



SENAPPEN

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA

CENTRO COMUNITÁRIO PELA VIDA CONVIVE

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

FUNDAÇÃO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	FUNDAÇÃO TIPO RASA	1
3	FUNDAÇÃO TIPO PROFUNDA.....	2
4	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO E EXECUÇÃO FUNDAÇÃO RASA	7
5	CRITÉRIOS DE DIEMSNIOANMENTO E EXECUÇÃO FUNDAÇÃO PROFUNDA	9
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
6.1	FUNDAÇÃO RASA	15
6.2	FUNDAÇÃO PROFUNDA.....	16

1 INTRODUÇÃO

O CONVIVE é um projeto que possui o propósito de construção de Centros Comunitários em todo território nacional.

Nesta fase do projeto, os locais onde este empreendimento será implantado ainda não foram definidos. Diante disso, este relatório tem como objetivo apresentar as premissas adotadas para a escolha de dois tipos de fundação, uma rasa e outra profunda, e os critérios adotados para seu dimensionamento.

Conforme dito, teve-se que adotar alguns dados geotécnicos para a escolha e dimensionamento da fundação. Contudo, em etapa posterior, deverão ser realizados ensaios geotécnicos, “in-loco”, conforme aponta o documento Especificação Técnica – Ensaios Geotécnicos, para execução do Projeto Executivo de Fundações.

Ressalta-se que este relatório não exime o Contratado de realizar os ensaios geotécnicos do terreno do empreendimento, pois, somente com estes, obter-se-ão as características geotécnicas do solo e, por seguinte, poderá ser feito o dimensionamento da fundação do local de implantação do empreendimento.

2 FUNDAÇÃO TIPO RASA

A NBR 6122/2019 define fundação rasa (direta ou superficial) como elemento de fundação cuja base está assentada em profundidade inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação, recebendo as tensões distribuídas que equilibram a carga aplicada. Temos os seguintes tipos:

- bloco;
- sapata;
- radier.

Os blocos são elementos em concreto simples, ou seja, não armados. Devido a magnitude e o tipo de cargas deste projeto, esse tipo de fundação foi descartado.

A fundação tipo sapata se torna inviável economicamente quando a somatória das áreas da base é superior a 70% da área projetada da edificação. A partir desse valor, o radier se torna a fundação mais adequada.

Em qualquer projeto de fundação, existem diversos fatores que podem influenciar na escolha do tipo de fundação a ser utilizado tais como a carga que será transmitida ao solo, a natureza e as características geotécnicas do solo onde será executada. Dentre essas características é importante enfatizar que, para fundações diretas, a tensão admissível do solo é uma das principais.

Diante da ausência desses parâmetros, para que se tornasse possível dimensionar as sapatas ou o radier, estimou-se a tensão admissível do solo em 0,10MPa. Esse valor corresponderia a um solo arenoso pouco compacto ou um solo argiloso de consistência média.

Então, com o valor estimado da tensão admissível do solo e com as cargas da fundação, calculou-se a área necessária das bases das sapatas capazes de resistirem aos esforços. Definidas as áreas das sapatas, verificou-se que esta seria o tipo de fundação rasa mais adequada ao Projeto diante das premissas assumidas.

3 FUNDAÇÃO TIPO PROFUNDA

As fundações profundas são elementos que transmitem a carga ao terreno ou pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, sendo sua ponta ou base apoiada em uma profundidade superior a oito vezes a sua menor dimensão e no mínimo 3,0m. Neste tipo de fundação, incluem-se as estacas e tubulões.

As estacas se dividem em dois tipos, as estacas moldadas “in-loco” e as pré-moldadas. Para as moldadas “in-loco”, temos os seguintes tipos:

- Estaca Strauss;
- Estacas Franki;
- Estacas escavadas com trado mecânico, sem fluido estabilizante;
- Estacas raiz;
- Estacas hélice contínua monitorada.

Já as pré-moldadas são:

- Estacas de madeira;
- Estacas pré-moldadas de concreto;
- Estacas metálicas ou de aço.

Como as condições das edificações vizinhas é um fator desconhecido, as estacas pré-moldadas e as estacas Franki serão eliminadas deste estudo, devido às vibrações causadas durante suas cravações.

