

# FUNDAÇÃO EM HÉLICE CONTÍNUA

## CONTINUOUS HELIX FOUNDATION

João Francisco da Silva Filho<sup>1</sup>  
Daniel Carlos Monteiro<sup>2</sup>  
Fernanda Calado Mendonça

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB  
Professora do Curso de Engenharia Civil e orientadora, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

### Resumo

*A engenharia civil vem crescendo de forma avançada, isso pode desfrutar de maravilhas na melhoria de execução de serviços de um modo geral, como exemplo, a ascensão no uso de estacas como recurso construtivo para obtenção de elementos de fundação que atendam às exigências de segurança. Solução rápida, econômica e de pouca interferência, a técnica de hélice contínua monitorada (EHC), o principal foco desse estudo é analisar e apresentar todas as suas principais funções de acordo com as normas NBR 6484 a NBR 6122(2019) e todo o processo de execução de serviço durante o tempo de estágio, que se destaca por uma fundação localizada na cidade de Cabedelo – PB, o estudo feito, foram analisadas as características do solo e suas camadas, a profundidade das estacas, a rotação, a pressão e a velocidade do trado, controle de velocidade de descida e subida do trado com auxílio do painel do próprio maquinário, volume teórico de concreto comparado com o volume real em obra e acompanhamento desde a perfuração até a limpeza final do local após a estaca ser inserida no devido lugar conforme planejado em projeto.*

**Palavras-Chave:** Fundação Profunda, Estaca Hélice contínua (EHC), Trado, Concreto.

### Abstract

The civil engineering has been growing in an advanced way, this can enjoy wonders in improving the execution of services in general, as an example, the rise in the use of piles as a constructive resource to obtain foundation elements that meet the safety requirements. Fast solution, economic and of little interference, the technique of monitored continuous helix (EHC), the main focus of this study is to analyze and present all its main functions according to the standards NBR 6484 to NBR 6122(2019) and the whole process of execution of service during the time of internship, which is highlighted by a foundation located in the city of Cabedelo - PB, the study done, were analyzed the characteristics of the soil and its layers, the depth of the piles, the rotation, pressure and speed of the auger, speed control of descent and ascent of the auger with the aid of the panel of the machinery itself, theoretical volume of concrete compared with the actual volume on site and monitoring from drilling to the final cleaning of the site after the pile is inserted in place as planned in the project.

Keywords: Deep Foundation, Continuous Helix Pile (CFPE), Auger, Concrete.

## 1. INTRODUÇÃO

Figueiredo, Silva e Frota (2015), descreve a NBR 6122/2019 onde a estrutura que transmite a carga proveniente da superestrutura ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou pelo conjunto de ambas. As estruturas de fundações são as principais preocupações quando o assunto é construção de edificações. Pois é de grande importância analisar todo o processo: desde a escolha do local a construir a edificação até a sondagem do determinado solo, para que assim não venha pôr em risco a vida de seres humanos, pois os engenheiros são responsáveis pelo que acontece com a obra.

As fundações são responsáveis pela sustentação por meio das quais onde são transmitidas as cargas ao solo sem sofrer grandes deformações, quando bem calculadas. É importante que haja informações precisas sobre as características do solo e das cargas, para que não ocorram erros na hora de projetar a fundação. A má escolha do tipo de fundação ou uma má execução pode gerar inúmeros transtornos na obra. Reforços e retrabalhos com a reconstrução da fundação podem ser exigidos o que aumentará o custo estimado dessa etapa, além de aumentar o prazo de entrega da edificação.

As fundações são divididas em dois grupos: fundações rasas e fundações profundas. As fundações rasas são executadas em solos com ótimas condições de resistência e têm profundidade inferior a 3 metros.

As fundações profundas transmitem cargas por atrito lateral (e também através de sua ponta) e tem profundidade superior a 3 metros.

Nesse tipo de fundação é necessário equipamentos específicos para a sua execução, máquinas e pessoas especializadas. São principalmente utilizadas em obra de grande porte ou até mesmo em obra de médio porte que estão localizadas sobre solo de baixa resistência, à fundação em estaca hélice contínua monitorada (EHC).

A estaca é um elemento de fundação profunda, executada mediante cravação à percussão, prensagem, vibração ou por escavação. Pode-se ainda, executá-la de forma mista.

Nas últimas décadas, houve um avanço significativo em relação as tecnologias disponíveis no mercado e destaca-se entre eles a estaca do tipo hélice contínua, a qual apresenta uma enorme versatilidade e rapidez, já que possibilita a execução de várias estacas ao longo do dia e independe de fatores como o tipo de solo, o nível de água no terreno e condições climáticas. (VELLOSO; LOPES, 2010).

Este artigo acadêmico tem como objetivo descrever de acordo com a norma 6122 todo o processo de execução das fundações profundas em estacas hélice contínua, visando o conhecimento profissional e buscando experiência a respeito do tema. Foi realizado um estudo teórico e prático acompanhando todo o processo de execução do serviço de fundação em hélice contínua (EHC).

## 2. Metodologia

A metodologia desenvolvida para este artigo, teve como base toda a documentação necessária para início da obra, artigos com o tema abordado, livros, imagens capturadas pelos autores e estudo presencial no campo localizado onde a fundação foi executada na cidade de Cabedelo-PB. O

processo foi acompanhado etapa por etapa durante a execução do serviço de perfuração, armação e concretagem das 92 estacas hélice contínua.

A obra estudada tem uma área total de 9.015,54m<sup>2</sup>, dois blocos A e B, 8 apartamentos por andar, totalizando 144 apartamentos. As unidades são divididas em três tipologias: 1 quarto PCD com área total 48,25m<sup>2</sup>, 1 quarto com área total 39,15m<sup>2</sup>, 2 quartos com área total 48,52m<sup>2</sup>.

Na Foto 1 pode-se observar parte das estacas já concretadas, a perfuratriz executando a perfuração, os blocos de coroamento, a limpeza das estacas, colocação das armaduras de ferro no furo.

