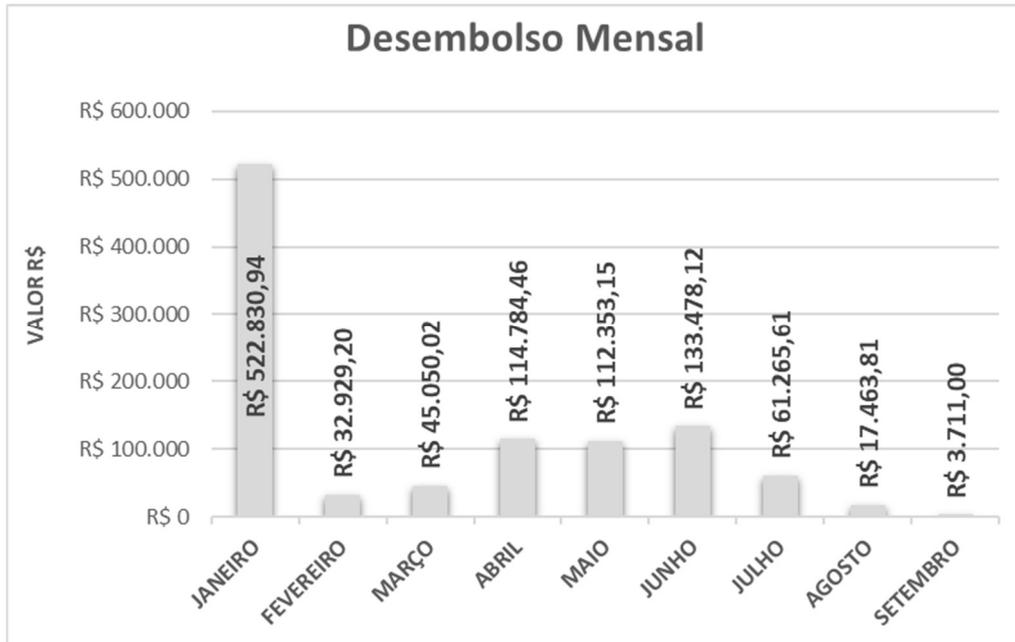
Figura 41 - Curva S Desembolso Acumulado



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Podemos observar na figura 38 a evolução dos gastos realizados ao longo dos meses de execução da obra obtidos através da análise do cronograma elaborado. Podemos verificar que já no primeiro mês há um gasto muito elevado em decorrência da execução dos serviços relacionados a perfuração de estacas hélice contínua que possuem um alto custo e execução em decorrência da necessidade máquinas de grande portes especializadas e também do alto volume de consumo de concreto que acaba influenciando o financeiro diretamente nesta primeira etapa, no segundo mês de serviço possui um houve uma diminuição expressiva chegando a menos de 10% em relação ao primeiro mês, executando etapas como arrasamento de estacas e escavação para os blocos de coroamento, seguindo para os próximos meses de desembolso nota-se uma distribuição mais linear não havendo pico de gastos, trabalhando com um fluxo financeiro mais controlado do que em relação ao primeiro mês

Figura 42 – Desembolso mensal fundação profunda

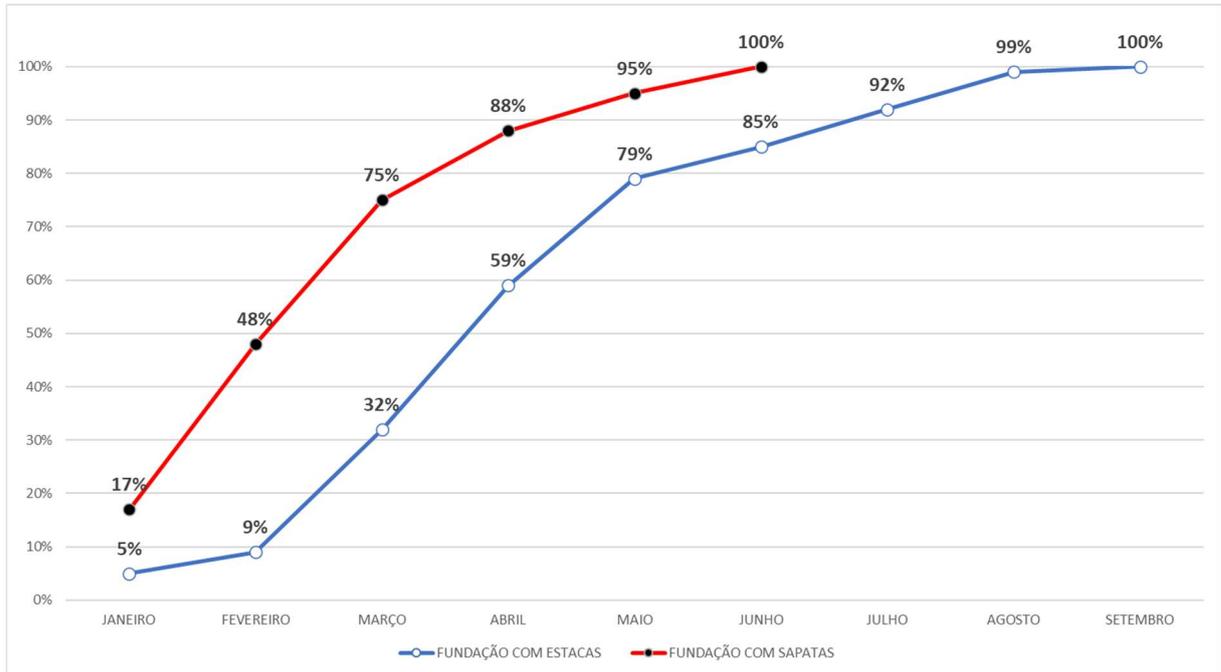


Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Conforme comentado na análise da Figura 38 podemos observar também na Figura 39 o elevado custo das atividades realizadas no primeiro mês de serviços, a demanda de equipamento especializado, alto consumo de concreto e aço para execução das estacas acabam impactando expressivamente no custo da obra, somente no primeiro mês já há um desembolso de aproximadamente 50% do valor total da obra, nos meses seguintes podemos notar uma curva de gastos muito bem distribuída com uma média de gastos de R\$ 65.129,42. Nos meses abril maio e junho também são meses relevantes no desembolso mensal pois ali estão alocados boa parte das atividades relacionadas a montagem de armaduras e montagem nas formas dos blocos de coroamento e concretagem dos mesmos, nos meses de julho agosto e setembro ocorrem somente as etapas de desforma, impermeabilização e reaterro das fundações finalizando a obra.

Com base nos dados obtidos a partir das análises realizadas anteriormente foi possível elaborar as seguintes comparações a seguir:

Figura 43 – Análise comparativa avanço físico da obra

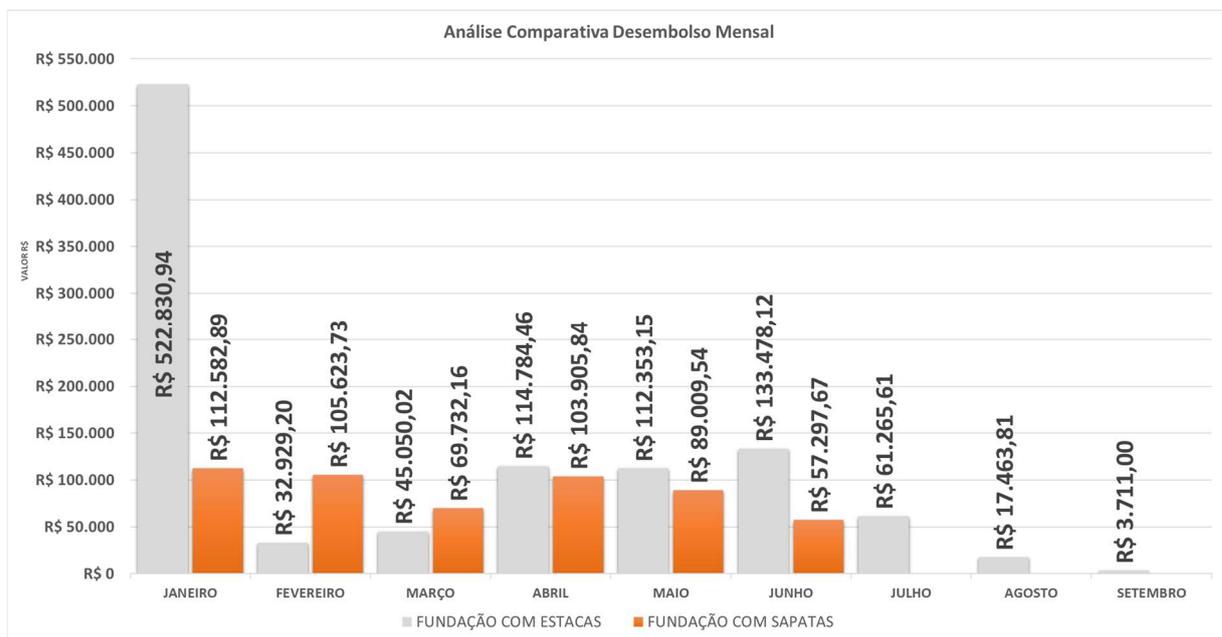


Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Conforme as análises acima já mencionadas, observa-se na Figura 40 um comparativo em que podemos avaliar as duas curvas do avanço físico da obra para os dois tipos de fundação propostos para a edificação, onde a linha vermelha representa a primeira solução proposta para o projeto, está que não estava considerando os dados geotécnicos do local da obra e consequentemente seu subdimensionamento dos elementos estruturais, onde assim nos apresenta uma previsão de prazo para finalização de 06 (seis) meses. E podemos visualizar também a linha azul que representa a segunda solução, está que foi adotada para a execução da edificação, já considerando todos os estudos elaborados com relação ao solo em que se comportaria. A mesma teve todos os seus elementos estruturais dimensionados de acordo com as normas regentes e seus preceitos de acordo com os dados geotécnicos do solo em estudo para o projeto de modo que este método apresenta um prazo relativamente maior que o previamente previsto com 09 (nove) meses de obra para realização da fundação desde a mobilização dos equipamentos até a impermeabilização dos blocos de coroamento. Analisando o comportamento dos métodos propostos, nota-se que a fundação rasa se mostra um processo mais ágil logo nos primeiros meses com um avanço muito grande e rápido nas etapas iniciais, logo a partir do terceiro mês a curva de execução dela acaba se declinando um pouco porém se mantendo com o mesmo desempenho nos últimos 03 (três) meses de obra.

