

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CAMPUS DO SERTÃO

ENGENHARIA CIVIL

CLAUDENISE ALVES DE LIMA SILVA

**Análise Comparativa do Projeto de Fundações por Estaca Tipo Pré-Moldada de
Concreto e Hélice Contínua Monitorada – Estudo de Caso**

Delmiro Gouveia

2019

CLAUDENISE ALVES DE LIMA SILVA

**Análise Comparativa do Projeto de Fundações por Estaca Tipo Pré-Moldada de
Concreto e Hélice Contínua Monitorada – Estudo de Caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão, como requisito para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. MSc. Vinicius Costa Correia

Delmiro Gouveia

2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza – CRB-4/2209

S586a Silva, Claudenise Alves de Lima

Análise comparativa do projeto de fundações por estaca tipo pré-moldada de concreto e hélice contínua monitorada – estudo de caso / Claudenise Alves de Lima Silva. – 2019.

195 f. : il.

Orientação: Prof. Me. Vinícius Costa Correia.
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2019.

1. Fundações profundas. 2. Estaca pré-moldada de concreto. 3. Estaca hélice contínua. 4. Dimensionamento. 5. Estudo comparativo.
I. Título.

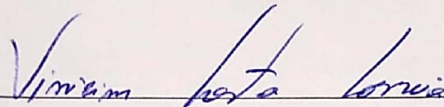
CDU: 624.012.45

Folha de Aprovação

CLAUDENISE ALVES DE LIMA SILVA

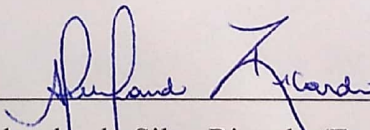
**Análise Comparativa do Projeto de Fundações por Estaca Tipo Pré-Moldada de
Concreto e Hélice Contínua Monitorada – Estudo de Caso**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao
corpo docente do Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal de Alagoas – Campus
do Sertão e aprovado em 11 de julho de 2019.

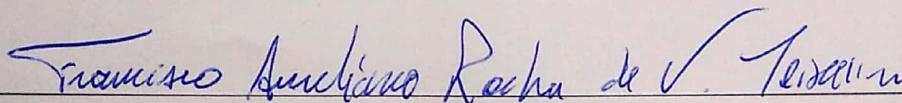


Vinicius Costa Correia (Orientador)

Banca Examinadora:



Alverlando Silva Ricardo (Examinador)



Francisco Aureliano Rocha de Vasconcelos Teixeira (Examinador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, agradeço pelo apoio incondicional e direcionamentos em momentos de dificuldade que renovaram sempre a minha fé durante essa caminhada, proporcionando-me a coragem necessária em qualquer atividade desafiadora encontrada.

À minha mãe, Geni Alves de Lima Silva, por todo o esforço investido na minha formação e, além disso, ser sempre fonte de admiração e símbolo de força ao longo dos anos. Aos meus irmãos, pelos conselhos e valiosas orientações em meus planos e realizações.

Ao grupo PET-Engenharias e todos os membros pelo essencial papel no meu processo de formação acadêmica, em especial aos amigos ali consolidados que desempenharam significativa participação durante os anos vividos ao longo dessa graduação que por vezes representaram altos e baixos.

Aos meus amigos por todos os momentos compartilhados, todos os estudos realizados em grupo e todas as contribuições diretas ou indiretas que me colocaram mais perto da chegada à reta final dessa graduação. Em especial à Rayanne Karlla dos Santos Silva por sua indispensável colaboração nas adversidades enfrentadas no decorrer dessa vida acadêmica, palavras de apoio e, principalmente, a amizade consolidada.

Aos professores que cooperaram de alguma forma para este momento, pois são eles a base da nossa sociedade. Em especial ao meu orientador, Vinicius Costa Correia, por todos os ensinamentos transmitidos, paciência e dedicação depositados na elaboração desse projeto final.

Enfim, à todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

O processo de dimensionamento de fundações profundas apresenta uma série de opções, quanto ao tipo de fundação a ser utilizado. No entanto é comum que a escolha de determinado modelo dependa apenas da familiaridade do projetista com o tipo de fundação. Desse modo, a economia em se adotar um modelo em relação a outro é, em alguns casos, deixada de lado. Em função disso, o presente trabalho busca estudar e comparar dois tipos de fundações profundas: estaca pré-moldada de concreto e a estaca hélice contínua. A investigação proposta foi feita por meio do dimensionamento das duas soluções acima citadas, através da análise da porcentagem de aproveitamento da capacidade de carga dos conjuntos de estacas propostos e o volume de concreto necessário. Os resultados mostraram que a solução com estaca hélice contínua apresentou economia de concreto aproximada de 39% quando comparados à solução com estaca pré-moldada de concreto.

Palavras-chave: Fundações Profundas; Estaca Pré-moldada de Concreto; Estaca Hélice Contínua.

ABSTRACT

The sizing process of deep foundations presents a number of options regarding the type of Foundation to be used. However, it is common that the choice of certain model depends only on the familiarity of the designer with the type of Foundation. Thus, if a model economy relative to another is, in some cases, left side. Because of this, the present paper seeks to study and compare two types of deep foundations: pre-cast concrete stake and the stake solid propeller. Research proposal was made through the scaling of the two aforementioned solutions through observation of percentage of utilization of the load capacity of the piles and the volume of concrete needed. The its findings pointed out that the results for the use of continuous stake presented concrete savings of approximately 39% when compared to the results of pre-shaped stake. Based on that you can tell that by the good results found for continuous front stake that obtained in the case became clear your pre-shaped greater efficiency in the use of concrete.

Keywords: Deep Foundations; Pre stake-shaped; Continuous Stake.

Lista de Figuras

Figura 1 - Fundação Superficial e Profunda.....	16
Figura 2 - Fundações Superficiais	18
Figura 3 - Fundações Profundas	19
Figura 4 - Parcelas de Resistência que Constituem a Capacidade de Carga de uma estaca	19
Figura 5 - Componentes de um Sistema de Cravação de Estacas	22
Figura 6 - Fase de Execução da estaca Hélice Contínua	25
Figura 7 - Ruptura Nítida	37
Figura 8 - Ruptura Física	38
Figura 9 - Ruptura Convencional	39
Figura 10 - Estaqueamento Simétrico	41
Figura 11 - Localização do Objeto de Estudo	45
Figura 12 - Fluxograma Resumo dos Procedimentos Metodológicas.....	51
Figura 13 - Sondagem 01	178
Figura 14 - Sondagem 02	179
Figura 15 - Sondagem 03	180
Figura 16 - Sondagem 04	181
Figura 17 - Sondagem 05	182
Figura 18 - Sondagem 06	183
Figura 19 - Sondagem 07 (parte 01).....	184
Figura 20 - Sondagem 7 (parte 02).....	185
Figura 21 - Sondagem 08 (parte 01).....	186
Figura 22 - Sondagem 08 (parte 02).....	187
Figura 23 - Sondagem 09	188
Figura 24 - Sondagem 10	189

Lista de Quadros

Quadro 1- Número Mínimo de Sondagens para Reconhecimento do Solo.....	29
Quadro 2 - Classificação da Camada de Solo Presente na Cota de Assentamento das Estacas	52
Quadro 3 - Cálculo do Estaqueamento: Pré-moldada	55
Quadro 4 - Cálculo do Estaqueamento: Hélice Contínua.....	63
Quadro 5 - Porcentagem de Aproveitamento por Conjunto de Estacas: zona A.....	71
Quadro 6 – Volume de Concreto por Conjunto de Estacas: zona A	72
Quadro 7 - Porcentagem de Aproveitamento de Estacas: zona B	73
Quadro 8 - Volume de Concreto por Conjunto de Estacas: zona B	74
Quadro 9 - Porcentagem de Aproveitamento de Estacas: zona A.....	75
Quadro 10 - Volume de Concreto por Conjunto de Estacas: zona A	76
Quadro 11 - Porcentagem de Aproveitamento de Estacas: zona B	76
Quadro 12 - Volume de Concreto por Conjunto de Estacas: zona B	77
Quadro 13 - Escolha do Diâmetro do Conjunto de Estacas	79
Quadro 14 - Escolha do Diâmetro do Conjunto de Estacas	81
Quadro 15 - Perfil Geotécnico (SP-01)	88
Quadro 16 - Perfil Geotécnico (SP-01)	89
Quadro 17 - Perfil Geotécnico (SP-02)	90
Quadro 18 - Perfil Geotécnico (SP-02)	91
Quadro 19 - Perfil Geotécnico (SP-03)	92
Quadro 20 - Perfil Geotécnico (SP-03)	93
Quadro 21 - Perfil Geotécnico (SP-04)	94
Quadro 22 - Perfil Geotécnico (SP-04)	95
Quadro 23 - Perfil Geotécnico (SP-05)	96
Quadro 24 - Perfil Geotécnico (SP-05)	97
Quadro 25 - Perfil Geotécnico (SP-06)	99
Quadro 26 - Perfil Geotécnico (SP-06)	100
Quadro 27 - Perfil Geotécnico (SP-07)	101
Quadro 28 - Perfil Geotécnico (SP-07)	103
Quadro 29 - Perfil Geotécnico (SP-08)	105
Quadro 30 - Perfil Geotécnico (SP-08)	106
Quadro 31 - Perfil Geotécnico (SP-09)	108
Quadro 32 - Perfil Geotécnico (SP-09)	109

Quadro 33 - Perfil Geotécnico (SP-10)	110
Quadro 34 - Perfil Geotécnico (SP-10)	111
Quadro 35 - Capacidade de Carga: SP 01	113
Quadro 36 - Capacidade de Carga: SP 02	113
Quadro 37 - Capacidade de Carga: SP 03	114
Quadro 38 - Capacidade de Carga: SP 04	114
Quadro 39 - Capacidade de Carga: SP 05	115
Quadro 40 - Capacidade de Carga: SP 06	116
Quadro 41 - Capacidade de Carga: SP 07	116
Quadro 42 - Capacidade de Carga: SP 08	117
Quadro 43 - Capacidade de Carga: SP 09	118
Quadro 44 - Capacidade de Carga: SP 10	118
Quadro 45 - Capacidade de Carga: SP 01	119
Quadro 46 - Capacidade de Carga: SP 02	120
Quadro 47 - Capacidade de Carga: SP 03	120
Quadro 48 - Capacidade de Carga: SP 04	121
Quadro 49 - Capacidade de Carga: SP 05	122
Quadro 50 - Capacidade de Carga: SP 06	122
Quadro 51 - Capacidade de Carga: SP 07	123
Quadro 52 - Capacidade de Carga: SP 08	124
Quadro 53 - Capacidade de Carga: SP 09	124
Quadro 54 - Capacidade de Carga: SP 10	125
Quadro 55 - Capacidade de Carga SP-01	126
Quadro 56 - Capacidade de Carga SP-02	126
Quadro 57 - Cálculo de PP e PL SP-03	127
Quadro 58 - Determinação da Capacidade de Carga SP-03	128
Quadro 59 - Capacidade de Carga SP-04	129
Quadro 60 - Capacidade de Carga SP-05	130
Quadro 61 - Cálculo de PP e PL (SP-06)	131
Quadro 62 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-06)	132
Quadro 63 - Cálculo de PP e PL (SP-07)	133
Quadro 64 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-07)	134
Quadro 65 - Cálculo de PP e PL (SP-08)	136
Quadro 66 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-08)	137