Foto 1: Imagens da obra



Fonte: elaborada pelo autor (2022)

Os valores da resistência à compressão dos elementos estruturais e parâmetros de projeto de acordo com a consultoria estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características do projeto

Elemento estrutural	Resistência característica à compressão
lajes/paredes	25 Mpa
fundação (cintamento/lajão)	25 Mpa
Laje maciça (h = 10cm)	25 Mpa
Sobrecarga da laje	150kgf/m <sup>2</sup>
Sobrecarga do forro	100kgf

### 3. Resultados e discussões

#### 3.1. Sondagem SPT (Standard Penetration Test)

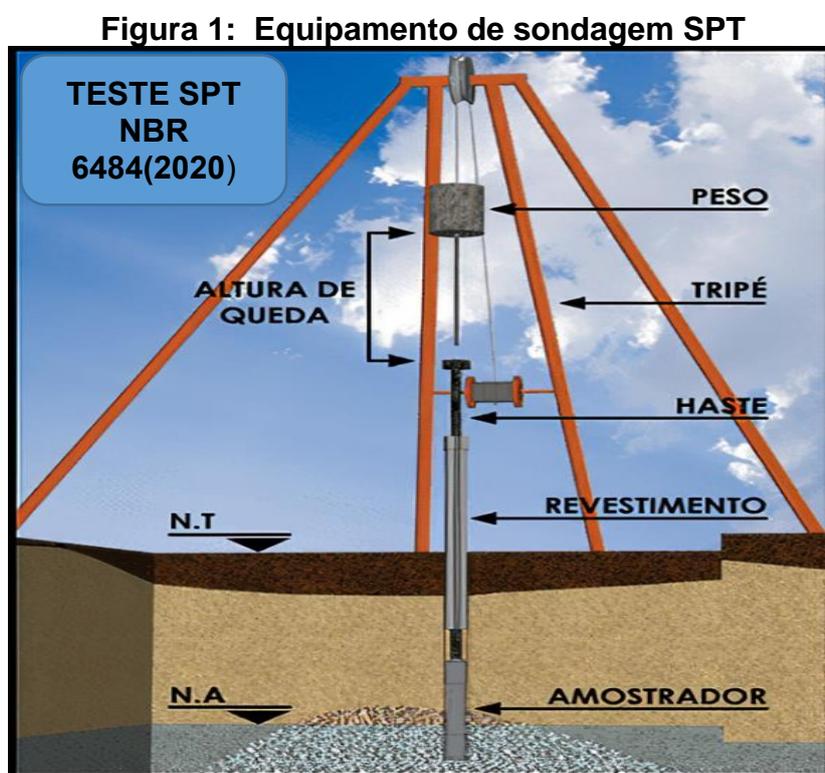
Figueiredo, Silva, Frota (2015) fala que a locação dos furos de sondagens respeitou a NBR 8036/1983. Nesse critério e em qualquer circunstância, o

número mínimo de sondagem deverá ser três para área de projeção em planta do edifício entre 200 e 400m<sup>2</sup>.

De acordo com a NBR 8036(1983), o número mínimo de sondagem deverá ser três para área de projeção em planta do edifício entre 200 e 400m<sup>2</sup>. Segundo Schnaid e Odebrecht (2012), o Standard Penetration test (SPT) é a mais popular, rotineira e econômica ferramenta para investigação geotécnica em todo o mundo.

Segundo a norma, NBR 6484 (2020) este processo consiste basicamente na cravação de um amostrador padrão no solo, através da queda livre de um peso de 65kg (martelo). Em seu trabalho Quaresma et. al, (1998), mencionam que a altura padrão determinada é de (75cm). Velloso e Lopes (2010) acrescentam que esse processo de análise das camadas de solo é feito de metro em metro.

A Figura 1 demonstra o equipamento para sondagem do solo com tripé, peso, haste e o amostrador para retirada das camadas do solo.

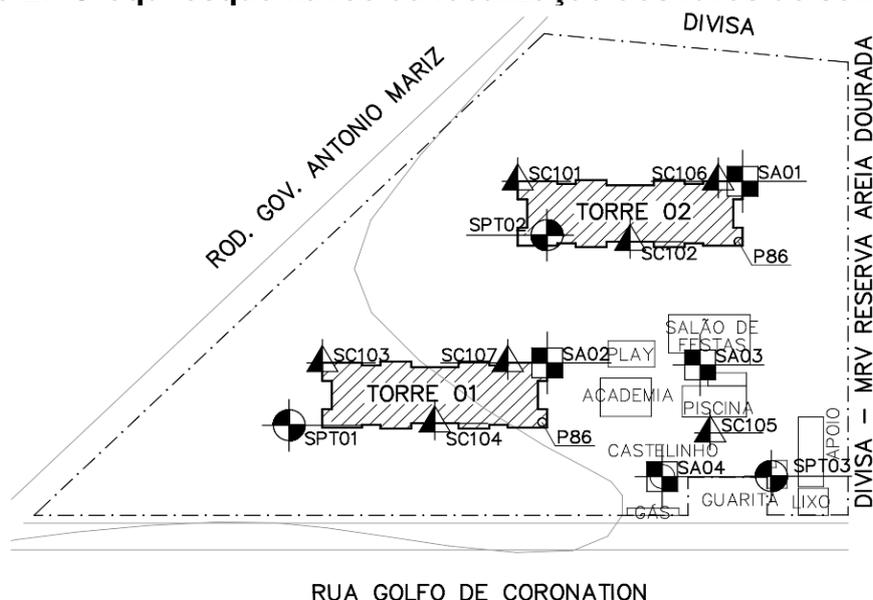


Fonte: Schnaid e Odebrecht (2012)

As demais vantagens desse ensaio são: simplicidade do equipamento, baixo custo e obtenção de um valor numérico de ensaio que pode ser relacionado por meio de propostas não sofisticadas, mas diretas, com regras empíricas de projeto. Apesar das críticas pertinentes que são comumente feitas à diversidade de procedimentos utilizados para execução do ensaio e à pouca racionalidade de alguns métodos de uso e interpretação, esse é o processo dominante ainda utilizado na prática de Engenharia de Fundações (SCHNAID; ODEBRECHT, 2012, p.20).

Nesse estudo, foram analisados 3 furos de sondagem a percussão iniciais, mais 4 furos de sondagem a percussão adicionais e 7 furos de sondagem a percussão complementares.

**Figura 2: Croqui esquemático da localização dos furos de sondagem**



Fonte: Projeto De Fundações Da Obra (2019)

Os furos da Figura 2, que são representados por SPTXX se referem à 03 furos de sondagem em 15 de outubro de 2019. Os furos sinalizados por SAXX se referem à 04 furos adicionais de sondagem em 18 de junho de 2020. E os furos representados por SCXXX se referem à 07 furos de sondagem em 28 de outubro de 2020.

Como se pode observar na Figura 2, foi analisado o furo SPT-01, pois ele está localizado na torre 01, local onde será a executada a fundação comentada neste artigo. Segue abaixo na Figura 3, o resultado do teste que analisa todas as características do solo e sua classificação.

