



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL**

**UMA ANALISE DE FUNDAÇÃO PROFUNDA EM ESTACAS COM
PROCEDIMENTO DE PROVAS DE CARGAS EM BARBACENA/MG**

EDUARDA BARBOSA DA COSTA

**BARBACENA/MG
2022**

EDUARDA BARBOSA DA COSTA

**UMA ANALISE DE FUNDAÇÃO PROFUNDA EM ESTACAS COM
PROCEDIMENTO DE PROVAS DE CARGAS EM BARBACENA/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos – FUPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): MSc Tairine Cristine Bertola Cruz

**BARBACENA/MG
2022**

BARBOSA, Eduarda. Análise Estrutural Sucedida a Fundação Profunda em Estacas com procedimento de provas de cargas – Um estudo de caso em Barbacena/MG. Barbacena: 2022. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Centro Universitário Presidente Antônio Carlos.

Resumo: Este trabalho tem como propósito analisar os métodos destinados ao processo de fundação em conjunto com o procedimento de sondagem, realizado durante uma obra selecionada em Barbacena/MG. Por analogia, o método do processo de transmissão de cargas da edificação ao solo atribui-se a fundação profunda, juntamente com os elementos complementares ao sistema estrutural por intermédio de estacas situadas nas profundezas do material heterogêneo, com suas variáveis propriedades. Desse modo, em função de intercorrências no decorrer da verificação no simulamento das cargas previstas na construção, em escala real e em presença ao próprio canteiro de obras, através da prova de cargas, tornou-se necessário uma contraprova de sondagem, com o objetivo de obter um novo dimensionamento da construção futura dentro das condições contidas à segurança, que resultou na modificação imprescindível do escopo do íntegro projeto de fundação com isso acarretou prejuízos financeiros, mudança de escopo, ociosidade de mão de obra e atraso da obra.

Palavras-chave: Procedimento de Sondagem. Fundação Profunda. Solo. Estacas. Prova de Carga.

Abstract: The purpose of this paper is to analyze the methods intended for the foundation process in conjunction with the drilling procedure, performed during a selected work based on the case study. By analogy, the method of the load transmission process from the building to the ground is attributed to the deep foundation, along with the complementary elements to the structural system by means of piles located in the depths of the heterogeneous material, with its variable properties. In this way, due to intercurrents during the verification of the simulated loads foreseen in the construction, in real scale and in the presence of the construction site itself, through the load test, it became necessary to perform a counter probability test, with the objective of obtaining a new dimensioning of the future construction within the safety conditions, which resulted in the essential modification of the scope of the entire foundation project as a result, it led to financial losses, change of scope, idleness of labor and delay of the work.

Key words: Boring procedure. Deep Foundation. Soil. Piles. Load Testi

1. INTRODUÇÃO

A composição da superestrutura (lajes, vigas e pilares) e do suporte de fundação ou infraestrutura (estacas, sapatas, blocos, etc.) são concebidas mediante aos sistemas estruturais de concreto. Análogo a isso, certamente, a superestrutura dispõe do propósito do suporte de cargas, que, no entanto, as transferem para as fundações e, por sequência aliviam ao solo heterogêneo (MOTA, 2009). Conforme supracitado, as fundações exercem uma das funções mais importantes do conjunto estrutural, pois dispõem-se da transmissão de cargas da superestrutura para a superfície. Desse modo, destaca-se como a etapa essencial no processo de execução da obra, visto que uma fundação bem dimensionada e sem intercorrências não comprometem a estrutura.

Em conformidade com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 6122 que regula a execução da construção civil e tem como princípio o projeto de fundações no Brasil, separa dois tipos de estruturas que permitem a distribuição de carregamentos para o solo em fundação superficial (rasa) e fundação profunda. Sendo assim, para determinar a capacidade de carga utilizando métodos semiempíricos, torna-se de suma importância o uso coerente da sondagem, em razão da obtenção das informações necessárias sobre o solo, associado ao tipo de solo, nível do lençol freático, resistência e outros fatores relacionados a superfície heterogênea. (ABNT, 2019)

No seguimento prático do processo das fundações, avalia-se o desempenho por meio de provas de cargas, que se refere na simulação dos carregamentos previstos na edificação sucessivos e os deslocamentos proporcionais aos esforços relacionados. Por conseguinte, o presente trabalho destaca a execução do ensaio supracitado que constatou interferências negativas durante a execução da obra, como a ruptura da estaca, que se destaca no estudo de caso, tornando-se necessário a realização de uma contraprova de sondagem, alterando o escopo de todo o projeto de fundação. No Brasil, essa metodologia é regularizada pela norma NBR 16903 veicula todos os procedimentos necessários para a realização do ensaio. Portanto, a análise estrutural compreende demonstrar o equívoco causado durante o processo da construção, que resultou no retardo da finalização do projeto,

em concordância ao processo de fundação profunda, por meio das estacas em junção aos ensaios de provas de cargas. (ABNT, 2020)

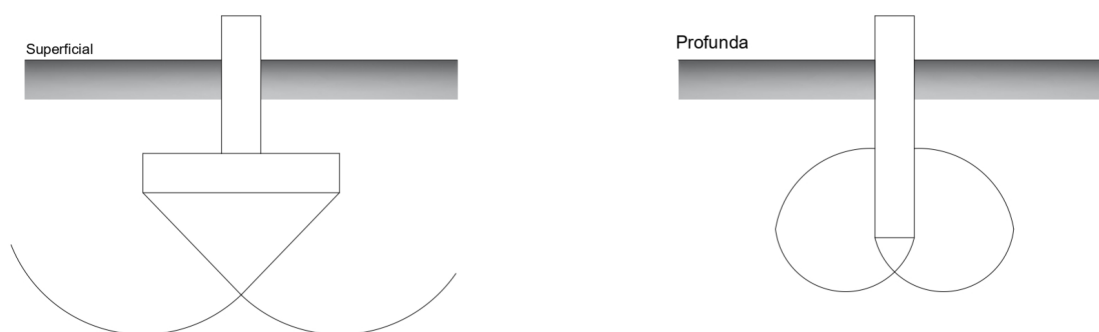
2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Estacas de fundação

A fundação ou infraestrutura de uma edificação é essencial para o sistema estrutural da mesma, em função da distribuição do carregamento proveniente da superestrutura, associado a vigas, pilares e lajes, em destino ao solo. Este, por sua vez, é um material poroso e compressível que, de acordo com seu processo de pedogênese (formação), possui uma determinada capacidade de suporte de cargas, normalmente progressiva em profundidade (Dickran Berberian, 1943).

De acordo com a NBR 6122, o processo de transmissão de cargas para o solo depende do tipo de fundação, superficial (rasa) ou profunda. As fundações superficiais transmitem a pressão sob sua base e são adotadas quando a capacidade de carga das camadas iniciais do solo é suficiente ao carregamento em questão. A base da fundação rasa deve ser assentada em uma profundidade inferior a duas vezes sua menor dimensão. Em contrapartida, quando a capacidade de carga inicial se demonstra insuficiente, é necessário o uso das fundações profundas que, posicionadas verticalmente em relação ao solo, transmitem a carga por meio da resistência de sua superfície lateral (fuste), ou pela resistência da ponta (base) ou por uma combinação de ambas, sendo sua ponta apoiada em uma profundidade superior a oito vezes a sua menor dimensão e no mínimo a 3,0 metros. (ABNT, 2019) A FIG. 1 abaixo demonstra o processo descrito.

Figura 1: Interação estaca x solo



Fonte: Velloso e Lopes (2004) Detalhe sem escala.

Basicamente, existem dois tipos de fundações profundas, as estacas que são elementos executados inteiramente por equipamentos, podendo ser moldadas *in loco* ou pré-fabricadas, e os tubulões, elementos em que, pelo menos na etapa final de escavação, ocorre trabalho manual na execução do alargamento e limpeza da base (ABNT, 2019).

Em função de seu processo construtivo, as estacas podem ser classificadas em escavadas (com remoção de solo) ou cravadas (sem remoção de solo). Conforme a tabela 1, enquanto as estacas cravadas variam de acordo com o tipo de material, as moldadas *in loco* são definidas pelo equipamento e metodologia de execução (CAMPOS, 2015).

Tabela 1: Tipos de estaca.

Estacas	Pré-moldada	Madeira	de deslocamento
		Concreto	
		Metálica	
	Moldada <i>in loco</i>	Broca	de substituição
		Strauss	
		Franki	de deslocamento
		Raiz	sem deslocamento
		Hélice	de substituição
		Escavada com lama	

Fonte: Campos (2015 p. 351)

A especificidade da estaca é pautada em fatores como o tipo de solo e sua resistência, a localização do terreno, o porte da obra, a disponibilidade do mercado e a carga proveniente da superestrutura. Sendo assim, quando a obra se encontra em zona de alta urbanização, recomenda-se o uso de equipamentos com menor impacto mecânico, devido à segurança estrutural das edificações circundantes. Contudo, já a análise da capacidade de suporte do solo pode ser procedida através da sondagem à percussão – SPT (CINTRA E AOKI, 2010, p. 46).

As estacas, uma vez executadas, não permitem a visualização e inspeção dos elementos, no entanto, a garantia do desempenho estrutural da fundação envolve a realização de ensaios de provas de carga, que podem ser estáticas ou dinâmicas (NARDI, 2019). Os ensaios de provas de carga em estacas serão detalhados posteriormente.

2.2 Provas de carga estática

Segundo a NBR 16903 (ABNT 2020), o ensaio é realizado em um elemento estrutural através da técnica de preparação *in loco*, que consiste na aplicação de esforços estáticos crescentes sobre o elemento de fundação, afim de registrar os respectivos deslocamentos correspondentes. Sendo assim, a execução da prova de carga é realizada em campo, no elemento de fundação definido pelo projetista.

Consoante a NBR 6122 (ABNT 2019), a prova de carga estática possui a finalidade de avaliar o desempenho da fundação e deve ser levada a uma carga de no mínimo duas vezes a carga admissível prevista no projeto, ou até que se observe uma possível ruptura. Análogo a isso, é de extrema importância que o ensaio que será realizado siga as diretrizes da norma, e que o fator de segurança no dimensionamento esteja sendo utilizado corretamente para evitar possíveis frestas na fundação ensaiada, que é o rebaixamento da mesma, devido o adensamento do solo. Segundo Nardi, citado por Cintra; Aoki; Albieiro (2011, p 100) a deformação é capaz de ocorrer verticalmente, e será gerada pela compressão durante a realização do ensaio.