A tabela abaixo apresenta as vantagens e desvantagens para os demais tipos de estacas:

Tipo de Estaca	Vantagem	Desvantagem
Raiz	Ausência de vibração e descompressão do terreno, podendo então ser utilizada em terrenos com construções vizinhas; Possibilidade de execução em áreas de espaço limitado, devido ao equipamento ser de pequeno e médio porte; Utilização em terrenos com presença de matacões, rochas e concreto, tem capacidade de perfuração de matérias rígidas; Possibilidade de combater esforços de flexão; Execução com maiores inclinações (0 a 90°); Não provoca poluição sonora.	Custo elevado; Alto consumo de cimento; Alto consumo de ferragens para as armaduras; Grande impacto ambiental; Obra alagada devido ao grande consumo de água.
Hélice Contínua	Alta produtividade comparada a outros tipos de estacas de fundação. Alta capacidade de carga das estacas. Não gera vibrações no terreno. Conta com monitoramento eletrônico em toda a sua execução, controlando a profundidade, a inclinação e verticalização do trado helicoidal, velocidade de rotação e avanço do trado, dentro outros. Podem ser executadas estacas de grande profundidade, até 38 metros aproximadamente. Podem ser executadas acima ou abaixo do lençol freático. Penetra camadas resistentes do solo (até SPT = 50).	É um equipamento grande e por isso necessita-se de uma área ampla na obra e de terreno plano ou pouco inclinado para a sua instalação. Não podem ser executadas em terrenos com presença de rochas e matacões. Custo relativamente alto se comparado a outros métodos de execução de fundações devido a mobilização dos equipamentos.
Escavada mecanicamente	Alta produtividade; Pouca vibração; Menor custo comparada a hélice e raiz; Mobilidade do equipamento;	Profundidade limitada a ausência de água durante todo processo executivo; Dificuldade de execução em solos residuais duros
Strauss	Fator custo/benefício favorável. Não gera vibrações no solo suficientes para danificar edificações vizinhas.	Geralmente produz muita lama. Capacidade de carga baixa. Não é recomendado para solo mole devido ao estrangulamento do fuste e não recomendado para solo com lençol freático alto

Devido a sua limitação em terrenos de solo mole e, principalmente, a sua baixa capacidade de carga, a estaca tipo Strauss será desconsiderada desse estudo. A estaca raiz, também será descartada, por conta de seu elevado custo.

Com isso, partiu-se para verificação dos custos das estacas tipo hélice e escavada. A Tabela desonerada do SINAPI para região do DF de julho de 2023 das apresenta os seguintes valores:

Estaca Escavada mecanicamente Φ40cm:

100897	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 40CM DE DIÂME	M							
	TRO, CONCRETO LANÇADO POR CAMINHÃO BETONEIRA (EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESM								
	OBILIZAÇÃO). AF 01/2020_PA								
I	38405 CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SL M3	CR	0,1426000	491,16	70,0				
	UMP = 130 +/- 20 MM, EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)								
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2795000	22,69	6,3				

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1

1306 de 4002

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO

DATA DE EMISSÃO:18/01/2024 23:56:4

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE PREÇOS DA MÃO-DE-OBRA: 110,14% (HORA) 70,04% (MÊS)

DATA REFERENCIA TECNICA: 18/01/2024

ABRANGENCIA: NACIONAL

VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL

C	90680 PERFURATRIZ HIDRÁULICA SOBRE CAMINHÃO COM TRADO CURTO ACOPLADO, PROFUNDIDA CHF	AS	0,0342000	414,05	14,1				
	DE MÁXIMA DE 20 M, DIÂMETRO MÁXIMO DE 1500 MM, POTÊNCIA INSTALADA DE 137 H								
	P, MESA ROTATIVA COM TORQUE MÁXIMO DE 30 KNM - CHF DIURNO. AF 06/2015								
C	90681 PERFURATRIZ HIDRÁULICA SOBRE CAMINHÃO COM TRADO CURTO ACOPLADO, PROFUNDIDA CHI	AS	0,0612000	175,62	10,7				
	DE MÁXIMA DE 20 M, DIÂMETRO MÁXIMO DE 1500 MM, POTÊNCIA INSTALADA DE 137 H								
	P, MESA ROTATIVA COM TORQUE MÁXIMO DE 30 KNM - CHI DIURNO. AF 06/2015								
C	90778 ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0064000	131,09	0,8				
C	95579 MONTAGEM DE ARMADURA DE ESTACAS, DIÂMETRO = 16,0 MM. AF 09/2021 PS	KG	1,3913000	8,90	12,3				
C	97913 TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA EM REVESTIMENTO M3XKM	AS	0,0524000	3,29	0,1				
	PRIMÁRIO (UNIDADE: M3XKM). AF 07/2020								
C	100973 CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASC M3	AS	0,1571000	8,93	1,4				
	ULANTE 6 M³ - CARGA COM FÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M³ / 128 HP)								
	E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF 07/2020								
	EQUIPAMENTO	:	20,07	17,2957063	%				
	MATERIAL	:	88,81	76,8274228	%				
	MÃO DE OBRA	:	7,05	6,0768698	%				
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	116,05	100,0000000	%				