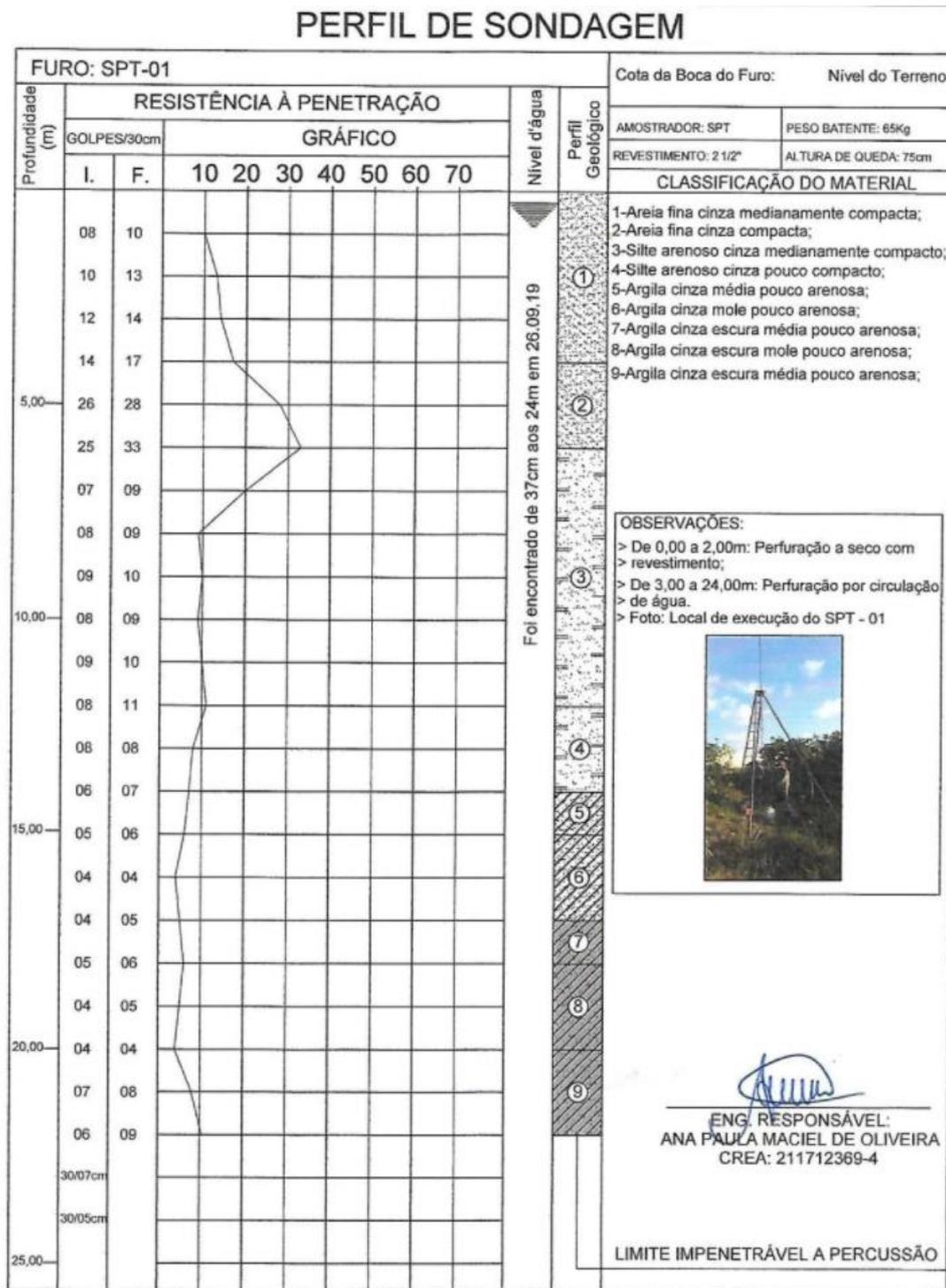
A Tabela 2 descreve as características dos furos, suas camadas, profundidade, e o resumo do índice de resistência à penetração do solo ao longo do ensaio.

**Tabela 2 – Resumos dos resultados dos ensaios SPT**

Furo	Profundidade	Camada de solo observadas	Índices de Resistência a penetração
SPT 1	5m a 20m	areia fina, silte arenoso, argila cinza e mole	4 a 26 golpes
SPT 2	5m a 15m	areia fina, silte arenoso, areia cinza compacta	2 a 20 golpes
SPT 3	5m a 15m	areia fina amarela, silte arenoso, areia muito compacta	3 a 10 golpes
SPT 4	5m a 15m	areia fina, areia fina amarela, areia cinza rija	8 a 19 golpes
SPT 5	5m a 15m	areia fina marrom, silte arenoso, silte pouco compacto	4 a 9 golpes
SPT 6	5m a 15m	areia fina amarela, areia fina cinza, areia cinza muito compacta	4 a 9 golpes.
SPT 7	5m a 15m	areia fina compacta, silte arenoso, silte arenoso fofo	2 a 20 golpes
SPT 8	5m a 15m	areia fina, silte arenoso, silte cinza fofo	6 a 12 golpes.
SPT 9	5m a 15m	areia fina amarela, areia fina cinza, argila cinza arenosa	6 a 19 golpes.

Fonte: Autores (2022)

Figura 3: Relatório do furo SPT01



Fonte: Laudo De Sondagem Da Obra (2019)

A localização das estacas a serem executadas no bloco A e B está apresentada na Figura 4. Cada ponto ilustrado na figura representa uma estaca com a sua respectiva locação.

As estacas foram dimensionadas de acordo com as cargas relativas à posição e aos pilares cujas cargas são suportadas por elas. Os valores destas cargas estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3: Cargas situadas em cada ponto do projeto localizadas em 92 estacas.**