A estaca a ser ensaiada, pode ser um dos elementos da obra ou uma fundação especialmente executada para esta finalidade, desde que representativa do projeto. A prova de carga mais comum em estacas é a de compressão, podendo-se também realizar provas de carga de tração, torção e de cargas laterais (BERBERIAN, 2015).

O ensaio supracitado tem como propósito analisar o comportamento de uma estaca após a aplicação de cargas prevista em projeto. Desse modo, apresenta-se possíveis acontecimentos, como o recalque que consiste no rebaixamento da fundação e também se é necessário exercer alguma modificação no projeto (RAGONI, REZENDE, 2021). Portanto, a depender do resultado do ensaio o projeto poderá passar por alterações, associados a redução do tamanho da estaca quando se obtém uma fundação superdimensionada e pode se reduzir o custo a partir dela, ou o redimensionamento quando a estaca não suporta as devidas cargas proveniente da superestrutura, mas só poderá ser modificada desde que o ensaio seja feito a tempo e modo para tal.

A realização do ensaio corresponde em monitorar as medições do deslocamento da estaca ao longo do tempo em que a mesma recebe a carga, e o

quanto irá resistir em cada estágio ou até atingir a carga máxima do ensaio ou ruptura. Assim, os períodos de análise segue-se em 5min, 10min, 15min e 30min; caso não ocorra estabilização no período de 30min, deve-se realizar leituras nos períodos de 15min até atingir a estabilização; após o término do último estágio, caso não seja caracterizada a ruptura nítida, antes de iniciar o descarregamento, deve ser feita uma leitura de 12h, conforme NBR 16903 (ABNT,2020).

Conforme a NBR 6122 (ABNT,2019), é obrigatório a execução de provas de carga estáticas com número de estaca superior, conforme o valor específico indicados na coluna B ou independentemente do número de estacas se for empregado tensões de trabalho superiores aos valores indicados na coluna A (TAB.2).

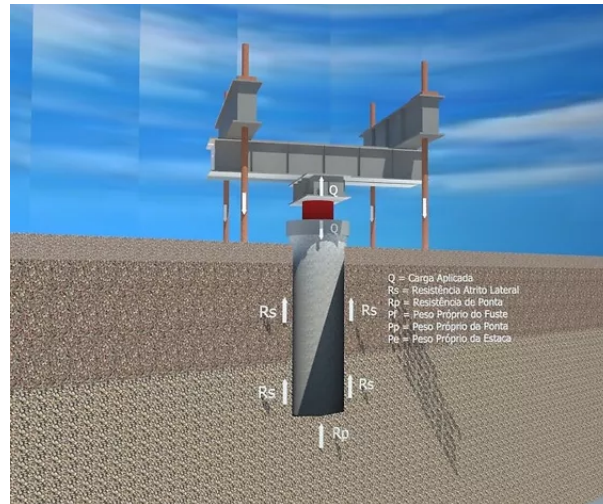
Tabela 2 - Quantidade de prova de carga

Tipo de estaca	A	B
	Tensão de trabalho abaixo da qual não será obrigatórias provas de carga, desde que o número de estacas da obra sem inferior à coluna (B) em Mpa	Número total de estacas da obra a partir do qual serão obrigatórias provas de carga
Pré-moldada	7,0	100,0
Madeira	-	100,0
Aço	0,5 f_{yk}	100,0
Hélice, hélice de deslocamento, hélice com trado segmentado(monitoradas)	5,0	100,0
Estacas escavadas com ou sem fluido Ø $\geq 70\text{cm}$	5,0	75,0
Raiz	$\leq \text{Ø } 310\text{mm} = 15,0$	75,0
	$\geq \text{Ø } 310\text{mm} = 13,0$	
Microestaca	15,0	75,0
Trado vazado segmentado	5,0	50,0
Franki	7,0	100,0
Escavadas sem fluido Ø $< 70\text{cm}$	4,0	100,0
Strauss	4,0	100,0

Fonte: NBR 6122:2019

Em concordância a NBR 16903 (ABNT, 2020), o método de ensaio destinado a prova de carga estática em fundações profundas ocorre em função de estágios, relacionado ao uso de macaco hidráulico, bomba, manômetro, leitura por célula de carga, estacas a ser ensaiadas e tirantes de reação em conformidades com a FIG.02 demonstrada adiante.

Figura 2 – Vista esquemática do sistema de reação para prova de carga estática



Fonte: www.geoestatica.com.br/¹

Figura 3 – Equipamento do sistema de reação totalmente mobilizado.



¹ Disponível em: www.geoestatica.com.br/> Acesso em 23 de out. 2022.

Fonte: Autoria Própria, 2022.

2.3 Provas de carga dinâmica

O ensaio capacitado aos carregamentos em que a direção, magnitude e posição são capazes de diversificar durante o processo e que, de modo consequente, a estrutura tende a variar em termos de velocidade, deslocamento e aceleração, também conhecido como *Pile Drive Analyzer* (PDA) executado em elementos de fundações profundas, obtém o propósito de controle de qualidade das estacas, conforme a NBR 132008 (ABNT, 2007). Para comprovação de desempenho, é permitido a substituição das provas de cargas estáticas por prova de carga dinâmica, mas seguindo as diretrizes na NBR 6122 (ABNT, 2019), faz-se referência a necessidade de realizar cinco ensaios dinâmicos para cada prova de carga estática.

Em contrapartida, as obras em que o quantitativo de estacas seja maior que duas vezes a quantidade indicada na coluna B torna-se obrigatório ao menos uma prova de carga estática supracitado na indicação da TAB.1.

A prova de carga dinâmica possui outras finalidades além da integridade da estaca, associados a força máxima no impacto (FMX), energia máxima no golpe (EMX), resistência estática mobilizada (RMX), verificação de dano estrutural e sua posição, deslocamento máximo da estaca durante o impacto (DMX), tensões máximas e eficiência do sistema de cravação, através da teoria da equação da onda, conforme Danziger e Lopes (2021).

Segundo a NBR 13208 (ABNT, 2007), para o alcance dos dados em decorrência do ensaio, o carregamento constitui-se na aplicação de um determinado impacto, associado ao martelo, que é despencado em queda livre até o topo do elemento ensaiado, com o intuito de obter a massa e energia potencial suficiente para provocar força de colisão, capaz de gerar deslocamento da estaca. Por analogia, considera-se o ensaio cíclico, visto que normalmente repete-se dez vezes consecutivas a aplicação dos golpes par a análise (CINTRA ET AL.)

Ademais, torna-se possível obter resultados imediatos aos ensaios, mediante ao controle da execução do impacto através do operador do equipamento, que permite a força não ser superior, não comprometendo a integridade da estaca.

Desse modo, procede-se o ensaio com a força de até duas vezes a carga de serviço (DANZIGER E LOPES, 2021).

A captação de dados corresponde na instalação em pares diametralmente opostos a um certo acelerômetro, que dispõe da finalidade de registrar a velocidade, deslocamento e extensômetro para medição das deformações e a interpretação dos resultados durante a execução do ensaio que se torna executável pelo Método Case e Método CAPWAP (VELLOSO & LOPES, 2002). Contudo, os sinais são enviados para o equipamento PDA (similar a uma tela de computador) e coletados pelo procedimento supracitado. (FIG.4)

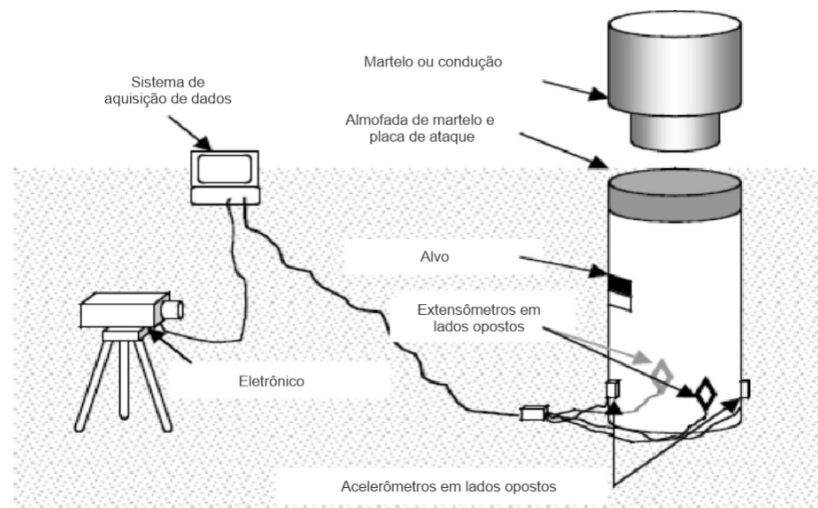
“O Método Case, recebe os dados à medida em que os golpes são aplicados que fornece uma estimativa de capacidade de carga estática em tempo real” e o “O Método CAPWAP é outro tipo de interpretação dos sinais de cravação, que consiste em primeiro, prever a velocidade no ponto onde foram instalados os instrumentos, com solução da Equação da Onda e com parâmetros pré escolhidos – tendo como ponto de partida a força medida. Comparando-se esta previsão com os registros de velocidades feitos na monitoração pode-se verificar se os parâmetros adotados estão corretos e, eventualmente ajusta-los. (VELLOSO & LOPES, p 2002).

Figura 3 - Equipamento totalmente mobilizado.



Fonte: Autoria Própria, 2022

Figura 4 – Detalhe esquemático da execução do ensaio PDA



Fonte: [PDF] - 3615-Comparison Between Dynamic and Static Pile Load Testing | Semantic Scholar²

2.4 Métodos de previsão de capacidade de carga de estacas

A capacidade de carga em termos geotécnicos, associa-se como tensões resistentes que ocorrem por atrito lateral entre o solo e o fuste, e tensões normais na base ou ponta da estaca (CINTRA E AOKI, 2010). Portanto, compreende-se que, essa tensão pode originar a ruptura do maciço do solo no qual a fundação está inserida.

Conforme Berberian (1943), para as estacas, a resistência relacionada às forças laterais corresponde a 80% da resistência total do elemento, sendo o fuste preponderante no dimensionamento em relação à base.

