

UNIEVANGÉLICA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTER MORAIS SILVA
GIOVANNA FABRÍCIO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS SEMI-
EMPÍRICOS DE AOKI & VELLOSO (1975) E DÉCOURT &
QUARESMA (1978) EM ESTACAS ESCAVADAS NA CIDADE
DE ANÁPOLIS-GO**

ANÁPOLIS / GO
2020

**ESTER MORAIS SILVA
GIOVANNA FABRÍCIO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS SEMI-
EMPÍRICOS DE AOKI & VELLOSO (1975) E DÉCOURT &
QUARESMA (1978) EM ESTACAS ESCAVADAS NA CIDADE
DE ANÁPOLIS-GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO
AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: VANESSA HONORATO

ANÁPOLIS / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

MORAIS, ESTER SILVA / OLIVEIRA, GIOVANNA FABRÍCIO.

Análise comparativa entre dimensionamento de estacas escavadas adotando prova de carga e métodos semi-empíricos na cidade de Anápolis- GO.

70, 297 mm(ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Fundação	2. Solo
3. Métodos semi-empíricos	
I. ENC/UNI	II. Bacharel (10º)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Morais, Ester Silva / Oliveira, Giovanna. Análise comparativa entre dimensionamento de estacas escavadas adotando prova de carga e métodos semi-empíricos na cidade de Anápolis-GO. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 69 p 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ester Morais Silva

Giovanna Fabrício de Oliveira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:
Análise comparativa entre métodos semi-empíricos de Aoki & Velloso (1975) e Décourt & Quaresma (1978) em estacas escavadas na cidade de Anápolis-GO

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ester Morais Silva

E-mail: estermorais0@gmail.com

Giovanna Fabrício de Oliveira

E-mail: giovannaf158@gmail.com

**ESTER MORAIS SILVA
GIOVANNA FABRÍCIO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS SEMI-
EMPÍRICOS DE AOKI & VELLOSO (1975) E DÉCOURT &
QUARESMA (1978) EM ESTACAS ESCAVADAS NA CIDADE
DE ANÁPOLIS-GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA
A COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:

**VANESSA HONORATO DOMINGOS Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)**

**NOME DO MEMBRO DA BANCA, titulação (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**NOME DO MEMBRO DA BANCA, titulação (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 22 DE MAIO 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar viver esses momentos durante a minha graduação, por me dar força, coragem e sabedoria para seguir em frente mesmo com todos os problemas diários. Sou eternamente grata a minha família que sempre esteve ao meu lado me apoiando em todas as decisões, sem eles nada disso seria possível.

Ester Morais Silva

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus e Nossa Senhora por me guiarem nessa caminhada com sabedoria. Agradecer aos meus pais por estarem comigo nessa jornada mesmo estando longe de casa conseguiram me passar confiança, que não medirem esforços para alcançar meus objetivos, aos meus padrinhos e familiares pelo apoio, que foram os grandes motivadores por essa conquista.

Giovanna Fabrício de Oliveira

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo uma análise comparativa de dimensionamento de métodos semi-empíricos para a fundação do tipo estaca escavada, onde são associados resultados de ensaios com tensões resistentes de projeto em que as propriedades do material, estimados com base em correlações, são usadas em teorias adaptadas da mecânica dos solos, alguns dos métodos mais utilizados são os de Aoki & Velloso (1975) e Décourt & Quaresma (1978) se tratando de semi-empírico, que serão os métodos utilizados nesse trabalho, onde apresenta a carga admissível das estacas.

PALAVRAS-CHAVE:

Fundação Profunda, Estaca Escavada, Método Semi-empírico.

ABSTRACT

The present work aims at a comparative analysis of dimensioning of semi-empirical methods for the foundation of the excavated pile type, where results of tests with resistant design stresses are associated in which the material properties, estimated based on correlations, are used. In theories adapted from the mechanics of the soils, some of the most used methods are those of Aoki and Velloso (1975) and Décourt and Quaresma (1978) being semi-empirical, which will be the methods used in this work, where it presents the admissible load of piles.

KEYWORDS:

Deep Foundation, Excavated Stake, Semi-empirical Method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Trado Helicoidal.	17
Figura 2 – Perfuração estaca escavada	17
Figura 3- Posicionamento da armação de estaca escavada.....	17
Figura 4- Concretagem por meio de tremonha.....	18
Figura 5- Boletim Sondagem.....	20
Figura 6 - Esquema da perfuração por percussão e amostragem.	21
Figura 7 - Distribuição de resistência ao longo da estaca.....	24
Figura 8 - Localização Obra de estudo.....	29
Figura 9 - Estrutura paredes de concreto Residencial Prime Sul- Anápolis GO.....	29
Figura 10 - Croqui locação furos de sondagem.....	30
Figura 11- Conjunto para Sondagem SPT.....	31
Figura 12 - Laudo de Sondagem de estudo.	32
Figura 13 - Croqui da esquerda localização furo SP8 e croqui da direita localização Prova de carga.....	33
Figura 14 – Lado esquerdo furo SP-8 e ao lado direito amostras colhidas.	33
Figura 15 - Croqui armação para estacas escavadas utilizadas.	34
Figura 16- Procedimento concretagem Estacas escavadas.....	35
Figura 18 – Fluxograma passo a passo dos procedimentos realizado	36

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Parâmetros para lama bentonítica.....	16
Tabela 2 - Coeficientes propostos por Aoki & Velloso F1 e F2	24
Tabela 3 - Coeficientes de K E α propostos por Aoki & Velloso (1975).....	25
Tabela 5 - Valores de K propostos por Décourt & Quaresma (1978).	27
Tabela 6- Valores de β e α propostos por Décourt & Quaresma (1978).....	28
Tabela 7 – Parâmetros dos métodos	38
Tabela 8 – Resultados Área de ponta e Perímetro (m).....	38
Tabela 9 - Resistência pelo método Aoki & Velloso para uma estaca diâmetro $\varnothing 25$ cm.....	38
Tabela 9 - Resistência pelo método Aoki & Velloso para uma estaca diâmetro $\varnothing 25$ cm.....	39
Tabela 10- Resistências pelo Décourt & Quaresma para uma estaca diâmetro $\varnothing 25$ cm.	39
Tabela 11- Comparação de carga admissível pelos métodos para a estaca de diâmetro $\varnothing 25$ cm.	39
Tabela 12- Resultado Finais de duas estacas de diâmetro $\varnothing 25$ cm.....	39
Tabela 13- Resultados Área de ponta e Perímetro (m).....	40
Tabela 14- Resistência pelo método Aoki & Velloso diâmetro $\varnothing 40$ cm	40
Tabela 15- Resistência pelo Decourt & Quaresma diâmetro $\varnothing 40$ cm.	40
Tabela 17- Comparação de carga admissível pelos métodos para a estaca de diâmetro $\varnothing 40$ cm	41
Tabela 18 – Orçamento estaca diâmetro $\varnothing 40$ cm.....	41
Tabela 19 - Orçamento estaca diâmetro $\varnothing 40$ cm.	42
Tabela 20 - Orçamento - Estaca diâmetro $\varnothing 40$ cm	42
Tabela 21 - Orçamento estaca diâmetro $\varnothing 25$ cm.	42
Tabela 22 - Orçamento estaca diâmetro $\varnothing 25$ cm.	43
Tabela 23 - Orçamento estaca diâmetro $\varnothing 25$ cm.	43
Tabela 24 - Tabela resumo - Orçamento total para a obra analisada	44

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
CPT	Ensaio de penetração do cone
SPT	Standard Penetration Test
DP	Dynamic Probing
Rs	Resistência lateral
Rp	Resistência de ponta
Qu	Capacidade de ruptura da estaca
N	Números de golpes
mm	Milímetros
cm	Centímetros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	OBJETIVOS.....	13
1.2.1	Objetivo geral.....	13
1.2.2	Objetivos específicos.....	14
1.3	METODOLOGIA.....	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	ESTACA ESCAVADA.....	15
2.2	ANÁLISE DO SOLO.....	18
2.3	<i>Standart penetration test (SPT)</i>	20
2.4	MÉTODOS SEMI- EMPÍRICOS.....	22
2.4.1	Método Aoki & Velloso.....	23
2.4.2	Método de Décourt & Quaresma.....	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1	LOCAL.....	28
3.2	LAUDO DE SONDAGEM SPT.....	30
3.3	ESTACA ESCAVADA.....	34
3.4	CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA PELOS MÉTODOS SEMI-EMPÍRICO. 35	
3.4.1	Metodologia de Cálculo para Aoki & Velloso (1975).....	36
3.4.2	Metodologia de cálculo por Décourt & Quaresma (1978).....	37
4	RESULTADOS	37
4.2	ORÇAMENTOS.....	41
5	CONCLUSÃO.....	45
5.1	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	45
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXOS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Com a globalização, o mundo começou o processo de verticalização, as casas são demolidas dando espaço aos prédios. As construções estão se tornando cada vez mais altas e levando em consideração esse aspecto é necessária uma fundação que tenha resistência adequada para suportar as tensões causadas pelos esforços solicitantes, por isso é importante fazer um estudo do solo para ter conhecimento de qual fundação é a mais apropriada para a construção.

Define-se como fundação uma construção que tem a finalidade de receber as cargas provenientes da superestrutura e conduzi-las ao solo, sendo categorizadas em: profundas e rasas. As fundações profundas, também conhecidas como indiretas, são aquelas que transmitem a carga por efeito de atrito lateral do elemento do solo e por meio da ponta, e realizado nas camadas mais profundas do solo, com auxílio de equipamentos de grande porte na cravação ou escavação. Geralmente são adotadas em projetos que necessitam transmitir uma carga maior ao terreno e/ou quando as primeiras camadas do solo são fracas, são exemplos desse tipo de fundação: tubulões (ar comprimido ou céu aberto) e estacas. (BARROS, 2011)

A estaca do tipo escavada é um exemplo de fundação profunda sem deslocamento cujo procedimento executivo consiste em realizar uma perfuração no terreno retirando o material, logo após, é feita a concretagem da mesma, podendo ser uma concretagem submersa, se o nível estiver abaixo do nível d'água. Os diâmetros podem variar até 25 cm a 2,0 metros, com ou sem a presença de lama bentonítica e podem alcançar uma profundidade de 40 metros (MARANGON, 2018).

A carga admissível da estaca escavada varia de acordo com o diâmetro, essa carga pode ser atestada através de provas de cargas e/ ou métodos semi-empíricos. De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2019) define os métodos semi empíricos com aqueles que correlacionam os resultados de ensaios, como CPT e SPT, com tensões aceitáveis e que devem ser examinados os âmbitos de validade de suas aplicações e dispersões de dados.

Os métodos semi-empíricos mais consagrados para cálculo de capacidade de carga de fundações profundas nos Brasil são os de Aoki & Velloso (1975) e Decourt & Quaresma (1978). O primeiro estipula que o fator de segurança é igual a dois tanto para a parcela de ponta quanto para a lateral. Já o segundo propõe fatores de segurança diferente para a ponta e

lateral, 4 e 1,3, respectivamente. Sob as mesmas condições, quando se compara os resultados de carga admissível dos métodos, Aoki & Velloso (1975) tende a ser mais conservador e Décourt & Quaresma mais arrojado (Pagnussatti e Santos, 2011; Feuerharmel e Consoli, 1995).

Nesse trabalho será realizada uma comparação entre estacas escavada com diâmetros diferentes e mesma profundidade pelos métodos de Aoki & Velloso (1975) e Décourt & Quaresma (1978) para uma obra de grande porte localizada na cidade de Anápolis – GO. Ao final pretende-se verificar as diferenças de custo entre ambas e determinar o melhor custo benefício.

1.1 JUSTIFICATIVA

O tema abordado neste trabalho retrata métodos semi-empíricos consagrados para determinação da capacidade de carga de uma fundação profunda. Quantificar a resistência admissível é de grande importância no contexto de uma obra, evitando que ocorram patologias na estrutura provenientes da fundação. O serviço de fundação em uma obra representa de 3 a 7% do custo total da obra (Ademilar, 2013).

As fundações profundas em relação às rasas são em sua grande maioria economicamente menos viáveis. O tipo de estaca, o diâmetro da seção transversal do fuste e da ponta e a profundidade de escavação ou cravação influenciam diretamente no custo final do serviço. Sabe-se que é de extrema importância para as construtoras manter a economia e a segurança. Portanto, o estudo propõe uma comparação entre os métodos semi-empíricos e diâmetros visando à otimização dos custos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Realizar uma análise comparativa entre diferentes diâmetros em estaca escavada elaborados através dos métodos semi-empíricos de Aoki & Velloso (1975) e Décourt & Quaresma (1978) verificando ao final o custo para a execução de projetos.

1.2.2 Objetivos específicos

Com o intuito de fazer cumprir o objetivo geral proposto, tem-se como objetivos específicos:

- Realizar estudos sobre estacas escavadas e sondagem SPT;
- Entender os métodos de cálculos para dimensionamento de estacas;
- Dimensionar uma fundação de um empreendimento na cidade de Anápolis-GO, com diferentes diâmetros em estaca escavada, utilizando os métodos de Aoki & Velloso (1975) e Décourt & Quaresma;
- Verificar qual das fundações apresenta menor custo total para o empreendimento em questão.