Elem	Xcg (cm)	Ycg (cm)	Grav (tf)	Vento (tf)
P1	1120	1163	110.1	23.7
P2	1329.5	1163	74.9	12.6
P3	1539	1163	154.9	33.2
P4	2543	1163	154.9	33.2
P5	2752.5	1163	74.9	12.6
P6	2962	1163	110.1	23.7
P7	70	1141	109.1	26.0
P8	260	1141	97.9	14.4
P9	457	1141	133.7	19.1
P10	647	1141	70.4	23.7
P11	3435	1141	70.4	23.7
P12	3625	1141	133.7	19.1
P13	3822	1141	97.9	14.4
P14	4012	1141	109.1	26.0
P15	883.5	1093	151.6	29.6
P16	3198.5	1093	151.6	29.6
P17	1837	1063	169.1	25.4
P18	2041	1063	115.1	29.4
P19	2245	1063	169.1	25.4
P20	70	942	132.8	3.9
P21	647	942	196.3	-
P22	1120	942	87.1	-
P23	1539	942	174.9	1.4
P24	2543	942	174.9	1.4
P25	2962	942	87.1	-
P26	3435	942	196.3	-
P27	4012	942	132.8	3.9
P28	240	792	139.4	3.0
P29	883.5	792	175.1	12.2
P30	1329.5	792	107.8	4.3
P31	1539	792	110.2	8.1
P32	1837	792	164.5	7.4
P33	2041	792	131.2	13.9
P34	2245	792	164.5	7.4
P35	2543	792	110.2	8.1
P36	2752.5	792	107.8	4.3
P37	3198.5	792	175.1	12.2
P38	3842	792	139.4	3.0
P39	1166.5	654.5	68.8	4.2
P40	1451.5	654.5	69.2	7.9
P41	2630.5	654.5	69.2	7.9
P42	2915.5	654.5	68.8	4.2
P43	457	605.5	139.1	2.4
P44	647	605.5	107.7	1.5
P45	883.5	605.5	54.9	4.3
P46	1837	605.5	141.2	13.4
P47	2245	605.5	141.2	13.4
P48	3198.5	605.5	54.9	4.3
P49	3435	605.5	107.7	1.5
P50	3625	605.5	139.1	2.4
P51	1539	530.5	192.9	7.1
P52	2543	530.5	192.9	7.1
P53	240	419	139.4	3.0
P54	883.5	419	194.1	5.9
P55	1166.5	399.5	95.6	5.5
P56	1451.5	399.5	129.7	11.5
P57	1837	419	183.9	9.5
P58	2041	419	154.3	14.0
P59	2245	419	183.9	9.5
P60	2630.5	399.5	129.7	11.5
P61	2915.5	399.5	95.6	5.5
P62	3198.5	419	194.1	5.9
P63	3842	419	139.4	3.0
P64	70	269	132.8	3.9
P65	647	269	196.3	2.2
P66	1120	269	48.6	2.2
P67	1539	269	149.9	2.7
P68	1705.5	269	112.7	8.8
P69	2376.5	269	112.7	8.8
P70	2543	269	149.9	2.7
P71	2962	269	48.6	2.2
P72	3435	269	196.3	2.2
P73	4012	269	132.8	3.9
P74	1837	148	110.6	21.2
P75	2041	148	143.4	33.7
P76	2245	148	110.6	21.2
P77	883.5	118	142.2	28.8
P78	3198.5	118	142.2	28.8
P79	70	70	109.1	26.0
P80	260	70	97.9	14.4
P81	457	70	133.7	19.1
P82	647	70	70.4	23.7
P83	3435	70	70.4	23.7
P84	3625	70	133.7	19.1
P85	3822	70	97.9	14.4
P86	4012	70	109.1	26.0
P87	1120	48	110.1	23.7
P88	1329.5	48	74.9	12.6
P89	1539	48	145.8	33.1
P90	2543	48	145.8	33.1
P91	2752.5	48	74.9	12.6
P92	2962	48	110.1	23.7
Soma			11566.6	1184.2

Fonte: projeto de fundações (2019)

### 3.2. HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA

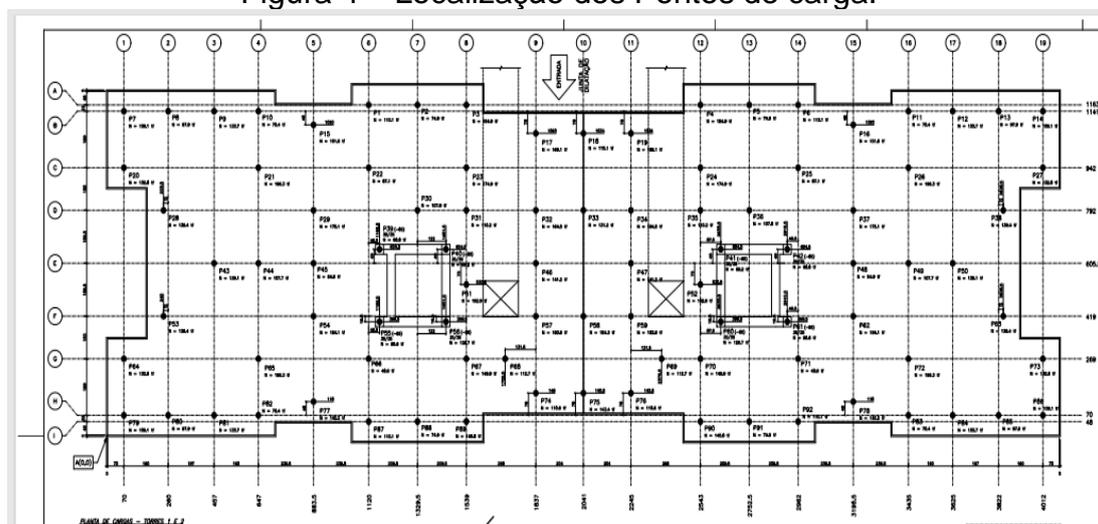
Segundo a NBR 6122 (2019), as estacas são elementos de fundação profunda construídas com o auxílio de ferramentas ou equipamentos, sem que haja descida de pessoas em qualquer fase de execução.

Para iniciar a execução do serviço de fundação, os seguintes documentos são necessários: Projeto de Terraplenagem, Relatório de Sondagem, Projeto Arquitetônico, Projeto Estrutural (locação dos pontos de fundação e cota de arrasamento dos elementos de fundação), Projeto de Fundação e Relatórios da Consultoria de Fundação, Autorização do Setor de Equipamentos.

O local deve estar limpo. O laudo de perícia cautelar deve ser realizado. A NBR 6122 (2019) exige que uma carta traço com especificações do concreto deve ser solicitada à concreteira responsável (ver especificação no projeto de fundações). Deve-se começar a execução das estacas apenas depois da reunião com consultor de solos, por telefone (sendo formalizado por e-mail) ou presencial. No entanto, a primeira visita deve ser obrigatoriamente presencial.

Profundidades das estacas, especificações do concreto a ser empregado, armação e expectativa de sobre consumo devem ser verificados de acordo com projeto de fundações, a exemplo da Figura 4, e/ou liberação do consultor de solos/projetista. Conferir as condições do equipamento, principalmente quanto aos diâmetros de projeto e verticalidade das peças (conferência das seções dos trados).

Figura 4 – Localização dos Pontos de carga.