A tabela SINAPI não apresenta o custo para estaca hélice cujo diâmetro é 40cm. Então, será feita uma média do custo da estaca de Φ30cm e Φ50cm:

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA
SECRETARIA NACIONAL DE POLÍTICAS PENAIS

- Estaca Hélice $\Phi 30\text{cm}$:

100651	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA, DIÂMETRO DE 30 CM, INCLUSO CONCRETO FCK=30MPA E AR M					
	MADURA MINIMA (EXCLUSIVE BOMBEAMENTO, MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF 12					
	/2019 PA					
I	43360 CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SL M3	CR	0,1133000	570,76	64,66	
	UMP = 220 +/- 30 MM, EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)					
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,2509000	22,69	5,69
C	90674 PERFURATRIZ COM TORRE METÁLICA PARA EXECUÇÃO DE ESTACA HÉLICE CONTÍNUA, PR CHF	AS	0,0242000	683,59	16,54	
	OFUNDIDADE MÁXIMA DE 30 M, DIÂMETRO MÁXIMO DE 800 MM, POTÊNCIA INSTALADA D					
	E 268 HP, MESA ROTATIVA COM TORQUE MÁXIMO DE 170 KNM - CHP DIURNO. AF 06/2					
	015					

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1

1295 de 4002

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO

DATA DE EMISSÃO: 18/01/2024 23:56:42

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE PREÇOS DA MÃO-DE-OBRA: 110,14% (HORA) 70,04% (MÊS)
ARRANGENCIA: NACIONAL

DATA REFERENCIA TECNICA: 18/01/2024

VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL

C	90675 PERFURATRIZ COM TORRE METÁLICA PARA EXECUÇÃO DE ESTACA HÉLICE CONTÍNUA, PR CHI	AS	0,0594000	296,87	17,63	
	OFUNDIDADE MÁXIMA DE 30 M, DIÂMETRO MÁXIMO DE 800 MM, POTÊNCIA INSTALADA D					
	E 268 HP, MESA ROTATIVA COM TORQUE MÁXIMO DE 170 KNM - CHI DIURNO. AF 06/2					
	015					
C	90776 ENCARREGADO GERAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0836000	24,25	2,02
C	90778 ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0157000	131,09	2,05
C	95579 MONTAGEM DE ARMADURA DE ESTACAS, DIÂMETRO = 16,0 MM. AF 09/2021 FS	KG	AS	2,2428000	8,90	19,96
C	95584 MONTAGEM DE ARMADURA TRANSVERSAL DE ESTACAS DE SEÇÃO CIRCULAR, DIÂMETRO =	KG	AS	0,2185000	14,70	3,21
	6,30 MM. AF 09/2021 FS					
C	97913 TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA EM REVESTIMENTO M3XKM	AS	0,0290000	3,29	0,09	
	PRIMÁRIO (UNIDADE: M3XKM). AF 07/2020					
C	100973 CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASC M3	AS	0,0966000	8,93	0,86	
	ULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M³ / 128 HP)					
	E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF 07/2020					
	EQUIPAMENTO	:	29,68	22,3678230 %		
	MATERIAL	:	92,75	69,8833511 %		
	MÃO DE OBRA	:	10,38	7,2488259 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	132,71	100,0000000 % - ORIGEM DE PREÇO: AS		

- Estaca Hélice $\Phi 50\text{cm}$:

100652	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA, DIÂMETRO DE 50 CM, INCLUSO CONCRETO FCR-30MPA E A M								
	ARMADURA MÍNIMA (EXCLUSIVO BOMBEAMENTO, MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO). AF 1								
	2/2019 PA								
I	43360 CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SL M3	CR	0,2776000	570,76	158,4				
	UMP = 220 +/- 30 MM, EXCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)								
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,3070000	22,69	6,9			