É possível realizar a previsão de capacidade de carga através de fórmulas teóricas ou métodos semiempíricos e ajustar resultados através da prova de carga, segundo Cintra e Aoki, entre as fórmulas e os métodos semiempíricos, o mais confiável são os métodos pois são correlacionados com métodos empíricos que são

² Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/3615-Comparison-Between-Dynamic-and-Static-Pile-Load-Test-Osman/> Acesso em 23 de out. 2022.

ensaios realizados *in situ*, baseados no NSPT, índice de resistência obtivo através da quantidade de golpes aplicados no solo pela sondagem, segundo a NBR 6484 (ABNT 2020).

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Dados do projeto

O estudo de caso desenvolvido se remete a uma obra que possui 7.810,38m² situada em Barbacena/MG e possui nove furos de sondagem no terreno, sendo sete no prédio principal (ANEXO A). A edificação contém 6 pavimentos e a fundação profunda adotada é estaca hélice contínua monitorada.

3.2 Resultado de sondagem tipo SPT

A sondagem de simples reconhecimento explicitados na NBR 6484 (ABNT,2020) que regulamenta o método de ensaio SPT, tem como finalidade fornecer as seguintes informações congruentes aos tipos de solo e suas respectivas profundidades, indicação da posição do nível da água e o índice de resistência à penetração N_{spt} a cada metro, de forma a subsidiar o projetista para a determinação da melhor solução geotécnica. Portanto, segue o relatório de sondagem fornecida pelo cliente, correlacionado ao furo SP05. Ver ANEXO B.

3.3 Quantitativo de estacas e capacidades

Adiante, torna-se necessário enfatizar que o projeto indica 166 estacas no prédio principal, como mencionado no TAB.3 posteriormente.

Tabela 3: Quantitativo de estacas no prédio principal.

Quantidade de estacas	Profundidade	Qtde de estacas c/ Ø70	Qtde de estacas c/ Ø50
122	11m	28	94
38	14m	12	26
6	12m	6	-

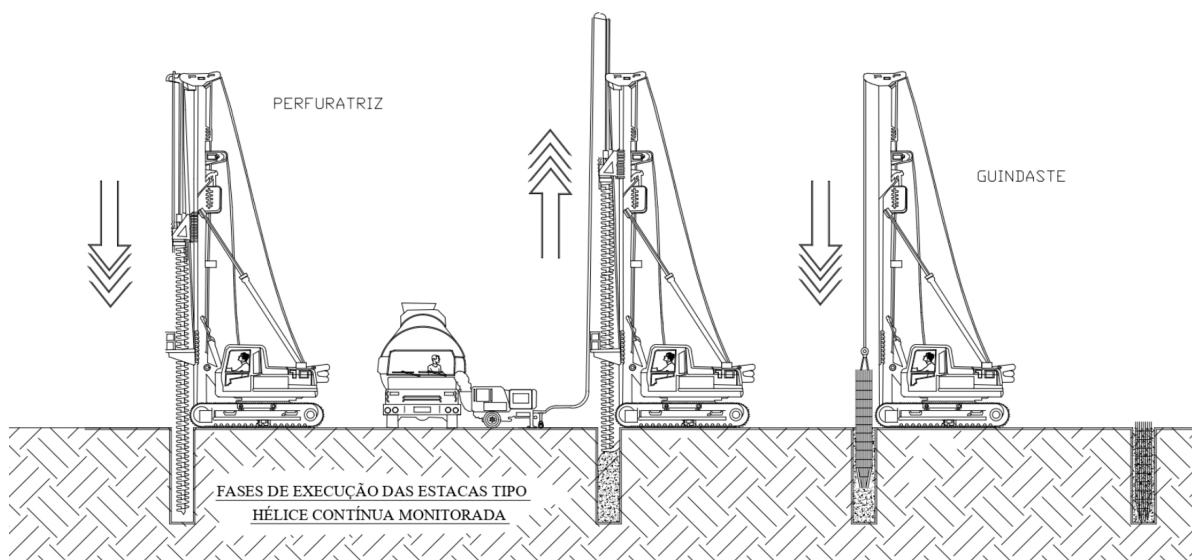
Fonte: Autoria Própria, 2022

A capacidade de carga projetada é de 90tf (toneladas forças) para as estacas que possuem diâmetro de 50cm e 140tf para as estacas com diâmetro de 70cm, conforme estabelecido no projeto de infraestrutura, sendo a fundação em estaca do tipo hélice contínua monitorada. A cota de arrasamento das estacas será no nível do terreno e variando de 1m a 2m abaixo do nível onde foram executados os ensaios SPT.

3.4 Execução da estaca

A estaca Hélice Contínua é um tipo de fundação profunda e sua execução é realizada com equipamento de trado helicoidal contínua, que por sua vez realiza a concretagem da estaca, simultaneamente, com a retirada do solo. Desse modo, essa fundação se caracteriza por ser moldada *in loco*, devido sua armação ser inserida após a concretagem. (FIG.5)

Figura 5: Execução da estaca tipo Hélice Contínua



Fonte: Empresa Terceirizada, 2022.

3.5 Análise da estimativa de capacidade de carga geotécnica

Afim de conferência da capacidade de carga fornecida pelo projetista, foi verificado pelo Engenheiro Civil, Auxiliar de Controle e o Assessor Técnico de Fundações a estimativa de capacidade de carga, destacado no QUADRO 2 e uma planilha de verificação do fator de segurança. (APÊNDICE A).

Tabela 4: Cálculo de Capacidade de Carga

SONDAGEM		SP-05							
COTA DE CÁLCULO		0,00							
LIMITE DA SONDAGEM		13							
ESTACA HÉLICE CONTÍNUA		Ø (cm) = 50							
PROF. (m)	SPT	SPT ACUM.	MAT.	RESISTENCIA TOTAL - (t)					
				P.P.C.V.	D. - Q.	A.H.T.	U.R.A.	ERNANI	MÉDIA
1	6	6	SAR	10,13	12,76	9,42	9,57	11,73	11
2	7	13	SAR	21,98	31,05	19,47	18,77	22,60	23
3	10	23	SAR	36,86	42,86	34,07	30,49	35,19	36
4	13	36	SAR	55,32	57,38	48,20	44,61	51,43	51
5	15	51	SAR	78,16	73,40	64,21	61,85	69,29	69
6	18	69	SAR	103,91	92,25	82,27	81,19	89,57	90
7	23	92	SAR	133,64	113,55	105,35	103,28	111,47	113
8	26	118	SAR	167,15	136,38	130,78	127,28	135,37	139
9	28	146	SAR	201,53	155,70	156,53	151,10	160,37	165
10	28	174	SAR	236,49	172,96	178,04	174,80	185,25	190
11	28	202	SAR	270,27	188,12	197,19	197,40	207,58	212

Fonte: Autoria Própria, 2022

Tabela 5: Legenda da tabela 4.

Sigla	Autor
P.P.C.V	Pedro Paulo Costa Velloso
D.-Q	Decourt Quaresma
A.H.T	Alberto H Teixeira
U.R.A	Urbano R. Alonso
ERNANI	José Ernani da Silva Silveira

Autoria Própria, 2022

Verifica-se que a estimativa média de capacidade carga total para uma estaca com 11 metros de profundidade e diâmetro 50 cm é de 212tf, e a carga de projeto indicada para essa estaca é de 90tf. Como prevista na NBR 6122/2019, a realização do ensaio de prova de carga procede-se o ensaio em levar a força até duas vezes a carga de projeto, neste caso a 180tf. Portanto, a estaca passaria com folga uma vez que a média indicada é de 212tf.

O quadro do APÊNDICE A, foi elaborado com intuito de verificação do fator de segurança aplicado em cada estaca. Na coluna Pilar/Ponto de Carga e linha P64 o fator de segurança é de 2,53. Esse resultado obtém-se através da razão entre a estimativa da capacidade de carga fornecida pelo Quadro 2 pela carga por estaca indicada na no APÊNDICE A na coluna de Carga Total na fundação/Bloco (tf).

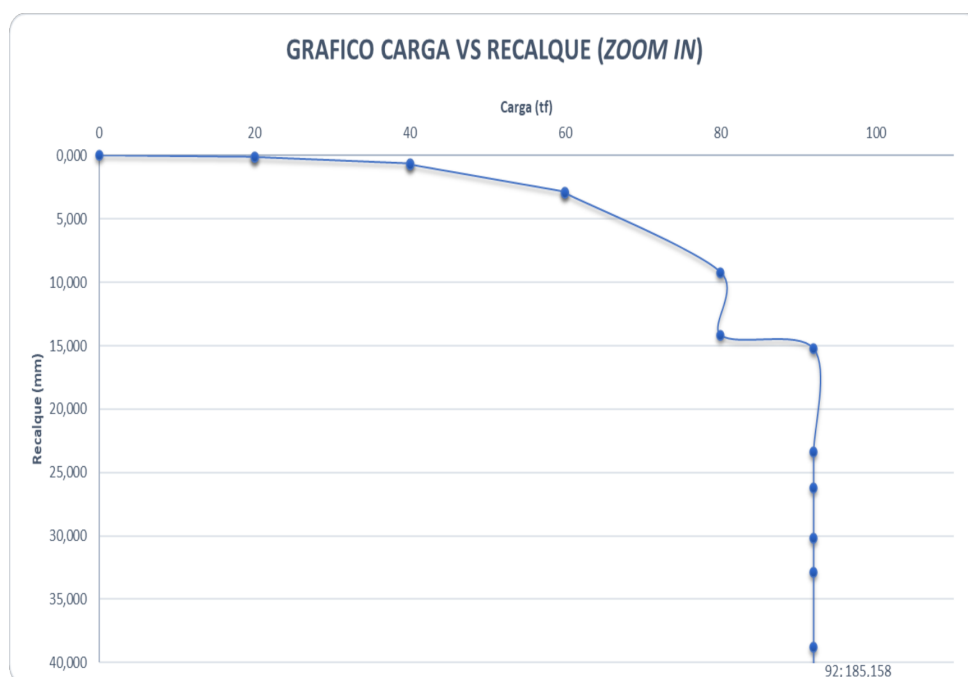
3.6 Ensaio de carregamento estático (PCE)

O elemento em estudo referente à estaca teste E64A, destaca-se em ser avaliada quanto a sua interação estaca x solo, com as devidas características, como o diâmetro de 50 cm, projetada com carga de trabalho de 90tf e carga de ensaio 180tf, que corresponde a um fator de segurança igual a dois e o ensaio tipo lento como prevê a NBR 12131 (ABNT, 2020) no item 3.3.1.