1.3 METODOLOGIA

A pesquisa será realizada por meio de levantamento de referencial teórico, relacionando os principais autores que tratam da temática, pesquisas em artigos, documentos e livros. Será realizada uma análise comparativa entre métodos semi-empíricos de uma fundação, por meio desses métodos será avaliada a capacidade de carga da fundação.

Por meio de pesquisas e resultados dos métodos empregados, será possível avaliar qual fundação apresenta menor custo, verificando também as diferenças estruturais e geotécnicas dos projetos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta uma introdução do trabalho, os campos de justificativa, objetivos e metodologia. Para desenvolvimento do assunto, no capítulo 2 apresenta um estudo aprofundado sobre a fundação abordada no trabalho, estacas escavadas. Conceitos do estudo do solo e ensaio *Standart Penetration* (SPT). Foi abordado os métodos semi-empíricos, identificado suas características e utilização. No capítulo 3 será apresentado o estudo de caso, na sequência no capítulo 4 serão apresentados os resultados obtidos com esse estudo. Por fim, no capítulo 5 trará a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo serão apresentados alguns conceitos pertinentes ao desenvolvimento da pesquisa, tais como: processo executivo da estaca escavada, prospecção do subsolo através da sondagem SPT, e métodos semi-empíricos para fundações profundas.

2.1 ESTACA ESCAVADA

As estacas são elemento de fundação profunda realizada completamente por equipamentos, sem que haja a necessidade de descida de pessoas durante a fase de execução (MARANGON, 2018). As fundações profundas esbeltas recebem esforços axiais de compressão e resistem a esses esforços por meio da reação produzida pelo terreno e pelo atrito entre as paredes laterais da estaca (BARROS, 2011).

De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2019), as estacas escavadas podem ser perfuradas com o auxílio de revestimento onde as paredes serão suportadas, esses revestimentos podem ser ou não recuperados, ou podem ser perfuradas também com o auxílio da lama bentonítica que tem a função de estabilizar as paredes das escavações, evitando desmoronamento da parte interna da escavação. As estacas escavadas com o uso de lama tem sua carga admissível dependente do atrito ao longo do fuste, a resistência de ponta é mobilizada depois de recalques elevados apenas, para a fixação da carga estrutural admissível o fck utilizado não deve ultrapassar 20 Mpa, o fator de redução de resistência adotado deve ser de 1,9, tendo em vista as condições de concretagem.

A técnica da utilização da lama bentonítica teve grande desenvolvimento a partir de 1900, qualquer solo que tenha permeabilidade inferior a 1cm/seg. Pode ser perfurado e estabilizado com a lama bentonítica. (HACHICH. et al., 1998). A bentonita é uma argila formada a partir de jazidas naturais (NBR 6122, 2019).

A lama bentonítica é uma mistura da bentonita com água pura, preparada em misturadores com concentração variável dependendo da densidade e viscosidade que se pretende alcançar. A lama bentonítica para estar em condições de uso deve satisfazer os parâmetros conforme a Tabela 1. Para se garantir o bom funcionamento da lama bentonítica, é exigida que o nível da lama da escavação se encontre acima do nível de água do terreno, essa diferença deve ser no mínimo igual a duas vezes a largura da estaca ou duas vezes o diâmetro da mesma. O uso de plastificante normalmente é irrelevante, e o uso de aditivos retardadores,

não tem qualquer inconveniente, embora seja normamente também desnecessário. (NBR 6122, 2019).

Tabela 1 – Parâmetros para lama bentonítica.

PARÂMETROS	VALORES	EQUIPAMENTO PARA ENSAIO
Densidade	1,025 g/cm ³ a 1,10 g/cm ³	Densímetro
Viscosidade	30 s a 90 s	Funil Marsh
pH	7 a 11	Papel de pH
<i>Cake</i>	1,0 mm a 2,0 mm	<i>Filter press</i>
Teor de areia	até 3%	<i>Baroid sand content</i> ou similar

Fonte: NBR 6122 (ABNT, 2019).

Para a execução de qualidade de uma fundação em estacas escavadas, é necessário antes do início da obra, analisar algumas informações, como: a partir da sondagem, as condições do subsolo e o nível de água; o projeto de fundação verificando, comprimento, cota de arramento das estacas, diâmetro, comprimento da armadura e as demais informações necessárias que podem interferir na execução. (HACHICH et al., 1998).

Deste modo, as escavações das estacas mecanicamente existem uma variedade muito grande de equipamentos, a escolha vai depender das condições do solo, das profundidades e dimensões das estacas e das condições do canteiro. Para a execução desse tipo de fundação utiliza-se basicamente um trado helicoidal que pode estar aclopado a um chassi metálico ou conectado a caminhões, conforme ilustra a Figura 1. O método de execução consiste basicamente em instalar e nivelar o equipamento, posicionando-se a ponta do trado sobre o piquete locado, anteriormente, de acordo com projeto, inicia-se então a perfuração como ilustra a Figura 2.

A vantagem desse tipo de fundação consiste na facilidade de locomoção, na elevada produtividade de escavação, na inexistência de vibrações, o acesso às amostras do solo ao longo do perfil geotécnico, podendo ser feita próxima às divisas, (HACHICH et al., 1998).

A perfuração segue então até a cota desejada, então a haste é retirada sem girar. A cada 2 metros aproximadamente, a haste deve ser girada no sentido contrário ao sentido que foi feita a perfuração para remoção do solo aderido na haste.

Figura 1- Trado Helicoidal.



Fonte: AUTORAS, 2019.

Figura 2 – Perfuração estaca escavada ¹⁷



Fonte: AUTORAS, 2019

Atingida a cota prevista e confirmada as características do solo encontradas anteriormente na sondagem, é posicionada então a armadura conforme a Figura 3, a mesma deve ficar 50 centímetros acima da cota de arrasamento, pode-se iniciar então a concretagem da estaca podendo ser por queda livre.

Figura 3- Posicionamento da armação de estaca escavada.

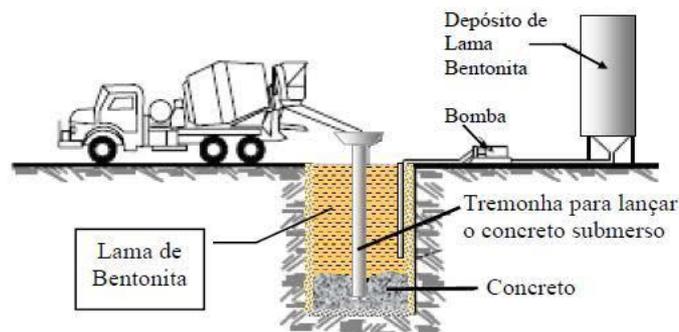


Fonte: AUTORAS, 2019.

Para estacas com lama bentonítica, durante a escavação argilas, areias, siltes e partículas de solo vão se incorporando à lama bentonítica aumentando assim sua viscosidade e densidade, para iniciar a concretagem da estaca é preciso fazer uma limpeza no fundo,

removendo a pasta formada, e acrescentar as características da lama bentonítica dentro dos limites fixados por norma, terminando a escavação e a limpeza feita com o próprio equipamento que procedeu com a perfuração, é feita a limpeza do fundo da estaca bombeando a lama contaminada para fora, substituindo-a por lama nova.

Figura 4- Concretagem por meio de tremonha.



Início da execução de uma concretagem submersa

Fonte: OLIVEIRA,2018.

Depois de colocada a armadura conforme projeto, inicia-se a última etapa das estacas escavadas, a concretagem. O concreto é lançado no fundo da perfuração já preenchida com a lama bentonítica, através de tubos de concretagem “tremonha” conforme foi demonstrado na Figura 4 (HACHICH et al., 1998).

Segundo o item 7.8.9.3 da NBR 6122 (ABNT, 2019) o concreto usado deve satisfazer as seguintes exigências:

- consumo de cimento não inferior a 400 kg/m^3 ;
- abatimento ou slump igual a (200 ± 20) mm;
- diâmetro máximo do agregado não superior a 10% do diâmetro interno do tubo tremonha;
- o embutimento da tremonha no concreto durante toda a concretagem não pode ser inferior a 1,50 m

2.2 ANÁLISE DO SOLO

A sondagem de solo consiste na investigação ou averiguação do subsolo de um determinado terreno. É importante a execução de sondagens no sentido de reconhecer o subsolo e escolher a fundação adequada, com isso, um custo menor da fundação, as sondagens representam em média 0,2 a 0,5 % do custo total da obra (SCHAID, 2001).

Segundo *US Army corps of engineers* (2001):

Investigação geotécnica insuficiente e interpretação inadequada de resultados contribuem para erros de projeto, atrasos no cronograma executivo, custos associados a alterações construtivas, necessidade de jazidas adicionais para materiais de empréstimo, impactos ambientais, gastos em remediação pós-construtiva, além de risco de colapso da estrutura e litígio subsequente.

Antes do início de qualquer obra, deve ser feito o estudo do solo através da sondagem, de forma a garantir segurança e economia de materiais, evitando que retrabalhos precisem ser executados no futuro. Todo projeto de fundações contempla cargas aplicadas pela obra com a resposta do solo a estas solicitações. Os solos são muito distintos entre si e respondem de diversas maneiras, por isto, é necessária uma análise criteriosa. (HACHICH et al., 1998).

Segundo Godoy (1971) uma sondagem deve fornecer dados do subsolo, os requisitos técnicos a serem mostrados pela sondagem são os seguintes:

- Determinação dos tipos de solo até a profundidade de interesse do projeto;
- Determinação da situação de areias ou argilas que podem ocorrer nos diversos tipos de solo;
- Determinação da espessura das camadas que constituem o subsolo e consideração da orientação dos planos (superficiais) que se separam;
- Informação de água no subsolo.

Conforme NBR 8036 (ABNT, 1983):

O número de sondagens e a sua localização em planta dependem do tipo da estrutura, de suas características especiais e das condições geotécnicas do subsolo. O número de sondagens deve ser suficiente para fornecer um quadro, o melhor possível, da provável variação das camadas do subsolo do local em estudo.

Existem varios tipos de ensaios de campo, com peculiaridades e limitações, e com vantagens, é comum cada pesquisador tenha uma preferência, destacam-se SPT, CPT E DP, descritos a seguir (SANTOS, 2017).

O Ensaio de Simples Reconhecimento, ou Standard Penetration Test (SPT), é o ensaio de campo mais usado para obter informações do subsolo, sendo utilizado em 85 a 90% em sondagem no dimensionamento de fundações convencionais na América do Norte e América do Sul (BOWLES, 1997). Essa alta porcentagem pode ser explicada pela simplicidade, baixo custo e alta experiência empírica acumulada na execução do ensaio (ODEBRECHT, 2003).

No penetrômetro dinâmico contínuo, ou Dynamic Probing (DP), procura-se determinar indiretamente a resistência do solo por meio da interpretação do número de golpes

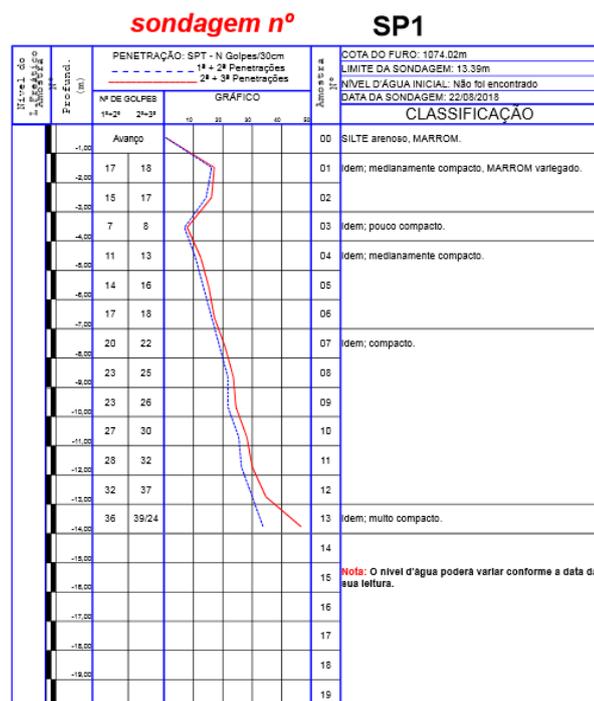
necessários para cravação de ponteira de 90° de ápice. Geralmente, é utilizado como complementação do SPT para avaliação de camadas superficiais e controle de compactação de aterros. O DP diferencia-se do SPT por não coletar amostras e obter resultados quase contínuos.

No ensaio Ensaio de Penetração do Cone, ou Cone Penetration Test (CPT), determina-se a resistência de ponta (q_c) e o atrito lateral (f_s) do solo por meio da cravação de uma ponteira cônica de 60° de ápice à velocidade constante de 20 mm/s (tolerância de ± 5 mm/s). Por ser de - 43 - velocidade de penetração controlada e lenta, o ensaio de cone é considerado estático e vários pesquisadores o consideram um dos melhores métodos de investigação existentes. (SANTOS, 2017).