Já no método de fundação profunda com estacas do tipo hélice continua podemos verificar um início um pouco mais lento em relação a curva vermelha nos primeiros dois meses, estes meses em que estão alocados as etapas de perfuração, concretagens e escavações das estacas não agregando volume significativo para o progresso físico da obra, toda via, logo após o segundo mês o desempenho dos serviços se torna mais próximo ao previsto anteriormente no método de fundação rasa, pois são aproximadamente os mesmos serviços realizados.

Figura 44 - Análise comparativa desembolso Mensal



Fonte: Elaboração dos autores (2022)

Conforme as análises acima já mencionadas, podemos observar na Figura 41 um comparativo do desembolso mensal entre os dois métodos de execução em que podemos avaliar o balanço financeiro para os dois tipos de fundação proposto para a edificação, podemos verificar que há uma disparidade muito grande logo no primeiro mês como já mencionado na análise da figura 38 está diferença se dá pela necessidade da execução das estacas e seu alto custo relacionado, e após a primeira etapa executada podemos notar nos meses seguintes valores de desembolso próximos ao previsto inicialmente apenas havendo um alongamento das atividades em decorrência da maior quantidade de serviços relacionados ao aumento de materiais quem compõem os elementos estruturais de fundação.

5 CONCLUSÃO

Através do estudo realizado, conclui-se que a execução de estudos geotécnicos para concepção do solo e dimensionamento de um projeto de fundações é indispensável, assim chegamos a um resultado de que a fundação direta foi a alternativa econômica mais viável relativo aos custos e ao tempo para execução, porém de acordo com os dados apresentados do solo em estudo tinha uma compactidade muito baixa em suas primeiras camadas, para receber as cargas do edifício não era ideal o uso de sapatas e sim o uso de fundação profunda, onde o laudo de sondagem apresentou solo compacto somente a partir da cota 12,60m, dessa maneira foi proposto a utilização de estaca hélice contínua para tal situação.

Verificou-se então que a fundação em sapata isolada teve um custo de execução de R\$538.152,82, valor este inferior ao custo da fundação em estacas do tipo hélice contínua, que é de R\$1.043.866,30, demonstrando uma diferença percentual de 48%, ou seja, um custo adicional não previsto no orçamento de R\$505.713,48.

Em relação ao tempo de obra para execução da fundação, enquanto com a utilização da fundação rasa demoraria 6 meses, com a modificação para fundação profunda a obra passou a ter um prazo de 9 meses, assim sendo prolongada 3 meses adiante a data de término da fundação.

Portanto a mudança do tipo de fundação acarretou um atraso na execução da etapa de fundação em 51 dias uteis, tendo em vista que a quantidade de insumos necessários para executar os elementos estruturais foram expressamente elevados em razão do subdimensionamento da estrutura em que estava previamente previsto para a fundação rasa, com utilização de estacas hélice contínua, desde a etapa da perfuração, concretagem das estacas, arrasamento das mesmas até a fase de concretagem dos blocos de coroamento, são etapas que não eram prevista no cronograma inicial, esses dias que foram trabalhados nessas atividades não eram previstos e assim foram acrescentados no cronograma da obra, para assim chegar ao mesmo ponto final da fundação como a fundação rasa, em virtude disso esta também foi uma etapa considerada como caminho crítico do cronograma, pois todas as etapas seguintes dependem da finalização delas e não possuem folga entre estas, dessa maneira tendo influência direta e expressiva no cronograma físico e afetando o prazo final de execução da fundação.

A metodologia aplicada nesse trabalho e os resultados obtidos através na análise proposta destacam sua expressiva aplicabilidade nos problemas encontrados em obras no Brasil, visando colaborar com estudos subsequentes. As resoluções finais devem ser

consideradas não apenas para fins acadêmicos, mas para aplicações na área da construção civil, para que tenha uma maior segurança nas edificações futuras no caráter estrutural.

Considerando os resultados obtidos, como sugestão de continuação deste trabalho sugere-se:

6 REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Brasil. 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1625: Estacas pré-fabricadas de concreto - Requisitos.** Brasil. 2014.

ALONSO, U. R. **Previsão e controle das fundações.** São Paulo: Editora EdgardBlucher Ltda, 1991. 142 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484: Solo - Sondagem de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSUMPÇÃO, J.F.P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo de planejamento estratégico na produção de edifícios.** São Paulo 1996. 206 p. Tese (Doutorado) Escola Politécnica Universidade de São Paulo.

ÁVILA, Antônio Victorino. JUNGLES, Antônio Edésio. **Gestão do Controle e Planejamento de Empreendimentos.** Florianópolis: Autores, 2013.

BRADY, Nyle C; WEIL, Raymond. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos.** São Paulo: Bookman, 2013.

BRITO, Waléria Daiany L. de; GOMES, Claudemir. Fundação e Geotecnia: Métodos de investigação geológica e geotécnica da fundação de barragens de concreto. **Revista do CEDS.** Nº 9. 2018. Disponível em: http://sou.undb.edu.br/ceds/revista?utm_source=direto. Acesso em: set. de 2021.

CHIOSSI, Nivaldo. **Geologia de engenharia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

CINTRA, José Carlos A; AOKI, Nelson; ALBIERO, José Henrique. **Fundações Diretas: Projeto Geotécnico.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

CAPUTO, HOMERO PINTO. **Mecânica dos solos e suas aplicações** – vol. 1, 6ª ed. Livros técnicos e científicos, Rio de Janeiro, 1988.

DAS, Braja M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica.** São Paulo: CIP, 2011.

LEPSCH, Igor F. **19 Lições de pedologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LIMA, Valmiqui Costa; LIMA, Marcelo Ricardo de. **Formação do Solo.** 2019. Disponível em: http://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/formacao_solo.pdf. Acesso em: 20 setembro. 2021.

FARIAS, R. PARANHOS, H. **Notas de aulas de engenharia de fundações.** 160 páginas; 2018.

FERREIRA, Ademir Martins e GONÇALVES, Thales Vinícius Assis Gonçalves. Estacas cravadas pré-moldada de concreto: procedimentos para escolha e execução. **Revista Pensar Engenharia**, v. 2, n. 1, jan. 2014. Disponível em: <http://revistapensar.com.br/engenharia/artigo/no=a125.pdf>. Acesso em: out. 2021.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. 49 f. Notas de Aula. UNISINOS, 2008.

HACHICH, Waldemar; *et al.* **Fundações: Teoria e prática**. São Paulo: Editora Pini. 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª Edição, 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>. Acesso em: set. 2021.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is Construction Planning Really Doing Its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process**. *Construction Management and Economics*, London, United States, n.5. 1987.

LEAL, Maria Eduarda Sponholz; CHINI, Priscila. **A IMPORTÂNCIA DO USO DA SONDAGEM EM PROJETOS DE FUNDAÇÕES**. 2020. 113 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2020.

MAGALHÃES, Paulo Henrique Lourenço. **Avaliação dos Métodos de Capacidade de Carga e Recalque de Estacas Hélice Contínua Via Provas de Carga**. 2005. 243 f. Dissertação de Mestrado.– Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

MASSAD, F., **Obras de Terra – Curso Básico de Geotecnia**. São Paulo, editora Oficina de Textos, 2003.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

NOGUEIRA, Rogério Carvalho Ribeiro. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: ESTACAS RAIZ – HISTÓRICO. In: NOGUEIRA, Rogério Carvalho Ribeiro. **COMPORTAMENTO DE ESTACAS TIPO RAIZ, INSTRUMENTADAS, SUBMETIDAS À COMPRESSÃO AXIAL, EM SOLO DE DIABÁSIO**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, [S. l.], 2004.

OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nartan Alves de. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

ORTH, A. Inácio; PRINKLADNICKI, Rafael. **PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE PROJETOS**. Editora Edipuars (2009).

REBELLO, Yopanan C. P. **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**. 3. ed. São Paulo: Ziguarte, 2008.

SOUZA, Gutemberg C. **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro, 1995.

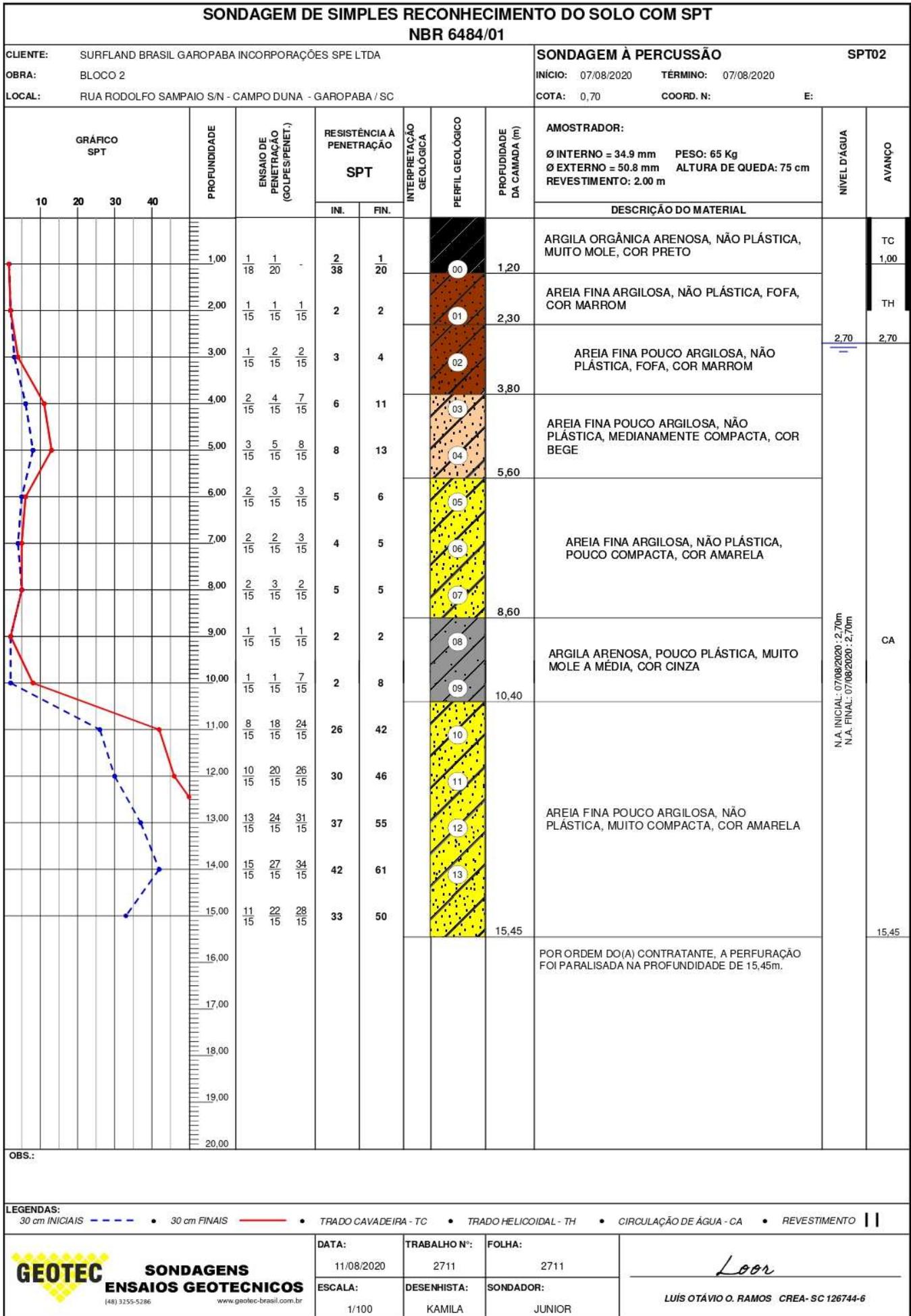
TRESSOLDI, M., GUEDES, M.G., Vaz, L.F. **Métodos de investigação de solo para estudo de barragens**. In: II Simpósio Sul Americano de Mecânica de Rochas, Porto Alegre. Anais. Vol. II, p.238-251, 2009.