O ensaio sucede a múltiplos estágios predominantes a sua conclusão. Assim, constata-se em relatório que ao iniciar o 5º estágio de carga 100ton, o manômetro atingiu-se uma pressão de 278kgf/cm² e uma carga de 92t, caracterizando uma possível ruptura.

Logo, com base no resultado obtido, observa-se que o recalque iniciou desde aplicação de 20tf e a ruptura final do ensaio com 92tf, por conseguinte à estaca teste caracterizou ruptura antes de atingir pelo menos duas vezes a carga de ensaio, como menciona a NBR 6122 (ABNT, 2019) item 9.2, subitem 9.2.2.2. (FIG.7)

Figura 6: Gráfico Carga x Recalque



Fonte: Empresa terceirizada, 2022.

3.7 Ensaio de carregamento dinâmico (PDA)

A princípio, torna-se necessário mencionar que foram executados cinco ensaios de carregamento dinâmico seguindo as recomendações da NBR 6112 (ABNT, 2019) e NBR 13208 (ABNT, 2007). Na TAB. 6 a seguir representa-se as características geométricas das estacas ensaiadas.

Tabela 6: Características das estacas ensaiadas.

Estaca	Tipo	Diâmetro (cm)	Comprimento Escavado (m)	Carga Nominal (ton)
E72A	Concreto	50	11,1	90
E67B	Concreto	70	14,1	140
E44B	Concreto	70	14,1	140
E38A	Concreto	50	11,1	90
E80B	Concreto	70	11,1	140

Fonte: Projetista, 2022.

Após o recebimento do laudo do ensaio realizado por uma empresa terceirizada especialista no sistema, constata-se que se utilizou o sistema de martelo de queda livre, nas estacas com diâmetro de 50cm e o peso do martelo de 3,0 tf e nas estacas de 70cm e o peso do martelo de 6tf.

A análise feita pela contratante foi pelo programa *CAPWAP* (Programa de Análise de Casos de Ondas de Estacas) que tem como objetivo determinar a distribuição das forças de resistência do solo ao longo da estaca, conforme TAB.7 demonstrada abaixo.

Tabela 7: Sequência dos melhores golpes aplicados no ensaio.

Estaca	Tipo	Diâmetro	H (cm)	Queda Nega (mm)
E72A	Concreto	50	60	4
			80	7
			110	2
E67B	Concreto	70	50	10
			60	3
			70	4
E44B	Concreto	70	40	1
			50	4
			60	3
E38A	Concreto	50	50	2
			80	2
			110	4
E80B	Concreto	70	60	2
			90	3
			120	1

Fonte: Empresa terceirizada, 2022.

Correspondendo-se a H Queda a altura em centímetros que o martelo foi aplicado e Nega em milímetros a penetração permanente da estaca ao final de cada golpe. (TAB.8)

Tabela 8: Capacidade máxima mobilizada no ensaio.

Estaca	Tipo	Diâmetro (cm)	Comprimento escavado (m)	Carga nominal (ton)	Carga teste esperada (ton)	Capacidade Mobilizada (tf)
E72A	Concreto	50	11,1	90	180	88,6
E67B	Concreto	70	14,1	140	280	101,5
E44B	Concreto	70	14,1	140	280	132,1
E38A	Concreto	50	11,1	90	180	84,3
E80B	Concreto	70	11,1	140	280	92,9

Fonte: Empresa terceirizada, 2022

Portanto, no relatório do ensaio, constata-se que as estacas testadas no ensaio de carregamento dinâmico não obtiveram resultados acima de duas vezes a carga.

3.8 Comentários

Considerando que não se obteve bons resultados com os ensaios realizados, e a problemática deve ser resolvida, analisando-se todos os critérios, foi determinado que seria necessário uma contraprova de sondagem, afins de averiguação de onde situa-se o erro, pois ao que tudo indica, a sondagem inicial pode ter dado causa à dada problemática, visto que a metodologia de cálculo adotada pelo projetista para o dimensionamento de infraestrutura do projeto de fundação está de acordo com as normas técnicas pertinentes, e considerando que foi verificado a integridade ao longo do fuste de todas as estacas através de relatórios gráficos emitido pela hélice continua monitorada, e que todo controle tecnológico do concreto foi seguido rigorosamente, conforme as prescrições projetadas.

3.8.1 Comparação da sondagem x contraprova

Analisando-se o ANEXO B referentes a sondagem inicial e a ANEXO C destinado a contraprova sondagem, torna-se possível verificar que há divergências, onde na primeira sondagem realizada se caracteriza o impenetrável em 11,70m e na contraprova 31,30m.

Acredita-se que o erro tenha sido causado pela falta de instrução aos profissionais sobre como conduzir a sondagem inicial desenvolvida anteriormente ao projeto de fundação, ou por não realizarem o teste e fazer com que os resultados sejam falsos.

A contraprova da sondagem foi realizada por uma empresa diferente da primeira e foi seguido rigorosamente a NORMA BRASILEIRA 6484 e fiscalizada durante todo seu processo. Sendo assim, trata-se de uma sondagem confiável e que traz segurança para dar continuidade ao projeto. Desse modo, tornou-se necessário realizar um novo cálculo de estimativa de capacidade de carga.

Tabela 9: Cálculo de Capacidade de Carga

SONDAGEM				SP05					
COTA DE CÁLCULO				0,00					
LIMITE DA SONDAGEM				30					
ESTACA HÉLICE CONTÍNUA				Ø (cm) = 50					
PROF. (m)	SPT	SPT ACUM.	MAT.	RESISTENCIA TOTAL - (t)					
				P.P.C.V.	D. - Q.	A.H.T.	U.R.A.	ERNANI	MÉDIA
1	1	1	ARGS	1,27	4,95	3,93	1,23	3,96	3
2	1	2	SAR	3,42	14,17	10,75	3,13	8,44	8
3	2	4	SAR	7,99	19,51	16,41	7,12	12,60	13
4	5	9	SAR	12,47	23,29	21,67	10,67	16,76	17
5	4	13	SAR	18,97	28,26	24,02	15,16	22,45	22
6	4	17	SAR	26,11	32,58	26,53	20,56	26,67	26
7	6	23	SAR	33,11	38,26	31,40	27,31	32,35	32
8	8	31	SAG	43,41	48,14	35,95	37,25	38,79	41
9	12	43	SAG	54,19	59,76	46,47	47,44	46,41	51
10	13	56	SAG	67,35	71,20	56,85	58,49	57,40	62
11	12	68	SAG	82,32	81,56	66,64	71,32	66,20	74
12	14	82	SAG	92,94	86,56	76,33	79,42	76,30	82
13	9	91	SAG	107,78	97,36	80,27	91,09	86,26	93
14	14	105	SAG	118,23	103,72	89,70	99,75	97,65	102
15	14	119	SAG	139,00	125,43	98,49	113,99	115,24	118
16	20	139	SAR	163,95	148,09	126,27	132,28	134,66	141
17	25	164	SAR	196,79	175,18	154,82	155,36	158,25	168
18	30	194	SAR	230,59	193,70	190,44	178,13	176,40	194
19	25	219	SAR	255,41	196,01	209,28	190,30	196,32	209
20	11	230	SAR	273,63	187,44	203,00	198,24	210,42	215
21	11	241	ARGA	282,55	182,14	191,76	203,59	216,26	215
22	19	260	ARGA	294,48	202,66	196,26	214,33	220,96	226
23	31	291	ARGA	312,16	231,71	226,98	229,62	231,26	246
24	37	328	ARGA	336,03	257,95	266,86	248,97	257,12	273
25	31	359	ARGA	369,91	280,76	293,92	277,03	285,82	301
26	33	392	ARGA	397,92	290,92	315,94	299,93	312,76	323
27	25	417	ARGA	431,99	315,48	323,91	328,61	333,65	347
28	39	456	ARGA	453,99	328,33	353,64	346,48	349,05	366

Fonte: Autoria Própria, 2022.

Com base na nova sondagem e com o novo cálculo de estimativa de capacidade de carga conforme a tabela 9, é possível determinar que as estacas precisariam obter 26 metros de profundidade, e consequentemente a estaca E64A que é a estaca ensaiada, obteria um fator de segurança de 3,85 (APÊNDICE B).

Analisando a figura 7 é possível identificar a ruptura a partir de 60 tf, e de fato é o que indica a capacidade de carga através do Quadro 3 a 11 metros, no qual prevê a ruína em 74tf.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o sucesso de uma obra, é imprescindível que haja um bom projeto de infraestrutura, visto que a fundação é um dos elementos essenciais que irá garantir a segurança e solidez da edificação, com a finalidade de transmitir as cargas proveniente da superestrutura (pilares, vigas e lajes) para o solo, e no caso do trabalho em concreto, através da interação estaca-solo. Por isso, é fundamental que antes da elaboração do projeto de infraestrutura de fundação, tenha-se em mãos uma investigação geotécnica confiável, uma vez que esse estudo é uma das premissas para o cálculo da estimativa de capacidade de carga.

Diante dos fatos narrados, pode-se constatar que todo o imbróglio acontecido, foi causado unicamente pelo equívoco desastroso da sondagem inicial, no qual ficou demonstrado através do relatório de contraprova, que a sondagem inicialmente executada foi caracterizada o impenetrável cerca de até 3 vezes a menos do que a realidade, induzindo assim o projetista ao erro e consequentemente a obra. Vale salientar, que só foi possível levantar os indícios do erro da sondagem, quando da realização dos ensaios de carregamento, uma vez que os referidos ensaios são os únicos mecanismos de aferição direta de capacidade de carga de um elemento de fundação.

Assim sendo, podemos afirmar que a falta de uma sondagem executada rigorosamente conforme as prescrições das normas técnicas pertinentes e a falta de uma fiscalização técnica adequada, pode causar sérios riscos a vida útil de uma edificação, podendo inclusive colocar em risco a vida de profissionais e usuários do local, uma vez que, nem sempre é realizado ensaios de carregamento afim de comprovar a segurança da fundação.