2.3 STANDART PENETRATION TEST (SPT)

Regida pela norma NBR 6484 (ABNT, 2001), a sondagem à percussão SPT (*Standard Penetration Test*) é a alternativa mais utilizada para investigação de solos no Brasil, onde esse ensaio determina o índice de resistência à penetração N_{spt} nível de água, tipologia das camadas e a consistência e compacidade do solo. Fornecendo um boletim de sondagem demonstrado na Figura 5.

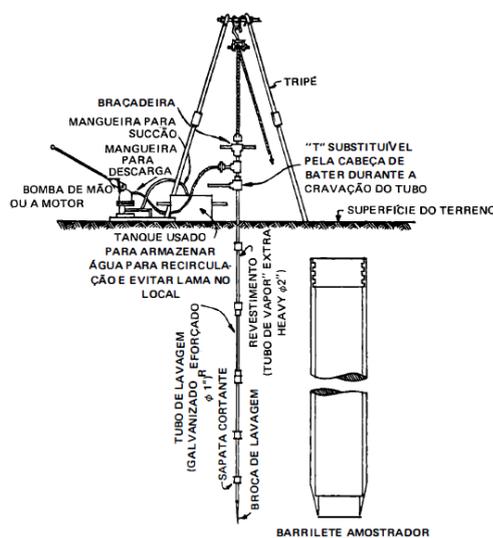
Figura 5- Boletim Sondagem.



Esse ensaio apresenta algumas vantagens com relação a outros ensaios, como por exemplo: equipamento simples, com baixo custo e obtenção de um valor numérico que pode ser comparado por meio de propostas diretas (SCHNAID, 2011).

A determinação do N_{spt} se dá pelo número de golpes correspondente à cravação de 30 últimos cm do amostrador-padrão, após a cravação inicial de 15 cm, para isso utilizando-se a corda de sisal para levantamento a uma altura de 75 cm do martelo padronizado de 65 kg. NBR6122 (ABNT,2019). Essa sondagem constitui-se basicamente em dois tipos de operação: perfuração e amostragem (PINTO, 2006), a Figura 6 apresenta os equipamentos utilizados para a execução da sondagem SPT.

Figura 6 - Esquema da perfuração por percussão e amostragem.



Fonte: CAPUTO,1988.

Inicialmente, é feita a locação, nivelamento e marcação dos pontos a serem sondados, monta-se sobre o terreno um cavalete de quatro pernas, que é chamado de “tripé”, um conjunto de roldadas é montado por onde passa uma corda, que auxiliará no manuseio da composição de hastes e levantamento do “martelo”.

Com o auxílio de um trado, perfura-se até um metro de profundidade e, recolhe a primeira amostra identificada como amostra zero, em uma das extremidades de uma composição de hastes acopla-se o amostrador padrão, este é apoiado no fundo do furo aberto, ergue-se o “martelo” com o auxílio da corda e roldanas citadas acima, até uma altura de 75 cm acima do topo da composição de hastes e deixa-se que caia sobre esta, em queda livre. Este procedimento é realizado ate a penetração de 45 cm do amostrador padrão.

Conta-se o número de quedas do “martelo” necessário para a cravação de cada segmento de 15 cm do total de 45 cm. A soma do número de golpes necessários à penetração dos últimos 30 cm do amostrador é designada por N, quando retirado o amostrador do furo, é recolhida e acondicionada a amostra contida em seu “bico” prossegue-se o avanço de mais um metro de furo, com auxílio do trado helicoidal, até alcançar-se a cota seguinte, neste caso, o segundo metro.(HACHICH et al., 1998).

A profundidade a ser atingida depende do porte da obra a ser edificada e conseqüentemente das cargas que serão transmitidas ao terreno. A NBR 8464 (ABNT, 2001) fornece critérios mínimos para orientar a profundidade das sondagens. Para que não se perfure a mais ou menos do que necessário, é importante que tenha o profissional responsável pelo projeto de fundações acompanhando o trabalho, é comum em que por falta de informações as sondagens sejam interrompidas de acordo com a norma. É muito importante também a determinação do nível de água, durante o processo da perfuração, ao se determinar ocorrência de água, interrompe-se o trabalho e anota-se a profundidade.(HACHICH et al., 1998).

De posse dos perfis individuais e preliminares de cada sondagem, do nível de água e da cota do terreno no início da perfuração, desenha-se, seções do subsolo abrangendo diversas sondagens, esse desenho devera mostrar todas as camadas ou horizontes de solo encontrados, as posições dos níveis d’água, o numero de golpes (N) necessários à cravação dos 30 últimos centímetros do amostrador e demais informações uteis que forem observadas. As seções do subsolo devem estar bem claras para o profissional que ira analisa-la. (HACHICH *et al.*, 1998).

2.4 MÉTODOS SEMI- EMPÍRICOS

De acordo com a NBR 6122 (ABNT,2019) os métodos semi-empíricos são aqueles em que as propriedades dos materiais, estimados com base em correlações, são usadas em teorias adaptadas da Mecânica dos Solos. Logo abaixo é apresentada a definição de acordo com CINTRA et al., 2003.

“É o caso típico dos métodos de Aoki & Velloso (1975) e de Décourt & Quaresma (1978), propostos para fundações em estacas, mas que podem ser utilizados para determinação da tensão admissível em fundações por tubulões”. (CINTRA et al., 2003).

2.4.1 Método Aoki & Velloso

Este método foi originalmente idealizado a partir de correlações entre os resultados dos ensaios de penetração estática (cone, CPT) e dinâmicos (amostrador, SPT). (MARANGON, 2009). Considerando que o fuste da estaca atravessa diversas camadas do solo, parcelas de resistência de ponta (R_p) e de resistência lateral (R_l) que constituem a capacidade de ruptura da estaca (Q_u) como é ilustrado na Figura 7 e são expressos pelas equações abaixo:

$$R_p = \frac{K * N_{spt,p} * A_p}{F_1} \quad (1)$$

$$A_p = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2)$$

$$U = \pi d \quad (3)$$

$$N_{spt,p} = 0,45 * N_s + 0,55 * N_i \quad (4)$$

$$R_l = \frac{K * \alpha * N_{spt,l} * U * \Delta l}{F_2} \quad (5)$$

$$R_{adm} = \frac{R_p}{2} + \frac{R_{l,acumulada}}{2} \quad (6)$$

Onde:

R_p resistência de ponta da estaca

A_p área da ponta da estaca

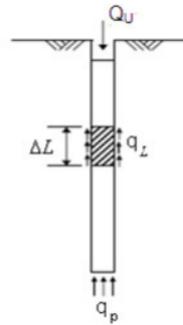
U perímetro da estaca

NP níveis de ponta da estaca

R_l resistência lateral da estaca

R_{adm} resistência admissível da estaca

Figura 7 - Distribuição de resistência ao longo da estaca



Fonte: CABETTE, 2014.

$$q_p = \frac{q_c}{F_1} \quad (7)$$

$$q_L = \frac{f_c}{F_2} \quad (8)$$

Onde:

q_c resistência de ponta do ensaio de Cone (CPT)

f_c atrito lateral unitário do ensaio de Conte (CPT)

F_1 e F_2 fatores de transformação (escala e tipo de estaca) conforme Tabela 2

Tabela 2 - Coeficientes propostos por Aoki & Velloso F_1 e F_2 .

TIPO DE ESTACA	F_1	F_2
Hélice Contínua	3,0	2,8
Pré-moldada de concreto cravada a percussão	2,5	3,5
Franki de fuste apilado	2,3	3,0
Franki de fuste vibrado	2,3	3,2
Perfil metálico cravado	1,75	3,5
Mega de concreto prensada	1,2	2,3
Escavada mecanicamente sem lama	3,0	6,0
Raiz	2,2	2,4
Strauss	4,2	3,9

Fonte: ALONSO, 1983.

Com a alteração para estacas pré-moldadas de pequenos diâmetros proposto por Aoki, foi visto que os valores de F_1 de 1,75 mostrou-se muito conservador, por esse motivo foi realizada nova proposição para o coeficiente empírico F_1 para esse tipo de estaca.

$$F_1 = 1 + \frac{D}{0,80} \quad (9)$$

Onde:

D diâmetro ou lado em metros do fuste da estaca, mantendo a reação F_2 igual a duas vezes F_1 .

Quando não se dispõe de ensaio CPT (cone) pode ser usada a relação com o SPT.

$$q_c = K \times N \quad (10)$$

A fórmula geral para o cálculo da capacidade de carga segundo CABETTE, (2014) é:

$$P_R = \Delta_P * \frac{K*N}{F_1} + \sum_{Cp}^{Ca} U * \Delta L \frac{\alpha*K*N}{F_2} \quad (11)$$

Onde:

Δ_p área da ponta ou base da estaca

U perímetro da seção transversal estaca

Ca cota de arrasamento

Cp cota da ponta

Tabela 3 - Coeficientes de K e α propostos por Aoki & Velloso (1975).

(continua)

TIPO DE SOLO	K (kPa)	α (%)
Areia	1000	1,40
Areia siltosa	800	2,00
Areia silto argilosa	700	2,40
Areia argilosa	600	3,00

Tabela 4 - Coeficientes de K E α propostos por Aoki & Velloso (1975).**(Continuação)**

Areia argilo siltosa	500	2,80
Silte arenoso	550	2,20
Silte areno argiloso	450	2,80
Silte	400	3,00
Silte argilo arenoso	250	3,00
Silte argiloso	230	3,40
Argila arenosa	350	2,40
Argila silto arenosa	330	3,00
Argila areno siltosa	300	2,80
Argila siltosa	220	4,00
Argila	200	6,00

Fonte: Albuquerque, P.J.R.; Carvalho, D.; Ferreira C.V.; Lobo A.S. (2006).

Com a obtenção dos valores de atrito e base unitários, obtém-se valor de capacidade de carga na ruptura esses valores devem ser multiplicados pelas suas áreas correspondentes. Como recomenda a norma NBR 6122,2019, a profundidade da ponta da estaca ou de assentamento da base é correspondente a uma carga de ruptura mínima de pelos menos duas vezes a carga admissível (útil) da estaca. Ou seja, é adotado um fator de segurança igual a dois. (MARAGON, 2009)

2.4.2 Método de Décourt & Quaresma

De acordo os próprios autores, esse método apresenta um processo para uma estimativa da capacidade de carga de ruptura, onde os autores consideram parâmetros para majoração ou minoração razão de atrito " β " e razão de atrito " α " apresentado na Tabela 5. Os coeficientes que depende exclusivamente do tipo de solo, são diferente para todos os métodos e levando em consideração os autores Décourt & Quaresma definiram que o tipo de solo variaria entre o solo ser puro ou intermediário, enquanto o método anterior define todos os

tipos de solos existentes. Valores estes para calcular resistência de ponta e para a resistência lateral baseado em resultados de ensaios SPT. A expressão proposta:

$$Q_t = Q_P + Q_L \quad (12)$$

$$Q_P = \frac{\alpha * K * N_{spt_{ponta}} * A_{ponta}}{4} \quad (13)$$

$$A_{ponta} = \frac{\pi d^2}{4} \quad (14)$$

$$U = \pi d \quad (15)$$

$$Q_L = \frac{(10 * \beta * (\frac{N_{spt}}{3} + 1)) * U}{1,3} \quad (16)$$

Onde:

K é o coeficiente que correlaciona a resistência de ponta em função do tipo de solo com o valor do N_{spt} . De acordo com os autores o N_{spt} calculado é o da ponta da estaca, sendo assim necessário a media de três pontos, ou seja, 1 metro acima, 1 metro abaixo e ao nível da ponta, isso com uma sondagem de metro a metro.

Tabela 5 - Valores de K propostos por Décourt & Quaresma (1978).

TIPO DE SOLO	K (kPa)
Argila	120
Silte argiloso	200
Silte arenoso	250
Areia	400

Fonte: NARESI JR, 2015.

Os valores atribuídos a α e β , sugeridos para os diversos tipos de estacas e solos são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 6- Valores de β e α propostos por Décourt & Quaresma (1978)

TIPO DE SOLO	TIPO DE ESTACA	β	α
Argila	Cravada	1,00	1,00
Intermediário		1,00	1,00
Areia		1,00	1,00
Argila	Escavada em geral	0,80	0,85
Intermediário		0,65	0,60
Areia		0,50	0,50
Argila	Escavada com lama bentonítica	0,90	0,85
Intermediário		0,65	0,60
Areia		0,60	0,50
Argila	Hélice contínua	1,00	0,30
Intermediário		1,00	0,30
Areia		1,00	0,30
Argila	Raiz	1,50	0,85
Intermediário		1,50	0,60
Areia		1,50	0,50

Fonte: DECOURT, 1996.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse capítulo serão apresentadas as condicionantes para a obtenção dos resultados desse Estudo de caso, são elas: o local do empreendimento, os laudos de sondagem, a metodologia para o cálculo da capacidade de carga das estacas escavadas.