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1

1296 de 4001

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO

DATA DE EMISSÃO: 18/01/2024 23:56:4

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE PREÇOS DA MÃO-DE-OBRA: 110,14% (HORA) 70,04% (MÊS)

DATA REFERÊNCIA TÉCNICA: 18/01/2024

ABRANGÊNCIA: NACIONAL

VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL

C	90674 PERFURATRIZ COM TORRE METÁLICA PARA EXECUÇÃO DE ESTACA HÉLICE CONTÍNUA, PR CHP	AS	0,0296000	683,59	20,2				
	OFUNDIDADE MÁXIMA DE 30 M, DIÂMETRO MÁXIMO DE 800 MM, POTÊNCIA INSTALADA D								
	E 268 HP, MESA ROTATIVA COM TORQUE MÁXIMO DE 170 KNM - CHP DIURNO. AF 06/2								
	015								
C	90675 PERFURATRIZ COM TORRE METÁLICA PARA EXECUÇÃO DE ESTACA HÉLICE CONTÍNUA, PR CHI	AS	0,0727000	296,87	21,5				
	OFUNDIDADE MÁXIMA DE 30 M, DIÂMETRO MÁXIMO DE 800 MM, POTÊNCIA INSTALADA D								
	E 268 HP, MESA ROTATIVA COM TORQUE MÁXIMO DE 170 KNM - CHI DIURNO. AF 06/2								
	015								
C	90776 ENCARGADO GERAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1023000	24,25	2,4			
C	90778 ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0192000	131,09	2,5			
C	95579 MONTAGEM DE ARMADURA DE ESTACAS, DIÂMETRO = 16,0 MM. AF 09/2021 PS	KG	AS	3,3641000	8,90	29,9			
C	95584 MONTAGEM DE ARMADURA TRANSVERSAL DE ESTACAS DE SEÇÃO CIRCULAR, DIÂMETRO =	KG	AS	0,4916000	14,70	7,2			
	6,30 MM. AF 09/2021 PS								
C	97913 TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA EM REVESTIMENTO M3XKM	AS	0,0773000	3,29	0,2				
	PRIMÁRIO (UNIDADE: M3XKM). AF 07/2020								
C	100973 CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASC M3	AS	0,2576000	8,93	2,3				
	ULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M³ / 128 HP)								
	E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF 07/2020								
	EQUIPAMENTO	:	36,95	14,6687382 %					
	MATERIAL	:	201,26	79,8892476 %					
	MÃO DE OBRA	:	13,70	5,4420142 %					
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	251,91	100,0000000 % - ORIGEM DE PREÇO: AS					

Então, o valor médio seria de R\$192,31.

Percebe-se então que as estacas escavadas possuem um custo menor do que a hélice, além disso, seus equipamentos possuem maior mobilidade. Sua desvantagem é a restrição quanto à execução em terrenos cujo lençol freático se faz presente e em solos muito resistentes.

Diante do exposto, conclui-se então que a estaca escavada mecanicamente seria a solução técnico-econômica mais recomendada para fundação tipo profunda deste projeto referencial.

4 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO E EXECUÇÃO FUNDAÇÃO RASA

A grandeza fundamental para o projeto de fundações rasas é a tensão admissível. Essas tensões devem satisfazer simultaneamente aos estados limites últimos (ELU) e de serviço (ELS), para cada elemento isolado de fundação, bem como para o conjunto.

Diante da ausência dos dados geotécnicos, adotou-se uma tensão admissível do solo igual a 0,1MPa para o dimensionamento das sapatas.

O concreto armado da sapata deve atender as seguintes características:

:

- Concreto:
 - a) Classe de agressividade ambiental II;
 - b) Resistência característica a compressão: $f_{ck} \geq 30$ MPa;
 - c) Módulo de Elasticidade: $E_{cs}=26$ GPa
 - d) Consumo mínimo de cimento: 320 kg/m³ de concreto;
 - e) Fator água-cimento $\leq 0,55$;
 - f) Slump: 130 \pm 20mm.
- Armadura para concreto armado:
 - a) Aço CA-50
 - b) Tensão de escoamento: $f_y = 500$ MPa;
 - c) Cobrimento da armadura = 4,0cm.