Quadro 67 - Cálculo de PP e PL (SP-09)	139
Quadro 68 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-09)	140
Quadro 69 - Cálculo de PP e PL (SP-10)	141
Quadro 70 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-10)	142
Quadro 71 - Cálculo de PP e PL (SP-01)	143
Quadro 72 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-01)	144
Quadro 73 – Cálculo de PP e PL (SP-02).....	145
Quadro 74 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-02)	146
Quadro 75 – Cálculo de PP e PL (SP-03).....	147
Quadro 76 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-03)	148
Quadro 77 - Cálculo de PP e PL (SP-04)	149
Quadro 78 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-04)	150
Quadro 79 - Cálculo de PP e PL (SP 05).....	151
Quadro 80 – Determinação da Capacidade de Carga (SP-05).....	152
Quadro 81 - Cálculo de PL e PP (SP-06)	153
Quadro 82 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-06)	154
Quadro 83 - Cálculo de PP e PL (SP-07)	155
Quadro 84 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-07)	156
Quadro 85 - Cálculo de PP e PL (SP-08)	157
Quadro 86 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-08)	159
Quadro 87 - Cálculo de PP e PL (SP-09)	160
Quadro 88 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-09)	161
Quadro 89 - Cálculo de PP e PL (SP-10)	162
Quadro 90 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-10)	163
Quadro 91 - Modelos Simétricos de estaqueamento (parte 01).....	169
Quadro 92 - Modelos Simétricos de estaqueamento (parte 02).....	169
Quadro 93 - Catálogo de Tensão Estrutural para Estaca Pré-moldada.....	190
Quadro 94 - Catálogo de Tensão Estrutural para Estaca Hélice Contínua.....	190
Quadro 95 - Estados de Compacidade e Consistência	191

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Cálculo das Áreas Construídas.....	45
Tabela 2 - Resumo dos Diâmetros Analisados.....	47
Tabela 3 - Comprimento das Estacas	49
Tabela 4 - Comprimento das Estacas	49
Tabela 5 - Volume de Concreto Necessário para Cada Solução de Fundação.....	83
Tabela 6 - Coeficiente K e razão de atrito α	168
Tabela 7 - Fatores de Correção F1 e F2.....	168
Tabela 8 - Cargas e Momentos dos Pilares.....	170
Tabela 9 - Distribuição dos Pilares nos Blocos de Coroamento.....	171

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Considerações Iniciais	14
1.2. Justificativa	15
1.3. Objetivos.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1. Considerações Iniciais	16
2.2. Tipos de Fundações	17
2.3 Tipos de Estacas.....	20
2.3.1 Estacas de Madeira.....	20
2.3.2 Estacas de Aço	20
2.3.3 Estacas de Concreto	21
2.3.3.1 Estaca Pré-moldada	22
2.3.3.2 Estacas Moldadas in loco	24
2.3.3.2.1 Estaca Hélice Contínua.....	24
2.3.3.3 Estaca tipo Broca	25
2.3.3.4 Estaca Strauss	26
2.3.3.5 Estaca Franki	27
2.3.3.6 Estaca Raiz	27
2.3.3.7 Estacas Escavadas.....	28
2.4 Capacidade de Carga	28
2.4.1 Solo.....	28
2.4.2 Estrutural	30
2.4.3 Estaca-solo	31
2.4.3.1 Método Aoki-Velloso	33
2.4.3.2 Método Décourt-Quaresma	34

2.4.3.3	Método Teixeira	35
2.5	Modos de Ruptura do Sistema Solo-Estaca	35
2.5.1	Ruptura Nítida	37
2.5.2	Ruptura Física	37
2.5.3	Ruptura Convencional.....	38
2.6	Cálculo do Estaqueamento.....	40
2.6.1	Método Nökkenteved	41
2.6.2	Método Schiel	43
3	METODOLOGIA.....	45
3.1.1	Caracterização do Estudo de Caso	45
3.1.2	Coleta de Dados	46
3.2	Esforços Solicitantes.....	46
3.3	Dimensionamento	47
3.3.1	Capacidade de Carga.....	47
3.3.2	Cálculo do Estaqueamento	50
3.3.3	Escolha das Estacas.....	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1	Capacidade de Carga	52
4.1.1	Solo.....	52
4.1.2	Estaca-solo	53
4.2	Cálculo do Estaqueamento.....	54
4.3	Porcentagem de Aproveitamento e Volume de Concreto.....	70
4.3.1	Estaca Pré-moldada	70
4.3.2	Estaca Hélice Contínua	75
4.4	Escolha da Configuração de estacas	78
4.4.1	Pré-moldada	79
4.4.2	Hélice Contínua.....	81

4.5	Comparativo entre Estacas.....	82
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
	APÊNDICE A – PERFIL GEOTÉCNICO	88
	APÊNDICE B – CAPACIDADE DE CARGA.....	113
	APÊNDICE C – CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA DETALHADO.....	126
	APÊNDICE D – DISPOSIÇÃO DAS ESTACAS NO PROJETO ESTRUTURAL: PRÉ-MOLDADA (ZONA A).....	164
	APÊNDICE E – DISPOSIÇÃO DAS ESTACAS NO PROJETO ESTRUTURAL: PRÉ-MOLDADA (ZONA B).....	165
	APÊNDICE F – DISPOSIÇÃO DAS ESTACAS NO PROJETO ESTRUTURAL: HÉLICE CONTÍNUA (ZONA A).....	166
	APÊNDICE G – DISPOSIÇÃO DAS ESTACAS NO PROJETO ESTRUTURAL: HÉLICE CONTÍNUA (ZONA B).....	167
	ANEXO A – PARÂMETROS USADOS PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA	168
	ANEXO B – ESFORÇOS SOLICITANTES	170
	ANEXO C – DISPOSIÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM	175
	ANEXO D – LAUDOS DE SONDAGEM	178
	ANEXO E – CATÁLOGOS USADOS PARA ANÁLISE DOS DOIS TIPOS DE ESTACAS ESTUDADOS.....	192
	ANEXO F – CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS A PARTIR DO VALOR DE SPT	191
	ANEXO G – DESENHO ARQUITETÔNICO DO EDIFÍCIO: OBJETO DE ESTUDO	192

1. INTRODUÇÃO

1.1.Considerações Iniciais

A infraestrutura de qualquer empreendimento desempenha papel de enorme importância no suporte às cargas decorrentes do peso próprio dessa superestrutura e de sua utilização. Nesse contexto, a fundação dessa estrutura deve ser capaz de suportar junto com o solo seus esforços de forma segura e confortável aos seus usuários, ou seja, sem deformações excessivas.

No entanto, prever a transferência de carregamentos ao solo, apresenta certas dificuldades por este ser um material natural e apresentar grande variabilidade de resistências. O processo de determinação de capacidade de carga é comumente feito a partir de métodos semiempíricos baseados em condições determinadas para certas regiões e extrapoladas para outros casos. Por essa razão, é preciso considerar adequadamente os detalhes de cada problema de fundação, evitando generalizações como alertam Velloso e Lopes (2010, p. 02).

Neste cenário, o presente trabalho visa auxiliar nesse processo de escolha do tipo de fundação profunda para um solo com baixos valores de resistência nos metros iniciais através do comparativo entre dois tipos de estacas de concreto, sendo a primeira uma estaca cravada, conhecida como estaca pré-moldada de concreto e a segunda moldada in loco, chamada estaca hélice contínua.

O objeto de estudo da pesquisa em questão possui o projeto estrutural de um edifício de 14 pavimentos e laudos de sondagem provenientes de Aracaju, capital de Sergipe. Com dimensionamento feito a partir dos métodos semiempíricos propostos por Aoki-Velloso e considerações feitas a partir dos tipos de solo determinados pelo ensaio sondagem à percussão realizado no local.

Diante do exposto, tal análise compreenderá o confronto entre os dois tipos de estaca analisados a partir do consumo de concreto, dimensões de cada elemento e eficiência de aproveitamento da capacidade de carga do conjunto de estacas adotado para um mesmo tipo de solo. Não caracterizando, portanto, a avaliação financeira de cada solução ou métodos executivos.

1.2.Justificativa

São diversas as características levadas em consideração no processo de escolha do tipo de fundação profunda. Para sua determinação adequada, o projetista deve atentar-se para características do maciço de solo, dados estruturais da edificação e aspectos econômicos. Como também, outro fator restritivo é a baixa capacidade de carga de determinados solos utilizados. Em função disso, surge a necessidade de maiores análises entre os tipos de fundação profunda.

1.3.Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é comparar a aplicação de estacas tipo pré-moldada de concreto e hélice contínua monitorada como soluções de fundações profundas.

O objetivo específico é comparar o consumo de concreto encontrado nos dimensionamentos feitos para as estacas tipo pré-moldada e hélice contínua a fim de determinar qual destas oferece maior economia para o objeto de estudo proposto.

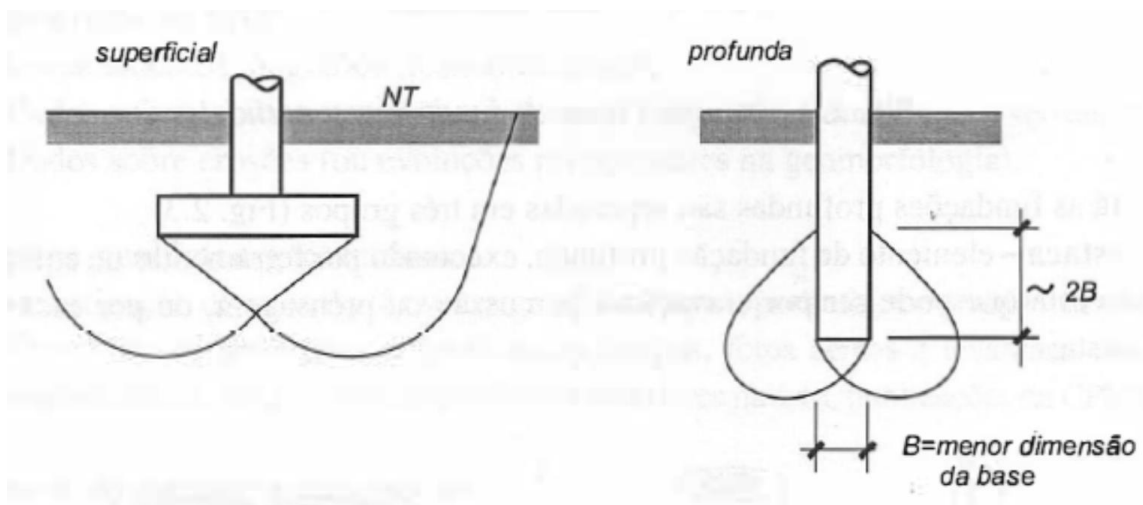
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Considerações Iniciais

O dimensionamento estrutural consiste na garantia de que o modelo estrutural proposto suporte com segurança e conforto, sem deformações excessivas e de maneira estável, as solicitações que são exercidas ao longo de sua vida útil. O papel da fundação em um empreendimento é transferir seu carregamento ao solo de forma distribuída e garantindo a sustentação de maneira equilibrada dessas cargas junto com o solo, assegurando a concordância dessa solicitação com a tensão admissível disponível para o solo aproveitando de forma eficiente o potencial desse solo.