3.1 LOCAL

Foi realizado ensaio de SPT em uma obra com extensão territorial de 22.543,65 m² de grande porte na região de Anápolis- GO localizada no Bairro Calixtolândia na Avenida Mirage Gleba 02, como pode ser visto na Figura 8. O Bairro Calixtolândia é predominantemente do tipo residencial e está localizada próxima a Avenida Brasil Sul, com

acesso rápido ao Distrito Agroindustrial de Anápolis e localização favorável ao centro da cidade pela proximidade.

Figura 8 - Localização Obra de estudo.



Fonte: GOOGLE MAPS, 2020.

Tem como sua estrutura construtiva parede de concreto, as paredes são moldadas in loco, por fôrmas de metálicas, apresentado na Figura 9, teve início da sua construção em Abril de 2019. O empreendimento de interesse residencial é composto por prédios de 3 pavimentos tipos e térreo, com 32 apartamentos tipos em cada prédio, totalizando quantidade de 11 blocos e 352 apartamentos, constituída também de área comum: salão de festa, piscina, quadra poliesportiva guarita e sala administrativa, com um total de área construída de 16.833,26 m². Sua previsão de entrega será dividida por duas etapas, onde a primeira entrega prevista para o mês de dezembro de 2020 e a segunda etapa prevista para mês de maio 2021. e

Figura 9 - Estrutura paredes de concreto Residencial Prime Sul- Anápolis GO



Fonte: AUTORAS, 2020.

3.2 LAUDO DE SONDAGEM SPT

A execução da sondagem teve início em 14/08/2018 com finalização das sondagens em 31/08/2018. Para a realização do ensaio foram colhidas amostras de 21 furos de sondagem a percussão com locais definidos pelo projetista, como pode ser visto na Figura 10 na forma de círculos vermelhos. Durante os dias do ensaio a cidade se encontrava com um clima mais seco, sem vestígios de chuvas.

Figura 10 - Croqui localização furos de sondagem



Fonte: SOLO BASE, 2018.

Os procedimentos adotados durante a realização do ensaio de sondagem e do ensaio SPT foram conduzidos com base nos procedimentos encontrados na NBR 6484 (2001). Portanto, foi utilizando um tubo de revestimento de 63,55 mm de diâmetro interno, extraindo-se as amostras por meio de um amostrador de barrilete tipo Terzaghi, com 35,6 mm de diâmetro interno e 50,8 mm de diâmetro externo. A Figura 11 apresenta o conjunto de sondagem SPT instalado no terreno do empreendimento.

Figura 11- Conjunto para Sondagem SPT.



Fonte: AUTORAS, 2018.

Os golpes foram dados com um peso de um martelo de 65 kg caindo em queda livre de uma altura de 75 cm, e foi anotado o número de golpes necessários para cravar 30 cm do amostrador, com esses números foi possível definir a indicação da compacidade do solo.

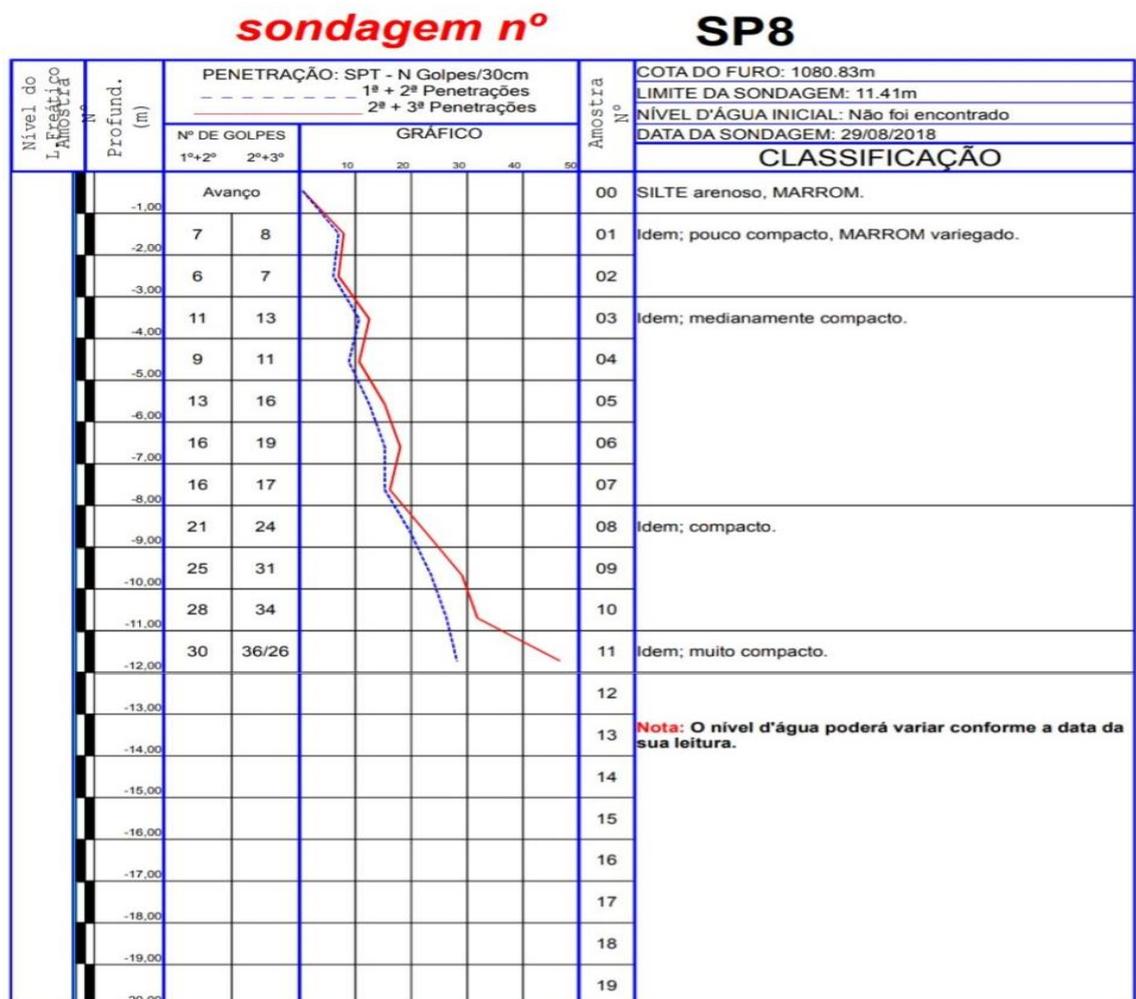
Os resultados dos 21 furos de sondagens podem ser vistos no Anexo A. Para esse trabalho escolheu-se o Laudo de Sondagem SP-8, apresentado na Figura 12 de um furo localizado próximo ao bloco 11, tal furo foi escolhido devida a proximidade da sondagem com a prova de carga realizada, Figura 13 mostra a marcação dos pontos da tal prova de carga e furo de sondagem. Esta prova de carga foi realizada em duas estacas com locais distintos, seguindo pojetista de fundação, locada por topografia e executada conforme norma NBR 12131 (ABNT, 2006). A PCE foi realizada com carregamento tipo lento executados em 10 estágios (10% da carga máxima) sendo mantidas até a estabilização dos deslocamentos e no mínimo por 30 minutos. Para o início do ensaio foi aplicada uma carga de contato, sendo seguida posteriormente pela carga do primeiro estágio. Para os demais estágios, as cargas foram acrescidas em 10%.

Finalmente, após a conclusão da etapa de carregamento, a última carga foi mantida por um período mínimo de 12 horas após a estabilização dos recalques. Em seguida, procedeu-se ao descarregamento em quatro estágios, com o tempo mínimo de 15min, após a estabilização da leitura.

E assim as estacas ensaiadas apresentaram um comportamento adequado durante todas as etapas de carregamento e descarregamento do ensaio e atingiram as cargas de ensaio previstas de 600 KN, valor este que foi o valor de comparação para os cálculos dos métodos semi-empíricos.

Figura 12 - Laudo de Sondagem de estudo.

Relatório de Sondagem SP01



Fonte: SOLO BASE, 2018.

Figura 13 - Croqui da esquerda localização furo SP8 e croqui da direita localização Prova de carga.



Fonte: SOLO BASE, 2018.

A Sondagem SP-8 teve como condição de parada com 11,41m, e no período da realização do ensaio não foi encontrado nível de água até a profundidade limite da sondagem. Conforme detectado no ensaio de sondagem SPT, o subsolo do empreendimento é majoritariamente composto por um Silte Arenoso de coloração Marrom, é possível perceber essa coloração na Figura 14, que permaneceu ao longo dos 11,41 de cravações, variando a sua compactidade com a profundidade: de pouco compacto a compacto.

Com relação ao valor do N_{spt} , até 5m de profundidade percebe-se uma baixa resistência do solo, como número de golpes entre 7 e 13, e a partir dessa profundidade uma aumento, de modo geral, crescente do N_{spt} atingindo um valor máximo de 36 golpes na profundidade de 11m.

Figura 14 – Lado esquerdo furo SP-8 e ao lado direito amostras colhidas.



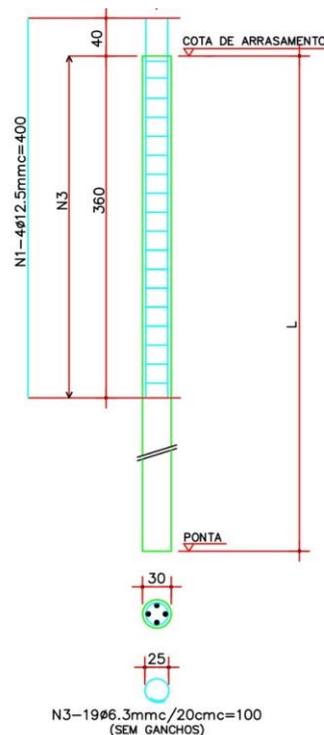
Fonte: AUTORAS, 2018.

3.3 ESTACA ESCAVADA

Através da sondagem realizada no local de estudo foi possível identificar as características do solo e com isso definido pelo projetista de fundação e seguindo a NBR 6122 (2001) a fundação ideal para tal situação são estacas escavadas. Para atender as necessidades estruturais, foram executadas 98 estacas escavadas, em cada prédio, com variação de 9 a 14 metros de profundidade e com diâmetros de 30 centímetros de perfuração.

Os procedimentos de execução das estacas escavada foram através de um Trado Mecânico, conforme a NBR 6122 (2019) rege seguido da perfuração com a descida das armações obedecendo ao projeto de fundação, ou seja, todos os parâmetros exigidos, ilustrados na Figura 15 abaixo, como a bitola das barras e dos estribos, quantidade e comprimento nominal das barras.

Figura 15 - Croqui armação para estacas escavadas utilizadas.

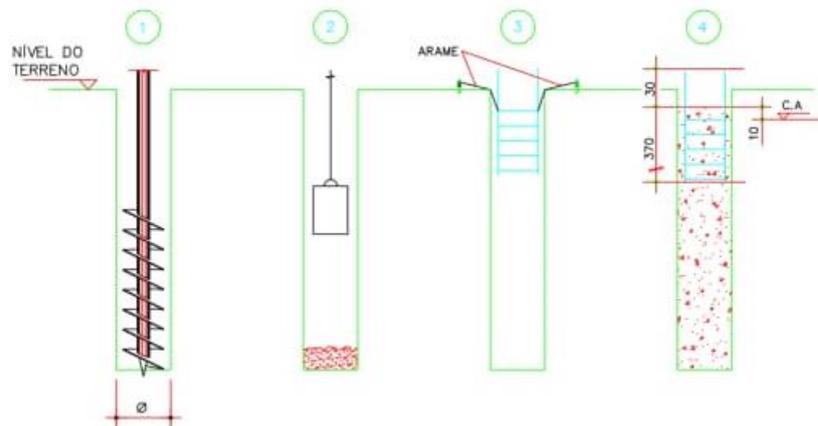


Fonte: GEOMETRIA FUNDAÇÕES OBRA PRIME SUL, 2019.

Finalizando a execução com a concretagem das estacas, concreto utilizado de 20 Mpa definido pelo projetista, vale ressaltar que a NBR 61122 (2010) recomendada o concreto superior a 25 Mpa. Para cumprimento da norma, as estacas eram perfuradas e concretadas no

mesmo dia, para evitar perda de resistência, desmoronamento do solo e apresentação de água no fundo das estacas, foi exigido por projeto uma altura para a parada de concreto como ilustra na Figura 16.

Figura 16- Procedimento concretagem Estacas escavadas



Fonte: GEOMETRIA FUNDAÇÕES OBRA PRIME SUL, 2019.

3.4 CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA PELOS MÉTODOS SEMI-EMPÍRICO.

Serão apresentados a seguir a metodologia para os cálculos da capacidade de carga pelos métodos semi-empíricos de Aoki & Velloso (1975) e Décout & Quaresma (1978).

O Fluxograma traz um macro perspectiva dos parâmetros de entrada gerais e os específicos por método de cálculo. Antes de se iniciar o cálculo deve ter em mãos o Laudo de Sondagem SPT, que pode ser o mais crítico ou o correspondente a região de execução da fundação, a escolha do tipo de estaca e a sua profundidade, que pode ser limitada pela peculiaridade ou potência do equipamento de perfuração ou pelo limite da sondagem, e a escolha do diâmetro comercial.