Para execução das sapatas devem ser atendidos os seguintes procedimentos:

- Para escavação em solo, caso se utilizem equipamentos mecânicos, a profundidade de escavação com esses equipamentos deve ser paralisada a no mínimo 30cm acima da cota de arrasamento prevista, sendo a parcela final removida manualmente;
- Para escavação em rocha quando forem empregados martelos, rompedores ou até mesmo explosivos, deverão ser removidos demais blocos soltos;
- Antes da concretagem, o solo ou rocha de apoio das sapatas, isento de material solto, deve ser vistoriado por profissional habilitado, que confirma “in loco” a

- capacidade de suporte do material. Esta inspeção deve ser feita com penetrômetro de barra manual ou outros ensaios expeditos de campo;
- Caso haja necessidade de aprofundar a cava, a diferença entre cota de assentamento prevista e cota “de obra” pode ser eliminada com preenchimento de concreto não estrutural (consumo mínimo de 150kg/m^3) até a cota prevista. Alternativamente pode-se aumentar o comprimento do pilar, desde que seja feita consulta prévia ao projetista estrutural, que indicará as eventuais medidas adicionais que deverão ser adotadas;
 - O fundo da cava deverá ser regularizado com lastro de concreto não estrutural, em espessura mínima de 5cm. A superfície final deve ser plana e horizontal;
 - Para sapatas assentes em rocha há necessidade de camada de regularização com espessura necessária para garantir uma superfície final plana e horizontal;
 - Após a cura da sapata, deve ser procedido o reaterro compactado da cava.

Para se assegurar um bom desempenho, o solo de apoio deve ser aprovado por profissional habilitado antes das concretagens. Em caso de dúvidas, devem ser programadas provas de carga em placas que simulem o comportamento desses elementos, com interpretação de resultados que considere o efeito de escala.

O projeto de fundação foi desenvolvido considerando a inexistência de bolsões de solo mole, solo colapsível, camadas instáveis, aterros sem controle de compactação, matéria orgânica, lixo, entulho, dolinas, cavernas, afloramento de rocha e outros materiais que possam comprometer a estabilidade das fundações. Foi considerado ainda a inexistência do nível de água, em qualquer estação do ano, nos primeiros 5,0m de profundidade em qualquer ponto do terreno em que a obra será edificada. Tais considerações deverão ser avaliadas in loco pelo engenheiro responsável pela execução e, em caso de divergência, o autor do projeto deverá ser consultado.

É pertinente lembrar que, diante da ausência de parâmetros geotécnicos, adotou-se a tensão admissível do solo em 0,10MPa para o dimensionamento das sapatas.

5 CRITÉRIOS DE DIAMETRAMENTO E EXECUÇÃO FUNDAÇÃO PROFUNDA

Conforme apresentado neste relatório, para o Projeto Convive, foi adotada fundação profunda tipo estaca escavada com trado mecânico sem fluido estabilizante.

Esses tipos de estaca são moldados “in loco”, por meio da concretagem de um furo executado por trado espiral, que são empregadas onde o perfil do subsolo tem características tais que o furo se mantenha estável sem necessidade de revestimento ou fluido estabilizante. A profundidade é limitada ao nível de água durante todo o processo executivo, da perfuração à concretagem.

A grandeza fundamental para o projeto de fundações profundas por estaca é a carga admissível. Essa carga deve satisfazer simultaneamente aos estados limites últimos (ELU) e de serviço (ELS), para cada elemento isolado, bem como para o conjunto.

Diante da ausência dos dados geotécnicos, utilizando os dados paramétricos, foram encontradas as seguintes capacidades de carga para estaca escava mecanicamente sem fluido estabilizantes com diâmetro igual a 40cm:

- 200kN para estaca com profundidade de 8,0m;
- 350KN para estaca com profundidade de 12,0m;
- 575kN para estaca com profundidade de 16,0m.

Informa-se que, para obtenção da capacidade de carga da estaca, foi considerada a contribuição da resistência de ponta. O executor deve, antes da execução, assegurar que são cumpridos os procedimentos executivos mínimos da ABNT NBR6122 de forma a obter o contato efetivo entre a ponta da estaca e solo competente.

O concreto armado das estacas deve atender as seguintes características:

- Concreto:
 - a) Classe de agressividade ambiental II;
 - b) Resistência característica a compressão: $f_{ck} \geq 30$ MPa;
 - c) Módulo de Elasticidade: $E_{cs}=26$ GPa
 - d) Consumo mínimo de cimento: 280 kg/m³ de concreto;
 - e) Fator água-cimento $\leq 0,60$;
 - f) Slump = 140±20mm
 - g) Teor de exsudação inferior a 4%.