As fundações podem ser classificadas em dois grandes grupos, que segundo a norma brasileira 6122 (2010, p. 2) caracterizam-se como fundações superficiais aquelas cuja profundidade de assentamento no solo é inferior ao dobro de sua menor dimensão da base. Enquanto as fundações profundas, ainda de acordo com a NBR 6122 (2010, p. 3), além de possuírem a profundidade de assentamento no solo superior ao dobro de sua menor dimensão de base e medida igual ou superior a três metros, tem como principal distinção sua forma de transmissão de tensões que além da resistência de ponta, apresenta também uma resistência de fuste ou resistência lateral. A seguir tem-se uma figura que representa os dois tipos de fundação acima citados.

Figura 1 - Fundação Superficial e Profunda



Fonte: Velloso e Lopes (2010)

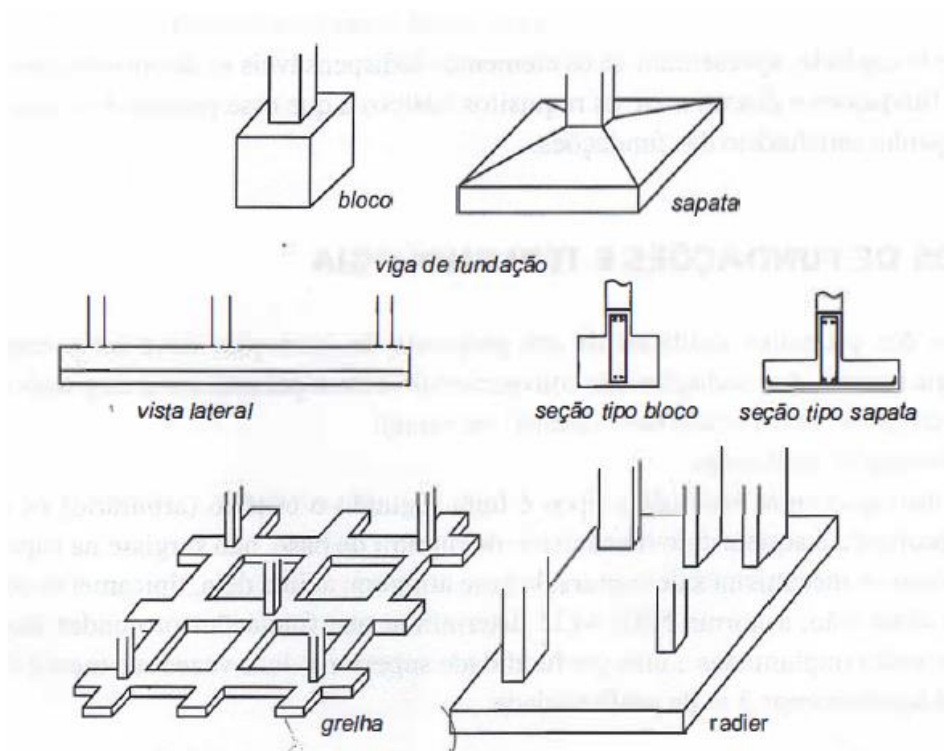
2.2. Tipos de Fundações

As fundações rasas podem ser subdivididas em isoladas, contínuas ou placas. Dentro do primeiro grupo encontram-se os elementos que suportam o carregamento de apenas um pilar, como as sapatas e os blocos de fundação, que segundo Alonso (2010, p. 1), estes últimos correspondem a elementos de grande rigidez, executados com concreto ciclópico, sem uso de armadura. Enquanto as sapatas ainda que semelhantes aos blocos se diferenciam pelo uso de armadura para suportar as tensões de flexão e com isso permitem alturas reduzidas em relação às dimensões da base.

Os elementos contínuos de fundação superficial são responsáveis pela transmissão de tensões ao solo de elementos distribuídos. Nessa caracterização enquadram-se as sapatas corridas, associadas e grelhas. As sapatas, segundo a norma NBR 6122 (2010, p. 3) transferem carregamentos linearmente distribuídos, seja de paredes ou muros, no caso da sapata corrida, ou de pilares alinhados, para a sapata associada. As grelhas consistem num conjunto de vigas que se cruzam nos pilares, segundo Velloso e Lopes (2010, p. 11).

Enquadram-se como placas as fundações do tipo radier, que nada mais são do que um elemento bidimensional que recebe parte ou todos os pilares de uma edificação, de acordo com a mesma norma citada acima. Na figura Figura 2, é possível visualizar os principais tipos de fundações superficiais.

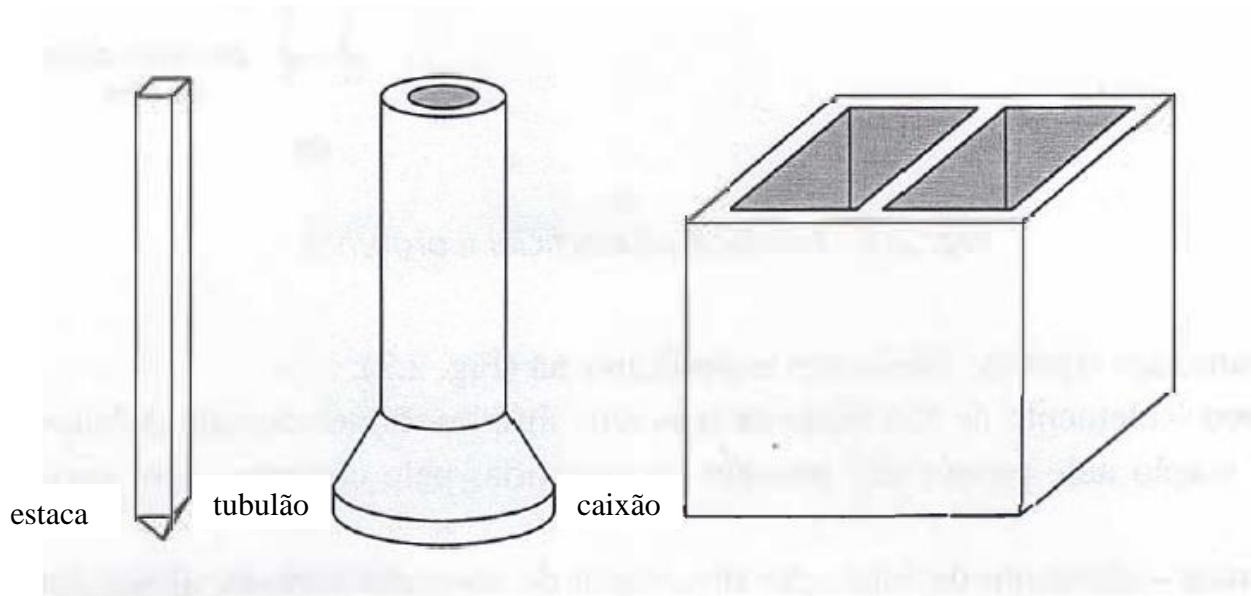
Figura 2 - Fundações Superficiais



Fonte: Velloso e Lopes (2010)

Já as fundações profundas são compostas por caixões, tubulões e estacas. O primeiro tipo, não citado na norma, mas demonstrado por Velloso e Lopes (2010, p. 12) possui uma forma prismática com grandes dimensões e instalado por escavação interna. O segundo tipo é relativo a tubulões a céu aberto ou a ar comprimido, que seguindo a norma NBR 6122 (2010, p. 3) têm suas cargas transmitidas principalmente pela ponta. Já o último tipo, e para o presente trabalho o mais importante, baseia-se na transmissão de tensões a partir da resistência de ponta e resistência lateral, podendo ser escavadas, moldadas no solo ou cravadas, fazendo uso de equipamentos e ferramentas, não necessitando a descida de operadores para escavação ou qualquer atividade. Na figura Figura 3, podem ser vistos os tipos de fundações profundas aqui demonstrados.

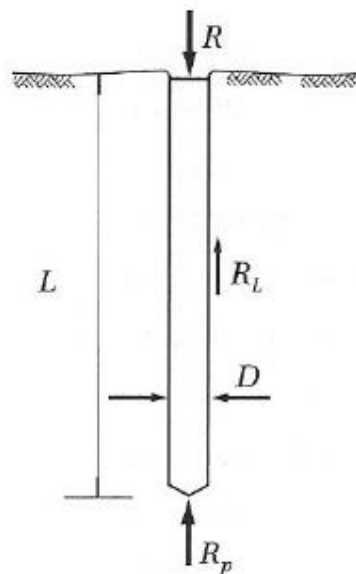
Figura 3 - Fundações Profundas



Fonte: Velloso e Lopes (2010)

A estaca é o tipo representado na figura Figura 4 com demonstração das resistências: lateral (R_L) e de ponta (R_p). Este tipo de elemento terá maior enfoque no tópico posterior, por representar objeto de estudo deste trabalho.

Figura 4 - Parcelas de Resistência que Constituem a Capacidade de Carga de uma estaca



Fonte: Cintra e Aoki (2010, p. 12)

2.3 Tipos de Estacas

Realizada a investigação necessária quanto ao solo disponível e determinada a necessidade de utilização da fundação profunda, garantindo assim o alcance de solos de melhor qualidade, é preciso definir o material e a forma de execução da estaca a ser utilizada, para os casos que se mostrem mais vantajosos este tipo de fundação. No mercado existem inúmeros tipos de estacas e diferentes materiais. A seguir são expostos alguns os materiais utilizados na confecção de estacas e posteriormente as categorias de estacas mais empregadas no país

2.3.1 Estacas de Madeira

São estacas cravadas, atualmente utilizadas de forma provisória no Brasil de acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 39), mas amplamente aproveitadas permanentemente em outros países.

Segundo a NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 40), quanto a sua cravação, necessitam de reforço de suas extremidades para cravação e o martelo utilizado para cravação é em queda livre com peso respeitando a razão mínima entre seu peso e o peso da estaca igual a um.

As estacas de madeira possuem como principal diferencial sua reação com a água, que quando totalmente submersas podem apresentar duração quase que ilimitada, mas quando expostas ao ar ou acima do nível de água apresentam rápida deterioração biológica (Costa, 1956; Tomlinson, 1994). Por essa razão, exigem seu arrasamento nas regiões de variação do nível de água ou devido tratamento contra ataques biológicos.

Possui como principais vantagens a facilidade de manuseio, de corte e preparação para cravação no solo.

2.3.2 Estacas de Aço

Um outro material amplamente utilizado na confecção de estacas é o aço. As estacas metálicas encontram-se nas mais variadas seções, o que facilita sua cravação e garante melhor

adaptação, além de obter um material capaz de atingir altas resistências permitindo assim o transpasse por camadas compactas sem perder sua integridade. E, além disso, a possibilidade de cortes e emendas a partir de soldas.

Contudo, seu alto custo de produção, quando comparadas às estacas de concreto, ainda representa um entrave em nosso país. (Cornfield, 1974; British Steel Corporation, 1976).