Como parâmetros específicos pelo Método de Aoki & Velloso tem-se: F_1 , F_2 , k e α , e os respectivos fatores de segurança para ponta e lateral. Já pelo Método de Décout & Quaresma: k , α e β , e os seus respectivos fatores de segurança para ponta e lateral. Segue abaixo um fluxograma – Parâmetros de entrada:

Figura 17 – Fluxograma passo a passo dos procedimentos realizado



Fonte: AUTORAS, 2018.

3.4.1 Metodologia de Cálculo para Aoki & Velloso (1975)

Os procedimentos adotados para calcular a capacidade de carga de uma estaca por Aoki & Velloso (1975) estão descritos nos Passos 1 ao 8.

- 1º) Escolheu-se o laudo de sondagem SPT, o tipo da estaca e o seu diâmetro;
- 2º) Retirou-se os coeficientes de F_1 e F_2 encontrado na Tabela 2, que dependem exclusivamente do tipo de estaca;
- 3º) Retirou-se os parâmetros α e K na Tabela 3, que depende exclusivamente do tipo de solo;
- 4º) Calculou-se a área da ponta da estaca e o perímetro, que depende do formato da seção transversal. Se for circular, utilizar respectivamente a Equação 2 e a Equação 3;
- 5º) Definiu-se a profundidade da estaca, com o limite da sondagem, sendo assim calculou-se o valor do N_{spt} de ponta pela Equação (4) e retirados do laudo de sondagem SPT (Figura 12).
- 6º) Após a determinação do valor do N_{spt} de ponta foi calculado a resistência de ponta pela Equação (1)

7º) A resistência lateral foi calculada metro a metro, portanto $\Delta l = 1\text{m}$, utilizando a Equação (5).

8º) Finalizando com a resistência admissível dada pelo somatório da resistência de ponta com as resistências laterais acumuladas, considerando os fatores de segurança definidos pelo autor.

3.4.2 Metodologia de cálculo por Décourt & Quaresma (1978)

Considerando as mesmas características para o solo e estaca foi calculada a capacidade de carga para o método por Décourt & Quaresma descritos no passo 9 ao 15.

9º) Para esse método utiliza de outro valor para o coeficiente K definido pelo tipo de solo, como mostra na Tabela 4.

10º) Com os parâmetros α e β que podem ser encontrados na Tabela 5, depende exclusivamente do solo, e definido pelos autores do segundo método um solo intermediário.

11º) Assim necessário também os valores de N_{spt} dado no laudo de sondagem Figura 11,

12º) Com as Equações (14) e (15) é possível determinar a área de ponta e o perímetro das estacas, respeitando diâmetro de cada estaca em análise.

13º) Através da Equação (13) dada pelos autores, para determinar resistência de ponta da estaca.

14º) Para cálculo da resistência lateral utiliza-se Equação (16).

15º) Portanto para resultados finais são com o somatório da resistência de ponta com a resistência lateral determinando a resistência admissível utilizou a Equação (12), respeitando os fatores de segurança deste segundo método.

4 RESULTADOS

Para os fins da pesquisa serão apresentados a seguir a metodologia para os cálculos da capacidade de carga pelos métodos semi-empíricos de Aoki & Velloso e Décourt & Quaresma, que serão comparados com o método de prova de carga que foram realizados em campo. Para a realização dos cálculos foi utilizado os resultados dos laudos da sondagem feitos no local de estudo, usando como base o laudo SP8 (Figura 12) que contém a classificação do solo, número de golpes, níveis de água e a profundidade final.

Utilizando dos métodos apresentados e os dados adquiridos no laudo SP8 foi calculado para duas estacas esvacadas por trado mecânico com diâmetro de 25 cm e 40 cm em um solo predominantemente composto por Silte Arenoso. Os parâmetros necessários para os cálculos que cada autor defende estão na Tabela 6.

Tabela 7 – Parâmetros dos métodos

Parâmetros	Aoki & Velloso (1975)	Decourt & Quarema (1978)
F1	3,0	-
F2	6,0	-
K (kN/m ²)	550	250
α %	0,022	0,6
β	-	0,65

Fonte: AUTORAS, 2020.

Para tal estaca de 25 cm e utilizando das esquações já mencionadas é dado na Tabela 7 os valores da área de ponta e o perímetro da estaca.

Tabela 8 – Resultados Área de ponta e Perímetro (m)

Estaca de 25 cm	
Área de ponta (m)	0,049
Perímetro (m)	0,785

Fonte: AUTORAS, 2020.

Assim foram calculadas através dos dois métodos as resistências de ponta e lateral para a primeira estaca de estudo, vale ressaltar que as Tabelas 8 e 9 abaixo apresentam os resultados somente para uma estaca.

Tabela 9 - Resistência pelo método Aoki & Velloso para uma estaca diâmetro Ø25 cm

(Continua)

Profundidade (m)	N _{spt}	R ponta (kN)	R lateral (kN)	R lateral acumulado (kN)
1,0	8	-	6,34	6,34
2,0	7	-	5,54	11,88
3,0	13	-	10,30	22,17
4,0	11	-	8,71	30,89
5,0	16	-	12,67	43,56
6,0	19	-	15,05	58,60
7,0	17	-	13,46	72,07

Tabela 10 - Resistência pelo método Aoki & Velloso para uma estaca diâmetro Ø25 cm
(Continuação)

8,0	24	-	19,01	91,07
9,0	31	-	24,55	115,62
10,0	34	158	26,93	142,55
11,0	36	-	-	-

Fonte: AUTORAS, 2020.

Tabela 11- Resistências pelo Décourt & Quaresma para uma estaca diâmetro Ø25 cm.

Profundidade (m)	N _{spt}	R ponta (kN)	R lateral (kN)	R lateral acumulado (kN)
1,0	8	-	14,40	14,40
2,0	7	-	13,09	27,49
3,0	13	-	20,94	48,43
4,0	11	-	18,33	66,76
5,0	16	-	24,87	91,63
6,0	19	-	28,80	120,43
7,0	17	-	26,18	146,61
8,0	24	-	35,34	181,95
9,0	31	-	44,51	226,46
10,0	34	64	48,43	274,89
11,0	36	-	-	-

Fonte: AUTORAS, 2020.

Tabela 12- Comparação de carga admissível pelos métodos para a estaca de diâmetro Ø25 cm.

Método de Cálculo	R ponta (kN)	R lateral acumulado (kN)	Carga admissível (kN)
Aoki & Velloso (1975)	158	142,55	300,49
Decourt & Quaresma (1978)	64	274,89	339,32

Fonte: AUTORAS, 2020.

Deste modo para resistir a carga de 600 kN valor este determinado pela prova de carga realizada em campo e utilizado para comparação dos métodos semi-empíricos, será necessário duas estacas de 25cm para alcançar os valor dado, como mostra a Tabela 11 abaixo:

Tabela 13- Resultado Finais de duas estacas de diâmetro Ø25 cm.

(Continua)

Método de Cálculo	R ponta (kN)	R lateral acumulado (kN)	Carga admissível (kN)
Aoki & Velloso (1975)	316	285,1	600,98

Tabela 14- Resultado Finais de duas estacas de diâmetro Ø25 cm.**(Continuação)**

Decourt & Quaresma (1978)	128	274,89	678,64
--------------------------------------	-----	--------	---------------

Fonte: AUTORAS, 2020.

Contudo foi analisada também a segunda estaca de 40 cm, como mostra a Tabela 12 os resultados da área de ponta e o perímetro da estaca.

Tabela 15- Resultados Área de ponta e Perímetro (m)

Estaca de 40 cm	
Área de ponta (m)	0,126
Perímetro (m)	1,257

Fonte: AUTORAS, 2020.

Para esta estaca os parâmetros permanecem os mesmos, com alteração somente na área da ponta da estaca e no perímetro da estaca, como mostra nas Tabelas 13 e 14, pelos métodos Aoki & Velloso e Décourt & Quaresma, respectivamente.

Tabela 16- Resistência pelo método Aoki & Velloso diâmetro Ø40 cm .

Profundidade (m)	N_{spt}	R ponta (kN)	R lateral (kN)	R lateral acumulado (kN)
1,0	8	-	10,14	10,14
2,0	7	-	8,87	19,01
3,0	13	-	16,47	35,48
4,0	11	-	13,94	49,42
5,0	16	-	20,27	69,69
6,0	19	-	24,08	93,77
7,0	17	-	21,54	115,31
8,0	24	-	30,41	145,72
9,0	31	-	39,28	185,00
10,0	34	404	43,08	228,08
11,0	36	-	-	-

Fonte: AUTORAS, 2020.

Tabela 17- Resistência pelo Decourt & Quaresma diâmetro Ø40 cm.**(Continua)**

Profundidade (m)	N_{spt}	R ponta (kN)	R lateral (kN)	R lateral acumulado (kN)
1,0	8	-	23,04	23,04

Tabela 18- Resistência pelo Decourt & Quaresma diâmetro Ø40 cm.

(Continuação)

2,0	7	-	20,94	43,98
3,0	13	-	33,51	77,49
4,0	11	-	29,32	106,81
5,0	16	-	39,79	146,61
6,0	19	-	46,08	192,68
7,0	17	-	41,89	234,57
8,0	24	-	56,55	291,12
9,0	31	-	71,21	362,33
10,0	34	160	77,49	439,82
11,0	36		-	-

Fonte: AUTORAS, 2020.

Tabela 19- Comparação de carga admissível pelos métodos para a estaca de diâmetro Ø40 cm

Método de Cálculo	R ponta (kN)	R lateral acumulado (kN)	Carga admissível (kN)
Aoki e Velloso (1975)	404	228,08	632,40
Decourt e Quaresma (1978)	160	439,82	600,04

Fonte: AUTORAS, 2020.

4.2 ORÇAMENTOS

A seguir serão apresentados orçamentos feitos para as estacas escavadas sem lama bentonítica ou fluido estabilizante de 40 e 25 cm de diâmetro a fim de analisar o melhor custo benefício. Para isso, utilizaram-se orçamentos de três empresas distintas: Realiza Construtora, Geração Valor, e Excel Construtora e a composição final dos preços foi dada pela média de valores das três empresas para cada uma das estacas analisadas.

Tabela 20 – Orçamento estaca diâmetro Ø40cm.

(Continua)

Item	Descrição do serviço	Unid.	Preço Unit.	Quant. Total	Preço total
1,0	Execução de montagem de armações para estacas	Kg.	R\$ 0,80	28,9	R\$ 23,12
2,0	Aço 10 mm CA-50	Kg.	R\$ 6,20	16,5	R\$ 102,3
3,0	Concreto FCK = 20 Mpa	m³	R\$ 270,00	1,3816	R\$ 373,03
4,0	Perfuração estaca	m	R\$ 6,00	11	R\$66,00

Tabela 21 – Orçamento estaca diâmetro Ø40cm.

(Continuação)

5,0	Remoção de terra, colocação de armadura e arrasamento	Vb.	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00
6,0	Arame recozido	Kg.	R\$ 7,35	0,6	R\$ 4,41
7,0	Espaçador circular	Unid.	R\$ 0,10	12	R\$ 1,20
Total:					R\$ 609,06

Fonte: REALIZA CONSTRUTORA, 2020.

Tabela 22 - Orçamento estaca diâmetro Ø40cm.

Item	Descrição do serviço	Unid.	Preço Unit.	Quant. Total	Preço total
1,0	Execução de montagem de armações para estacas	Kg	R\$ 1,00	28,9	R\$ 28,90
2,0	Aço 10 mm CA-50	Kg.	R\$ 6,19	16,5	102,14
3,0	Concreto FCK = 20 Mpa	m³	R\$ 260,00	1,3816	R\$ 359,22
4,0	Perfuração estaca	m	R\$ 14,00	11	R\$154,00
5,0	Remoção de terra, colocação de armadura e arrasamento	Vb.	R\$ 50,00	R\$ 50,00	R\$ 50,00
6,0	Arame recozido	Kg.	R\$ 7,98	0,6	R\$ 4,79
7,0	Espaçador circular	Unid.	R\$ 0,10	12	R\$ 1,20
Total:					R\$ 650,25

Fonte: EXCEL CONSTRUTORA, 2020.

Tabela 23 - Orçamento - Estaca diâmetro Ø40cm

Item	Descrição do serviço	Unid.	Preço Unit.	Quant. Total	Preço total
1,0	Execução de montagem de armações para estacas	Kg	R\$ 1,58	28,9	R\$ 45,66
2,0	Aço 10mm CA-50	Kg.	R\$ 3,84	16,5	R\$ 63,36
3,0	Concreto FCK = 20 Mpa	m³	R\$ 316,68	1,3816	R\$ 437,53
4,0	Perfuração estaca	m	R\$ 7,00	11	R\$77,00
5,0	Remoção de terra, colocação de armadura e arrasamento	Vb.	R\$ 12,75	R\$ 12,75	R\$ 12,75
6,0	Arame recozido	Kg.	R\$ 2,49	0,6	R\$ 1,50
7,0	Espaçador circular	Unid.	R\$ 0,21	12	R\$ 2,52
Total:					R\$ 640,32

Fonte: GERAÇÃO VALORES BRASIL, 2020.