VARGAS, M. **“Introdução a Mecânica dos Solos”**. Editora: McGraw Hill do Brasil, São Paulo, 1978.

ANEXOS

ANEXO A

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT NBR 6484/01										
CLIENTE: SURFLAND BRASIL GAROPABA INCORPORAÇÕES SPE LTDA					SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT01					
OBRA: BLOCO 1					INÍCIO: 07/08/2020 TÉRMINO: 07/08/2020					
LOCAL: RUA RODOLFO SAMPAIO S/N - CAMPO DUNA - GAROPABA / SC					COTA: 0,80 COORD. N: E:					
GRÁFICO SPT 10 20 30 40	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2.00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			INI.	FIN.						
	1,00	$\frac{1}{20}$ $\frac{1}{21}$ -	$\frac{2}{41}$	$\frac{1}{21}$		00		ARGILA ORGÂNICA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, MUITO MOLE, COR PRETO		TC 1,00
	2,00	$\frac{1}{18}$ $\frac{1}{17}$ -	$\frac{2}{35}$	$\frac{1}{17}$		01	2,10			TH
	3,00	$\frac{1}{15}$ $\frac{1}{15}$ $\frac{2}{15}$	2	3		02		AREIA FINA POUCA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, FOFA A POUCA COMPACTA, COR MARROM	2,70	2,70
	4,00	$\frac{2}{15}$ $\frac{3}{15}$ $\frac{3}{15}$	5	6		03	4,50			
	5,00	$\frac{3}{15}$ $\frac{3}{15}$ $\frac{3}{15}$	6	6		04				
	6,00	$\frac{2}{15}$ $\frac{2}{15}$ $\frac{3}{15}$	4	5		05		AREIA FINA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, POUCA COMPACTA, COR AMARELA		
	7,00	$\frac{3}{15}$ $\frac{2}{15}$ $\frac{3}{15}$	5	5		06				
	8,00	$\frac{1}{15}$ $\frac{2}{15}$ $\frac{2}{15}$	3	4		07	7,90			
	9,00	$\frac{1}{15}$ $\frac{1}{15}$ $\frac{3}{15}$	2	4		08	9,60	ARGILA ARENOSA, POUCA PLÁSTICA, MOLE, COR CINZA		CA
	10,00	$\frac{10}{15}$ $\frac{21}{15}$ $\frac{30}{15}$	31	51		09				
	11,00	$\frac{10}{15}$ $\frac{19}{15}$ $\frac{27}{15}$	29	46		10				
	12,00	$\frac{9}{15}$ $\frac{17}{15}$ $\frac{25}{15}$	26	42		11		AREIA FINA POUCA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR AMARELADA		
	13,00	$\frac{10}{15}$ $\frac{18}{15}$ $\frac{26}{15}$	28	44		12				
	14,00	$\frac{8}{15}$ $\frac{17}{15}$ $\frac{24}{15}$	25	41		13				
	15,00	$\frac{7}{15}$ $\frac{15}{15}$ $\frac{25}{15}$	22	40			15,45			15,45
	16,00							POR ORDEM DO(A) CONTRATANTE, A PERFURAÇÃO FOI PARALISADA NA PROFUNDIDADE DE 15,45m.		
	17,00									
	18,00									
	19,00									
	20,00									
OBS.:										
LEGENDAS: 30 cm INICIAIS - - - - - 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC - - - - - TRADO HELICOIDAL - TH - - - - - CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA - - - - - REVESTIMENTO										
 SONDAGENS ENSAIOS GEOTECNICOS <small>(48) 3255-5286 www.geotec-brasil.com.br</small>			DATA: 11/08/2020	TRABALHO Nº: 2711	FOLHA: 2711	 LUIS OTÁVIO O. RAMOS CREA-SC 126744-6				
			ESCALA: 1/100	DESENHISTA: KAMILA	SONDADOR: JUNIOR					



SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: SURFLAND BRASIL GAROPABA INCORPORAÇÕES SPE LTDA OBRA: SPA LOCAL: RUA RODOLFO SAMPAIO S/N - CAMPO DUNA - GAROPABA / SC	SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT03 INÍCIO: 10/08/2020 TÉRMINO: 10/08/2020 COTA: 0,70 COORD. N: E:
---	---

GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2.00 m	NIVEL D'ÁGUA	AVANÇO
		INI.	FIN.	INI.	FIN.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL						
	1.00	1	1	2	2	3		0,10	CAMADA VEGETAL, COR VERDE			
	1.00							00	0,70	AREIA FINA POUCO ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, COR MARROM ESCURO		TC
	2.00	1	2	2	3	4		01	1,20	ARGILA ORGÂNICA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, MOLE, COR PRETO		TH
	2.00							01	1,90	AREIA FINA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, FOFA, COR MARROM		
	3.00	1	1	1	2	2		02	3,50	AREIA FINA POUCO ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, FOFA, COR BEGE	2,60	2,60
	4.00	2	2	3	4	5		03	5,00	AREIA FINA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, FOFA A POUCO COMPACTA, COR BEGE		
	5.00	1	1	2	2	3		04				
	6.00	2	2	2	4	4		05				
	7.00	2	3	3	5	6		06	7,70	AREIA FINA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, FOFA A POUCO COMPACTA, COR CINZA		
	8.00	1	1	1	2	2		07	8,50	ARGILA ARENOSA, POUCO PLÁSTICA, MUITO MOLE, COR CINZA		
	9.00	8	17	21	25	38		08				
	10.00	4	7	11	11	18		09				
	11.00	7	15	20	22	35		10				
	12.00	4	1	2	5	3		11	12,00			
	13.00	1	2	2	3	4		12				
	14.00	3	4	7	7	11		13				
	15.00	3	4	5	7	9		14				
16.00	7	15	20	22	35		15	15,80				
17.00	9	18	24	27	42		16					
18.00	12	21	33	33	54			18,45			18,45	
	19.00								POR ORDEM DO(A) CONTRATANTE, A PERFURAÇÃO FOI PARALISADA NA PROFUNDIDADE DE 18,45m.			

N.A. INICIAL: 10/08/2020 : 2,60m
 N.A. FINAL: 10/08/2020 : 2,60m

OBS.:

LEGENDAS: 30 cm INICIAIS - - - 30 cm FINAIS — TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO ||

<p>SONDAGENS ENSAIOS GEOTECNICOS <small>(48) 3255-5286 www.geotec-brasil.com.br</small></p>	DATA: 11/08/2020	TRABALHO Nº: 2711	FOLHA: 2711	<p>LUIZ OTÁVIO O. RAMOS CREA-SC 126744-6</p>
	ESCALA: 1/100	DESENHISTA: KAMILA	SONDADOR: JUNIOR	

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: SURFLAND BRASIL GAROPABA INCORPORAÇÕES SPE LTDA OBRA: Lockers LOCAL: RUA RODOLFO SAMPAIO S/N - CAMPO DUNA - GAROPABA / SC	SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT04 INÍCIO: 13/02/2022 TÉRMINO: 13/02/2022 COTA: 0,50 COORD. N: E:
--	---

GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)		RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2.00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
		INI.	FIN.	INI.	FIN.						
	1,00	1/20	1/21	-	1	1	00		ARGILA ORGÂNICA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, MUITO MOLE, COR PRETO		TC 1,00
	2,00	1/18	1/17	-	1	1	01	2,10			TH
	3,00	1/15	2/15	9/15	3	11	02				
	4,00	1/15	3/15	7/15	4	10	03			3,80	3,80
	5,00	1/15	3/15	8/15	4	11	04		AREIA FINA ARGILOSA, NÃO PLÁSTICA, MEDIANAMENTE COMPACTA, COR AMARELA		
	6,00	1/15	4/15	9/15	5	13	05				
	7,00	5/15	5/15	11/15	10	16	06				
	8,00	9/15	13/15	15/15	22	30	07	7,90			
	9,00	9/15	15/15	15/15	23	30	08				
	10,00	10/15	21/15	30/15	31	51	09				
	11,00	10/15	19/15	27/15	29	46	10				
	12,00	9/15	17/15	25/15	26	42	11				
	13,00	10/15	18/15	26/15	28	44	12				
14,00	8/15	17/15	24/15	25	41	13					
15,00	7/15	15/15	25/15	22	40		15,45				
	16,00	POR ORDEM DO(A) CONTRATANTE, A PERFURAÇÃO FOI PARALISADA NA PROFUNDIDADE DE 15,45m.									
	17,00										
	18,00										
	19,00										
	20,00										

N.A. INICIAL: 13/02/2022 : 3,80m
 N.A. FINAL: 13/02/2022 : 3,80m

OBS.:

LEGENDAS:
 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS TRADO CAVADEIRA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT
NBR 6484/01

CLIENTE: SURFLAND BRASIL GAROPABA INCORPORAÇÕES SPE LTDA OBRA: Surfbar LOCAL: RUA RODOLFO SAMPAIO S/N - CAMPO DUNA - GAROPABA / SC	SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT05 INÍCIO: 13/02/2022 TÉRMINO: 13/02/2022 COTA: 0,20 COORD. N: E:
--	---

GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2.00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
		10	20	30	40	INI.						
	1.00	1/20	1/21	-	1	1						TC 1,00
	2.00	1/18	1/17	-	1	1		00	2,10			TH 2,50
	3.00	1/15	1/15	4/15	2	6		01				
	4.00	1/15	3/15	4/15	4	7		02				
	5.00	1/15	2/15	5/15	3	8		03				
	6.00	1/15	4/15	6/15	5	10		04				
	7.00	3/15	7/15	12/15	10	19		05	6,60			
	8.00	4/15	7/15	14/15	11	21		06				
	9.00	6/15	7/15	20/15	13	27		07				
	10.00	5/15	5/15	21/15	10	26		08				
	11.00	10/15	15/15	21/15	25	46		09				
	12.00	9/15	20/15	31/15	29	51		10	12,60			
	13.00											
	14.00											
	15.00											
	16.00											
	17.00											
	18.00											
	19.00											
	20.00											
N.A. INICIAL: 13/02/2022 : 2,50m N.A. FINAL: 13/02/2022 : 2,50m												
POR ORDEM DO(A) CONTRATANTE, A PERFURAÇÃO FOI PARALISADA NA PROFUNDIDADE DE 12,60m.												

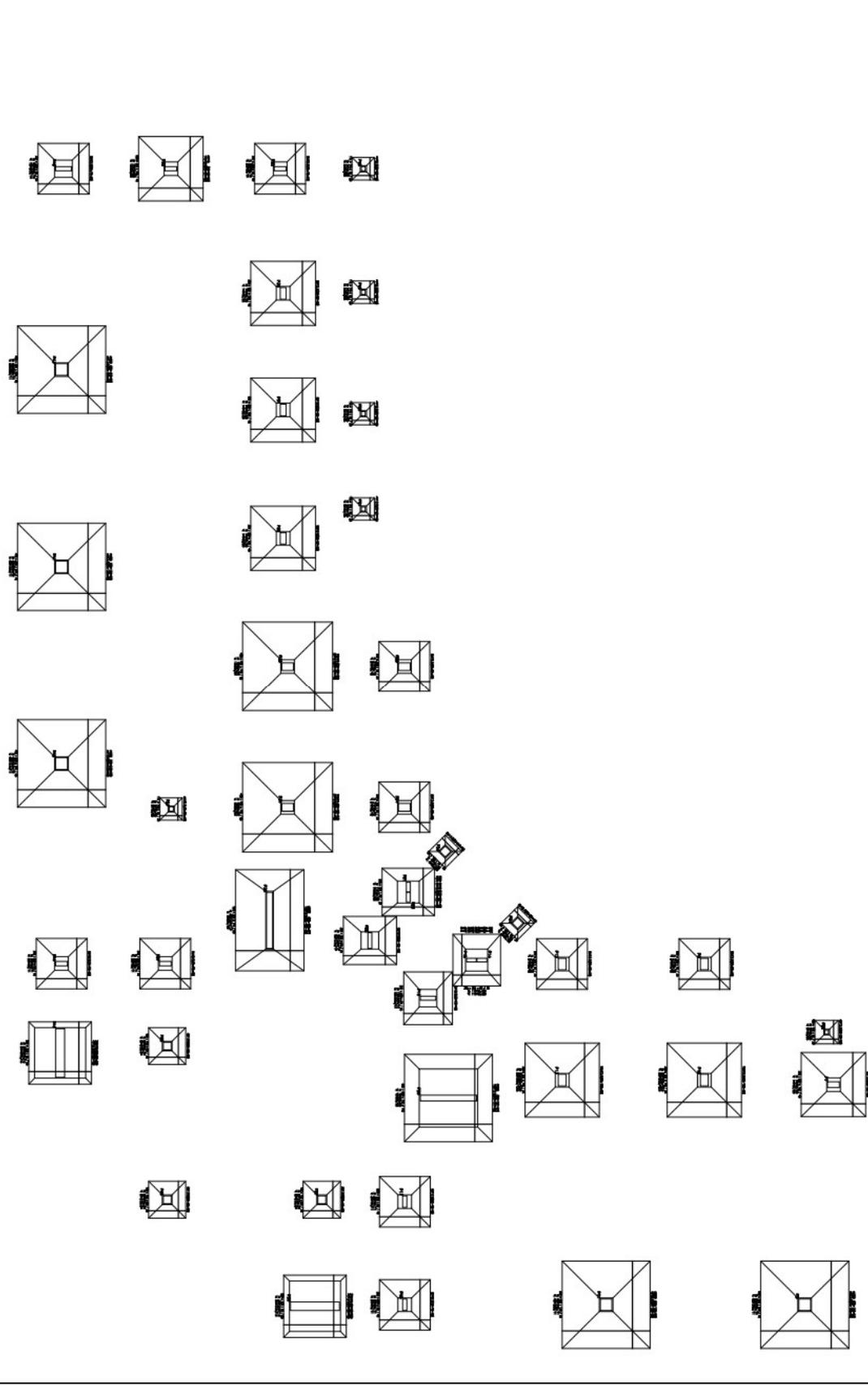
OBS.:

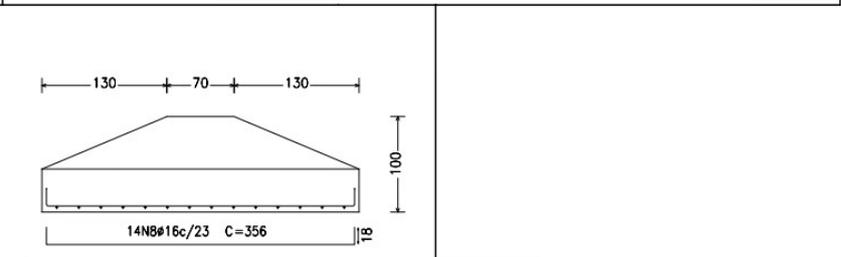
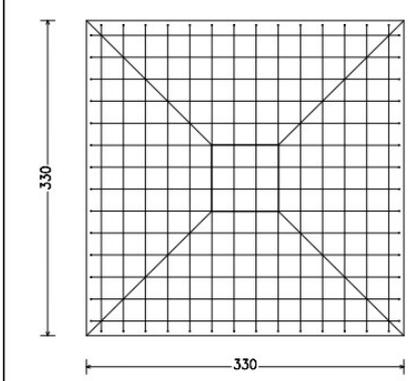
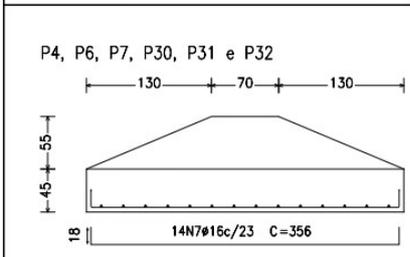
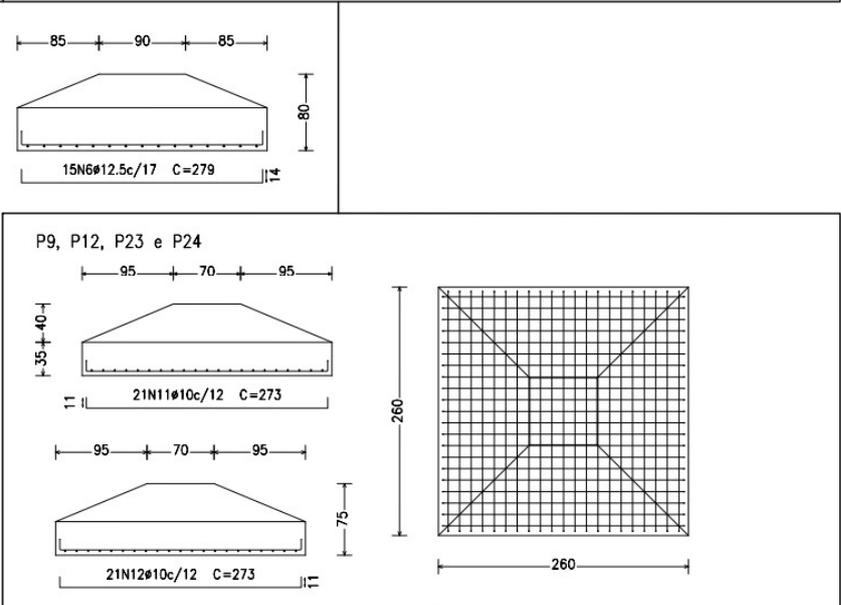
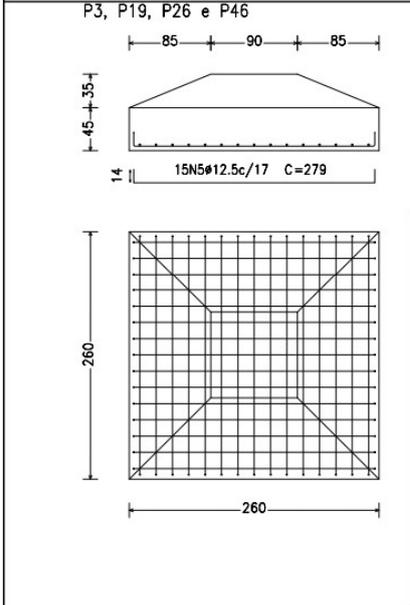
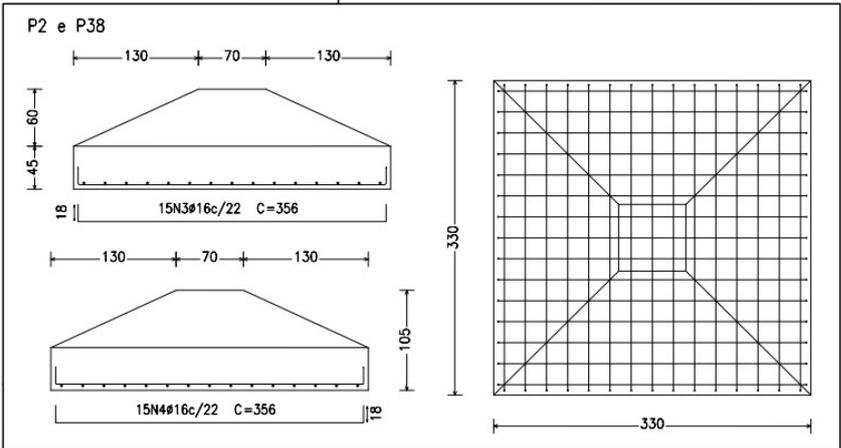
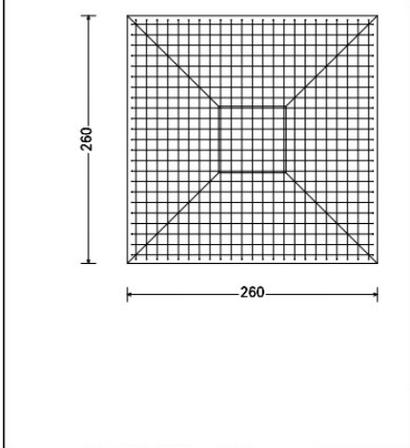
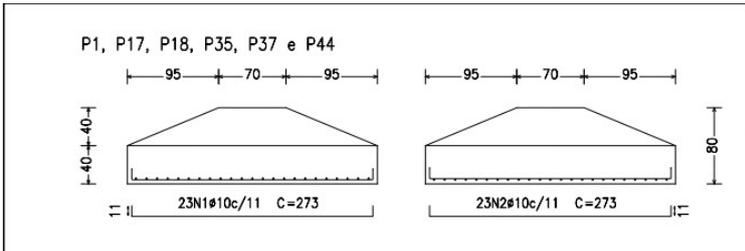
LEGENDAS:
 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS TRADO CAVADEIRA - TC TRADO HELICOIDAL - TH CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA REVESTIMENTO