De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 41), sua cravação pode ser feita por percussão, prensagem ou vibração, com cravação feita por equipamentos adequados a cada modelo e seção de estaca. Nos casos de martelos à percussão, fazendo uso de martelos mais pesados a alturas menores de queda para transpasse de camadas mais resistentes, de forma que as tensões de cravação não excedam 80% da tensão de escoamento do aço. Em casos de martelos vibratórios ou de prensagem devem ser seguidas as recomendações do fabricante.

2.3.3 Estacas de Concreto

O concreto pode ser por vezes o melhor material de construção para confecção de estacas em algumas situações, graças a sua fácil adaptabilidade na execução e boa resistência aos agentes agressivos, e também por oferecer alta durabilidade. As estacas de concreto podem apresentar-se como pré-moldadas, moldadas in loco ou escavadas.

O emprego desse tipo material na confecção de estacas apresenta diversas vantagens por conta da sua versatilidade. Como por exemplo a possibilidade de suportar a grandes capacidades de carga estrutural a depender da carga de compressão do concreto empregado. Para as estacas moldadas in loco pode-se citar o melhor aproveitamento do comprimento da estaca em sua cota de arrasamento e para as estacas escavadas a garantia do transpasse por camadas mais rígidas e posterior concretagem da estaca, garantindo sua integridade ao longo das camadas.

Definidos os principais materiais empregados na confecção de estacas, são demonstrados a seguir alguns tipos de estacas (pré-moldadas, moldadas in loco e escavadas) quanto à sua execução.

2.3.3.1 Estaca Pré-moldada

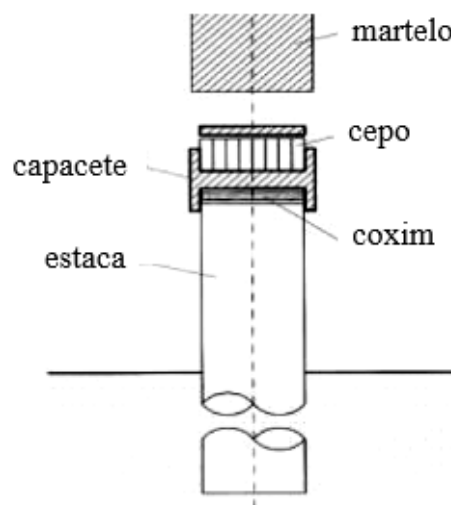
As estacas pré-moldadas podem ser pré-fabricadas em canteiros ou usinadas, além de apresentarem, segundo Velloso e Lopes (2010, p. 198), diversas opções quanto à sua confecção em concreto vibrado, centrifugado ou por extrusão e com armadura em concreto armado ou protendido.

Sendo este perfil de estaca de grande relevância ao presente trabalho, são mencionadas abaixo algumas características importantes, como vantagens e desvantagens, processos executivos e instalação.

Mais vantagens que podem ser citadas acerca desse tipo de estaca são seu baixo custo – quando comparada aos demais tipos de estaca de concreto – sua resistência a corrosão mesmo em solos com presença de água, sua elevada rigidez e a possibilidade de cravação facilmente controlada.

A estaca pré-moldada é definida pela NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 3) como uma estaca de concreto previamente fabricada e cravada no solo por golpes de martelo de gravidade, explosão, hidráulico ou vibratório. Ou seja, este modelo de estaca é um elemento de concreto pronto para ser fincado no solo, respeitando as especificações técnicas de manuseio. A seguir, na Figura 5 pode ser visualizado o conjunto de componentes necessários à cravação desse tipo de estaca à percussão.

Figura 5 - Componentes de um Sistema de Cravação de Estacas



Fonte: T & A Construção Pré-fabricada (2005, p. 16)

Por conta dessa “praticidade” sua principal desvantagem é sua difícil adaptação a comprimentos variáveis de profundidade, acarretando no corte ou emenda da estaca em alguns casos, além da emissão de vibrações em sua vizinhança durante o processo de cravação no solo. Esta estaca também não é recomendada em casos que necessitam da passagem por camadas muito rígidas até sua cota de assentamento.

Ainda sobre a estaca pré-moldada, é importante ressaltar que algumas medidas de cautela devem ser empregadas quanto ao manuseio e estocagem desse elemento. Pois segundo Velloso e Lopes (2010, p. 200), requer cuidado ao nivelamento do local de armazenamento da mesma ou empilhamento em caibros com no máximo dois níveis de estacas alocadas. Além do respeito às regras de pontos recomendados para apoio do içamento definido pelo fabricante e demais prescrições.

Em casos de emendas e prolongamentos, existem exigências definidas pela NBR 6122 (2010, p. 46) que descrevem o procedimento de elaboração de emendas, aproveitamentos, cortes e preparo de cabeça e ligação com o bloco de coroamento. Para emendas é obrigatório o uso de luvas de encaixe, considerando que sejam feitas apenas uma emenda por estaca, possuam mesma geometria de seção e suas folgas não superem a marca de 10 mm. Para aproveitamento de sobras de estaca é preciso que essas possuam comprimento mínimo de dois metros e seja sempre o primeiro elemento a ser cravado com utilização de apenas um segmento por estaca. Quanto aos cortes e preparo para amarração com o bloco de coroamento é preciso realizar a demolição com ponteiros a pequenas inclinações preparando uma seção resultante plana e ortogonal ao eixo da estaca sem a presença de fraturas.

Vale ressaltar ainda a atenção que deve ser voltada à medida das negas – termo definido por Cintra e Aoki (2013, p. 98), como medida da estaca acima do nível do solo em que esta chega ao ponto do fim de cravação e “nega-se” a ser cravada – previstas em projeto, que para solos de lento adensamento como os argilosos é preciso verificar posteriormente à cravação. Processo conhecido como medir a nega descansada, ou seja, alguns dias após a cravação em solos coesivos e promover recravação da estaca quando necessário. Ponto este também descrito pela NBR 6122 (2010, p. 47).

2.3.3.2 Estacas Moldadas in loco

Outro grupo compreendido nas estacas de concreto é o das estacas moldadas in loco. A maior vantagem desse método é a economia obtida pela confecção da estaca no comprimento mais próximo à cota de arrasamento, encontram-se nessa condição as estacas escavadas com fluido estabilizante.

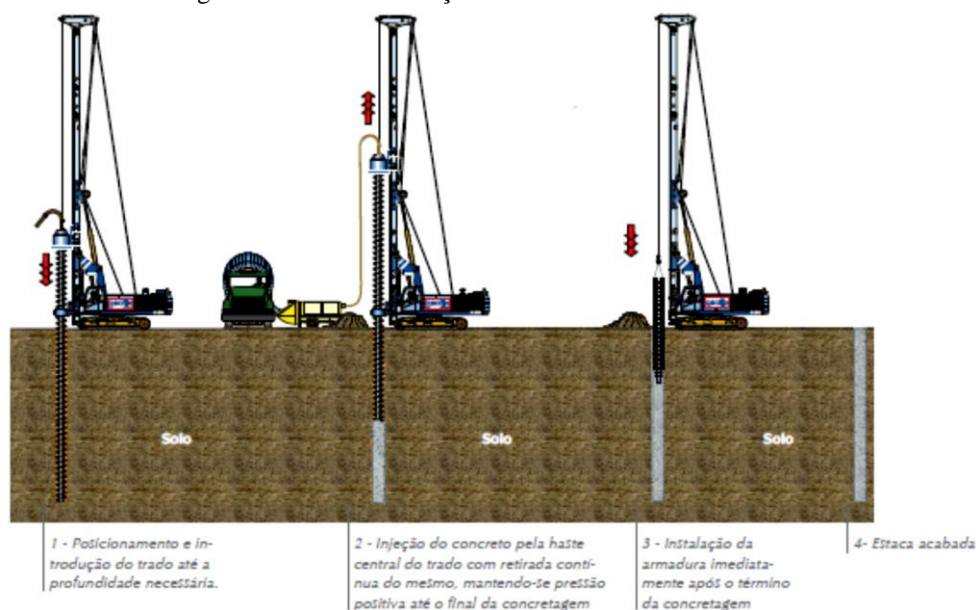
Iniciando as descrições de estacas desse tipo, têm-se a tipo hélice contínua, outro tipo de grande relevância ao presente trabalho, que tem a seguir suas características e detalhes de execução descritos com maior minúcia que as demais, para melhor clareza do estudo proposto.

2.3.3.2.1 Estaca Hélice Contínua

Esta estaca é definida pela NBR 6122 (2010, p. 4) como estaca moldada *in loco*, operada através da inserção, por rotação, de um trado helicoidal. Seguida da injeção de concreto bombeado pela própria haste central do trado, feito simultaneamente à sua retirada do solo, com introdução da armadura efetuada após sua concretagem.

Como foi exposto acima, o processo de implantação desse tipo de estaca é realizado em três etapas: perfuração, concretagem e armação. A perfuração é feita com a introdução da hélice no solo, através da rotação produzida por motores acoplados, até a cota prevista para o comprimento especificado em projeto. A concretagem é realizada a partir da obtenção da profundidade de comprimento desejada, com concreto bombeado ininterruptamente com pressão suficiente para garantir que o concreto preencha todos os espaços deixados pela retirada da hélice. A armadura nesse tipo de estaca é feita manualmente com a introdução dessa armadura feita por operários com o auxílio de um peso ou vibrador, daí a importância de um concreto plástico para esse tipo de execução. Esse procedimento pode ser melhor visualizado na Figura 6 .

Figura 6 - Fase de Execução da estaca Hélice Contínua



Fonte: Catálogo Geofix fundações (2012, p. 4)

Esse modelo de fundação trouxe grandes benefícios a sua aplicação em centros urbanos, por não produzir grandes vibrações na vizinhança, por sua capacidade de alta produtividade, boa desenvoltura de penetração com a oportunidade de utilizar ponteiros especiais e controle por sistema informatizado durante sua execução. Contudo, algumas desvantagens que podem ser citadas são: maior volume de concreto consumido pelo fato do concreto ser bombeado a altas pressões, seu custo elevado de execução – quando comparado aos demais tipos de estacas de concreto – sua exigência de equipe altamente qualificada para garantia de execução sem problemas, como também as dificuldades apresentadas em casos em que haja necessidade de transpasse de camadas mais rígidas de solo. Outro fator importante que requer atenção para este tipo de estaca definido pela norma NBR 6122 (2010, p. 53) é o tempo de execução de estacas próximas, com a recomendação de não executar estacas com espaçamento inferior a cinco vezes o diâmetro dentro do intervalo de 12 horas, baseando-se sempre na estaca de maior vibrador.

2.3.3.3 Estaca tipo Broca

A segunda estaca mencionada nesse grupo representa um tipo mais rudimentar de estaca, também conhecida como estaca tipo Broca, é executada com o auxílio de um trado

manual ou mecânico – a depender do diâmetro da estaca – e o lançamento do concreto a partir da face do terreno.

Segundo Alonso (2010, p. 118), este tipo de estaca é recomendado apenas para pequenas cargas: entre 50 e 100 kN, mesmo para níveis livres da influência da água. Possuem diâmetros que variam entre 15 e 25 cm e comprimento por volta de 3 m.