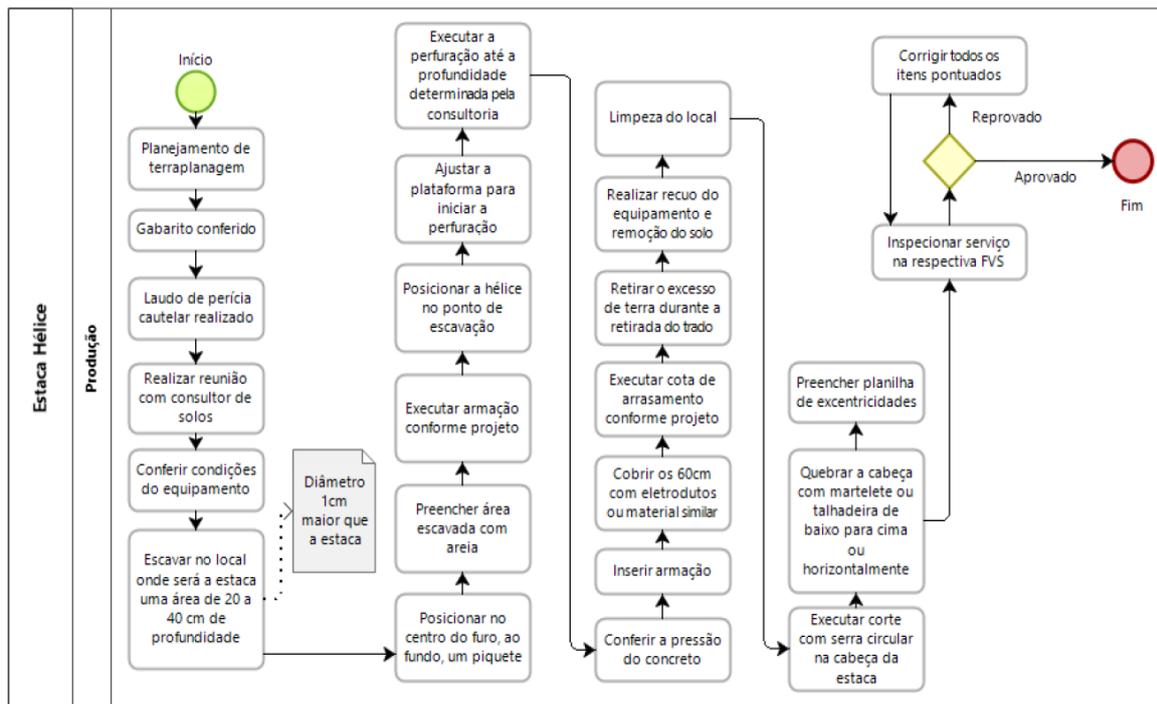
Fonte: Projeto de fundação de obra (2022)

As armações das estacas devem estar executadas conforme projeto. Em situações de camadas superficiais moles e/ou com presença de aterro não controlado, poderá ser necessária a substituição de solo. Essa definição será feita pela consultoria de solos (atentar para que o material empregado na compactação do platô não gere impedimento aos elementos). O executor das estacas contratado deverá promover compatibilização entre o equipamento hélice e a bomba de concreto disponibilizada, de forma que o sistema computacional da referida máquina esteja computando dados adequados de bombeamento.

É importante ser garantida a manutenção do equipamento de bombeamento de concreto antes/durante a realização dos serviços para que não seja necessária a compatibilização diária com o equipamento hélice, evitando assim retrabalho e possíveis anomalias nos dados computacionais adquiridos.

Devido à grande resistência desenvolvida durante a perfuração, o equipamento deve ter um torque compatível com o diâmetro das estacas e características do terreno, sendo de no mínimo de 200 kN.m (NBR 6122, 2019).

**FIGURA 5: Fluxo De Execução**



FONTE: Elaborada pelo Autor (2019)

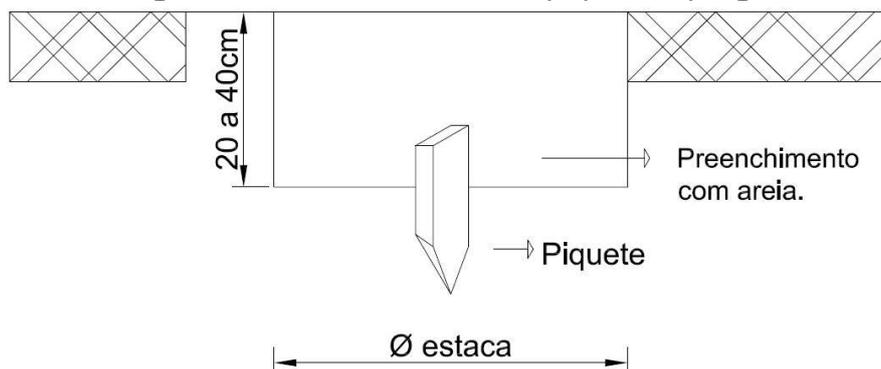
É de extrema importância, seguir um fluxo de serviço (conforme Figura 5) para que seja executado conforme planejado, também deve-se preparar para qualquer tipo de problema que possa existir durante o processo de execução referentes ao serviço. Na Figura 5, é possível observar um esquema elaborado para esse tipo de planejamento.

### 3.2.1.1. MÉTODO EXECUTIVO

#### a) Embocamento

Para dar início ao embocamento, o primeiro passo é identificar o diâmetro da estaca, em seguida escavar no local onde será a realizado furo em uma área de 20 a 40 cm de profundidade, com diâmetro 1 cm maior que o diâmetro definido para a estaca (por exemplo, para estacas de 40cm, escavar com diâmetro de 41cm). Conforme visto na Figura 6.

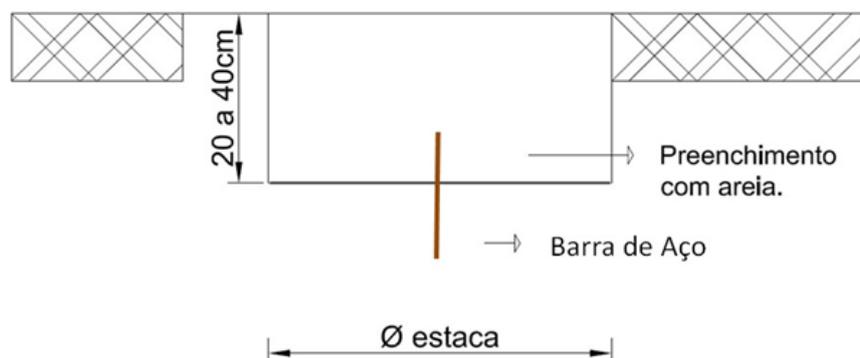
Figura 6: Embocamento com piquete e prego



FONTE: PES 43 – Hélice Contínua Monitorada (2019)

No fundo dessa escavação, posicionar no centro um piquete com um prego na ponta ou uma barra de aço, a fim de indicar o eixo da estaca como está detalhado na Figura 7, preencher toda a área escavada com areia (manter a identificação da estaca, exemplo: adicionar placa com identificação da estaca na cava). A depender do solo, será necessário executar o embocamento com auxílio de boca de lobo (verificar com a consultoria de solos).