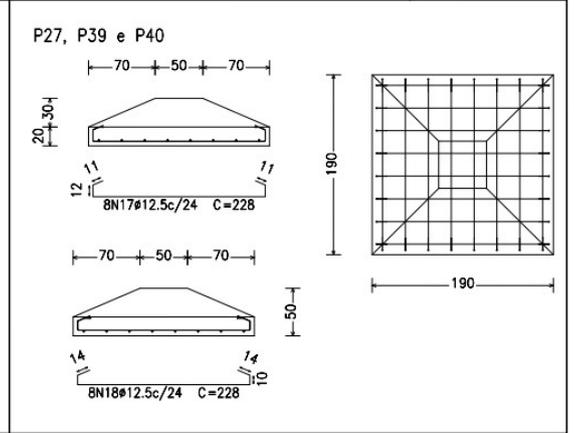
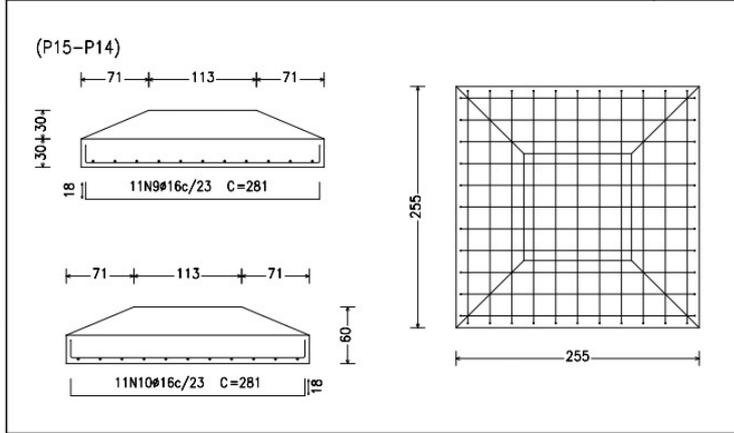
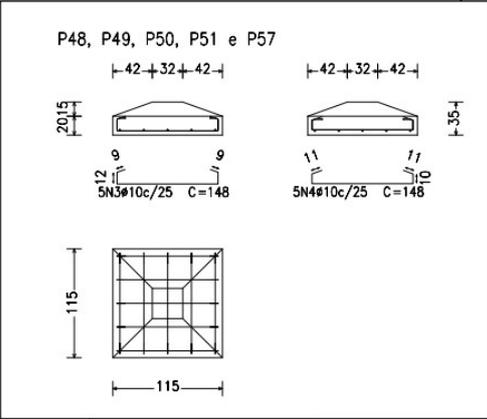
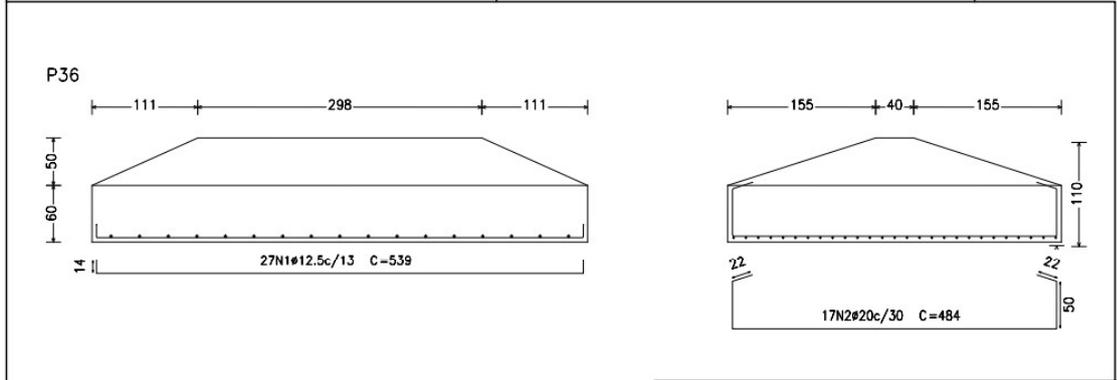
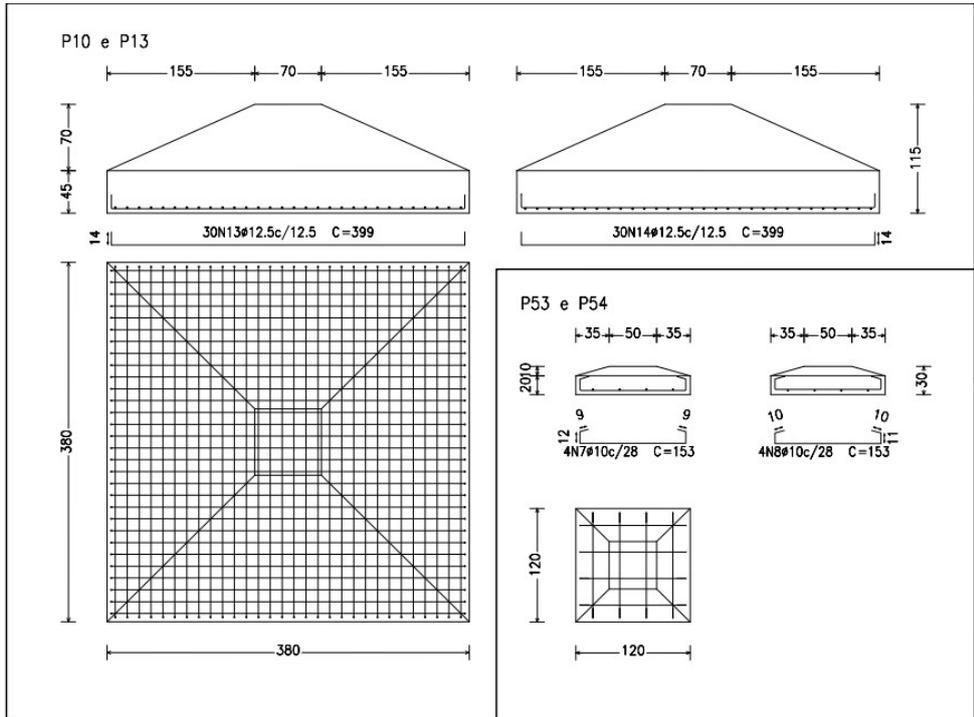
ANEXO B