- Armadura para concreto armado:
 - a) Aço CA-50
 - b) Tensão de escoamento: $f_y = 500$ MPa;
 - c) Cobrimento da armadura = 4,0cm.

O concreto destinado à fundação deve 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 o cimento Portland, agregados, água (gelo) e aditivos, devem obedecer às respectivas Normas Brasileiras específicas.

O controle de aceitação do concreto deve ser feito baseado na resistência à compressão dos corpos de provas moldados conforme a ABNT NBR 5738 e ensaiados conforme a ABNT NBR 5739. A amostragem e controle estatístico para aceitação do concreto deve ser realizado de acordo com ABNT NBR 12655.

Para execução das estacas devem ser atendidos os seguintes procedimentos:

- A perfuração é feita com trado curto acoplado a uma haste até a profundidade especificada no projeto, devendo-se confirmar as características do solo através da comparação com a sondagem mais próxima. O fundo da perfuração deve ser apiloado com soquete.
- A concretagem deve ser feita no mesmo dia da perfuração, através de um funil que tenha comprimento mínimo de 1,50m. A finalidade desse funil é orientar o fluxo de concreto.
- A armadura projetada deverá ser colocada no furo antes da concretagem.
- Não se deve executar estacas com espaçamento inferior a três diâmetros em intervalo inferior a 12h.
- Pelo menos 1% das estacas e, no mínimo uma por obra, deve-se ser exposta abaixo da cota de arrasamento para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.

- Para ligação da estaca com o bloco de coroamento devem ser observadas a cota de arrasamento e o comprimento das esperas (arranques) definidos no projeto.
- O trecho da estaca acima da cota de arrasamento deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos. Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (potência < 1000W) para seções de até 900cm². O acerto final do topo das estacas demolidas deve ser efetuado com uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada.
- Caso haja concreto inadequado abaixo da cota de arrasamento, o trecho deve ser demolido e recomposto. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à do concreto da estaca.
- No caso de comprimento de arranque inferior ao do projeto, deve-se executar emenda por traspasse ou traspasse e solda, conforme ABNT NBR6118. Caso necessário, a estaca pode ser demolida e recomposta para que o comprimento da emenda seja respeitado.

O projeto de fundação foi desenvolvido considerando a inexistência de bolsões de solo mole, solo colapsível, camadas instáveis, aterros sem controle de compactação, matéria orgânica, lixo, entulho, dolinas, cavernas, afloramento de rocha e outros materiais que possam comprometer a estabilidade das fundações. Foi considerado ainda a inexistência do nível de água, em qualquer estação do ano, correspondente à cota das bases das estacas acrescida de 1,0 metro em qualquer ponto do terreno em que a obra será edificada. Devem ser feitos registros de execução das estacas. Para isso, deve ser preenchido o boletim de controle de execução diariamente para cada estaca, devendo constar as seguintes informações:

- a) Identificações gerais: obra, local, nome do operador, executor, contratante.
- b) Data da execução;
- c) Identificação da estaca: diâmetro, nome ou número conforme projeto de fundação;
- d) Comprimento da perfuração;
- e) Comprimento concretado;
- f) Desvio de locação (se houver);

- g) Consumo médio de concreto por estaca, com base no volume do concreto do caminhão betoneira;
- h) Características da perfuratriz;
- i) Horário de início e fim da perfuração;
- j) Horário de início e fim da concretagem;
- k) Posicionamento da armação;
- l) Observações relevantes;
- m) Nome e assinatura do executor;
- n) Nome e assinatura da FISCALIZAÇÃO E CONTRANTE.