Tabela 24 - Orçamento estaca diâmetro Ø25cm.

(Continua)

Item	Descrição do serviço	Unid.	Preço Unit.	Quant. Total	Preço total
1,0	Execução de montagem de armações para estacas	Kg.	R\$ 0,80	21,1	R\$ 16,88

2,0	Aço 10 mm CA-50	Kg.	R\$ 6,20	13,6	R\$ 84,32
-----	-----------------	-----	----------	------	-----------

Tabela 25 - Orçamento estaca diâmetro Ø25cm.

(Continuação)

3,0	Concreto FCK = 20 Mpa	m³	R\$ 270,00	0,54	R\$ 145,8
4,0	Perfuração estaca	m	R\$ 6,00	11	R\$66,00
5,0	Remoção de terra, colocação de armadura e arrasamento.	Vb.	R\$ 31,00	R\$ 31,00	R\$ 31,00
6,0	Arame recozido	Kg.	R\$ 7,35	0,4	R\$ 2,94
7,0	Espaçador circular	Unid.	R\$ 0,10	10	R\$ 1,00
Total:					R\$ 347,62

Fonte: REALIZA CONSTRUTORA, 2020.

Tabela 26 - Orçamento estaca diâmetro Ø25cm.

Item	Descrição do serviço	Unid.	Preço Unit.	Quant. Total	Preço total
1,0	Execução de montagem de armações para estacas	Kg	R\$ 1,00	21,1	R\$ 21,10
2,0	Aço 10 mm CA-50	Kg.	R\$ 6,19	13,6	R\$ 84,18
3,0	Concreto FCK = 20 Mpa	m³	R\$ 260,00	0,54	R\$ 140,40
4,0	Perfuração estaca	m	R\$ 9,00	11	R\$99,00
5,0	Remoção de terra, colocação de armadura e arrasamento	Vb.	R\$ 32,50	R\$ 32,50	R\$ 32,50
6,0	Arame recozido	Kg.	R\$ 7,98	0,4	R\$ 3,19
7,0	Espaçador circular	Unid.	R\$ 0,10	10	R\$ 1,00
Total:					R\$ 381,37

Fonte: EXCEL CONSTRUTORA, 2020.

Tabela 27 - Orçamento estaca diâmetro Ø25cm.

Item	Descrição do serviço	Unid.	Preço Unit.	Quant. Total	Preço total
1,0	Execução de montagem de armações para estacas	Kg	R\$ 1,58	21,1	R\$ 33,34
2,0	Aço 10mm CA-50	Kg.	R\$ 3,84	13,6	R\$ 52,22
3,0	Concreto FCK = 20 Mpa	m³	R\$ 316,68	0,54	R\$ 171,00
4,0	Perfuração estaca	m	R\$ 5,00	11	R\$55,00
5,0	Remoção de terra, colocação de armadura e arrasamento	Vb.	R\$ 9,36	R\$ 9,36	R\$ 9,36
6,0	Arame recozido	Kg.	R\$ 2,49	0,4	1,00
7,0	Espaçador circular	Unid.	R\$ 0,21	10	R\$ 2,10
Total:					R\$ 324,02

Fonte: GERAÇÃO VALORES BRASIL, 2020.

Conforme os orçamentos feitos e descritos nas Tabelas 16, 17 e 18 foram calculadas a média dos três orçamentos e foi obtido um valor de R\$ 633,21 reais para a execução de uma estaca escavada com Ø de 40 cm e 11 metros de profundidade. E para a execução de uma estaca escavada com Ø de 25 cm e 11 metros de profundidade conforme Tabelas 19, 20 e 21, calculando a média dos três orçamentos obtivemos um valor de R\$ 351,00, sendo assim para duas estacas com o mesmo diâmetro obtivemos o valor de R\$ 702,00. Analisando os valores obtidos nos orçamentos e a média entre eles, é possível notar que a melhor opção quanto ao custo benefício da fundação será uma estaca escavada com 11 metros de profundidade com Ø de 40 cm.

Tabela 28 - Tabela resumo - Orçamento total para a obra analisada

Item	Ø Estaca	Quant. de Estacas por Bloco	Quant. De Blocos	Preço Unit.(média dos orçamentos)	Preço total
1,0	40 cm	98,00	11,00	R\$ 633,21	R\$ 682.600,38
2,0	25 cm	98,00	11,00	R\$ 702,00	R\$756.756,00

Fonte: AUTORAS, 2020.

Na tabela 18, se encontra o resumo do orçamento total para a obra analisada. Na obra em questão existe um total de 11 blocos (prédios), em cada um desses prédios foram escavadas 98 estacas, com o total do orçamento é possível melhor visualização do custo benefício de cada uma das opções de fundação, ficando assim evidente que a melhor opção será uma estaca com Ø de 40 cm ao invés de duas estacas com o Ø de 25 cm.

5 CONCLUSÃO

Nesse trabalho foram analisados dois métodos semi-empíricos para o cálculo da resistência de uma fundação profunda, o método de Aoki & Velloso (1975) e Décourt & Quaresma (1978). A fundação escolhida para o estudo foi estaca escavada e para os cálculos foram utilizadas estacas com 40 cm e 25 cm de diâmetro.

Analisando os dois métodos é possível notar que geralmente o método de Aoki & Velloso tem a resistência de ponta maior que a do método de Décourt & Quaresma devido ao fator de segurança ser mais brando, o que ocorreu no caso das estacas calculadas. Todavia, essa minoração que o método de Décourt & Quaresma realiza é compensada no seu próprio cálculo de resistência lateral.

Como visto nos resultados, os valores de carga admissível pelos dois métodos, para um mesmo diâmetro, ficaram muito próximo, não ocorrendo tanta disparidade nos valores. Inclusive, quando o diâmetro foi de 40 cm, o método de Aoki & Velloso considerado conservador por alguns autores Pagnussatti e Santos (2011) e Feuerharmel e Consoli (1995) foi levemente superior ao de Décourt & Quaresma. Isso provavelmente ocorreu porque esse método minora a resistência de ponta.

Quanto a análise de custo, foram feitos orçamentos em três empresas distintas para saber qual seria o melhor custo benefício para a fundação, com os valores obtidos nesses orçamentos e tirando a média entre os três, foi possível analisar que a melhor escolha de fundação do tipo estaca escavada com o Ø de 40 cm e profundidade de 11 metros ao invés de duas estacas com Ø de 25 cm com a mesma profundidade, foi constatado também que a estaca com diâmetro de 40 cm é 10,86 % mais econômica para ser executada do que duas estacas com 25 cm de diâmetro. Gerando uma economia de R\$ 74.155,62 no custo total da obra.

5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

A seguir são apresentadas sugestões para futuros trabalhos:

- Analisar o melhor custo benefício entre métodos semi-empíricos e prova de carga;
- Avaliar melhor escolha de fundação para tipos diferentes de obras;
- Fazer uma comparação entre o melhor método de avaliar a carga admissível de uma fundação, se por métodos semi-empíricos ou prova de carga.
- Avaliar melhor escolha de fundação para diferentes tipos de solos;
- Analisar o custo benefício de diferentes tipos de fundação.

REFERÊNCIAS

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Estacas- prova de carga estática: NBR 12131. 2006 / 2016.**

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios: NBR 8036, 1933.**

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto e execução de fundações: NBR 6122. 2010.**

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

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo sondagens de simples reconhecimento com SPT- Método de ensaio: NBR 6484, 2001.**

ALBUQUERQUE, P.J.R.; CARVALHO, D.; FERREIRA C.V.; Lobo A.S. **Análise Da Capacidade De Carga De Estaca Escavada Instrumentada De Pequeno Diâmetro Por Meio De Métodos Semiempíricos Campinas 2006.**

ALONSO, Rodriguez. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CÉARA, 1983. Disponível em: <http://www.lmsp.ufc.br/arquivos/graduacao/fundacao/apostila/03.pdf>.

ALONSO, U. Rodrigues. **Dimensionamento de Fundações profundas- Blucher 2ª edição.**

BARROS, Carolina. **Apostila Fundação- Técnica Construtiva. Abr, 2011.**

CABETTE, Jean Felix. **Análise dos Métodos Semi-Empíricos Utilizados Para a Estimativa da Capacidade de Carga de Estaca pré Fabricada Com Base em Resultados de Ensaio de Carregamento Dinâmico, 2014.**

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações. Edição 6ª 1988.**

CAVALCANTE, H, Erinaldo. **Investigação Teórico-Experimental Sobre o SPT. 2002.** Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Univ. Fed. Do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CINTRA José Carlos A., AOKI Nelson - **Fundações por Estacas Projeto Geotécnico São Paulo Oficina de Textos, 2010.**

CONSÓRCIOS DE INVESTIMENTOS ADEMILA, 2013. Disponível em: <https://www.ademilar.com.br/blog/construcao-civil/tabela-percentual-gastos-obra/>.

DÉCOURT, L. **A Ruptura de Fundações Avaliada com Base no Conceito de Rigidez. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS, 3, São Paulo: ABEF/ABMS, 1996.**

DÉCOURT, L.; QUARESMA, A. R. **Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES, 1978.**

EXCEL CONSTRUTORA, Anápolis – Goiás, 2020.

GEOMETRIA FUNDAÇÃO, 2019.

GERAÇÃO VALORES BRASIL 2020 .

GOOGLE MAPS, Localização Residencial Prime Sul, disponível em: <[HACHICH ,Waldemar; FALCONI ,Frederico F.; SAES, José Luiz; FROTA Régis G. Q., CARVALHO ,Celso S. e NIYAMA ,Sussumu. **Fundações: Teoria e Prática 2ª Edição, 1998. INFRAESTRUTURA DE PONTES FUNDAÇÕES PROFUNDAS** Disponível em : <<https://docplayer.com.br/53162629-Infraestrutura-de-pontes-fundacoes-profundas.html>>.](https://www.google.com/maps?rlz=1C1CHBD_ptPTBR846BR846&sxsrf=ALeKk03C294BhpNvRY7Z8bH90zzFKZQcHQ:1590180455421&q=localiza%C3%A7%C3%A3o+PRIME+SUL&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIFCCEQoAEyBQghEKABOgQIABANogYIABANEB46BggAEBYQHjoCCAA6BQgAEIsDUFVYrxdgihtoAHAAeAGAAeECiAHjFJIBBzAuNy4zLjKYAQcGAAQgAQdnd3Mtd2l6uAEC&uact=5&um=1&ie=UTF8&sa=X&ved=2ahUKEwjk6q3sq8jpaAhWTJrkGHQFOBcoQ_AUoAXoECBUQAaw>.</p>
</div>
<div data-bbox=)

MARANGON, Marcio. **Métodos Diretos Para Cálculos Da Capacidade De Carga Por Meio Do Spt, Geotecnia De Fundações, 2011.**

MARANGON, Marcio. **Resistência Ao Cisalhamento Dos Solos - . Universidade Federal De Juiz De Fora - Ufij Faculdade De Engenharia Núcleo De Geotecnia Mecânica Dos Solos Ii, 2018.**

MARANGON, Marcio. **Universidade Federal De Juiz De Fora - UFIJ Faculdade De Engenharia Departamento De Transportes E Geotecnia, 2009.**

MILITITSKY, JARBAS. CONSOLI, NILO CESAR. SHNAID, FERNANDO. **Patologia das Fundações, 2015.**

MILITO, José Antonio de . **Técnicas De Construção Civil e Construção de Edifícios Disponível em :**

<https://www.academia.edu/9173515/T%C3%89CNICAS_DE_CONSTRU%C3%87%C3%83O_CIVIL_E_CONSTRU%C3%87%C3%83O_DE_EDIF%C3%8DCIOS>.

MONTEIRO, P. F. (1997) Capacidade de carga de estaca – Método de AokiVelloso, Relatório interno de estacas Franki Ltda., citado por Velloso e Lopes (2002). PINTO, Carlos De Souza. **Curso básico mecânica dos solos, 2006.**

Realiza Construtora, Anápolis Goiás, 2020.

SANTOS, Mirella Dalvi. **Correlações entre sondagens de simples reconhecimento e resultados de ensaio de campo (SPT, CPT, DP) para diferentes subsolos arenosos, 2017.**

SCHNAID, Fernando. **Ensaio de Campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações**. Oficina de textos, São Paulo, 2000.

SCHNAID, Fernando. ODEBRECHTT, Edgar. **Ensaio de campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações, 2ª Edição, 2003**.

SOLO BASE, Goiania Goiás, 2018.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS. Disponível em : <<https://www.usace.army.mil/>>

ANEXOS

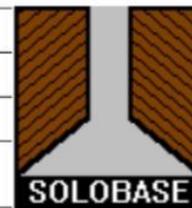
ANEXO A - Laudos de sondagem (SPT) – Solo Base, 2018.