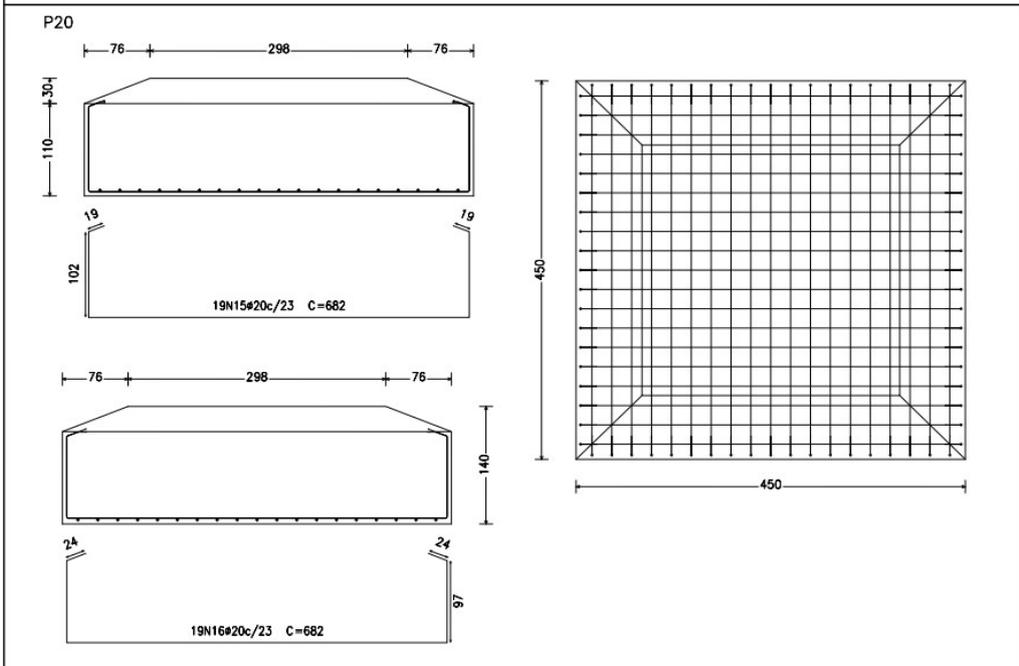
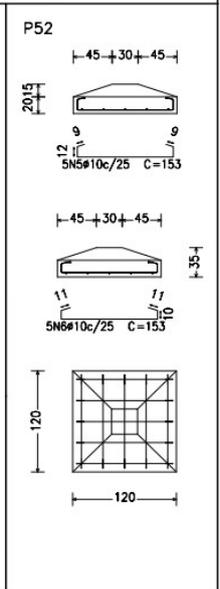
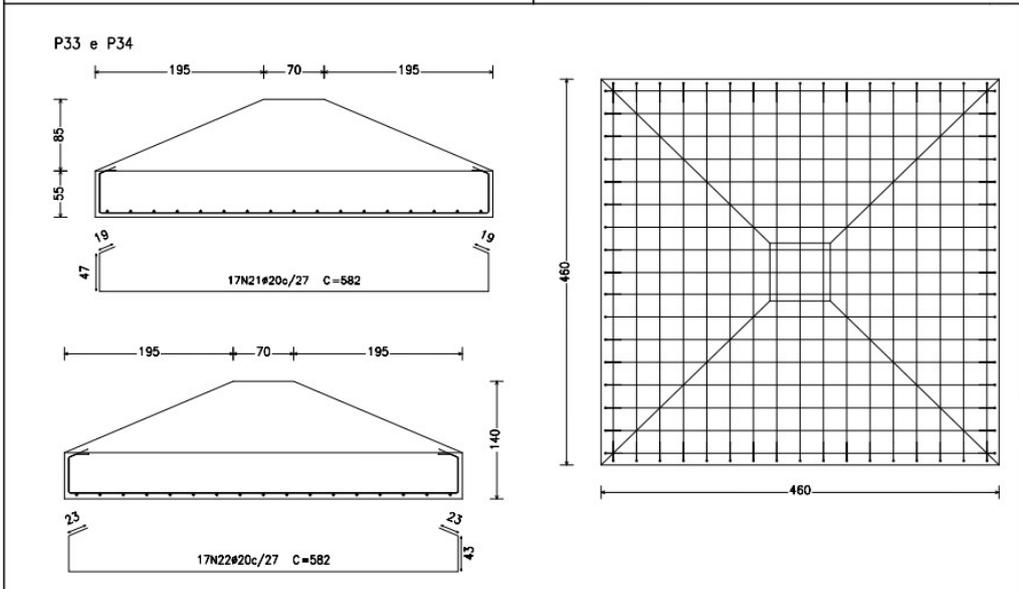
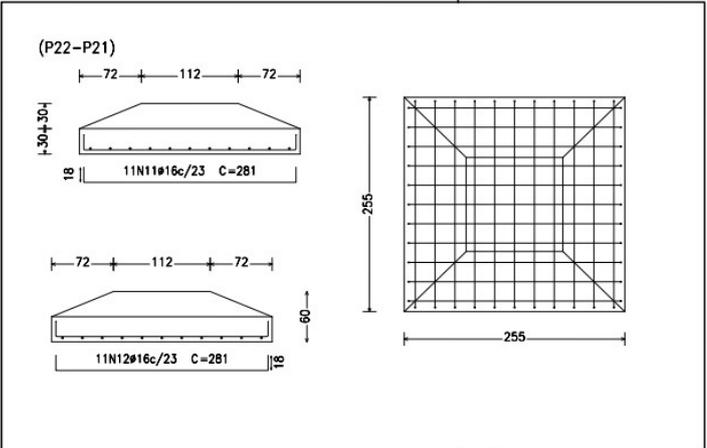
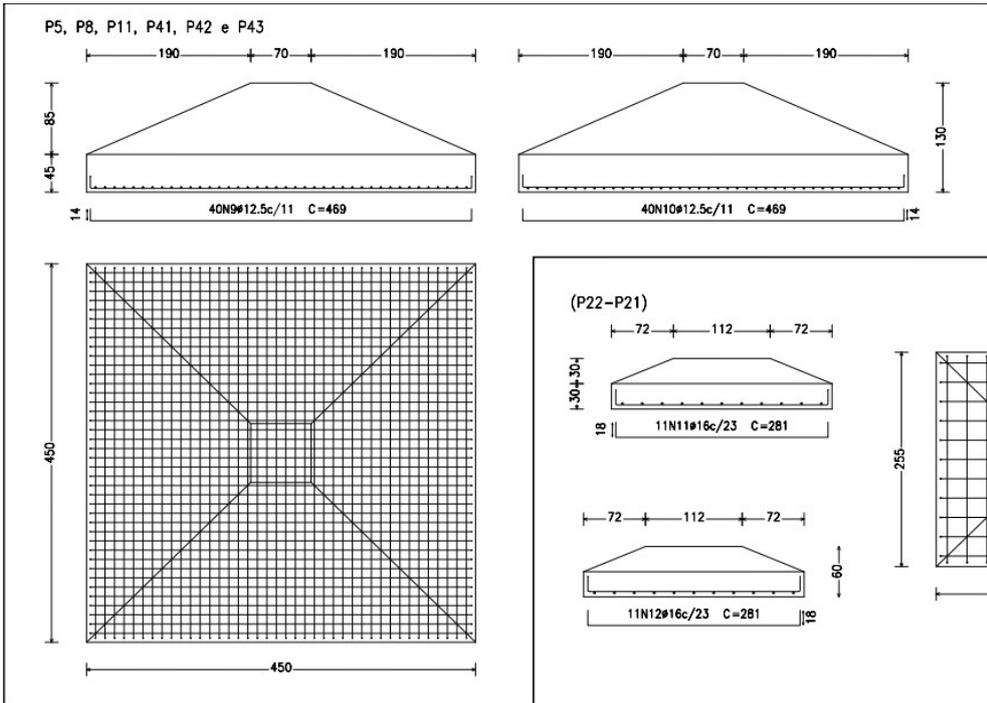
QUADRO DE ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

Referências	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Armadura int. X	Armadura int. Y
P1, P17, P18, P35, P37 e P44	280x280	80 / 40	23ø10c/11	23ø10c/11
P2 e P38	330x330	105 / 45	15ø15c/22	15ø15c/22
P3, P19, P26 e P46	280x280	80 / 45	15ø12.5c/17	15ø12.5c/17
P4, P6, P7, P20, P31 e P32	330x330	100 / 45	14ø15c/23	14ø15c/23
P5, P8, P11, P41, P42 e P43	450x450	130 / 45	40ø12.5c/11	40ø12.5c/11
P9, P12, P23 e P24	260x260	75 / 35	21ø10c/12	21ø10c/12
P10 e P13	380x380	115 / 45	30ø12.5c/12.5	30ø12.5c/12.5
P20	450x450	140 / 110	19ø20c/23	19ø20c/23
P27, P39 e P40	190x190	50 / 20	8ø12.5c/24	8ø12.5c/24
P29 e P47	320x320	55 / 35	24ø12.5c/13	24ø12.5c/13
P33 e P34	460x460	140 / 55	17ø20c/27	17ø20c/27
P36	520x550	110 / 60	27ø12.5c/13	17ø20c/30
P48, P49, P50, P51 e P57	115x115	35 / 20	5ø10c/25	5ø10c/25
P52	120x120	35 / 20	5ø10c/25	5ø10c/25
P53 e P54	120x120	30 / 20	4ø10c/28	4ø10c/28
(P15-P16)	255x255	80 / 30	11ø15c/23	11ø15c/23
(P22-P21)	285x285	80 / 30	11ø15c/23	11ø15c/23