Figura 7: Embocamento com Barra de Aço



FONTE: PES 43 – Hélice Contínua Monitorada (2019)

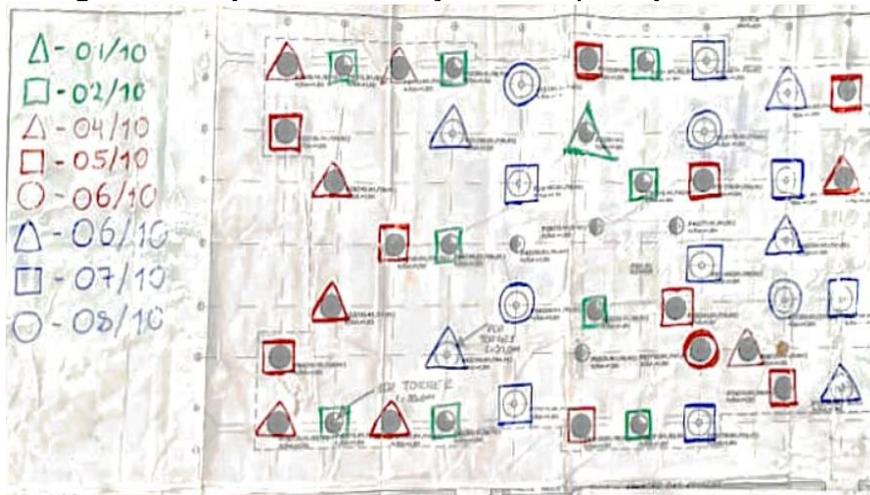
É necessário um trabalho prévio diário com ajuste do equipamento-bomba, preparo antecipado da armação (instalação de mangueiras e espaçadores), o estabelecimento da programação de realização de estacas até o recebimento do concreto e realização do controle tecnológico diário com rastreabilidade.

#### b) Escavação

Para dar início ao processo de escavação, é preciso certificar-se de que a máquina da hélice deve estar posicionada até o ponto de escavação selecionado anteriormente pela equipe da obra. Segundo a NBR 6122 (2019), não se deve executar estacas com espaçamento inferior a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12 h. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro. Em qualquer caso, o projetista e o executor poderão avaliar a eventual necessidade de

aumento desta distância. Por este motivo, foi elaborado um croqui de planejamento que pode ser observado na Figura 8.

Figura 8: Projeto de Fundações com planejamento diário



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

De acordo com a norma 6122/2019, deve-se colocar a hélice de perfuração para iniciar a escavação conferindo o diâmetro especificado, ajustar a plataforma para iniciar a perfuração (ajustar prumo da torre e centralizar a hélice no piquete ou barra de aço). Veja na Figura 9. O indicador eletrônico do equipamento deverá estar calibrado para que não haja desaprumo da escavação, todos os sensores deverão estar em perfeito funcionamento.

Figura 9: Verificação do prumo



Fonte: Capturada pelo Autor (2021)

Escavar o furo da estaca gradativamente com velocidade de rotação e avanço constantes. A perfuração deve ocorrer até a profundidade determinada pela consultoria de solos. A profundidade real e o torque final devem ser registrados na Ficha de Verificação de Serviço (FVS) para análise futura de todos os dados possíveis do serviço executado.

Antes da execução da primeira estaca de cada dia de trabalho (ou sempre que houver necessidade de limpeza da tubulação) deve-se garantir que a tubulação da concretagem, entre o cocho e o trado da hélice contínua, esteja totalmente cheia de concreto. Para tanto, com a tampa metálica da haste interna

do trado removida, deve-se expurgar toda a calda de lubrificação que é lançada antes do concreto (NBR 6122, 2019).

### c) Concretagem.

Para a execução das estacas foi adotado o concreto com  $f_{ck} \geq 30\text{Mpa}$  e abatimento entre 250mm e 280mm. Além disso o Diâmetro do agregado de 4,75mm a 12,5mm, com classe “RO” de R.A.A., teor de exsudação inferior a 4%. A dosagem recomendada tem consumo mínimo de cimento de  $400\text{Kg/m}^3$  e fator água/cimento  $\leq 0,6$ . É necessária a locação de bomba estacionária de concreto no período de execução. A frequência de bombeamento “BOMBA X PERFURATRIZ” deverá ser ajustada anteriormente ao início da execução (concreteira e executor de fundações) para cumprimentos armados superiores a 8m, sugerido adoção de concreto com plasticidade adequada a necessidade de instalação de armação.

A cota de arrasamento deve seguir o projeto estrutural e cada estaca deve ser concretada até o nível do terreno atual. Deve-se retirar o excesso de terra durante a retirada do trado. O consumo real de concreto deve ser registrado na FVS e analisado junto ao consumo estimado. O “sobreconsumo” ou “over-break” é calculado automaticamente na FVS ou em campo com auxílio de uma calculadora e a fórmula. Valores inferiores a 10% deverão ser informados à consultoria de solos/projetista, e os procedimentos solicitados devem ser realizados.

A concretagem é feita por bombeamento simultâneo à retirada do trado conforme visto na Figura 10. É importante observar a pressão do concreto nesse momento, ela nunca pode ser negativa. Isso indica que a velocidade de retirada do trado está mais rápida do que a concretagem, podendo ocorrer seccionamento da estaca. Nesse caso a velocidade de retirada do trado tem que ser reduzida observando a pressão que deve ser sempre positiva.

Figura 10: Processo da concretagem após a perfuração



Fonte: PES 43 – Hélice contínua monitorada (2019)

Após encerramento da concretagem, proceder recuo do equipamento e realização da remoção do solo escavado através de retro-escavadeira (ou equipamento similar) e posteriormente, limpeza “fina” com pás e enxadas, de forma que a superfície de escavação esteja limpa e isenta de impurezas.