Diante do exposto, fica clara que sua maior vantagem consiste na simplicidade de execução. No entanto, essa “facilidade” toda influencia diretamente em sua baixa capacidade de carga, quando comparada aos demais tipos de estacas.

2.3.3.4 Estaca Strauss

A terceira estaca indicada para este tipo de execução é conhecida como estaca Strauss. Segundo Velloso e Lopes (2010, p. 205), este tipo de estaca é instalado com o auxílio de tripé com guincho, um pequeno pilão, uma ferramenta de escavação, e tubos de revestimento. O processo consiste na descida do tubo de revestimento, de forma semelhante ao feito durante o *Standard Penetration Test* (SPT), ensaio de sondagem à percussão e posterior preenchimento desse tubo com concreto de alta relação água-cimento até 75 cm, seguido do apiloamento desse material à medida que o tubo é içado.

Segundo Alonso (2010, p. 118), esse tipo de estaca não é recomendada para níveis abaixo do nível de água, já que sua concretagem deve ser realizada sempre a seco, como também não se recomenda para solos argilosos muito moles saturados por conta do risco de estrangulamento durante sua execução.

Ainda segundo o mesmo autor, este tipo de estaca apresenta vantagens: não provocam vibrações, evitando assim desconforto no entorno da execução e danos as construções vizinhas. Além de possuir capacidade em torno de 200 a 800 kN e podendo servir como cortina de contenção quando suficientemente próximas.

2.3.3.5 Estaca Franki

O quarto tipo citado para este tipo de execução é chamada de Estaca Franki. Ela surgiu como um avanço por apresentar uma boa relação custo-benefício, proporcionando comprimentos menores de estaca garantindo mais economia no processo, graças a sua base alargada. E, além disso, algumas variantes foram propostas para este tipo de estaca, a fim de amenizar as vibrações produzidas no processo original.

Seu processo executivo, de acordo com a NBR 6122 (2010, p. 59), baseia-se na cravação de tubo à percussão de um pilão em uma bucha seca de pedra e areia aderida ao tubo através do atrito até o alcance da nega prevista em projeto. Alcançada a nega expulsa-se a bucha e é feita sua base alargada e posterior concretagem do tubo armado com um concreto, que segundo Velloso e Lopes (2010, p. 208) possui fator água-cimento em torno de 0,4 a 0,45.

2.3.3.6 Estaca Raiz

Conforme a norma de projeto e execução de fundações NBR 6122 (2010, p. 4), sabe-se que esse tipo de estaca se configura pela perfuração rotativa e totalmente revestida por tubos metálicos recuperáveis, com armação por todo o seu comprimento e preenchida com argamassa de cimento. Ou seja, a execução dessa estaca é compreendida em três etapas: a perfuração, a armação – com um conjunto de barras devidamente alinhadas – e concretagem que é geralmente adensada com uso de ar comprimido, promovendo maior interação solo-estrutura.

Segundo Velloso e Lopes (2010, p. 224), os pontos fortes desse tipo de estaca são: possibilidade de execução através de obstáculos de rocha e também em locais restritos – pois não requer instrumentação de grande porte para sua execução – como também, não produz choques ou vibrações, além de possibilitarem a execução de estacas tanto inclinadas quanto na vertical.

2.3.3.7 Estacas Escavadas

A segunda estaca a ser descrita pertinente ao grupo de estacas escavadas são apontadas como estacas escavadas mesmo. Este tipo de estaca é executada através da perfuração do solo ou escavação do solo que necessita o uso de revestimento, recuperável ou permanente, ou de algum fluido estabilizante para suporte do entorno da perfuração. No Brasil merece maior destaque o uso do fluido estabilizante, pelo uso comum da lama bentonítica para tal fim. O processo empregado consiste na perfuração seguida do preenchimento com lama bentonítica e inserção do concreto com o auxílio de um tubo, mantendo o concreto reservado do fluido e garantindo a expulsão gradual da lama.

Também segundo Alonso (2010, p. 120), este tipo de fundação além de promover profundidades maiores, possibilita o alcance de elevadas capacidades de carga, na ordem de mais de 1500 kN e não causam vibração. Porém exigem um espaço relativamente grande para instalação dos equipamentos de execução.

2.4 Capacidade de Carga

Um parâmetro de extrema importância no dimensionamento de qualquer fundação é a quantidade de resistência disponível no sistema solo-fundação. Tendo posse de tal grandeza é possível determinar uma fundação com desempenho satisfatório na resistência às solicitações e também com máximo aproveitamento. Contudo, sendo necessária a análise do sistema solo-fundação é importante destacar que ambas as resistências devem ser verificadas, a resistência estrutural da estaca e a capacidade de carga oferecida pelo maciço de solo que a envolve. A seguir são demonstradas as duas faces da capacidade de carga de um elemento de fundação por estaca e um breve apanhado método de caracterização do solo.

2.4.1 Solo

Para determinação de características importantes à escolha do tipo de fundação ou até o dimensionamento propriamente dito de qualquer elemento de fundação por estacas é preciso

conhecer o perfil geotécnico do solo no qual ela se apoia. No Brasil, o principal ensaio utilizado para caracterização desse perfil é conhecido como ensaio de penetração dinâmica, chamado SPT (*Standard Penetration Test*), índice de resistência à penetração.

As sondagens realizadas nesse ensaio são perfurações à percussão, com capacidade de galgar o nível da água, como também de atravessar solos significativamente rígidos. De acordo com a NBR 6484 (2001, p. 11) norma de sondagens de simples reconhecimento – método de ensaio, o procedimento deste teste consiste inicialmente na sondagem com emprego do trado até a profundidade de um metro, seguida da instalação de um tubo de revestimento até a profundidade alcançada. Dando continuidade ao ensaio, deve ser utilizado o trado helicoidal nas perfurações – até que a cota do nível de água seja alcançada – seguintes à primeira realizada, com alternância às de ensaio e amostragem.

Por fim, quando o avanço do trado helicoidal for inferior a 50 mm após 10 min de operação, segue-se para a perfuração por circulação de água (lavagem). Em resumo, a operação em si baseia-se na suspensão do sistema de perfuração em cerca de 30 cm do fundo do furo e sua queda, que deve seguir para movimentos rotacionais em sentidos alternados exercidos pelo operador. As formas de perfurações podem variar conforme o tipo de solo, desde que seja garantida a eficiência da limpeza do furo.

Ainda segundo a NBR 6484 (2001, p. 2), a partir desse ensaio são encontrados valores de N_{SPT} , parâmetro que representa o número de golpes necessários à cravação de 30 cm do amostrador padrão. Ou seja, é a partir dessa resistência à penetração do amostrador que é possível determinar a resistência do solo e, com essa informação, determinar o tipo de solo ao longo das camadas perfuradas.

Outro ponto importante quanto a esse tipo de ensaio, é a disposição de furos adotado na concepção do projeto de fundações de um empreendimento qualquer. Segundo a NBR 8036 (1983, p. 1), a determinação dos furos de sondagem para reconhecimento do terreno deve ser feita respeitando a seguinte relação:

Quadro 1- Número Mínimo de Sondagens para Reconhecimento do Solo

Área de projeção em planta do Edifício	Número Mínimo de Sondagens por Área
$A < 200 \text{ m}^2$	2

continua

Área de projeção em planta do Edifício	Número Mínimo de Sondagens por Área
$200 m^2 \leq A < 600 m^2$	3
$600 m^2 \leq A < 800 m^2$	4
$800 m^2 \leq A < 1000 m^2$	5
$1000 m^2 \leq A < 1200 m^2$	6
$1200 m^2 \leq A < 1600 m^2$	7
$1600 m^2 \leq A < 2000 m^2$	8
$2000 m^2 \leq A < 2400 m^2$	9
$A > 600 m^2$	A depender do projeto.

conclusão

Fonte: Adaptado da NBR 8036 (ABNT, 1983, p. 1)

Vale destacar ainda, que outro ensaio bastante difundido para determinação da resistência do solo é o CPT, conhecido como ensaio de cone. Este ensaio, segundo Velloso e Lopes (2010, p. 41), foi originalmente desenvolvido na Holanda na década de 1930 com o objetivo de analisar solos moles. Este consiste, integralmente, na cravação lenta e constante de uma haste com ponta cônica, com medição da resistência do solo baseada na resistência encontrada na ponta e por atrito lateral. Contudo, sendo o SPT o ensaio mais empregado no Brasil, os métodos de dimensionamento e estimativa de capacidade de cargas para estacas seguem as correções necessárias para uso do SPT, como parte da caracterização do solo usada nos cálculos aqui descritos.

2.4.2 Estrutural

A tensão admissível de qualquer elemento estrutural é definida a partir da carga admissível do material empregado, dividida pela área da seção transversal à aplicação dessa carga. No caso da carga admissível ou carga de catálogo de um conjunto de estacas, o método de cálculo é o mesmo.

Porém, é preciso entender a diferença entre carga admissível do sistema estaca-solo e carga admissível das próprias estacas. Já que, enquanto a primeira contempla ambas as cargas máximas admissíveis para a estaca e o solo que a envolve, a segunda considera apenas o estaqueamento em si desconsiderando o aspecto geotécnico. Por essa razão é comum o uso da

nomenclatura como carga de catálogo, como utilizado na literatura por Cintra e Aoki (2010, p. 43).

Sabendo que a carga admissível é determinada de acordo com a seção transversal e o tipo de estaca, é mais comum que sua definição a partir da carga de catálogo, previamente determinada pelo fabricante, seja obtida a partir de sua minoração pelo fator de segurança.

De acordo com Cintra e Aoki (2010, p. 48), existem três metodologias para determinação da cota de assentamento da estaca a partir de sua capacidade de carga e os métodos semiempíricos descritos no item anterior. O primeiro modelo baseia-se no cálculo dos parâmetros de resistência do sistema solo-estaca para determinação do comprimento da estaca por tentativas, promovendo o máximo aproveitamento da carga de catálogo.

No entanto, é preciso salientar que nem sempre é possível realizar tais cálculos desconsiderando as limitações do sistema. Como por exemplo, o nível de água. Para tal situação, o segundo método sugere que o comprimento da estaca deve ser adotado como o máximo valor possível, de acordo com o terreno, e sua devida verificação do cumprimento dos valores de capacidade de carga desse sistema.

Por fim, o terceiro método é baseado no limite de N_{SPT} que acarreta na parada da estaca, por conta de sua insuficiência de equipamento a partir desses valores. O que significa um limite de golpes para fincamento e transpasse de solos mais rígidos sem perda de sua integridade.

Embora tenham sido descritas acima três metodologias distintas para o cálculo do comprimento da estaca, vale destacar a importância da interdependência destas, como salientam os próprios autores. Já que, um método não pode ser adotado do início ao fim sem a devida verificação dos demais a fim de garantir, com segurança, a maior otimização possível do seu dimensionamento.

2.4.3 Estaca-solo

Para calcular a capacidade de carga disponível em determinado sistema solo-estaca, existem diversos métodos de cálculo, desde os teóricos aos semiempíricos.

Neste item são descritos os principais modelos adotados no Brasil para cálculo da capacidade de carga do solo para estacas.