Conforme a ABNT NBR 6122, é obrigatória a execução de provas de carga estáticas de desempenho no decorrer do estaqueamento, em obras que tiverem um número de estacas superior ao valor especificado na coluna B da Tabela 6:

Tabela 6 – Quantidade de provas de carga

Tipo de estaca	A Tensão de trabalho abaixo da qual não serão obrigatórias provas de carga, desde que o número de estacas da obra seja inferior à coluna (B), em MPa ^{b c d}	B Número total de estacas da obra a partir do qual serão obrigatórias provas de carga ^{b c d}
Pré-moldada ^a	7,0	100
Madeira	—	100
Aço	0,5 f_{yk}	100
Hélice, hélice de deslocamento, hélice com trado segmentado (monitoradas)	5,0	100
Estacas escavadas com ou sem fluido $\varnothing \geq 70$ cm	5,0	75
Raiz ^e	$\leq \varnothing 310$ mm = 15,0	75
	$\geq \varnothing 400$ mm = 13,0	
Microestaca ^e	15,0	75
Trado vazado segmentado	5,0	50
Franki	7,0	100
Escavadas sem fluido $\varnothing < 70$ cm	4,0	100
Strauss	4,0	100

^a Para o cálculo da tensão de trabalho consideram-se estacas vazadas como maciças, desde que a seção vazada não exceda 40 % da seção total.

^b Os requisitos acima são válidos para as seguintes condições (não necessariamente simultâneas):

- áreas onde haja experiência prévia com o tipo de estaca empregado.
- onde não houver particularidades geológico-geotécnicas.
- quando não houver variação do processo executivo padrão.
- quando não houver dúvida quanto ao desempenho das estacas.

^c Quando as condições desta Tabela não ocorrerem, devem ser feitas provas de carga em no mínimo 1 % das estacas, observando-se um mínimo de uma prova de carga (conforme ABNT NBR 12131), qualquer que seja o número de estacas.

^d As provas de carga executadas exclusivamente para avaliação de desempenho devem ser levadas até que se atinja pelo menos duas vezes a carga admissível ou até que se observe um deslocamento que caracterize ruptura. Caso exista prova de carga prévia, as provas de carga de desempenho devem ser levadas até que se atinja pelo menos 1,6 vezes a carga admissível ou até que se observe um deslocamento que caracterize ruptura.

^e Diâmetros de perfuração conforme Anexo K.

Quando atingido o limite de exigibilidade de provas de carga de desempenho, o número de provas de carga deve ser estabelecido da seguinte forma: calcular 1% do número total de estacas da obra, arredondando para uma casa decimal, e em seguida arredondar o número obtido, com uma casa decimal, para o número inteiro mais próximo, considerando que o dígito 5 sempre é arredondado para cima. A quantidade de estacas a ser considerada é a soma das estacas de todas as edificações mesmo de diferentes tipos.

Quando atingido o limite de exigibilidade de provas de carga de desempenho, pelo menos uma prova de carga estática ou ensaios de carregamento dinâmico devem ser feitos nas estacas da edificação principal da obra.

No Projeto Convive tem-se os seguintes números de estacas projetados:

Bloco	Estaca 40cm	Estaca 30cm	Estaca 25cm
Assistência	66		
Auditório	32		
Campo Society			60
Casa de Bombas	6		
Casa de Lixo	12		
Ensino	28		
Reservatório Elevado	9		
Guarita	6		
Quadra		48	
Vestiário	23		
TOTAL	182	48	60

Desta forma, seria necessária a execução de pelo menos 3 provas de carga estática. É importante citar que a ABNT NBR6122 permite que, para comprovação de desempenho, as provas de carga estática à compressão podem ser substituídas por ensaio de carregamento dinâmico na proporção de cinco ensaios dinâmicos para um estático.

Opção 1

Número de ensaios de Prova de Carga Estática: **3**

Opção 2

Número de ensaios de Prova de Carga Estático: **1**

Número de ensaios de Prova de Carga Dinâmica: **10**

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o exposto, nesta fase de projeto, os terrenos de implantação do empreendimento ainda não se encontram definidos, impossibilitando assim o conhecimento dos dados geotécnicos.

Baseado nas características inerentes de cada tipo de fundação e nas magnitudes das cargas que serão transmitidas, fez-se um estudo para definir um tipo de fundação rasa e outra profunda para o Projeto Referencial de Fundação.

Ressalta-se que, é essencial que a Contratada realize os ensaios geotécnicos propostos na Especificação Técnica – Ensaios Geotécnicos. Após os ensaios e baseando nas informações dos relatórios desses ensaios, a Contratada deverá executar o Projeto Executivo de Fundações.