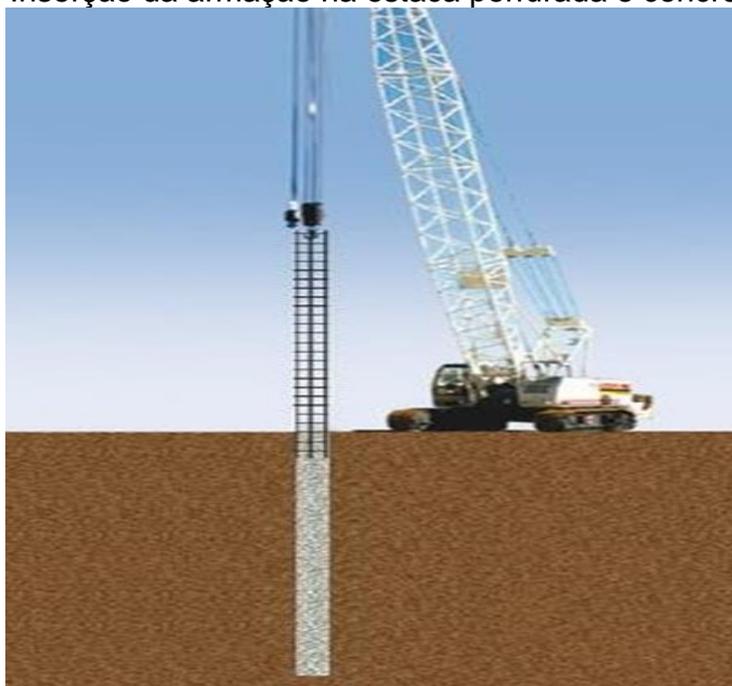
Os concretos destinados à fundação devem seguir a condição A de preparo estabelecida na ABNT NBR 12655. A mistura realizada em central de concreto ou em caminhão-betoneira deve seguir o disposto na ABNT NBR 7212. Os materiais utilizados na fabricação do concreto, como cimento Portland, agregados, água (gelo) e aditivos, devem obedecer às respectivas Normas Brasileiras específicas. (NBR 6122/2019)

#### **d) Armação**

Para a inserção da armadura, a superfície de concretagem deverá estar completamente limpa e isenta de barro. A armação, já previamente montada de acordo com o projeto de fundação, deve ser inserida “aprumada”, logo após a concretagem enquanto o concreto se apresenta em estado fluído conforme visto na FIGURA 11. Caso haja impossibilidade de inserção completa da armadura, a consultoria de solos deverá ser imediatamente informada para orientação sobre o procedimento. As armaduras deverão ser instaladas imediatamente após o término da concretagem das estacas conforme os detalhes específicos, utilizando aço CA-50.

A colocação da armadura em forma de gaiola deve ser feita imediatamente após a concretagem e limpeza das impurezas do topo da estaca. Sua descida pode ser auxiliada por peso ou vibrador. A armadura deve ser enrijecida para facilitar a sua colocação. Os centralizadores, caso utilizados, devem ser colocados aproximadamente 1,0 m do topo e 1,0 m da ponta da armação (NBR 6122, 2019).

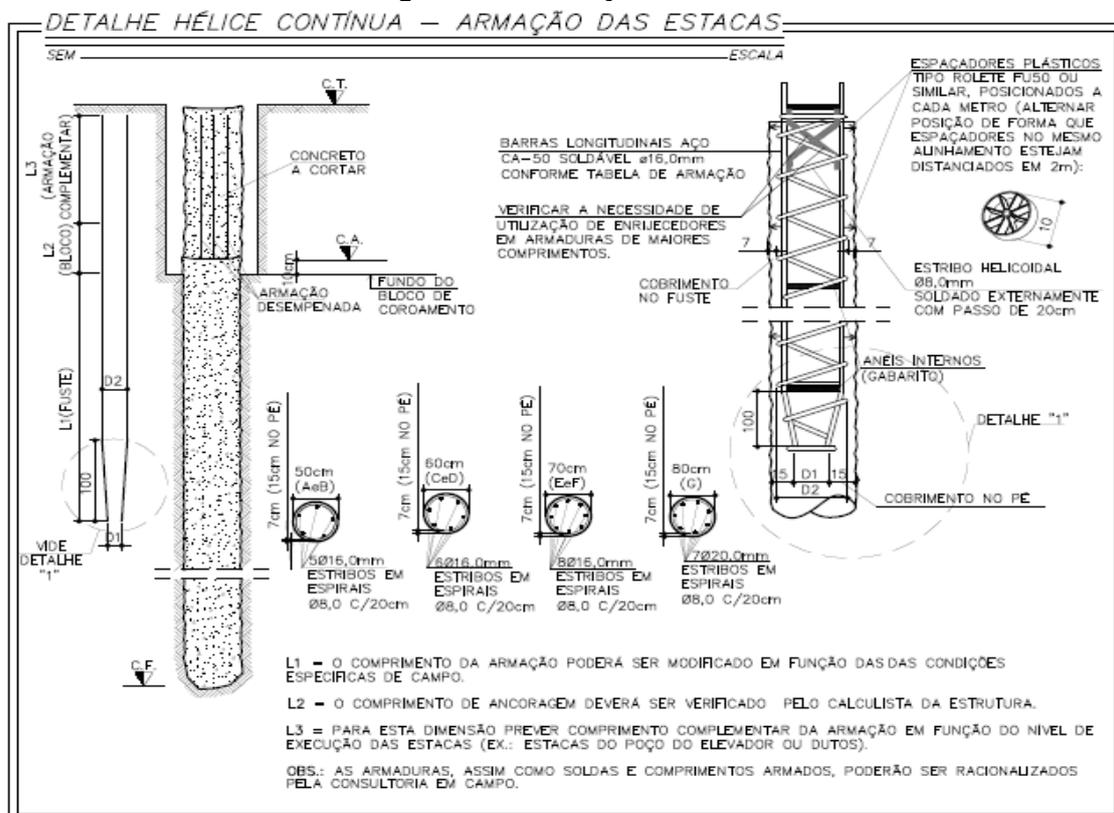
Figura 11: Inserção da armação na estaca perfurada e concretada



Fonte: PES 43 – Hélice contínua monitorada (2019)

Na Figura 12, pode-se observar o detalhamento das armaduras conforme o projeto, indicando sua profundidade, comprimento da armação, a cota de arrasamento, entre outras informações importantes.

Figura 12: Armação das Estacas



Fonte: Projeto de fundações da obra (2019)

Na Tabela 4 foram especificadas as características da ferragem usada, 4 estacas de 500 mm (A), 4 Estacas de 500mm (B), 18 Estacas de 600mm (C), 2 Estacas de 600mm (D), 32 Estacas de 700mm (E), 2 Estacas de 700mm (F) e 30 Estacas de 800mm (G).