Relatório de Sondagem SP01

sondagem nº SP1

Nível do L. Estático Amostrado	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra No	COTA DO FURO: 1074.02m		
		- - - - - 1ª + 2ª Penetrações _____ 2ª + 3ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 13.39m		
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO					NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado	
		1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50		DATA DA SONDAGEM: 22/08/2018
CLASSIFICAÇÃO										
	-1.00	Avanço							00	SILTE arenoso, MARRROM.
	-2.00	17	18						01	Idem; medianamente compacto, MARRROM variegado.
	-3.00	15	17						02	
	-4.00	7	8						03	Idem; pouco compacto.
	-5.00	11	13						04	Idem; medianamente compacto.
	-6.00	14	16						05	
	-7.00	17	18						06	
	-8.00	20	22						07	Idem; compacto.
	-9.00	23	25						08	
	-10.00	23	26						09	
	-11.00	27	30						10	
	-12.00	28	32						11	
	-13.00	32	37						12	
	-14.00	36	39/24						13	Idem; muito compacto.
	-15.00								14	
	-16.00								15	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-17.00								16	
	-18.00								17	
	-19.00								18	
	-20.00			19						

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12246/18	

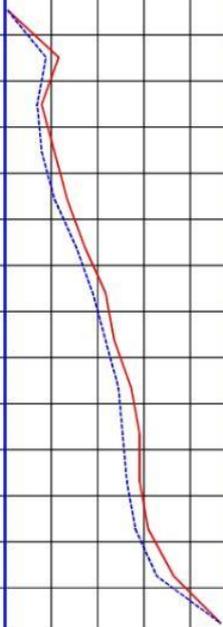


sondagem n^o SP2

Nível do L. Prático L. Anostrá	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra N ^o	CLASSIFICAÇÃO		
		1 ^a + 2 ^a Penetrações								
		2 ^a + 3 ^a Penetrações								
N ^o DE GOLPES		GRÁFICO								
1 ^a +2 ^a		2 ^a +3 ^a		10	20	30	40	50		
	-1,00	Avanço							00	ARGILA arenosa, com pedregulhos diversos, MARROM.
	-2,00	3	4						01	SILTE arenoso, fofo, MARROM variegado.
	-3,00	5	6						02	Idem; pouco compacto.
	-4,00	9	10						03	Idem; medianamente compacto.
	-5,00	10	13						04	
	-6,00	13	16						05	
	-7,00	16	18						06	
	-8,00	9	13						07	
	-9,00	18	20						08	Idem; compacto.
	-10,00	24	27						09	
	-11,00	27	30						10	
	-12,00	29	32						11	Idem; RÓSEO.
	-13,00	30	33						12	
	-14,00	37	40/22						13	Idem; muito compacto.
	-15,00								14	
	-16,00								15	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-17,00								16	
	-18,00								17	
	-19,00								18	
	-20,00								19	

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS-GO					
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:	
05/09/2018	SPGO	2761/18	12247/18		

sondagem n° SP3

Nível do L. Pré-atômico Amostra	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra N°	COTA DO FURO: 1077.22m		
		----- 1ª + 2ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 13.26m		
		----- 2ª + 3ª Penetrações						NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado		
N° DE GOLPES		GRÁFICO					DATA DA SONDAGEM: 16/08/2018			
1ª+2ª		2ª+3ª		10 20 30 40 50					CLASSIFICAÇÃO	
	-1,00	Avanço							00	ARGILA arenosa, MARROM variegada.
	-2,00	9	12						01	SILTE arenoso, medianamente compacto, MARROM variegado.
	-3,00	7	8						02	Idem; pouco compacto.
	-4,00	8	11						03	Idem; medianamente compacto.
	-5,00	11	14						04	
	-6,00	16	18						05	
	-7,00	20	23						06	Idem; compacto.
	-8,00	23	25						07	
	-9,00	26	29						08	
	-10,00	27	31						09	
	-11,00	28	31						10	
	-12,00	30	33						11	
	-13,00	35	39						12	
	-14,00	37/26	20/11						13	Idem; muito compacto.
	-15,00								14	
	-16,00								15	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-17,00								16	
	-18,00								17	
	-19,00								18	
	-20,00								19	

Ciente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12248/18	



sondagem nº SP4

Nível do L. Prescrito Amostrado	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm		Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO
		GRÁFICO			
		1ª + 2ª Penetrações			
		2ª + 3ª Penetrações			
		Avanço			
		1ª+2ª	2ª+3ª		
	-1.00			00	SILTE arenoso, ROXO com veios brancos.
	-2.00	22	26	01	Idem; compacto.
	-3.00	15	17	02	Idem; medianamente compacto.
	-4.00	21	26	03	Idem; compacto.
	-5.00	23	28	04	
	-6.00	26	30	05	
	-7.00	32	36	06	
	-8.00	34	38/28	07	Idem; muito compacto.
	-9.00			08	
	-10.00			09	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-11.00			10	
	-12.00			11	
	-13.00			12	
	-14.00			13	
	-15.00			14	
	-16.00			15	
	-17.00			16	
	-18.00			17	
	-19.00			18	
	-20.00			19	

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data: 05/09/2018	ref.: SPGO	obra: 2761/18	des.: 12249/18	respons.:	

sondagem nº SP5

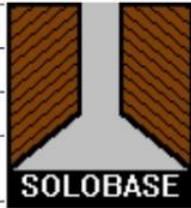
Nível do L. Prático Amostrado	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra Nº	COTA DO FURO: 1079.10m	
		----- 1ª + 2ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 14.41m	
		----- 2ª + 3ª Penetrações						NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado	
Nº DE GOLPES		GRÁFICO					DATA DA SONDAGEM: 24/08/2018		
		1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50	CLASSIFICAÇÃO
	-1,00	Avanço							00 ARGILA siltosa, VERMELHA.
	-2,00	5	4						01 Idem; mole.
	-3,00	4	5						02
	-4,00	5	8						03 ARGILA arenosa, média, MARROM.
	-5,00	5	8						04 SILTE arenoso, pouco compacto, MARROM variegado.
	-6,00	8	12						05 Idem; medianamente compacto.
	-7,00	10	15						06
	-8,00	12	17						07
	-9,00	14	18						08
	-10,00	22	25						09 Idem; compacto.
	-11,00	24	28						10
	-12,00	28	31						11
	-13,00	30	33						12
	-14,00	33	36						13
	-15,00	35	38/26						14 Idem; muito compacto.
	-16,00								15
	-17,00								16 Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-18,00								17
	-19,00								18
	-20,00								19

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D'ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12250/18	



sondagem nº SP6

Nível do L. Prático Amostrado	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm		Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO
		GRAFICO			
		1ª + 2ª Penetrações			
		2ª + 3ª Penetrações			
		Nº DE GOLPES			
		1ª+2ª	2ª+3ª		
		Avanço		00	ARGILA siltosa, VERMELHA.
	-1,00			01	Idem; RIJA.
	-2,00	16	18	02	Idem; média.
	-3,00	8	9	03	SILTE arenoso, pouco compacto, MARROM.
	-4,00	4	5	04	Idem; medianamente compacto.
	-5,00	10	14	05	
	-6,00	11	13	06	
	-7,00	16	21	07	
	-8,00	20	25	08	
	-9,00	26	33	09	
	-10,00	29	36	10	Idem; muito compacto.
	-11,00	33	38/25	11	
	-12,00			12	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-13,00			13	
	-14,00			14	
	-15,00			15	
	-16,00			16	
	-17,00			17	
	-18,00			18	
	-19,00			19	
	-20,00				

Ciente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:	
05/09/2018	SPGO	2761/18	12251/18		

sondagem nº SP7

Nível do L. Presalino Amostra	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra Nº	COTA DO FURO: 1080.27m		
		----- 1ª + 2ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 10.42m		
		----- 2ª + 3ª Penetrações						NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado		
Nº DE GOLPES		GRÁFICO					DATA DA SONDAGEM: 30/08/2018			
1ª+2ª		2ª+3ª							CLASSIFICAÇÃO	
	-1.00	Avanço							00	ARGILA arenosa, MARROM.
	-2.00	19	14						01	Idem; RIJA.
	-3.00	4	5						02	ARGILA siltosa, mole, VERMELHA.
	-4.00	2	3						03	
	-5.00	7	9						04	SILTE arenoso, medianamente compacto, MARROM.
	-6.00	11	12						05	
	-7.00	16	18						06	Idem; compacto
	-8.00	21	25						07	
	-9.00	25	30						08	Idem; muito compacto.
	-10.00	30	36						09	
	-11.00	32	38/27	10						
	-12.00			11						
	-13.00			12	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.					
	-14.00			13						
	-15.00			14						
	-16.00			15						
	-17.00			16						
	-18.00			17						
	-19.00			18						
	-20.00			19						

Ciente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12252/18	



sondagem nº SP8

Nível do L. Prescritivo Amostrado	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra Nº	COTA DO FURO: 1080.83m			
		- - - - - 1ª + 2ª Penetrações - - - - - 2ª + 3ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 11.41m			
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO					NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado		
		1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50		DATA DA SONDAGEM: 29/08/2018	
CLASSIFICAÇÃO											
	-1,00									00	SILTE arenoso, MARROM.
	-2,00	7	8							01	Idem; pouco compacto, MARROM variegado.
	-3,00	6	7							02	
	-4,00	11	13							03	Idem; medianamente compacto.
	-5,00	9	11							04	
	-6,00	13	16							05	
	-7,00	16	19							06	
	-8,00	16	17							07	
	-9,00	21	24							08	Idem; compacto.
	-10,00	25	31							09	
	-11,00	28	34							10	
	-12,00	30	36/26							11	Idem; muito compacto.
	-13,00									12	
	-14,00									13	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-15,00									14	
	-16,00									15	
	-17,00									16	
	-18,00									17	
	-19,00									18	
	-20,00									19	

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12253/18	



sondagem nº SP9

Nível do L. Freático L. AMOSTRA	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm		Amostra No.	CLASSIFICAÇÃO
		1ª+2ª	2ª+3ª		
		PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm			COTA DO FURO: 1071.16m
		----- 1ª + 2ª Penetrações			LIMITE DA SONDAGEM: 11.40m
		----- 2ª + 3ª Penetrações			NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado
					DATA DA SONDAGEM: 21/08/2018
					CLASSIFICAÇÃO
	-1.00	Avanço		10	00 ARGILA siltosa, VERMELHA.
	-2.00	6	6	20	01 Idem; média.
	-3.00	4	5	30	02 SILTE arenoso, pouco compacto, MARROM variegado.
	-4.00	2	3	40	03 Idem; fofo.
	-5.00	6	8	50	04 Idem; pouco compacto.
	-6.00	8	10		05 Idem; medianamente compacto.
	-7.00	14	17		06
	-8.00	15	19		07 Idem; compacto.
	-9.00	20	26		08
	-10.00	23	28		09
	-11.00	28	35		10
	-12.00	30	36/25		11 Idem; muito compacto.
	-13.00				12
	-14.00				13 Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-15.00				14
	-16.00				15
	-17.00				16
	-18.00				17
	-19.00				18
	-20.00				19

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12254/18	



sondagem nº SP10

Nível do L. Freático / Amostragem	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra No.	COTA DO FURO: 1074.47m		
		- - - - - 1ª + 2ª Penetrações - - - - - 2ª + 3ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 10.43m		
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO				NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado		
		1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50	DATA DA SONDAGEM: 30/08/2018	
CLASSIFICAÇÃO										
	-1.00	Avanço							00	SILTE arenoso, MARROM.
	-2.00	15	18						01	Idem; medianamente compacto.
	-3.00	4	4						02	Idem; fofo.
	-4.00	3	4						03	
	-5.00	7	10						04	Idem; medianamente compacto, MARROM variegado.
	-6.00	12	16						05	
	-7.00	19	24						06	Idem; compacto.
	-8.00	24	32						07	
	-9.00	26	33						08	
	-10.00	28	36						09	
	-11.00	31	37/28						10	Idem; muito compacto.
	-12.00								11	
	-13.00								12	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-14.00								13	
	-15.00								14	
	-16.00								15	
	-17.00								16	
	-18.00								17	
	-19.00								18	
	-20.00								19	

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data: 05/09/2018	ref.: SPGO	obra: 2761/18	des.: 12255/18	respons.:	

sondagem nº SP11

Nível do L. Referência Amostragem	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm		Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO
		1ª+2ª	2ª+3ª		
		PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm			COTA DO FURO: 1078.00m
		----- 1ª + 2ª Penetrações			LIMITE DA SONDAGEM: 13.40m
		----- 2ª + 3ª Penetrações			NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado
					DATA DA SONDAGEM: 16/08/2018
					CLASSIFICAÇÃO
	-1,00	Avanço		00	ARGILA siltosa, VERMELHA.
	-2,00	4	5	01	Idem; mole.
	-3,00	6	6	02	ARGILA arenosa, com pedregulhos finos diversos, média, MARROM.
	-4,00	5	8	03	SILTE arenoso, pouco compacto, MARROM variegado.
	-5,00	3	6	04	
	-6,00	10	14	05	Idem; medianamente compacto.
	-7,00	14	18	06	
	-8,00	17	22	07	Idem; compacto.
	-9,00	21	25	08	
	-10,00	25	30	09	
	-11,00	27	31	10	
	-12,00	29	33	11	Idem; com pedregulhos finos diversos.
	-13,00	32	36	12	
	-14,00	35	39/25	13	Idem; muito compacto.
	-15,00			14	
	-16,00			15	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-17,00			16	
	-18,00			17	
	-19,00			18	
	-20,00			19	