Nota-se que o Projeto Básico Referencial seguiu os seguintes preceitos:

6.1 FUNDAÇÃO RASA

- a) inexistência, em qualquer profundidade, de bolsões de solo mole, solo colapsível, solo expansivo, camadas instáveis, aterros sem controle de compactação, matéria orgânica, lixo, entulho, dolinas, cavernas e outros materiais ou características que possam comprometer a estabilidade ou a execução das fundações;
- b) inexistência, em qualquer profundidade que tenha influência na execução das sapatas, de afloramentos de rocha ou outras características que possam comprometer a execução das fundações;
- c) ausência de nível d'água, em qualquer estação do ano, nos primeiros 5,0 metros de profundidade, em qualquer ponto do terreno em que a obra será edificada;
- d) presença de camadas superficiais de solo resistentes e com alta compacidade, para apoio das sapatas. A tensão admissível de projeto para o solo sob os elementos de fundação deverá ser igual ou superior a 1,0 kgf/cm² em qualquer profundidade e em toda a projeção das edificações;
- e) em qualquer ponto do terreno, o solo deve possuir características geomecânicas que possibilitem a escavação, sem a necessidade de contenção lateral, das cavas em que as sapatas serão executadas;

- f) demais recomendações para projeto e execução de fundações rasas, diretas ou superficiais previstas na ABNT NBR 6122:2019 ou demais normas técnicas aplicáveis.

6.2 FUNDAÇÃO PROFUNDA

- a) inexistência, em qualquer profundidade, de bolsões de solo mole, solo colapsível, solo expansivo, camadas instáveis, aterros sem controle de compactação, matéria orgânica, lixo, entulho, dolinas, cavernas e outros materiais ou características que possam comprometer a estabilidade ou a execução das fundações;
- b) inexistência, em qualquer profundidade que tenha influência na execução dos blocos ou das estacas, de afloramentos de rocha ou outras características que possam comprometer a execução das fundações;
- c) ausência de nível d'água, em qualquer estação do ano, na profundidade correspondente à cota das bases das estacas acrescida de 1,0 metro, em qualquer ponto do terreno em que a obra será edificada;
- d) presença de camadas de solo resistentes e com alta compacidade, para suporte dos fustes e bases das estacas;
- e) em qualquer ponto do terreno, o solo deve possuir características geomecânicas que possibilitem a escavação, sem a necessidade de contenção lateral, das cavas em que os blocos serão executados;
- f) em qualquer ponto do terreno, o solo deve possuir características geomecânicas que possibilitem a escavação mecânica das estacas sem a necessidade de utilização de fluido estabilizante ou aplicação de camisas para contenção do solo;
- g) demais recomendações para projeto e execução de fundações profundas em blocos sobre estacas escavadas não encamisadas e sem fluido estabilizante previstas na ABNT NBR 6122:2019 ou demais normas técnicas aplicáveis.

Ressalta-se que, buscando não descaracterizar as soluções utilizadas nos projetos básicos referenciais, deverão ser observadas as seguintes limitações:

- a) Para adequação do projeto referencial de fundação rasa, para todos os elementos de fundação, deverão ser mantidos:
 - I. o tipo de fundação (sapatas isoladas em concreto armado);
 - II. a locação das sapatas;
 - III. as características do concreto estrutural;
 - IV. o cobrimento das armaduras;
 - V. a profundidade máxima dos elementos de fundação, não superior a 3,0 metros em relação ao nível do piso acabado.
- b) Para adequação do projeto referencial de fundação rasa, poderão ser alterados, mediante justificativa técnica submetida e aprovada pela Senappen:
 - I. as dimensões das sapatas;
 - II. as armaduras;
 - III. a profundidade das sapatas, desde que não ultrapasse a profundidade máxima estabelecida no item anterior.
- c) Para adequação do projeto referencial de fundação profunda, para todos os elementos de fundação, deverão ser mantidos:
 - I. o tipo de fundação (blocos sobre estacas em concreto armado);
 - II. a quantidade de estacas por bloco;
 - III. a locação dos blocos;
 - IV. a locação das estacas;
 - V. o diâmetro das estacas;
 - VI. as características do concreto estrutural;
 - VII. o cobrimento das armaduras.
- d) Para adequação do projeto referencial de fundação profunda, poderão ser alterados, mediante justificativa técnica submetida e aprovada pela Senappen:
 - I. o tipo de estaca, desde que sejam mantidas as características descritas no item anterior e desde que a carga admissível de projeto para qualquer estaca seja igual ou superior a 20,0 tf;



MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA
SECRETARIA NACIONAL DE POLÍTICAS PENAIS

- II. a profundidade das estacas;
- III. as armaduras dos blocos;
- IV. as armaduras das estacas.