Conclui-se, portanto, que de acordo com as realidades encontradas no local e aferidas através da nova campanha de investigação geotécnica, as estacas de fundação necessitarão de uma profundidade de 26 metros de comprimento útil, e não de 11 à 14 metros conforme previa o projeto inicialmente proposto, acarretando

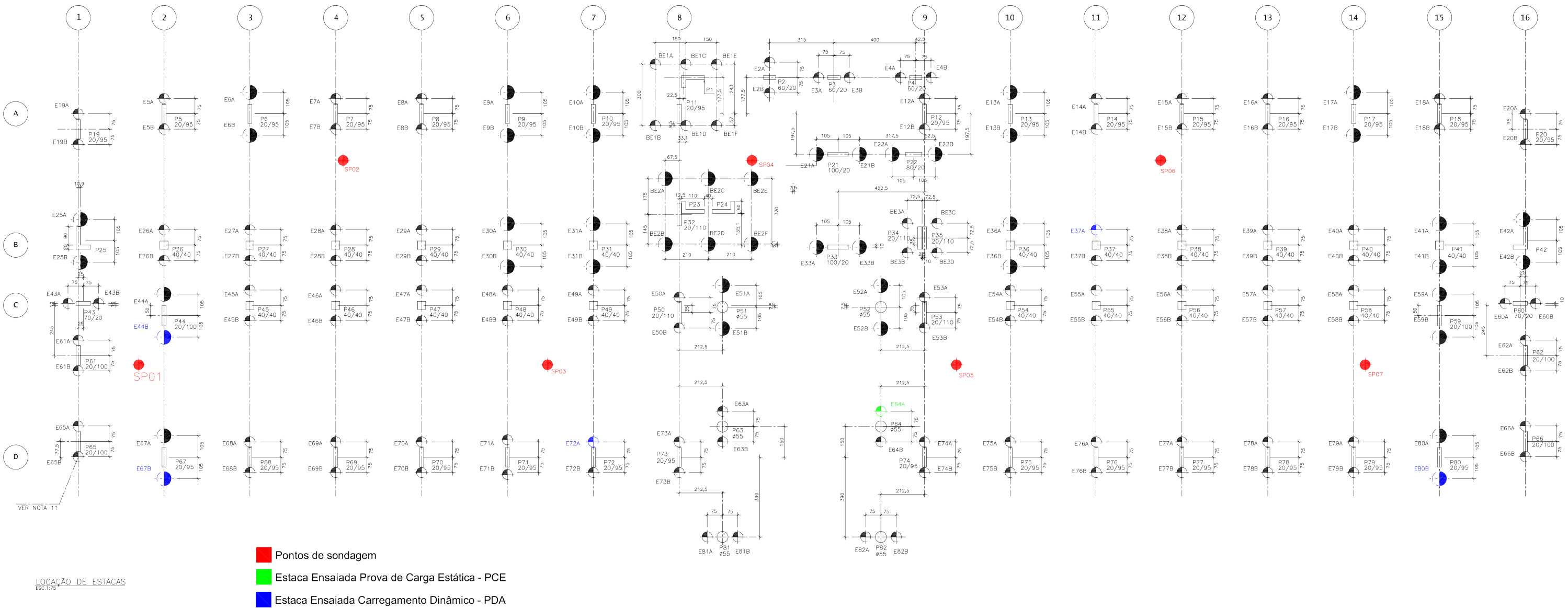
assim em uma mudança significativa do escopo para qual à contratada orçou a obra, uma vez que deverá acrescentar os serviços do tipo:

- Mobilização / desmobilização de equipamento hélice contínua por se tratar de uma máquina para avançar profundidades maiores que o previsto;
- Aumento da profundidade de perfuração, o que caracteriza um acréscimo de concreto e bota fora de material proveniente da perfuração;
- Novos ensaios de carregamento para atestar a capacidade de carga dos elementos;
- Administração Local devido a ociosidade das equipes mobilizadas durante o período de resolução da problemática (5 meses).

Toda a problemática, acarretou até o momento cinco meses de ociosidade e improdutividade na obra, perda de todo o trabalho executado referente aos serviços de fundação profunda e correlatos e prejuízo financeiro estimado em torno de R\$ 3.000.000,00 (três milhões de reais) que deverá ser aditivado pelo cliente, uma vez que não foi a contratada que deu causa ao problema, visto que a mesma recebeu os projetos prontos e há uma presunção que os mesmos estejam corretos.

5 - ANEXOS

ANEXO A – MAPA DE LOCAÇÃO DAS ESTACAS

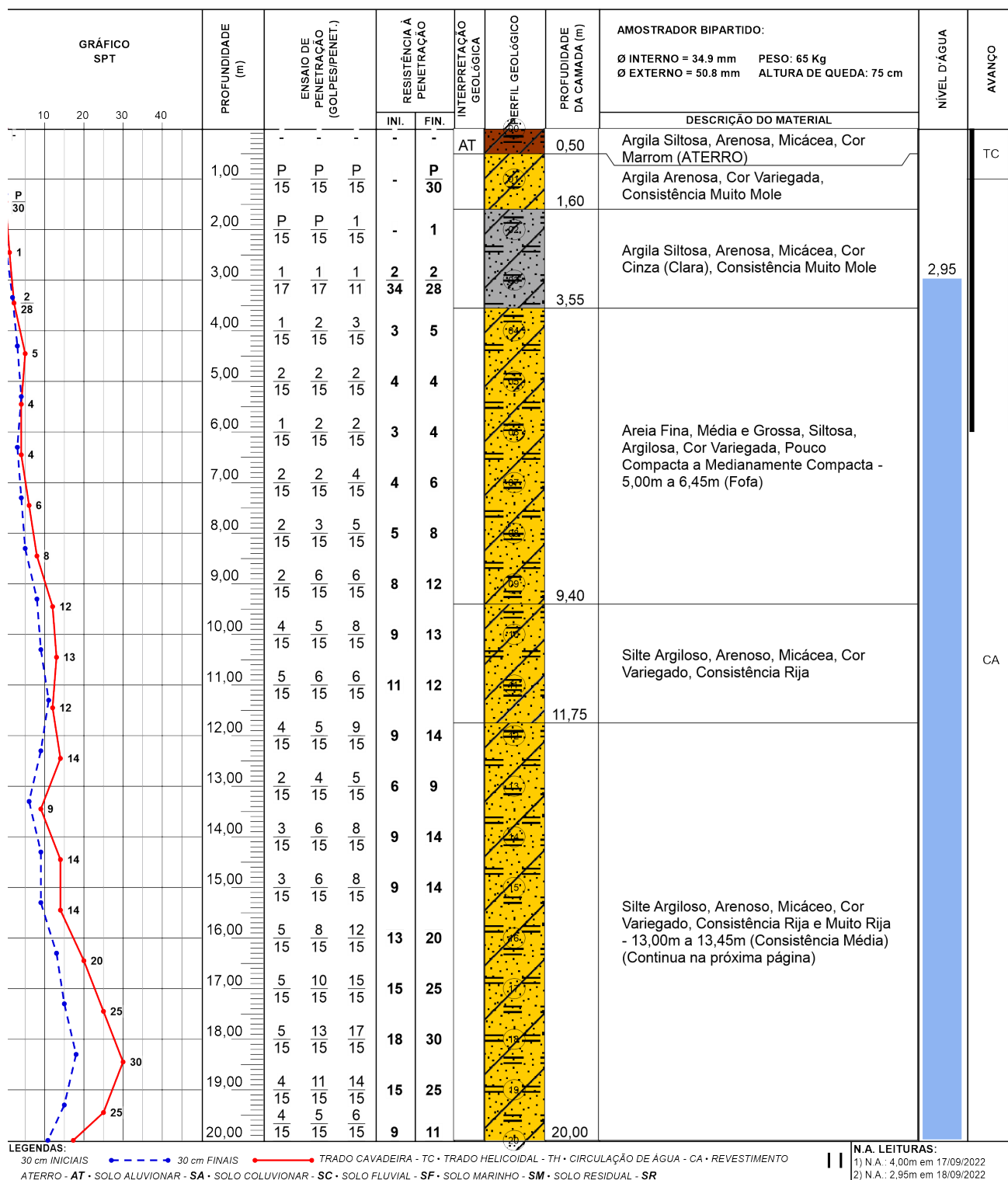


Fonte: Projetista, 2022.