Na determinação da resistência disponível no solo para suporte da estaca é preciso atentar para sua bipartição em resistências por adesão ou atrito lateral e por tensões normais à base da estaca. Por essa razão a determinação dessa capacidade de carga é feita a partir da soma dessas duas parcelas de resistência.

Segundo Cintra e Aoki (2010, p. 15), por conta dessa dicotomia da resistência do solo em relação à sua forma de contato com a estaca, é possível classificar as estacas em dois grandes grupos: as estacas flutuantes e as estacas de ponta. Estacas flutuantes são aquelas cuja maior parte da sua resistência se dá por atrito lateral, o que acontece com mais frequência entre as estacas escavadas e com perfis metálicos cravados, apresentando sua resistência de ponta praticamente desprezível. Enquanto as estacas de ponta se comportam de forma contrária, tendo como exemplo as estacas cravadas mais robustas e as estacas Franki.

Essa capacidade de resistência do solo de suporte à estaca, é relativa a tendência do elemento de fundação de recalcar excessivamente à medida que a solicitação aumenta, que pode ocorrer de forma lenta em solos coesivos ou rapidamente em solos arenosos. Promovendo assim o puncionamento desse elemento no solo como ruptura do sistema, mesmo sem a ocorrência da ruína estrutural do elemento de fundação.

A determinação da capacidade de carga é feita a partir do modelo conservador que exige a adoção de apenas metade da carga de ruptura como carga admissível para o sistema. Para tal, os métodos mais confiáveis de cálculo de capacidade de carga são os semiempíricos, dentre estes os mais utilizados no Brasil são o Aoki-Velloso (1975)¹, Décourt-Quaresma (1978)² e Teixeira (1996)³.

¹ AOKI, N.; LOPES, F. R. Estimating stresses and stresses and settlements due to deep foundations by the theory of elasticity. In: PANAMERICAN CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS ENGINEERING, 5, 1975, Buenos Aires. Proceedings... Buenos Aires, 1975. v. 1. p. 367-376.

² DÉCOURT, L.; QUARESMA, A. R. Capacidade de carga de estacas a partir de valores SPT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 6., 1978, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 1978. v. 1. P. 45-54.

³ TEIXEIRA, A. H.; Projeto e execução de fundações. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA, 3., 1996, São Paulo. Anais... São Paulo, 1996. v. 1. p. 33-50.

2.4.3.1 Método Aoki-Velloso

O método Aoki-Velloso (1975), segundo Cintra e Aoki (2010, p. 23), consiste no cálculo das parcelas de resistência de ponta e lateral, para determinação da carga de ruptura. A partir de constantes geotécnicas, condicionadas ao tipo de solo, e o índice de resistência à penetração. O método é definido pelas equações a seguir:

Sendo o valor da carga de ruptura a soma das duas parcelas de cargas máximas admissíveis disponíveis para esta estaca, sua representação é feita pela equação (1), onde a nomenclatura utilizada para carga de ruptura é PR e as parcelas de cargas relacionadas às parcelas de resistências lateral e de ponta são, respectivamente, PL e PP.

$$PR = PL + PP \quad (1)$$

Por questões de segurança a literatura, toma como carga admissível da estaca o menor valor entre P_a indicado na equação (2) e a carga estrutural admissível da estaca em cada caso analisado.

$$P_a = PR/2 \quad (2)$$

No entanto, de acordo com Alonso (2010, p. 106), esse processo deve ser usado para estacas Franki, pré-moldadas ou metálicas. Mas para estacas escavadas com a ponta em solo, como a estaca hélice contínua, essa verificação difere um pouco, como exposto a seguir:

No caso das estacas escavadas a carga admissível da estaca é o menor valor entre P_a , P_b e carga admissível estrutural da estaca, sendo P_b o valor descrito pela equação (3):

$$P_b = PL/0,8 \quad (3)$$

Dito isto, a seguir são descritos os cálculos das parcelas de cargas que compõem a carga de ruptura (PL e PP).

A primeira parcela de carga, relativa à resistência lateral da estaca é obtida a partir do produto de sua resistência lateral – uma incógnita geotécnica – pela área lateral da estaca. Processo esse que pode ser visualizado na equação (4):

$$PL = r_L \cdot A_L \quad (4)$$

A determinação da resistência lateral da estaca r_L é dada pela equação (5) e possui as constantes α (razão de atrito) e K que são função do tipo de solo e encontram-se especificadas na tabela 6 do anexo A, corrigidas pelo fator F_2 . Considerando N_{SPT} , o índice de resistência à penetração médio ao longo da camada de solo de espessura Δ_L .

$$r_L = \alpha \text{KN}_{\text{SPT}} / F_2 \quad (5)$$

A determinação da área lateral A_L é calculada a partir do produto entre a somatória dos segmentos da estaca e o perímetro do fuste. Com isso, a equação de PL é dada pela equação (6):

$$PL = U \sum (r_L \cdot \Delta_L) \quad (6)$$

A segunda parcela de carga, relativa à resistência de ponta, é definida de forma semelhante pela equação (7):

$$PP = r_p \cdot A_p \quad (7)$$

E sua área de ponta (A_p) correspondendo a área de seção transversal da estaca que varia de acordo com o tipo e configuração do elemento.

Obedecendo a nomenclatura de que r_p é uma incógnita geotécnica ligada ao suporte axial da estaca estimada através da equação (8):

$$r_p = \text{KN}_p / F_1 \quad (8)$$

Neste caso, a resistência de ponta além de conter o coeficiente K, dependente do tipo do solo, envolve também – a partir de $N_p - F$, corrigidos F_1 .

Destaca-se ainda que, F_1 e F_2 representam fatores de correção que levam em conta o efeito de escala, segundo Cintra e Aoki (2010, p. 23) e encontram-se indicados na tabela 7 do anexo A.

Resumindo a equação geral para cálculo da carga de ruptura nesse método é dada pela equação (9):

$$PR = U \sum_1^N \left(\frac{\alpha \text{KN}_{\text{SPT}}}{F_2} \cdot \Delta_L \right) + \left(\text{KN}_p / F_1 \right) \cdot A_p \quad (9)$$

2.4.3.2 Método Décourt-Quaresma

Segundo Cintra e Aoki (2010, p. 27), a diferença entre esse método e o anterior descrito é somente em sua determinação de r_L e r_p , que tem o valor de sua primeira parcela encontrada em função do valor médio do índice de resistência à penetração ao longo do fuste de toda a estaca, sendo equivalente à equação:

$$r_L = 10 \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) \quad (10)$$

Enquanto sua segunda parcela é estimada a partir do produto de sua resistência à penetração médio na ponta (N_p) – calculado a partir de valores de SPT relativos a três cotas: o valor da cota de apoio da estaca, o imediatamente anterior e o imediatamente posterior – pelo coeficiente característico do solo (C) determinado de acordo com o tipo de solo. Dessa maneira, o valor de r_L é representado pela equação (11).

$$r_p = CN_p \quad (11)$$

No entanto, para estacas escavadas com lama bentonítica, estacas escavadas em geral, estacas tipos hélices contínua e raiz, e estacas injetadas sob altas pressões – ainda de acordo com Cintra e Aoki (2010, p. 28) – Décourt (1996) adicionou os fatores α e β , respectivamente, nas parcelas de resistência de ponta e lateral pré-determinados em função do tipo de estaca e do tipo de solo. Logo, para esse método a equação geral da carga de ruptura é dada pela equação (12):

$$PR = \beta \cdot 10 \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) UL + \alpha CN_p \cdot A_p \quad (12)$$

2.4.3.3 Método Teixeira

Ainda de acordo com Cintra e Aoki (2010, p. 29), de forma análoga ao modelo anterior esse método segue a mesma lógica dos métodos anteriores aqui descritos, apresentando uma equação unificada em função de α e β que podem ser estimados a partir da equação (13) e equação (14) a seguir:

$$R_p = \alpha N_p \quad (13)$$

Sendo N_p o valor médio do índice de resistência à penetração medido no intervalo de 4 diâmetros acima da ponta da estaca e 1 diâmetro abaixo.

$$R_L = \beta N_L \quad (14)$$

Sendo N_L o valor médio de SPT ao longo da estaca. Para este método os parâmetros α e β também são previamente definidos em função do tipo de estaca e do tipo de solo.

Para tal método, o autor atenta ainda para o fato de que este não pode ser utilizado em estacas pré-moldadas de concreto em espessas camadas de argila moles. Para tal o valor da incógnita r_L é dada em função da natureza do sedimento argiloso.

2.5 Modos de Ruptura do Sistema Solo-Estaca

O mais comum no cálculo da capacidade de carga de um elemento de fundação profunda é a utilização de algum dos métodos semiempíricos descritos no item anterior. O que implica a necessidade do máximo aproveitamento, de forma segura, da condição de estado limite último a partir da minoração das resistências e majoração dos esforços.

No entanto, ligada a esta condição de carregamento estão relacionados modos de rupturas analisados através de curvas de carga associadas ao recalque dessa fundação. Curvas estas que são obtidas a partir de provas de carga, realizadas de acordo com as determinações indicadas na norma para prova de cargas em estacas (NBR 12131/2006).

De acordo com Alonso (1991, p. 10), a curva proposta por Van der Veen na representação da curva carga *versus* recalque corresponde a equação (15):

$$P = PR(1 - e^{-\alpha r}) \quad (15)$$

Em que P e r são coordenadas dos diversos ponto da curva carga *versus* recalque que se pretende calcular, α é o coeficiente que define a forma da curva e PR é a própria carga de ruptura que se objetiva encontrar.

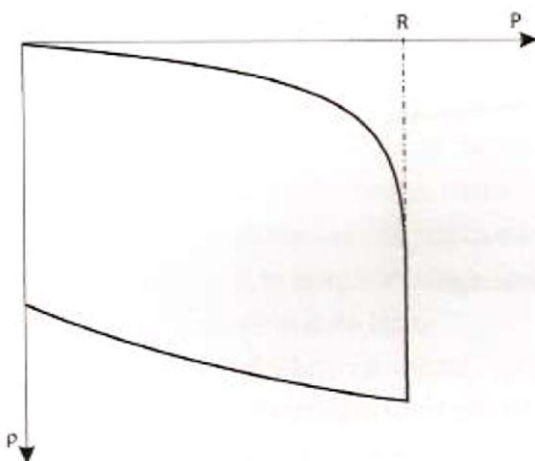
Porém, embora o método da extrapolação a partir dessa curva proposta seja previsto na norma de fundações (NBR 6122, 2010, p. 25). Esse procedimento merece maior atenção para ensaios interrompidos. Pois mesmo em casos em que já tenha ocorrido o início do trecho linear dos estágios de carregamento, os experimentos feitos nestas condições – como observado por Décourt e Niyama (1994, p. 480) – indicaram resultados insatisfatórios. Já que, tanto para o carregamento cíclico apresentando valores perigosamente superestimados para os estágios posteriores de carregamento, como também para a primeira etapa da prova de carga para testes em que a capacidade de carga resultou em valor inferior a dois terços da carga prevista como final. Ou seja, nesse teste a maior carga admitida é inferior a carga final esperada, por essa razão o método não se torna confiável.