Ciente:	REALIZA CONSTRUTORA LTDA			
Obra:	RESIDENCIAL PREMIERE PARK II			
Local:	GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO			
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12256/18	



sondagem nº SP12

Nível do L. Estático Amostragem	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra Nº	COTA DO FURO: 1078.36m		
		----- 1ª + 2ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 1.06m		
		----- 2ª + 3ª Penetrações						NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado		
Nº DE GOLPES		GRÁFICO					DATA DA SONDAGEM: 23/08/2018			
1ª+2ª		2ª+3ª		10	20	30	40	50	CLASSIFICAÇÃO	
	-1.00	Avanço							00	SILTE arenoso, com pedregulhos diversos, MARROM.
	-2.00	20/6	-						01	Idem; muito compacto.
	-3.00								02	
	-4.00								03	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-5.00								04	
	-6.00								05	
	-7.00								06	
	-8.00								07	
	-9.00								08	
	-10.00								09	
	-11.00								10	
	-12.00								11	
	-13.00								12	
	-14.00								13	
	-15.00								14	
	-16.00								15	
	-17.00								16	
	-18.00								17	
	-19.00								18	
	-20.00								19	

Cliente:	REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra:	RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local:	GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:		
05/09/2018	SPGO	2761/18	12257/18			

sondagem nº SP13

Nível do L. Potencial Amostragem	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm		Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO
		1ª+2ª	2ª+3ª		
		PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm			COTA DO FURO: 1080.04m
		----- 1ª + 2ª Penetrações			LIMITE DA SONDAGEM: 10.42m
		----- 2ª + 3ª Penetrações			NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado
					DATA DA SONDAGEM: 29/08/2018
		GRÁFICO			
		Avanço			
	-1.00			00	ARGILA siltosa, VERMELHA.
	-2.00	7	8	01	Idem; média.
	-3.00	4	6	02	
	-4.00	7	8	03	
	-5.00	6	10	04	SILTE arenoso, medianamente compacto, RÓSEO.
	-6.00	10	13	05	Idem; MARROM variegado.
	-7.00	15	18	06	
	-8.00	20	25	07	Idem; compacto.
	-9.00	27	32	08	
	-10.00	29	35	09	
	-11.00	31	37/27	10	Idem; muito compacto.
	-12.00			11	
	-13.00			12	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-14.00			13	
	-15.00			14	
	-16.00			15	
	-17.00			16	
	-18.00			17	
	-19.00			18	
	-20.00			19	

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:	
05/09/2018	SPGO	2761/18	12259/18		

sondagem nº SP14

Nível do L. Realístico L. Amostrado	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra Nº	COTA DO FURO: 1079.53m		
		----- 1ª + 2ª Penetrações ----- 2ª + 3ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 11.41m		
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO				NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado		
		1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50	DATA DA SONDAGEM: 28/08/2018	
CLASSIFICAÇÃO										
	-1,00	Avanço							00	ARGILA siltosa, VERMELHA.
	-2,00	8	10						01	Idem; média.
	-3,00	4	6						02	
	-4,00	4	5						03	Idem; mole.
	-5,00	7	8						04	SILTE arenoso, pouco compacto, MARROM variegado.
	-6,00	11	11						05	Idem; medianamente compacto.
	-7,00	14	17						06	
	-8,00	13	18						07	
	-9,00	18	23						08	Idem; compacto.
	-10,00	26	32						09	
	-11,00	29	34						10	
	-12,00	31	37/26						11	Idem; muito compacto.
	-13,00								12	
	-14,00								13	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-15,00								14	
	-16,00								15	
	-17,00								16	
	-18,00								17	
	-19,00								18	
	-20,00								19	

Ciente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data: 05/09/2018	ref.: SPGO	obra: 2761/18	des.: 12260/18	respons.:	

sondagem nº SP15

Nível do Freatico I. Amostragem	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra No				
		----- 1ª + 2ª Penetrações ----- 2ª + 3ª Penetrações									
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO							
		1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50			
	-1,00	Avanço								00	SILTE arenoso, MARROM.
	-2,00	5	7							01	Idem; pouco compacto, RÓSEO.
	-3,00	7	8							02	
	-4,00	6	9							03	Idem; medianamente compacto, MARROM variegado.
	-5,00	9	10							04	
	-6,00	12	13							05	
	-7,00	17	20							06	Idem; compacto.
	-8,00	21	24							07	
	-9,00	23	26							08	
	-10,00	27	29							09	
	-11,00	29	32							10	
	-12,00	33	37							11	
	-13,00	35	38/24							12	Idem; muito compacto.
	-14,00									13	
	-15,00									14	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-16,00									15	
	-17,00									16	
	-18,00									17	
	-19,00									18	
	-20,00									19	

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data: 05/09/2018	ref.: SPGO	obra: 2761/18	des.: 12261/18	respons.:	

sondagem n° SP16

Nível do L. Presetido Amostragem	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra No.	COTA DO FURO: 1071.00m		
		- - - - - 1ª + 2ª Penetrações - - - - - 2ª + 3ª Penetrações						LIMITE DA SONDAGEM: 12.41m		
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO				NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado		
		1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50	DATA DA SONDAGEM: 22/08/2018	
CLASSIFICAÇÃO										
	-1.00	Avanço							00	SILTE arenoso, CINZA.
	-2.00	6	4						01	Idem; fofo, MARROM variegado.
	-3.00	2	3						02	ARGILA arenosa, mole, MARROM.
	-4.00	4	4						03	
	-5.00	7	9						04	Idem; média.
	-6.00	10	10						05	
	-7.00	16	18						06	Idem; RIJA.
	-8.00	19	22						07	Idem; dura.
	-9.00	21	24						08	
	-10.00	23	27						09	SILTE arenoso, compacto, MARROM variegado.
	-11.00	24	30						10	
	-12.00	28	35						11	
	-13.00	30	36/26						12	Idem; muito compacto.
	-14.00								13	
	-15.00								14	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-16.00								15	
	-17.00								16	
	-18.00								17	
	-19.00								18	
	-20.00								19	

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 2 (FAZENDA OLHOS D'ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12262/18	



sondagem nº SP17

Nível do Límite do Amostrador	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO
		----- 1ª + 2ª Penetrações						
		----- 2ª + 3ª Penetrações						
Nº DE GOLPES		GRÁFICO					Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO
1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50		
	-1,00	Avanço					00	SILTE arenoso, MARROM.
	-2,00	4	6				01	Idem; pouco compacto.
	-3,00	8	10				02	Idem; medianamente compacto, MARROM variegado.
	-4,00	9	10				03	
	-5,00	8	9				04	
	-6,00	10	12				05	
	-7,00	15	18				06	
	-8,00	20	23				07	Idem; compacto.
	-9,00	24	26				08	
	-10,00	27	30				09	
	-11,00	30	33				10	
	-12,00	30	32				11	
	-13,00	36	39/26				12	Idem; muito compacto.
	-14,00						13	
	-15,00						14	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-16,00						15	
	-17,00						16	
	-18,00						17	
	-19,00						18	
	-20,00						19	

Cliente: RELIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12263/18	



sondagem nº SP18

Nível do L. Realç. do L. Atmosf. (m)	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO	
		1ª + 2ª Penetrações							
		2ª + 3ª Penetrações							
Nº DE GOLPES		GRÁFICO					Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO	
1ª+2ª	2ª+3ª	10	20	30	40	50			
	-1,00	Avanço						00	ARGILA siltosa, VERMELHA.
	-2,00	4	5					01	Idem; com pedregulhos finos diversos, mole.
	-3,00	5	6					02	Idem; média.
	-4,00	7	8					03	
	-5,00	8	8					04	SILTE arenoso, pouco compacto, MARROM.
	-6,00	12	14					05	Idem; medianamente compacto.
	-7,00	17	20					06	Idem; compacto, MARROM variegado.
	-8,00	22	25					07	
	-9,00	24	28					08	
	-10,00	26	29					09	
	-11,00	29	32					10	Idem; com pedregulhos finos diversos.
	-12,00	36	39					11	
	-13,00	38/28	20/13					12	Idem; muito compacto.
	-14,00							13	
	-15,00							14	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-16,00							15	
	-17,00							16	
	-18,00							17	
	-19,00							18	
	-20,00							19	

Cliete: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data: 05/09/2018	ref.: SPGO	obra: 2761/18	des.: 12264/18	respons.:	

sondagem nº SP19

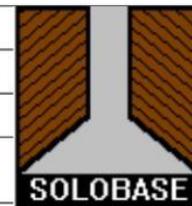
Nível do Freatico I Amostragem	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm		Amostra Nº	COTA DO FURO: 1076.11m
		1ª + 2ª Penetrações			
		2ª + 3ª Penetrações		NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado	
		Nº DE GOLPES		DATA DA SONDAGEM: 15/08/2018	
		1ª+2ª	2ª+3ª	CLASSIFICAÇÃO	
	-1,00	Avanço		00	ARGILA siltosa, VERMELHA.
	-2,00	6	7	01	Idem; média.
	-3,00	8	9	02	
	-4,00	6	9	03	
	-5,00	7	9	04	
	-6,00	12	16	05	SILTE arenoso, medianamente compacto, MARROM variegado.
	-7,00	14	18	06	
	-8,00	17	22	07	Idem; compacto.
	-9,00	21	26	08	
	-10,00	24	28	09	
	-11,00	26	30	10	
	-12,00	30	33	11	
	-13,00	32	36	12	
	-14,00	34	38/27	13	Idem; muito compacto.
	-15,00			14	
	-16,00			15	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-17,00			16	
	-18,00			17	
	-19,00			18	
	-20,00			19	

Cliente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data: 05/09/2018	ref.: SPGO	obra: 2761/18	des.: 12265/18	respons.:	

sondagem nº SP20

Nível do L. Realístico L. Anos Lira	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm		Amostra Nº	COTA DO FURO: 1077.95m
		1ª + 2ª Penetrações			
		Nº DE GOLPES			NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado
		1ª+2ª	2ª+3ª	DATA DA SONDAAGEM: 28/08/2018	
CLASSIFICAÇÃO					
	-1,00	Avanço		00	ARGILA siltosa, MARROM.
	-2,00	12	17	01	Idem; rija.
	-3,00	10	14	02	
	-4,00	9	10	03	SILTE arenoso, medianamente compacto, RÓSEO.
	-5,00	10	10	04	
	-6,00	13	18	05	
	-7,00	17	20	06	Idem; compacto.
	-8,00	22	26	07	
	-9,00	24	29	08	Idem; MARROM variegado.
	-10,00	31	36	09	
	-11,00	34	39/25	10	Idem; muito compacto.
	-12,00			11	
	-13,00			12	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-14,00			13	
	-15,00			14	
	-16,00			15	
	-17,00			16	
	-18,00			17	
	-19,00			18	
	-20,00			19	

Ciente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA				
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II				
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO				
data:	ref.:	obra:	des.:	respons.:
05/09/2018	SPGO	2761/18	12266/18	



sondagem nº SP21

Nível do Presépio Amostra	Profund. (m)	PENETRAÇÃO: SPT - N Golpes/30cm					Amostra Nº	CLASSIFICAÇÃO		
		----- 1ª + 2ª Penetrações								
		----- 2ª + 3ª Penetrações								
Nº DE GOLPES		GRÁFICO								
1ª+2ª		2ª+3ª		10	20	30	40	50		
	-1,00	Avanço						00	ARGILA siltosa, VERMELHA.	
	-2,00	6	6						01	Idem; média.
	-3,00	6	7						02	
	-4,00	5	8						03	SILTE arenoso, pouco compacto, MARROM variegado.
	-5,00	6	8						04	
	-6,00	10	14						05	Idem; medianamente compacto.
	-7,00	12	16						06	
	-8,00	15	20						07	Idem; compacto.
	-9,00	19	24						08	
	-10,00	22	26						09	
	-11,00	24	28						10	
	-12,00	27	29						11	
	-13,00	30	33						12	
	-14,00	33	36						13	
	-15,00	35	38/26						14	Idem; muito compacto.
	-16,00								15	
	-17,00								16	Nota: O nível d'água poderá variar conforme a data da sua leitura.
	-18,00								17	
	-19,00								18	
	-20,00								19	

Ciente: REALIZA CONSTRUTORA LTDA					
Obra: RESIDENCIAL PREMIERE PARK II					
Local: GLEBA DE TERRAS N. 02 (FAZENDA OLHOS D' ÁGUA), ANÁPOLIS - GO					
data: 05/09/2018	ref.: SPGO	obra: 2761/18	des.: 12267/18	respons.:	