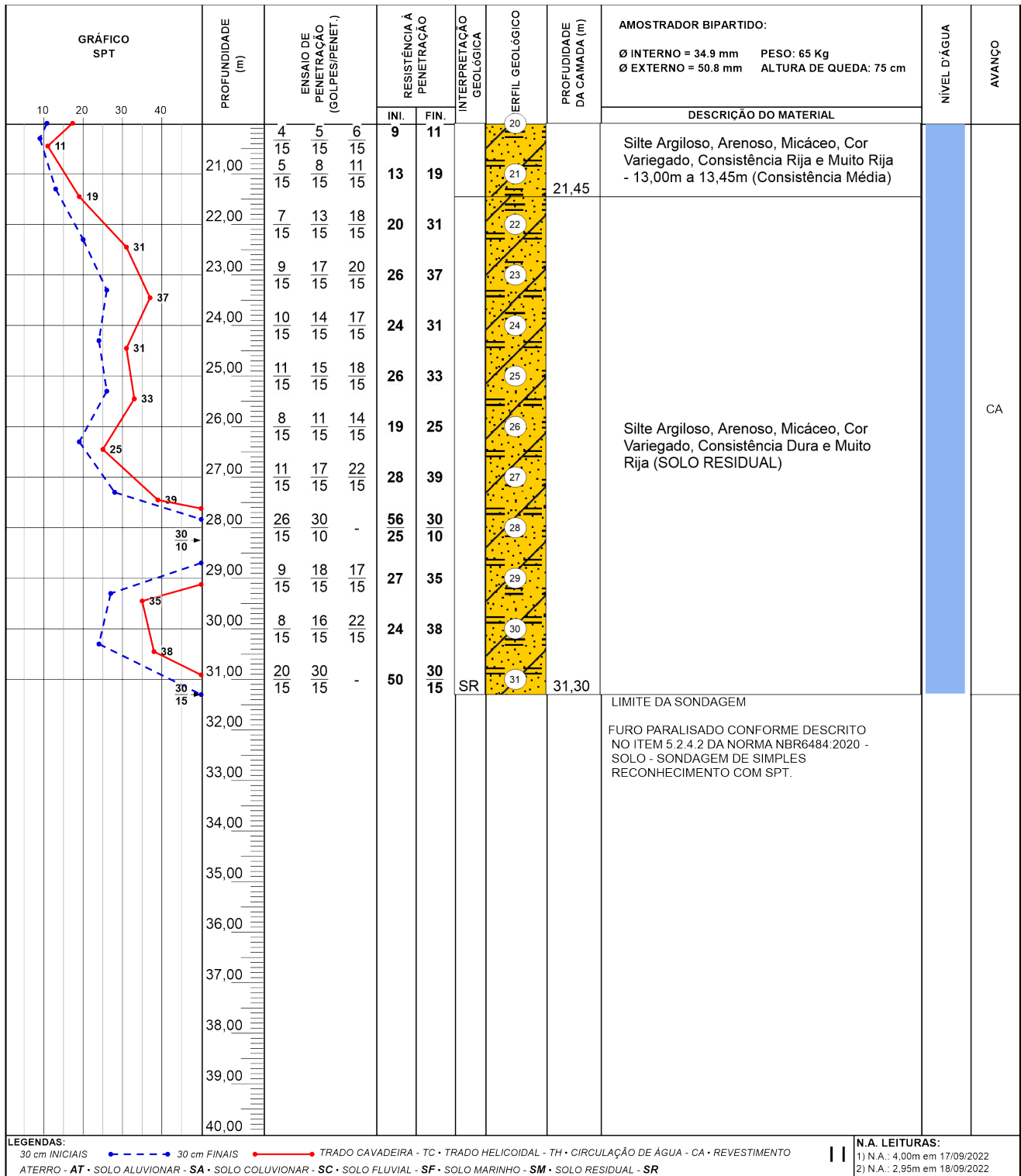
ANEXO B – RELATÓRIO SONDAGEM INICIAL

[illegible]

ANEXO C – RELATÓRIO CONTRAPROVA SONDAGEM



Fonte: Empresa terceiriza, 2022.



Fonte: Empresa terceiriza, 2022 (Continuação)

6 APÊNDICE

APÊNDICE A – PLANILHA PARA FINS DE VERIFICAÇÃO DO FATOR DE SEGURANÇA COM A SONDAGEM ANTIGA

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA														
AUTORES: ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO														
Pilar/Porto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresima, Teixeira, Alonso,			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P1/P11	BE1A	292,5	6	48,75	50	11	202,62	234	302,89	S4	90	4,80	2	Atende
	BE1C			48,75	50	11	202,62	234	302,89	S4	90	4,80	2	Atende
	BE1E			48,75	50	11	202,62	234	302,89	S4	90	4,80	2	Atende
	BE1B			48,75	50	11	202,62	234	302,89	S4	90	4,80	2	Atende
	BE1D			48,75	50	11	202,62	234	302,89	S4	90	4,80	2	Atende
P2	BE1F	134,2	2	48,75	50	11	202,62	234	302,89	S4	90	4,80	2	Atende
	E2A			67,12	50	11	247,65	197	178,27	S4	90	2,93	2	Atende
	E2B			67,12	50	11	247,65	197	178,27	S4	90	2,93	2	Atende
P3	E3A	117,3	2	58,67	50	11	247,65	197	178,27	S4	90	3,36	2	Atende
	E3B			58,67	50	11	247,65	197	178,27	S4	90	3,36	2	Atende
	E4A			45,47	50	11	247,65	197	178,27	S4	90	4,33	2	Atende
P4	E4B	90,9	2	45,47	50	11	247,65	197	178,27	S4	90	4,33	2	Atende
	F5A			80,77	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,17	2	Atende
	E5B			80,77	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,17	2	Atende
P5	E6A	161,5	2	84,55	70	14	354,71	402	497,83	S2	140	4,75	2	Atende
	F6B			84,55	70	14	354,71	402	497,83	S2	140	4,75	2	Atende
	E7A			84,37	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,03	2	Atende
P6	E7B	168,7	2	84,37	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,03	2	Atende
	E8A			75,22	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,40	2	Atende
	E8B			75,22	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,40	2	Atende
P7	E9A	172,3	2	86,15	70	14	354,71	402	497,83	S2	140	4,67	2	Atende
	E9B			86,15	70	14	354,71	402	497,83	S2	140	4,67	2	Atende
	E10A			90,80	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	3,45	2	Atende
P8	E10B	181,6	2	90,80	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	3,45	2	Atende
	E11A			45,47	50	11	178,27	197	247,65	S4	90	4,33	2	Atende
	E12B			45,47	50	11	178,27	197	247,65	S4	90	4,33	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTINUA

AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilha/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso, Ernani - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P13	E13A	178,8	2	89,40	70	11	304,48	333	398,49	S6	140	3,72	2	Atende
	E13B			89,40	70	11	304,48	333	398,49	S6	140	3,72	2	Atende
P14	E14A	171,8	2	85,89	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,46	2	Atende
	E14B			85,89	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,46	2	Atende
P15	E15A	151,7	2	75,87	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,78	2	Atende
	E15B			75,87	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,78	2	Atende
	E15C			75,87	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,78	2	Atende
P16	E16A	169,6	2	84,82	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,49	2	Atende
	E16B			84,82	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,49	2	Atende
P17	E17A	180,3	2	90,15	70	11	304,48	333	398,49	S6	140	3,69	2	Atende
	E17B			90,15	70	11	304,48	333	398,49	S6	140	3,69	2	Atende
P18	E18A	162,5	2	81,27	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,34	2	Atende
	E18B			81,27	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,34	2	Atende
P19	E19A	83,9	2	41,97	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	6,10	2	Atende
	E19B			41,97	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	6,10	2	Atende
P20	E20A	84,4	2	42,22	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	4,50	2	Atende
	E20B			42,22	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	4,50	2	Atende
P21	E21A	195,1	2	97,55	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	3,21	2	Atende
	E21B			97,55	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	3,21	2	Atende
P22	E22A	164,6	2	82,30	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	3,80	2	Atende
	E22B			82,30	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	3,80	2	Atende
P23/P24/P32	BE2A	539,1	6	89,85	70	12	350,74	398	493,34	S4	140	4,43	2	Atende
	BE2B			89,85	70	12	350,74	398	493,34	S4	140	4,43	2	Atende
	BE2C			89,85	70	12	350,74	398	493,34	S4	140	4,43	2	Atende
	BE2D			89,85	70	12	350,74	398	493,34	S4	140	4,43	2	Atende
	BE2E			89,85	70	12	350,74	398	493,34	S4	140	4,43	2	Atende
P25	BE2F	126,6	2	89,85	70	12	350,74	398	493,34	S4	140	4,43	2	Atende
	E25A			89,85	70	12	350,74	398	493,34	S4	140	4,43	2	Atende
	E25B	126,6	2	63,30	70	14	348,4	389	472,73	S1	140	6,15	2	Atende
	E25C			63,30	70	14	348,4	389	472,73	S1	140	6,15	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA
AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	N° de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso, Ernani - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P26	E26A	164,6	2	82,32	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	3,00	2	Atende
	E26B			82,32	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	3,00	2	Atende
P27	E27A	137,4	2	68,72	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,73	2	Atende
	E27B			68,72	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,73	2	Atende
	E28A			66,02	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,88	2	Atende
P28	E28B	132,0	2	66,02	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,88	2	Atende
	E29A			67,02	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,82	2	Atende
P29	E29B	134,0	2	67,02	50	14	220,39	256	335,99	S2	90	3,82	2	Atende
	E30A			93,50	70	14	354,71	402	497,83	S2	140	4,30	2	Atende
P30	E30B	187,0	2	93,50	70	14	354,71	402	497,83	S2	140	4,30	2	Atende
	E31A			107,60	70	11	258,57	285	320,56	S4	140	2,65	2	Atende
P31	E31B	215,2	2	107,60	70	11	258,57	285	320,56	S4	140	2,65	2	Atende
	E33A			98,50	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	3,18	2	Atende
	E33B			98,50	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	3,18	2	Atende
P34/P35	BE3A	182,4	4	45,60	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	4,65	2	Atende
	BE3B			45,60	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	4,65	2	Atende
	BE3C			45,60	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	4,65	2	Atende
	BE3D			45,60	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	4,65	2	Atende
P36	E36A	210,4	2	105,20	70	11	309,52	336	309,52	S5	140	3,19	2	Atende
	E36B			105,20	70	11	309,52	336	309,52	S5	140	3,19	2	Atende
P37	E37A	180,6	2	90,32	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,34	2	Atende
	E37B			90,32	50	11	185,69	211	269,78	S6	90	2,34	2	Atende
P38	E38A	135,8	2	67,92	50	11	173,26	192	240,37	S6	90	2,83	2	Atende
	E38B			67,92	50	11	173,26	192	240,37	S6	90	2,83	2	Atende
	E39A			65,72	50	11	173,26	192	240,37	S6	90	2,92	2	Atende
P39	E39B	131,4	2	65,72	50	11	173,26	192	240,37	S6	90	2,92	2	Atende
	EA0A			68,37	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,78	2	Atende
P40	EA0B	136,7	2	68,37	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,78	2	Atende
	EA0B			68,37	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,78	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONINUA

AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso, Enani - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P41	E41A	169,9	2	84,95	70	11	299,51	301	353,72	S7	140	3,54	2	Atende
	E41B			84,95	70	11	299,51	301	353,72	S7	140	3,54	2	Atende
P42	E42A	127,4	2	63,70	70	11	299,51	301	353,72	S7	140	4,73	2	Atende
	E42B			63,70	70	11	299,51	301	353,72	S7	140	4,73	2	Atende
P43	E43A	88,2	2	44,12	50	14	220,39	256	335,99	S1	90	5,80	2	Atende
	E43B			44,12	50	14	220,39	256	335,99	S1	90	5,80	2	Atende
P44	E44A	181,3	2	90,65	70	14	348,4	289	472,73	S1	140	3,19	2	Atende
	E44B			90,65	70	14	348,4	289	472,73	S1	140	3,19	2	Atende
P45	E45A	171,3	2	85,67	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	2,88	2	Atende
	E45B			85,67	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	2,88	2	Atende
P46	E46A	174,4	2	87,22	50	11	175,16	193	240,86	S2	90	2,21	2	Atende
	E46B			87,22	50	11	175,16	193	240,86	S2	90	2,21	2	Atende
P47	E47A	175,0	2	87,52	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,18	2	Atende
	E47B			87,52	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,18	2	Atende
P48	E48A	161,4	2	80,72	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,37	2	Atende
	E48B			80,72	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,37	2	Atende
P49	E49A	161,4	2	80,72	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,37	2	Atende
	E49B			80,72	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,37	2	Atende
P50	E50A	107,1	2	53,57	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	3,57	2	Atende
	E50B			53,57	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	3,57	2	Atende
P51	E51A	214,0	2	107,00	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	2,93	2	Atende
	E51B			107,00	70	11	288,92	313	365,43	S4	140	2,93	2	Atende
P52	E52A	201,2	2	100,60	70	11	309,52	336	398,38	S5	140	3,34	2	Atende
	E52B			100,60	70	11	309,52	336	398,38	S5	140	3,34	2	Atende
P53	E53A	98,8	2	49,42	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	4,29	2	Atende
	E53B			49,42	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	4,29	2	Atende
P54	E54A	156,9	2	78,47	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	2,70	2	Atende
	E54B			78,47	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	2,70	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA

AUTORES:

ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS

AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA

ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOWJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso, Emeni - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P55	E55A	160,5	2	80,27	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	2,64	2	Atende
	E55B			80,27	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	2,64	2	Atende
P56	E56A	176,3	2	88,17	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,15	2	Atende
	E56B			88,17	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,15	2	Atende
P57	E57A	176,0	2	88,02	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,16	2	Atende
	E57B			88,02	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,16	2	Atende
P58	E58A	173,5	2	86,77	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,19	2	Atende
	E58B			86,77	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,19	2	Atende
P59	E59A	184,9	2	92,45	70	11	299,51	301	353,72	S7	140	3,26	2	Atende
	E59B			92,45	70	11	299,51	301	353,72	S7	140	3,26	2	Atende
P60	E60A	90,7	2	45,37	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	4,19	2	Atende
	E60B			45,37	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	4,19	2	Atende
P61	E61A	90,9	2	45,47	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	5,43	2	Atende
	E61B			45,47	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	5,43	2	Atende
P62	E62A	91,0	2	45,52	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	4,17	2	Atende
	E62B			45,52	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	4,17	2	Atende
P63	E63A	164,6	2	82,32	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,32	2	Atende
	E63B			82,32	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,32	2	Atende
P64	E64A	167,6	2	83,82	50	11	207,58	212	270,27	S5	90	2,53	2	Atende
	E64B			83,82	50	11	207,58	212	270,27	S5	90	2,53	2	Atende
P65	E65A	85,7	2	42,87	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	5,76	2	Atende
	E65B			42,87	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	5,76	2	Atende
P66	E66A	86,6	2	43,32	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	4,39	2	Atende
	E66B			43,32	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	4,39	2	Atende
P67	E67A	184,9	2	92,45	70	14	348,4	389	472,73	S1	140	4,21	2	Atende
	E67B			92,45	70	14	348,4	389	472,73	S1	140	4,21	2	Atende
P68	E68A	161,6	2	80,82	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	3,06	2	Atende
	E68B			80,82	50	14	214,71	247	319,89	S1	90	3,06	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA
AUTORES:
 ENGENHEIRO CIVIL.: GUILHERME PATENTE CHAGAS
 AUXILIAR DE CONTROLE.: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
 ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Corresponente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso, Emami - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P69	E69A	152,9	2	76,47	50	11	162,27	178	216,88	S1	90	2,33	2	Atende
	E69B			76,47	50	11	162,27	178	216,88	S1	90	2,33	2	Atende
P70	E70A	150,7	2	75,37	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,53	2	Atende
	E70B			75,37	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,53	2	Atende
P71	E71A	161,1	2	80,57	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,37	2	Atende
	E71B			80,57	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,37	2	Atende
P72	E72A	163,2	2	81,62	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,34	2	Atende
	E72B			81,62	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	2,34	2	Atende
P73	E73A	96,5	2	48,27	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	3,96	2	Atende
	E73B			48,27	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	3,96	2	Atende
P74	E74A	97,4	2	48,72	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	4,35	2	Atende
	E74B			48,72	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	4,35	2	Atende
P75	E75A	160,6	2	80,32	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	2,64	2	Atende
	E75B			80,32	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	2,64	2	Atende
P76	E76A	160,0	2	80,02	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	2,65	2	Atende
	E76B			80,02	50	11	188,12	212	270,27	S5	90	2,65	2	Atende
P77	E77A	149,9	2	74,97	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,53	2	Atende
	E77B			74,97	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,53	2	Atende
P78	E78A	152,6	2	76,32	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,49	2	Atende
	E78B			76,32	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,49	2	Atende
P79	E79A	161,4	2	80,72	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,35	2	Atende
	E79B			80,72	50	11	170,83	190	239,78	S7	90	2,35	2	Atende
P80	E80A	184,4	2	92,20	70	11	299,51	301	353,72	S7	140	3,26	2	Atende
	E80B			92,20	70	11	299,51	301	353,72	S7	140	3,26	2	Atende
P81	E81A	32,7	2	16,37	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	11,67	2	Atende
	E81B			16,37	50	11	175,54	191	237,26	S3	90	11,67	2	Atende
P82	E82A	32,7	2	16,37	50	11	207,58	212	270,27	S5	90	12,95	2	Atende
	E82B			16,37	50	11	207,58	212	270,27	S5	90	12,95	2	Atende

**APÊNDICE B – PLANILHA PARA FINS DE VERIFICAÇÃO DO FATOR DE SEGURANÇA COM BASE
NA NOVA SONDADE**

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA
AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt, Quaresma, Teixeira, Alonso.			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MINIMA	MEDIA	MAXIMA					
P1/P11	BE1A	292,5	6	48,75	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,24	2	Atende
	BE1C			48,75	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,24	2	Atende
	BE1E			48,75	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,24	2	Atende
	BE1B			48,75	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,24	2	Atende
	BE1D			48,75	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,24	2	Atende
	BE1F			48,75	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,24	2	Atende
P2	E2A	134,2	2	67,12	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	4,53	2	Atende
	E2B			67,12	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	4,53	2	Atende
	E3A			58,67	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	5,18	2	Atende
P3	E3B	117,3	2	58,67	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	5,18	2	Atende
	E4A			45,47	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,69	2	Atende
	E4B			45,47	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,69	2	Atende
P5	E5A	161,5	2	80,77	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,19	2	Atende
	E5B			80,77	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,19	2	Atende
	E5A			84,55	70	26	360,84	389	463,66	S2	140	4,60	2	Atende
P6	E6B	178,7	2	84,55	70	26	360,84	389	463,66	S2	140	4,60	2	Atende
	E7A			84,37	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,06	2	Atende
	E7B			84,37	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,06	2	Atende
P8	E8A	150,4	2	75,22	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,43	2	Atende
	E8B			75,22	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,43	2	Atende
	E9A			86,15	70	26	360,84	389	463,66	S2	140	4,52	2	Atende
P9	E9B	172,3	2	86,15	70	26	360,84	389	463,66	S2	140	4,52	2	Atende
	E10A			90,80	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,99	2	Atende
	E10B			90,80	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,99	2	Atende
P12	E12A	90,9	2	45,47	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,69	2	Atende
	E12B			45,47	50	26	274,93	304	380,58	S4	90	6,69	2	Atende

Fonte: Autorial Própria, 2022.