Por conta dessa incerteza na previsão da curva, sua execução é feita a partir do traçado entre os recalques estabilizados dos estágios de carregamento contemplando a totalidade desse ensaio. A curva gerada pode apresentar diferentes formatos exigindo ou não interpretação desta para determinação da carga de ruptura, a seguir serão demonstrados os três modos de ruptura possíveis descritos por Cintra e Aoki (2013, p. 71):

2.5.1 Ruptura Nítida

Em alguns ensaios são obtidas curvas que apresentam uma verticalização do comportamento antes mesmo do décimo estágio, como descrito pelo mesmo autor, configurando a não estabilização do recalque para uma carga mantida constante. Nesses casos a determinação da carga de ruptura não requer interpretação, já que chega ao fim a capacidade do sistema mobilizar resistência, ou seja apresenta a ruína distinta do sistema, como representado na figura a seguir:

Figura 7 - Ruptura Nítida

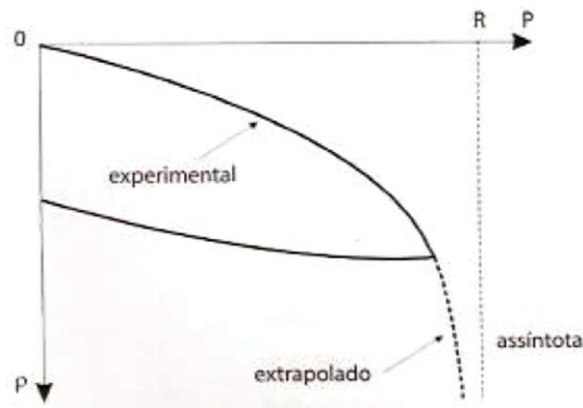


Fonte: Cintra e Aoki (2013, p. 72)

2.5.2 Ruptura Física

Este segundo modo de ruptura, também apresentado por Cintra e Aoki (2013, p. 72), assim como o anterior apresenta ruína do sistema. No entanto, para este caso faz-se necessária a interpretação do valor de carga de ruptura, já que essa ruína ocorre antes mesmo de atingir a carga de ruptura esperada. Mesmo para valores de cargas inferiores ao dobro da carga admissível (lembrando que a carga admissível do sistema estaca- solo será sempre a metade da carga de ruptura encontrada como exposto no item 2.4.3). O que implica um valor inatingível de PR para tal sistema, obrigando o descarregamento graças a formação de assíntota vertical, como pode ser melhor compreendido na figura abaixo:

Figura 8 - Ruptura Física



Fonte: Cintra e Aoki (2013, p. 72)

Dessa forma, apresentando a curva acima um recalque teoricamente infinito faz-se necessária uma interpretação da carga de ruptura, e para tal, é tida como equivalente a assíntota vertical encontrada.

2.5.3 Ruptura Convencional

A norma de fundações (NBR 6122, 2010, p. 26) expõe o modo de ruptura baseado no método de Davisson (1972) com a modificação da reta usada para intersecção que, de acordo com Fellenius (2001, p. 1), no método original apresenta-se como a carga equivalente ao deslocamento que ultrapassa a zona elástica da estaca por um valor de 3,8 mm acrescido de um termo igual ao seu diâmetro dividido por 120, como indicado na equação (16).

$$\Delta_r = \frac{PL}{AE} + \left(\frac{D}{120} + 3,8 \text{ mm} \right) \quad (16)$$

O método Davisson (1972) consiste na determinação de sua ruptura equivalente ao ponto de coincidência entre a reta indicada na equação (16) e a curva carga-recalque obtida no ensaio. De forma análoga, o critério de ruptura apresentado na norma obedece ao procedimento em que é traçada a reta indicada na equação (17) no gráfico de curva-recalque e o ponto de intersecção entre a curva gerada no ensaio e a reta indicada corresponde ao ponto de ruptura do elemento.

$$\Delta_r = \frac{PL}{AE} + \frac{D}{30} \quad (17)$$

Em que:

Δ_r é o recalque de ruptura convencional;

P é carga de ruptura convencional;

L é o comprimento da estaca;

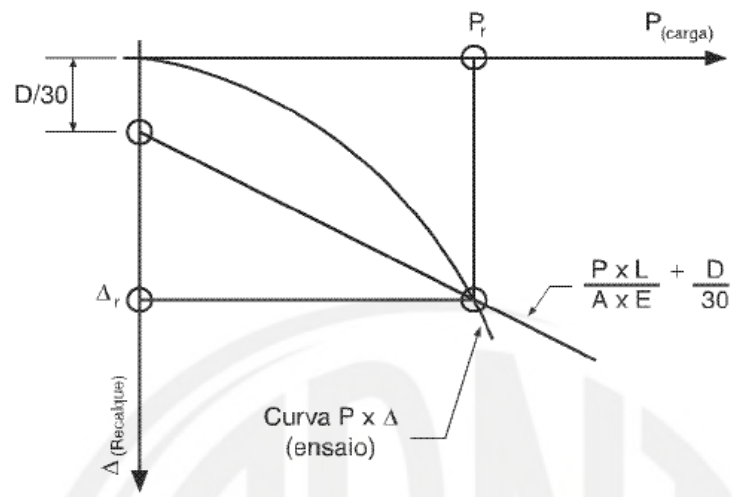
A é a área de seção da estaca (estrutural);

E é o módulo de elasticidade do material da estaca;

D é o diâmetro do círculo circunscrito à estaca, independentemente de seu real formato.

Como é perceptível na figura a seguir, esse modo de ruptura apresenta uma curva carga x recalque com comportamento retilíneo e não vertical a partir de certo estágio de carregamento, com recalques crescentes sem que haja ruptura do sistema ou limite para mobilização de resistência, por essa razão a necessidade de interpretação padronizada da carga estimada para ruptura do sistema.

Figura 9 - Ruptura Convencional



Fonte: NBR 6122 (2010, p. 26)

Vale destacar ainda a importância da análise da natureza do terreno, estabilização de recalques e a velocidade do carregamento conforme determinado na norma regente (NBR 12131/2006). Sendo esse modo de ruptura um processo de ruptura indefinido, é convencionalizada

a adoção de carga de ruptura a partir da reta de intersecção para o valor de recalque permitido por norma, daí a nomeação de *ruptura convencional*.

2.6 Cálculo do Estaqueamento

O carregamento transferido à base de uma estrutura qualquer, exige o bloco de coroamento como um elemento de transmissão dessas forças para o devido suporte da fundação que objetiva transferi-las de forma que o solo não sofra deslocamentos excessivos. Entende-se como cálculo de estaqueamento a determinação dos esforços exercidos em cada estaca num conjunto de estacas que se solidarizam num mesmo bloco de coroamento. Os estaqueamentos podem ser formados por estacas verticais, conhecido como estaqueamento plano ou paralelo, ou por estacas de diferentes inclinações. Sendo o primeiro tipo mais comum entre edifícios e o segundo entre pontes.

Dimensionar um estaqueamento compreende desde a locação das estacas, suas inclinações e sua disposição até a determinação das cargas exercidas por estaca e o número de estacas necessárias, de forma que esse conjunto de estacas sustentem as diferentes solicitações relativas à tração, compressão ou flexão composta.

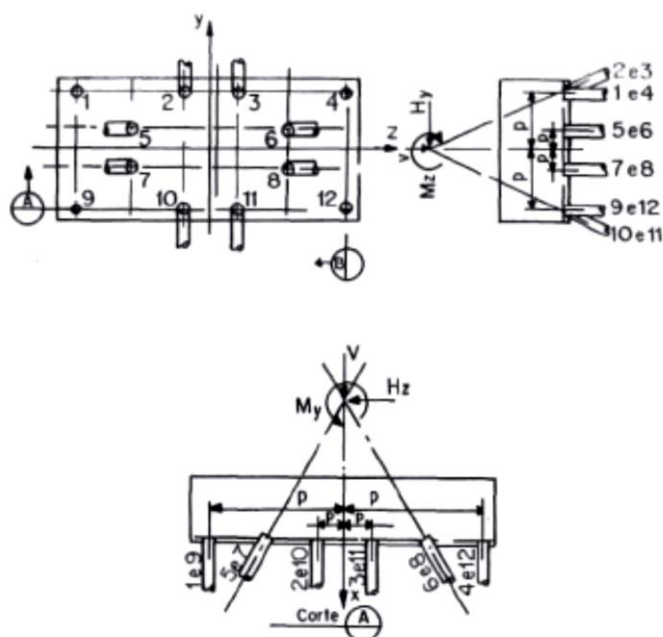
Dentre os métodos de cálculo de estaqueamento desenvolvidos e aprimorados ao longo dos anos os que mais se destacam são os métodos de Nökkenteved *apud* Alonso (1989, p. 31) e o método de Schiel (1957)⁴, *apud* Alonso (1989, p. 36).

De acordo com Velloso e Lopes (2010, p. 392), estes métodos apresentam as mesmas hipóteses adotadas para o cálculo, pois desprezam a contenção lateral do solo admitindo as estacas como birotuladas no topo e na ponta. São modelos que apresentam melhor interpretação da interação solo-estrutura até o momento, segundo Alonso (1989, p. 31).

O primeiro método apresenta o cálculo baseado em dois planos de simetria, em que é determinada a carga atuante para cada estaca do conjunto dimensionado para o bloco. Baseado nesse método o projetista tem a opção de adotar formulários básicos propostos por Nökkenteved, como exemplificado na Figura 10 a seguir para um bloco com 8 estacas.

⁴ SCHIEL. F. *Estática de Estaqueamentos*, Publicação nº 70 da Escola de Engenharia de São Carlos, 1971.

Figura 10 - Estaqueamento Simétrico



Fonte: Alonso (1989, p. 37)

E o segundo método baseia-se no cálculo matricial para o conjunto de estacas como um todo, possibilitando assim a programação do método.

2.6.1 Método Nökkenteved

Este método, como dito anteriormente, é mais utilizado em edifícios. Este fato se dá por conta desse modelo de cálculo ser mais eficiente quando o estaqueamento é simétrico, embora também possa ser usado em estaqueamentos em geral. Seu cálculo é feito projetando o estaqueamento em dois planos de simetria.

Ainda segundo Velloso e Lopes (2010, p. 394), ao longo do aperfeiçoamento das considerações de cálculo para determinação das cargas de estaqueamento destacam-se que antes qualquer influência do solo envolvendo as estacas era desprezada e estas eram apenas consideradas rotuladas no bloco e com desempenho carga deslocamento elástico.

Agora de acordo com Alonso (1989, p. 31), proveniente dessas hipóteses, Nökkenteved, aprimorou-as considerando:

- 1) O bloco de coroamento infinitamente rígido e, portanto, indeformável;

- 2) Estacas de materiais elástico, ou seja, apresentam proporcionalidade entre os esforços axiais nela infligidos e o deslocamento do topo da estaca sobre seu eixo;
- 3) Estacas biarticuladas, ou seja, o possível deslocamento lateral do bloco é desprezado, bem como o empuxo do solo sobre a estaca. Assim considera-se as estacas suficientemente esbeltas a ponto de as cargas axiais serem muito mais significativas que as horizontais, efeitos do vento por exemplo.

Vale ressaltar ainda que conforme explicitado nas hipóteses acima, esse método não pode ser usado para cálculo de estacas de contenção de solo e deve ser abandonado para comportamentos plásticos ou de ruptura.