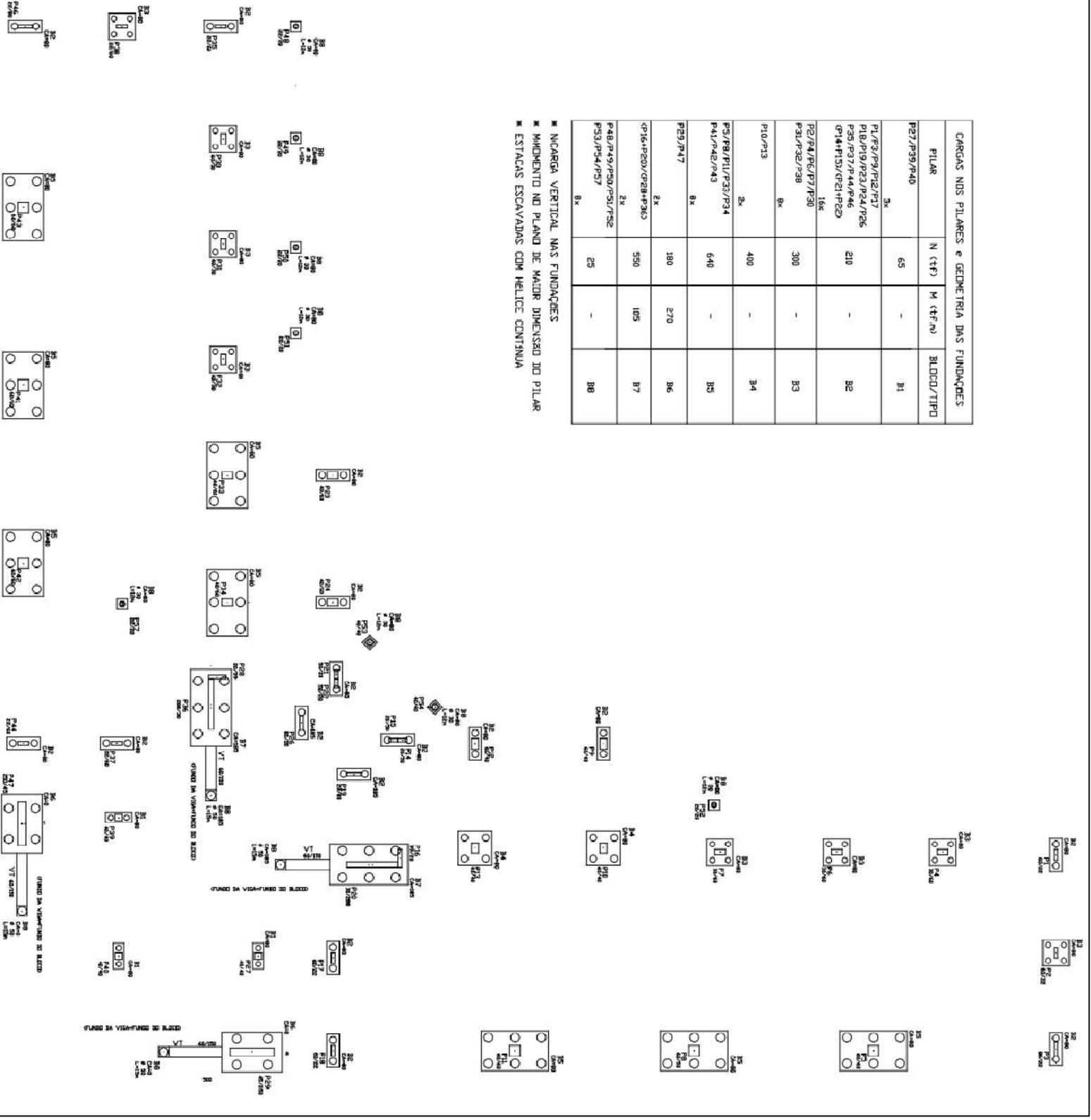


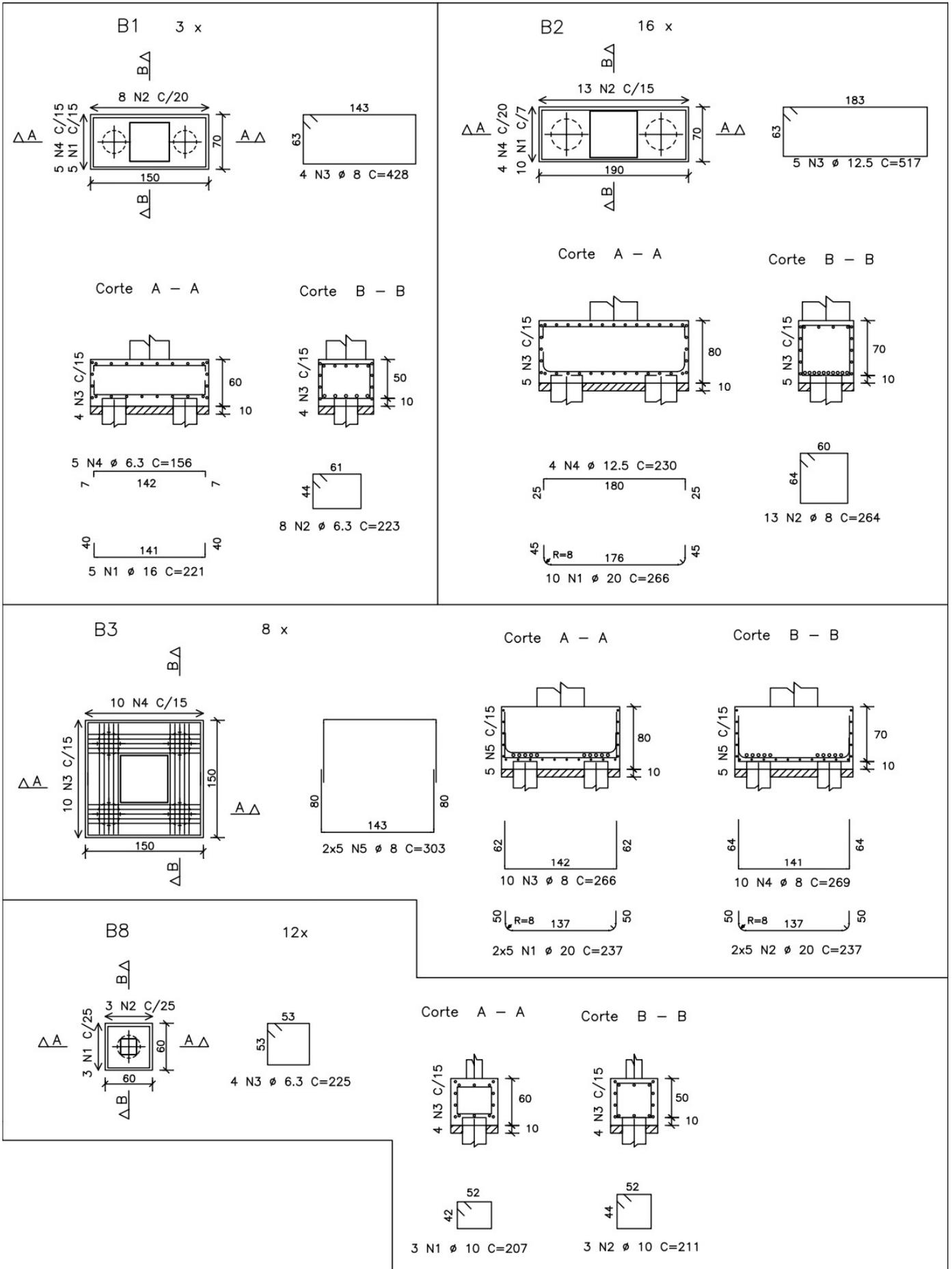


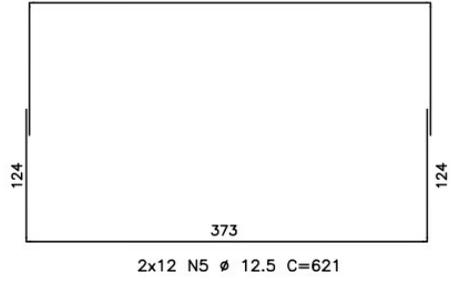
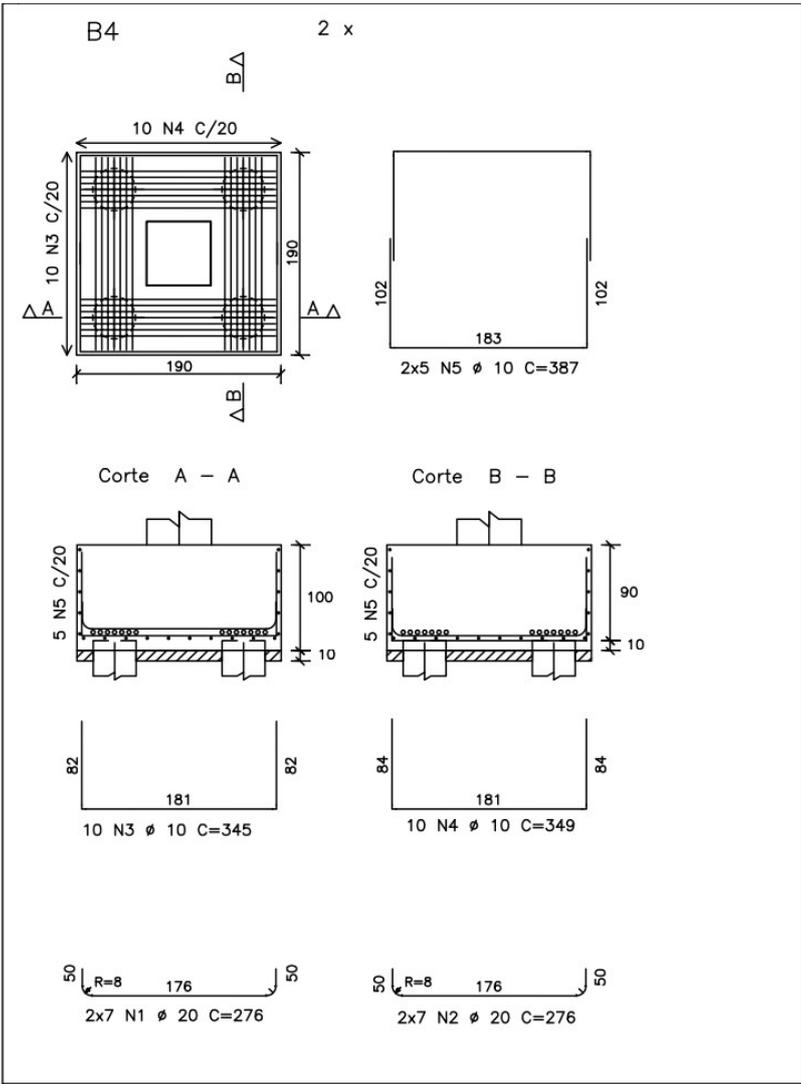
ANEXO C

CARGAS NOS PILARES e GEOMETRIA DAS FUNDAÇÕES			
PILAR	N (tf)	M (tf.m)	BLOCO/TIPO
P27/P39/P40	65	-	B1
P1/P3/P9/P12/P17 P18/P19/P23/P24/P26 P35/P37/P44/P46 P14/P15/P21/P22	210	-	B2
P2/P4/P6/P7/P30 P31/P32/P38	300	-	B3
P10/P13	8x	-	B4
P5/P8/P11/P33/P34 P41/P42/P43	640	-	B5
P29/P47	8x	270	B6
P16/P20/P28/P36	2x	550	B7
P48/P49/P50/P51/P52 P53/P54/P57	2x	-	B8

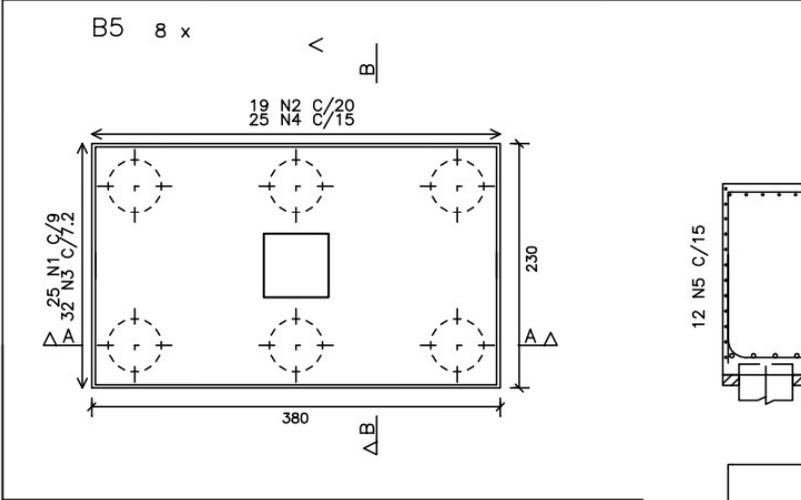
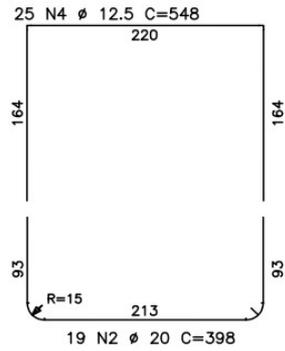
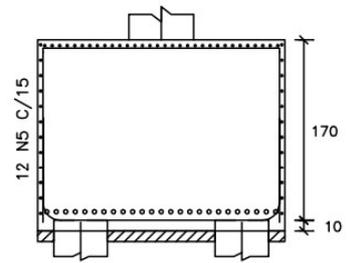
- CARGA VERTICAL NAS FUNDAÇÕES
- MÓDULO NO PLANO DE MAIOR DIMENSÃO DO PILAR
- ESTACAS ESCAVADAS COM HELICIE CONTÍNUA