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA
AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso, Ernani - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P13	E13A	178,8	2	89,40	70	26	597,68	666	821,26	S6	140	7,45	2	Atende
	E13B			89,40	70	26	597,68	666	821,26	S6	140	7,45	2	Atende
P14	E14A	171,8	2	85,89	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	5,19	2	Atende
	E14B			85,89	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	5,19	2	Atende
	E15A			75,87	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	5,88	2	Atende
P15	E15B	151,7	2	75,87	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	5,88	2	Atende
	E16A			84,82	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	5,26	2	Atende
P16	E16B	169,6	2	84,82	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	5,26	2	Atende
P17	E17A	180,3	2	90,15	70	26	597,68	666	821,26	S6	140	7,39	2	Atende
	E17B			90,15	70	26	597,68	666	821,26	S6	140	7,39	2	Atende
P18	E18A	162,5	2	81,27	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,43	2	Atende
	E18B			81,27	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,43	2	Atende
P19	E19A	83,9	2	41,97	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	6,15	2	Atende
	E19B			41,97	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	6,15	2	Atende
	E20A			42,22	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	8,53	2	Atende
P20	E20B	84,4	2	42,22	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	8,53	2	Atende
	E21A			97,55	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,64	2	Atende
P21	E21B	195,1	2	97,55	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,64	2	Atende
P22	E22A	164,6	2	82,30	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	5,50	2	Atende
	E22B			82,30	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	5,50	2	Atende
	BE2A			89,85	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	5,04	2	Atende
P23/P24/P32	BE2B	539,1	6	89,85	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	5,04	2	Atende
	BE2C			89,85	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	5,04	2	Atende
	BE2D			89,85	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	5,04	2	Atende
	BE2E			89,85	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	5,04	2	Atende
P25	BE2F	126,6	2	89,85	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	5,04	2	Atende
	E25A			63,30	70	26	358,6	382	460,54	S1	140	6,03	2	Atende
	E25B			63,30	70	26	358,6	382	460,54	S1	140	6,03	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA
AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	N° de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso, Ernani - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P26	E26A	164,6	2	82,32	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	3,11	2	Atende
	E26B			82,32	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	3,11	2	Atende
P27	E27A	137,4	2	68,72	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,75	2	Atende
	E27B			68,72	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,75	2	Atende
	E28A			66,02	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,91	2	Atende
P28	E28B	132,0	2	66,02	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,91	2	Atende
	E29A			67,02	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,85	2	Atende
P29	E29B	134,0	2	67,02	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	3,85	2	Atende
	E30A			93,50	70	26	360,84	389	463,66	S2	140	4,16	2	Atende
P30	E30B	187,0	2	93,50	70	26	360,84	389	463,66	S2	140	4,16	2	Atende
	E31A			107,60	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,21	2	Atende
P31	E31B	215,2	2	107,60	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,21	2	Atende
	E33A			98,50	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,60	2	Atende
P33	E33B	197,0	2	98,50	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,60	2	Atende
	E33A			45,60	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	7,08	2	Atende
P34/P35	BE3A	182,4	4	45,60	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	7,08	2	Atende
	BE3B			45,60	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	7,08	2	Atende
	BE3C			45,60	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	7,08	2	Atende
	BE3D			45,60	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	7,08	2	Atende
P36	E36A	210,4	2	105,20	70	26	220,98	243	278,44	S5	140	2,31	2	Atende
	E36B			105,20	70	26	220,98	243	278,44	S5	140	2,31	2	Atende
P37	E37A	180,6	2	90,32	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	4,94	2	Atende
	E37B			90,32	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	4,94	2	Atende
P38	E38A	135,8	2	67,92	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	6,57	2	Atende
	E38B			67,92	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	6,57	2	Atende
P39	E39A	131,4	2	65,72	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	6,79	2	Atende
	E39B			65,72	50	26	399,42	446	567,02	S6	90	6,79	2	Atende
P40	EA0A	136,7	2	68,37	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	5,27	2	Atende
	EA0B			68,37	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	5,27	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA
AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Porto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt, Quaresma, Teixeira, Alonso, Ernani - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P41	E41A	169,9	2	84,95	70	26	496,02	544	653,23	S7	140	6,40	2	Atende
	E41B			84,95	70	26	496,02	544	653,23	S7	140	6,40	2	Atende
P42	E42A	127,4	2	63,70	70	26	496,02	544	653,23	S7	140	8,54	2	Atende
	E42B			63,70	70	26	496,02	544	653,23	S7	140	8,54	2	Atende
P43	E43A	88,2	2	44,12	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	5,80	2	Atende
	E43B			44,12	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	5,80	2	Atende
P44	E44A	181,3	2	90,65	70	26	358,6	382	460,54	S1	140	4,21	2	Atende
	E44B			90,65	70	26	358,6	382	460,54	S1	140	4,21	2	Atende
P45	E45A	171,3	2	85,67	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	2,99	2	Atende
	E45B			85,67	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	2,99	2	Atende
P46	E46A	174,4	2	87,22	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	2,96	2	Atende
	E46B			87,22	50	26	238,17	258	318,3	S2	90	2,96	2	Atende
P47	E47A	175,0	2	87,52	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,56	2	Atende
	E47B			87,52	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,56	2	Atende
P48	E48A	161,4	2	80,72	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,77	2	Atende
	E48B			80,72	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,77	2	Atende
P49	E49A	161,4	2	80,72	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,77	2	Atende
	E49B			80,72	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,77	2	Atende
P50	E50A	107,1	2	53,57	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	4,18	2	Atende
	E50B			53,57	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	4,18	2	Atende
P51	E51A	214,0	2	107,00	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,23	2	Atende
	E51B			107,00	70	26	411,44	453	551,27	S4	140	4,23	2	Atende
P52	E52A	201,2	2	100,60	70	26	220,98	243	278,44	S5	140	2,42	2	Atende
	E52B			100,60	70	26	220,98	243	278,44	S5	140	2,42	2	Atende
P53	E53A	98,8	2	49,42	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	6,54	2	Atende
	E53B			49,42	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	6,54	2	Atende
P54	E54A	156,9	2	78,47	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	4,12	2	Atende
	E54B			78,47	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	4,12	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA
AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	N° de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso,			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P55	E55A	160,5	2	80,27	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	4,02	2	Atende
	E55B			80,27	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	4,02	2	Atende
P56	E56A	176,3	2	88,17	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,08	2	Atende
	E56B			88,17	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,08	2	Atende
	E57A			88,02	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,09	2	Atende
P57	E57B	176,0	2	88,02	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,09	2	Atende
	E58A			86,77	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,15	2	Atende
P58	E58B	173,5	2	86,77	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,15	2	Atende
	E59A			92,45	70	26	496,02	544	653,23	S7	140	5,88	2	Atende
P59	E59B	184,9	2	92,45	70	26	496,02	544	653,23	S7	140	5,88	2	Atende
	E60A			45,37	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	7,93	2	Atende
P60	E60B	90,7	2	45,37	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	7,93	2	Atende
	E61A			45,47	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	5,63	2	Atende
P61	E61B	90,9	2	45,47	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	5,63	2	Atende
	E62A			45,52	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	7,91	2	Atende
P62	E62B	91,0	2	45,52	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	7,91	2	Atende
	E63A			82,32	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,72	2	Atende
P63	E63B	164,6	2	82,32	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,72	2	Atende
	E64A			83,82	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	3,85	2	Atende
P64	E64B	167,6	2	83,82	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	3,85	2	Atende
	E65A			42,87	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	5,97	2	Atende
P65	E65B	85,7	2	42,87	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	5,97	2	Atende
	E66A			43,32	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	8,31	2	Atende
P66	E66B	86,6	2	43,32	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	8,31	2	Atende
	E67A			92,45	70	26	358,6	382	460,54	S1	140	4,13	2	Atende
P67	E67B	184,9	2	92,45	70	26	358,6	382	460,54	S1	140	4,13	2	Atende
	E68A			80,82	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	3,17	2	Atende
P68	E68B	161,6	2	80,82	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	3,17	2	Atende
	E68B			80,82	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	3,17	2	Atende

PLANILHA DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE FUNDAÇÕES EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA
AUTORES:
ENGENHEIRO CIVIL: GUILHERME PATENTE CHAGAS
AUXILIAR DE CONTROLE: EDUARDA BARBOSA DA COSTA
ASSESSOR TÉCNICO DE FUNDAÇÕES: THIAGO BOMJARDIM PORTO

Pilar/Ponto de Carga	Estaca Correspondente	Carga total na fundação/bloco (tf)	Nº de Estacas	Carga por estaca (tf)	Diâmetro da estaca (cm)	Comprimento da estaca (m)	Estimativa de Capacidade de carga Geotécnica - Velloso, Decourt Quaresma, Teixeira, Alonso, Ernani - (tf)			Sondagem mais próxima	Carga de trabalho (tf)	FS	Referência (NBR6122)	Status quanto a capacidade de carga
							MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA					
P69	E69A	152,9	2	76,47	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	3,35	2	Atende
	E69B			76,47	50	26	238,17	256	317,53	S1	90	3,35	2	Atende
P70	E70A	150,7	2	75,37	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,97	2	Atende
	E70B			75,37	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,97	2	Atende
	E71A			80,57	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,78	2	Atende
P71	E71B	161,1	2	80,57	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,78	2	Atende
	E72A			81,62	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,74	2	Atende
P72	E72B	163,2	2	81,62	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	2,74	2	Atende
	E73A			48,27	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	4,64	2	Atende
P73	E73B	96,5	2	48,27	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	4,64	2	Atende
	E74A			48,72	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	6,63	2	Atende
P74	E74B	97,4	2	48,72	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	6,63	2	Atende
	E75A			80,32	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	4,02	2	Atende
	E75B			80,32	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	4,02	2	Atende
P76	E76A	160,0	2	80,02	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	4,04	2	Atende
	E76B			80,02	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	4,04	2	Atende
	E77A			74,97	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,80	2	Atende
P77	E77B	149,9	2	74,97	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,80	2	Atende
	E78A			76,32	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,72	2	Atende
P78	E78B	152,6	2	76,32	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,72	2	Atende
	E79A			80,72	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,46	2	Atende
P79	E79B	161,4	2	80,72	50	26	325,47	360	446,55	S7	90	4,46	2	Atende
	E80A			92,20	70	26	496,02	544	653,23	S7	140	5,90	2	Atende
	E80B			92,20	70	26	496,02	544	653,23	S7	140	5,90	2	Atende
P81	E81A	32,7	2	16,37	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	13,68	2	Atende
	E81B			16,37	50	26	208,64	224	276,06	S3	90	13,68	2	Atende
	E82A			16,37	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	19,73	2	Atende
P82	E82B	32,7	2	16,37	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	19,73	2	Atende
	E82B			16,37	50	26	290,92	323	397,92	S5	90	19,73	2	Atende

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16903 **Solo – Prova de carga estática em fundação profunda**. Primeira edição. Válida a partir de 29 setembro 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13208 **Estacas – Ensaio de carregamento dinâmico**. Segunda edição. Válida a partir de 04 julho 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484 **Solo – Sondagem de Simples reconhecimento com SPT**. Segunda Edição. Válida a partir de 28 outubro 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122 **Projeto e execução de fundações** Terceira Edição. Válida a partir de 30 setembro 2019

AOKI, N; CINTRA, J. C. A. **Fundações por estaca: Projeto Geotécnico**. 1ª Edição. São Paulo, Oficina de Textos, 2010.

BERBERIAN, D. **Engenharia de Fundações – Passo-a-Passo**. (Engenharia de Solos e Infra Estruturas LTDA) – UnB – Infrasolo Technical, Séries. Brasília, DF – 1943.

CAMPOS, J. C. **Elementos de fundações em concreto**. 1ª Edição. São Paulo, Oficina de Textos, 2010.

FALCONI, F; CORRÊA, C. N; ORLANDO, C; Schimdt, C; ANTUNES, W. R; ALBUQUERQUE, P. J; HACHICH, W; NIYAMA, S. **Fundações teoria e prática**, 3ª Edição, São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

MOTA, M. M. C. **Interação solo-estrutura em edifícios com fundação profunda: método numérico e resultados observados em campo**. 2009. (Tese em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009

NARDI, B. M. **Fundações**, 1ª Edição. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019

REBELLO, Y. C. P. **Fundações: Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento**. 4ª Edição. São Paulo: Zirgurate Editora, 2008.

RODRIGUEZ, U. **Previsão e controle das fundações : uma introdução ao controle da qualidade em fundações** – 3. ed. – São Paulo : Blucher, 2019

RODRIGUEZ, U. **Dimensionamento de fundações profundas**. 3ª Edição. Editora Edgard Blucher LTDA, São Paulo, SP – 2003.

RODRIGUEZ, U. **Previsão e controle das fundações : Uma introdução ao controle da qualidade em fundações** – 2. ed. – São Paulo: Blucher, 2013

VELLOSO, DIRCEU; LOPES, FRANCISCO. **Fundações: Fundações Profundas**, Vol 2 (COPPE – UFRJ) – Rio de Janeiro, RJ – 2002

VELLOSO, DIRCEU; LOPES, FRANCISCO. **Fundações: Critérios de Projeto – Investigação do Subsolo – Fundações Superficiais**, Volume 1 – Nova Edição. Rio de Janeiro - RJ, Oficina de Textos, 2004.