As estacas com diâmetros repetidos têm pouca diferença no detalhamento da armadura, algumas são estacas de elevador, contudo, tem sua cota de nível situada um pouco abaixo das outras.

Tabela 4: Armação das Estacas

TABELA DE ARMAÇÃO DAS ESTACAS

Ø ESTACA (cm)	QUANT. DE ESTACAS (un)	Nº BARRAS /ESTACA (un)	ARMADURA LONGITUDINAL					ARMADURA TRANSVERSAL (ESTRIBOS)						
			D2 (cm)	D1 (cm)	Ø BARRAS (mm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	PESO DA BARRA/m (kg/m)	PESO (kg)	Ø DO ESTRIBO (mm)	ESPAÇO (cm)	PESO DA BARRA/m (kg/m)	PESO (kg)
50(A)	04	5	36	20	16,0	720	80	-	1,00	256,00	8,0	20,0	0,40	73,00
50(B)	04	5	36	20	16,0	520	80	200	1,00	256,00	8,0	20,0	0,40	73,00
60(C)	18	6	46	30	16,0	720	80	-	1,60	1382,00	8,0	20,0	0,40	419,00
60(D)	02	6	46	30	16,0	520	80	200	1,60	154,00	8,0	20,0	0,40	47,00
70(E)	32	8	56	40	16,0	720	80	-	1,60	3277,00	8,0	20,0	0,40	910,00
70(F)	02	8	56	40	16,0	520	80	200	1,60	205,00	8,0	20,0	0,40	57,00
80(G)	30	7	66	50	20,0	700	80	-	1,60	4200,00	8,0	20,0	0,40	1008,00
RESUMO DO AÇO CA 50 = 9730,00										CA 50 = 2587,00				
TOTAL + 10% Σ+10% = 10703,00										Σ+10% = 2845,70				

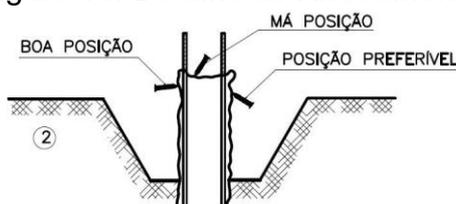
O COMPRIMENTO L2 DEVERÁ SER CONFIRMADO PELO CALCULISTA DA ESTRUTURA A FIM DE GARANTIR COMPRIMENTOS MÍNIMOS DE ANCORAGEM.

Fonte: Projeto de fundações da obra (2019)

### e) Quebra da cabeça da estaca (ARRASAMENTO)

Primeiramente, foi observado o correto arrasamento das estacas (quebra de todo concreto “contaminado”) para realização da ligação adequada entre bloco de coroamento e estaca. Para isso, foi executado um corte com serra circular ao redor de toda a estaca antes da quebra com o martelo. A quebra foi feita com auxílio de um martelo sempre de baixo para cima ou horizontalmente para não danificar a estaca, conforme ilustra a Figura 14.

Figura 14: Detalhe do Arrasamento



Fonte: PES 43 – Hélice contínua monitorada (2019)

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo mostrou de forma resumida tudo o que foi vivenciado em obra, buscando de forma clara mostrar o processo de execução de acordo com a NBR 6122 (2019) desde a sondagem até o arrasamento das estacas para execução dos blocos de coroamento, para que assim desse início ao processo final da fundação. Buscou descrever de forma direta os processos e etapas necessários para que o serviço fosse executado de forma correta e segura obedecendo a norma. Este estudo pode auxiliar na hora de pesquisa para início de uma fundação em hélice contínua, pois, foi elaborado com base teórica e prática de forma prudente.

A escolha da fundação profunda, para esse tipo de obra, está ligada diretamente ao tipo de solo encontrado nessa região, conforme citado no estudo da geologia, Cabedelo-PB, está localizada em uma região de solos que apresentam baixa capacidade de suporte por ser uma região próxima ao mar.

Na análise da profundidade alcançada das estacas, verificou-se que as estacas alcançaram a profundidade máxima de projeto (30 m) segundo os dados fornecidos pelo equipamento da perfuratriz. É muito importante ressaltar que, embora o método executivo de estacas hélice contínua seja automatizado e monitorado, ele depende da sensibilidade e experiência do operador do equipamento. Reforça-se então a necessidade de analisar os dados de monitoramento como controle executivo.

Aos dados de concretagem, foi calculado sobreconsumo em uma planilha que deve ser atualizada diariamente no fim de cada expediente após o término da concretagem, assim todos os dados estão corretamente inseridos com cautela e segurança.

A utilização de todos os meios possíveis para aumentar a confiabilidade e segurança da fundação, frente ao pouco conhecimento acerca do real comportamento das fundações é confirmada, ressaltando a importância dos dados fornecidos. Portanto, a análise de todos os dados apresenta-se como importantes ferramentas, frente ao objetivo principal, o aumento da confiabilidade da fundação.

## REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 6122: projeto de execução de fundações. 3.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ABNT. NBR 6484: solo - sondagem de simples reconhecimento com SPT - método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT. NBR 7250: identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ABNT. NBR 8036: programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ALÉM DA INERCIA. Entenda uma sondagem SPT. Disponível em: <https://alemdainercia.com/2016/08/09/entenda-uma-sondagem-spt/>. Acesso em: 23 abr. 2022

GEOFIX FUNDAÇÕES. Hélice continua monitorada. Disponível em: [http://www.estacas.com.br/geofix2009/galerias/helice\\_continua\\_monitorada.pdf](http://www.estacas.com.br/geofix2009/galerias/helice_continua_monitorada.pdf). Acesso em: 24 abr. 2022

GEYER ESTAQUEAMENTOS LTDA Equipamentos: máquinas para a execução de estacas hélice continua. Disponível em: <http://www.geyer.com.br/institucional/contendo.php?id=equipamentos>. Acesso em: 25 abr.2022

GNG FUNDAÇÕES. Especificações de estaca de hélice continua. Disponível em: <http://www.gngfundacoes.com.br/especificacoes/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

SCHNAID, Fernando; ODEBRECHT, Edgar. Ensaio de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações. 2ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. Fundações: Critérios de Projeto, Investigação do Subsolo, Fundações Superficiais, Fundações Profundas. São Paulo: Oficina de textos. 2010

VORCARO, M.C; VELLOSO, D. A.. Avaliação de carga última em estacas hélice-contínua por regressão linear múltipla. In: Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, 4., 2000, São Paulo. Anais... São Paulo: ABMS, 2000. V. 2, p. 331-334.