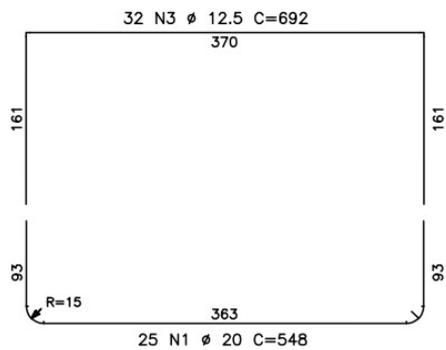
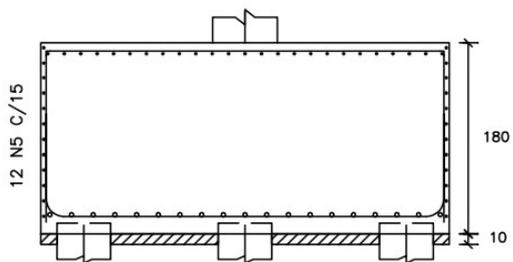


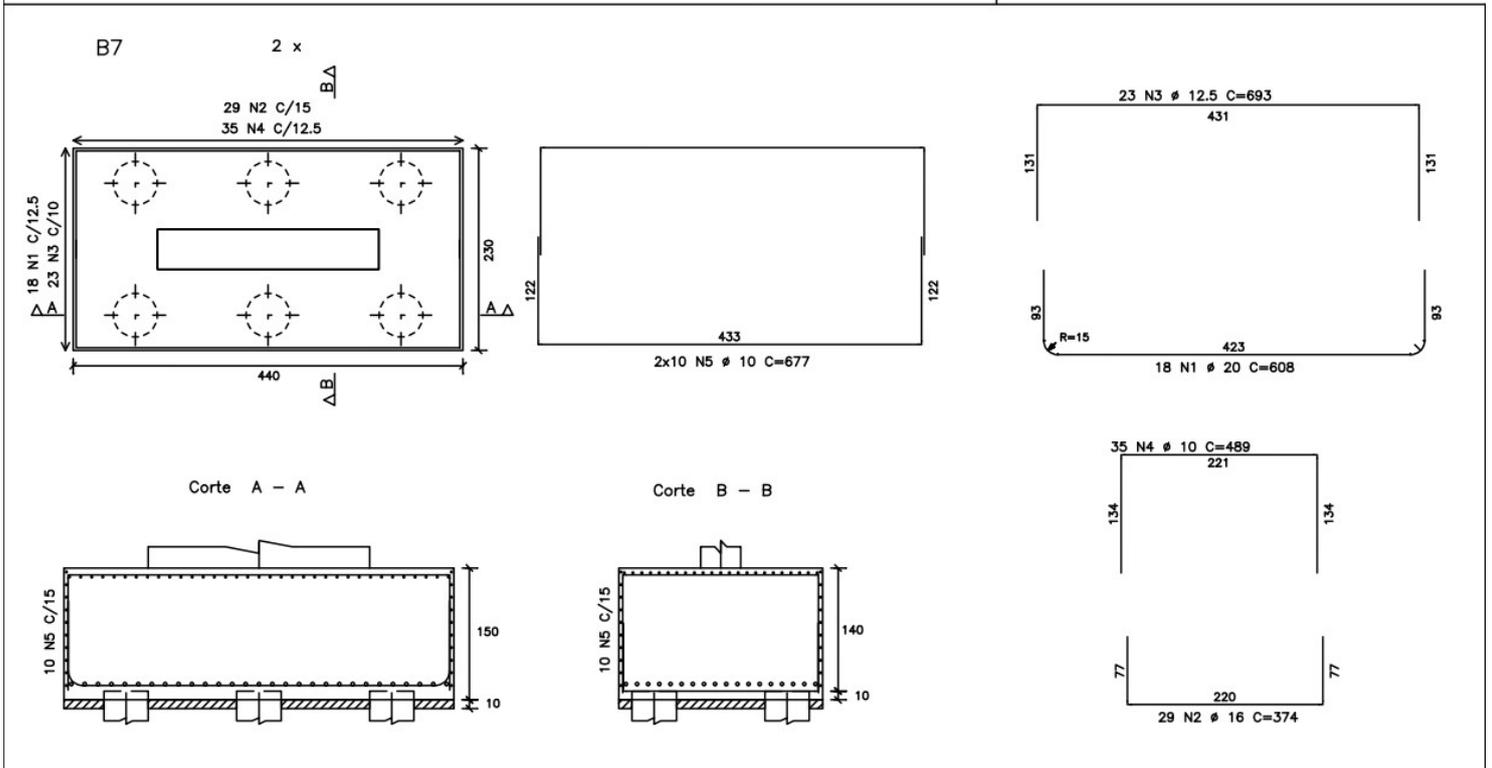
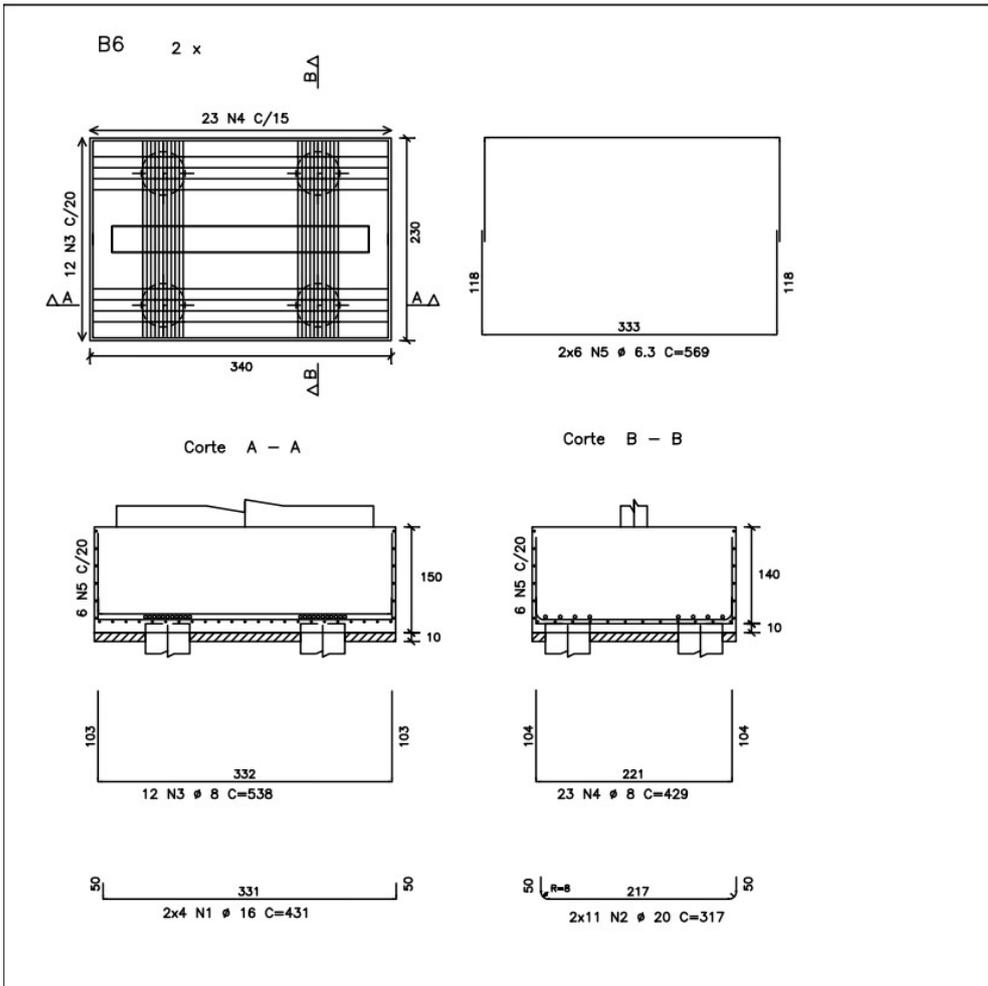


Corte B - B



Corte A - A





CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO FUNDAÇÃO SAPATA

Id	Nome da Tarefa	Custo	Duração	Início	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho
1	EXECUÇÃO FUNDAÇÃO PRÉDIO XXXXX	R\$ 538.151,82	125 dias	03/01	03/01	R\$ 538.151,82						24/06
2	ESCAVAÇÃO COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA PARA BLOCO DE SAPATA, COM PREVISÃO DE FORMA	R\$ 56.778,30	25 dias	03/01	03/01	04/02						
3	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA.	R\$ 1.213,80	30 dias	31/01		31/01	11/03					
4	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO FUNDO DE BLOCOS DE SAPATAS, ESPESURA DE 10 CM	R\$ 24.531,00	10 dias	15/03			15/03	28/03				
5	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA SAPATA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 2 UTILIZAÇÕES.	R\$ 116.225,00	41 dias	03/01	03/01	28/02						
6	ARMAÇÃO DE BLOCO SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM	R\$ 12.720,85	35 dias	17/01		17/01	04/03					
7	ARMAÇÃO DE BLOCO SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM.	R\$ 46.228,14	35 dias	31/01		31/01	18/03					
8	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16 MM - MONTAGEM.	R\$ 17.799,04	40 dias	14/02		14/02	08/04					
9	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20 MM - MONTAGEM	R\$ 18.200,00	40 dias	28/02		28/02	22/04					
10	MONTAGEM DE ARMADURA NA FÔRMA DAS SAPATAS	R\$ 41.925,00	20 dias	30/03		30/03	26/04					
11	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA ? LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	R\$ 140.558,69	5 dias	28/04		28/04	04/05					
12	IMPERMEABILIZAÇÃO DE ALGERCE COM TINTA BETUMINOSA EM PAREDE DE 1/2 TIULO	R\$ 5.193,70	20 dias	06/05		06/05	02/06					
13	REATERRO MECANIZADO PARA BLOCO DE SAPATA	R\$ 56.778,30	15 dias	06/06		06/06	24/06					

ANEXO D