Entendidos os condicionantes que permeiam esse método, agora será descrito o modelo de cálculo. Segundo Alonso (2010, p. 80), este método é o da superposição, ou seja, determina-se a carga em cada estaca somando de forma independente os efeitos de carga vertical e dos momentos. Na interpretação desse método as estacas devem ser todas de mesmo material, diâmetro e com disposição duplamente simétrica em conformidade com o quadro 91 e quadro 92 dispostos no anexo A. Vale lembrar que este método requer também a locação do centro de gravidade do bloco de coroamento ou ponto de origem do plano cartesiano coincidindo com o centro do estaqueamento. Para tal, a carga atuante numa estaca “*i*” de coordenadas (x_i y_i) é dada por:

$$P_i = \frac{N}{n} \pm M_y \frac{x_i}{\sum x_i^2} \pm M_x \frac{y_i}{\sum y_i^2} \quad (18)$$

Em que,

P_i é a carga atuante;

N é a carga vertical resultante no topo do conjunto de estacas;

n é o número de estacas por bloco;

M_y e M_x são os momentos no topo da estaca, considerando positivos os valores seguindo o sentido dos eixos de x e y .

Os sinais a serem considerados nessa fórmula variam de acordo com a posição da estaca e os sentidos dos momentos, fazendo a análise se os esforços axiais em cada estaca são somados – em caso de compressão – ou subtraídos, em casos de tração.

Para estaqueamentos compostos por estacas inclinadas e de diferentes materiais essa equação proposta por Alonso (2010, p. 80), baseada no método de Nökkenteved apresenta-se da seguinte forma conforme exposto em Alonso (1989, p. 36):

$$P_i = V \frac{\cos \alpha_i \cdot s_i}{\sum \cos^2 \alpha_i \cdot \sum s_i} \pm H \frac{\sin \alpha_i \cdot s_i}{\sum \sin^2 \alpha_i \cdot \sum s_i} \pm M \frac{p_i \cdot s_i}{\sum p^2 \cdot \sum s_i} \quad (19)$$

Em que,

V , H e M são os carregamentos provenientes da estrutura sobre o bloco transferidos às estacas.

s_i é a razão de rigidez da estaca com outra estaca de referência escolhida entre o conjunto de estacas.

p_i é o comprimento do braço da alavanca relativo ao momento analisado.

O fator de proporcionalidade de uma estaca, rigidez da estaca, é definido por Alonso (1989, p. 36) como:

$$S_i = E_i \cdot \frac{A_i}{l_i} \quad (20)$$

Sabendo que s_i é a razão entre os valores de rigidez das estacas utilizadas no estaqueamento tomando uma destas como referência. Por essa razão para estaqueamentos com estacas de mesmo material $s_i = 1$ e, nesse caso, a equação acima fica:

$$P_i = V \frac{\cos \alpha_i}{\sum \cos^2 \alpha_i} \pm H \frac{\sin \alpha_i}{\sum \sin^2 \alpha_i} \pm M \frac{p_i}{\sum p^2} \quad (21)$$

Para escolha da disposição de estacas inclinadas de acordo com esse método, Alonso (1989, p. 39) também propõe um quadro com alguns arranjos recomendados.

Determinados os valores solicitados em cada estaca, é feita a análise da planilha gerada pelo método e comparados ao valor de resistência do tipo de estaca utilizado.

2.6.2 Método Schiel

De acordo com Alonso (1989, p. 31) esse método foi desenvolvido pelo professor Schiel (1957) e mantém as mesmas hipóteses utilizadas no método exposto acima. A grande vantagem

desse método é a facilidade de programação, facilitando assim o cálculo de estaqueamentos não simétricos, já que se baseia num cálculo matricial.

A seguir será descrito a forma de realizar o cálculo proposto por Schiel, contudo não serão abordadas as minúcias desse modelo de cálculo, visto que o presente trabalho se baseia no dimensionamento manual do estaqueamento para comparação de eficiência entre as estacas propostas.

- 1) Inicialmente adota-se um sistema global de referência para orientação dos vetores de cargas, suas inclinações relativas ao estaqueamento e suas projeções em planta.
- 2) Monta-se a matriz carregamento com base nos esforços aplicados no estaqueamento proposto e os posiciona no centro do sistema proposto como referência.
- 3) Feito isso, definem-se as coordenadas de todas as estacas dispostas no bloco de coroamento em relação ao sistema global imposto.
- 4) Agora, calcula-se a matriz rigidez do estaqueamento de acordo com o material utilizado em cada estaca, fazendo uso da equação própria desse método computacional.
- 5) Dá-se continuidade ao processo através do cálculo da matriz deslocamento, obtida a partir do produto do matriz carregamento pela inversa da matriz rigidez.
- 6) E, finalmente, a carga das estacas será o produto entre a matriz deslocamento e as coordenadas de cada estaca, coordenadas estas que foram obtidas no passo três deste roteiro. Com isso são determinados os valores de carga solicitada em cada estaca.

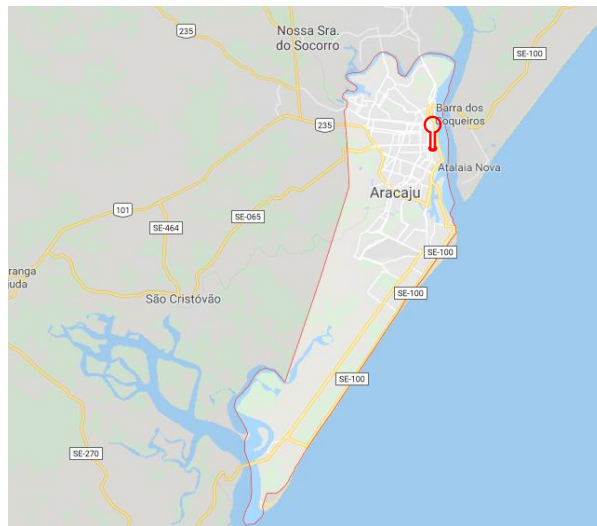
Vale destacar que esse método de cálculo ainda que baseado na hipótese de biarticulação das estacas não contemplará alguns estaqueamentos, pois as estacas verticais não resistirão a esforços horizontais, do mesmo modo que um arranjo com duas estacas inclinadas não resistirão a momentos. A esse tipo de estaqueamento que só resiste a certos carregamentos, denomina-se estaqueamento degenerado, este tipo é contemplado pelo método de Nökkenteved como demonstrado anteriormente. (Alonso, 1989, p. 34).

3 METODOLOGIA

3.1.1 Caracterização do Estudo de Caso

O objeto de estudo é um edifício de quatorze andares composto por apartamentos unifamiliares, localizado na capital do estado de Sergipe. A Figura 11 mostra a cidade de Aracaju e a localização aproximada do edifício adotado com indicação feita pelo ícone vermelho.

Figura 11 - Localização do Objeto de Estudo



Fonte: Google Maps (2019)

Sobre os tipos de solo encontrados na cidade, segundo dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (2010), são encontrados predominantemente solos aluviais e argilosos o que significa predominância de solos de baixa resistência na região, ou seja, baixos valores de N_{SPT} .

Sobre a área destinada à construção do edifício pode-se visualizar na tabela a seguir:

Tabela 1 - Cálculo das Áreas Construídas

	Lados (m)	Área (m ²)
Zona A	$\frac{20,94}{24,24}$	507,59
Zona B	$\frac{20,97}{24,31}$	509,78

Fonte: A Autora (2019)

3.1.2 Coleta de Dados

Para a realização deste trabalho, iniciou-se um estudo teórico (descrito no capítulo anterior onde foi mostrado desde os tipos de elementos de fundações profundas – e as características relevantes à sua escolha frente a um determinado problema de fundação – aos métodos de dimensionamento e roteiro de cálculo de estaqueamento para diferentes tipos de solicitações.

A partir dos estudos feitos foram desenvolvidas, pela autora, planilhas para os dimensionamentos realizados nas duas soluções de fundação propostas com auxílio do software Excel de acordo e para desenho da disposição das estacas adotadas foi utilizado o software AutoCad.

Antes de iniciar o dimensionamento de estacas, através do laudo de sondagem definiu-se as constantes geotécnicas do perfil de solo encontrado e as demais considerações feitas acerca do tipo de estaca pertinentes aos métodos de cálculo adotados. Para capacidade de carga foi adotado o método de Aoki e Velloso e para cálculo do estaqueamento o método de Nökkenteved descritos anteriormente.

3.2 Esforços Solicitantes

Para determinação dos esforços solicitantes foi utilizada a planta de cargas disponibilizada pelo projeto estrutural para o edifício objeto de estudo. São elas as cargas de compressão dos pilares e os momentos nas duas direções de acordo com a tabela 8 exposta no anexo B. A distribuição adotada das cargas dos pilares nos blocos de coroamento baseou-se na ordem da área de influência adotada pelos furos de sondagem, para melhor visualização dessa disposição basta consultar a tabela 9 presente no mesmo anexo.

3.3 Dimensionamento

O dimensionamento desenvolvido a seguir foi baseado no roteiro descrito na seção anterior, compreendendo desde a determinação da capacidade de carga admissível para conjunto estaca-solo até o número de estacas por bloco de coroamento, seus diâmetros e cotas de assentamento.

3.3.1 Capacidade de Carga

➤ Solo

Para análise da resistência disponível no solo é tomado como base o laudo dos ensaios de SPT (anexo D – Laudos de Sondagem) feitos para o solo cujo empreendimento proposto será executado. Para tal, foi tomada a configuração exposta no anexo C – Disposição dos Furos de Sondagem para a distribuição dos furos de sondagem ao longo do terreno. Dessa forma, foi calculada a área construída para dimensionamento do elemento de fundação por estacas e verificado se o número de furos de sondagem feitos atende à NBR 8036:1983.

➤ Estrutural

Dando prosseguimento ao dimensionamento proposto, foram tomados alguns intervalos de diâmetros padrões para análise dos comprimentos necessários ao suporte da fundação em ambas as situações, para estaca pré-moldada circular e para estaca hélice contínua.

Os diâmetros analisados para a estaca do tipo pré-moldada variam de $\varnothing 15$ cm à $\varnothing 42$ cm de acordo com o disposto no catálogo técnico Benapar Benabrax, enquanto que para as estacas do tipo hélice contínua foi analisado o intervalo de diâmetros compreendido entre $\varnothing 25$ cm à $\varnothing 50$ cm extraído do catálogo Geofix fundações (2012, p. 4). Tendo posse de tal informação é possível encontrar as tensões admissíveis estruturais para os dois tipos de estacas de acordo com os diâmetros indicados, como demonstrado nos quadros 93 e quadro 94 extraídos dos catálogos aqui mencionados, respectivamente apresentados no anexo E.

Tabela 2 - Resumo dos Diâmetros Analisados

	Pré-moldada de Concreto	Hélice Contínua Monitorada
	15	25
	18	30
	23	35
Diâmetros analisados (cm)	28	40
	33	50
	38	-
	42	-

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

➤ Estaca-solo

O sistema estaca solo possui um valor máximo de carga admissível para suporte da edificação, valor este conhecido como capacidade de carga do conjunto estaca-solo. Para cada diâmetro de estaca analisado haverá uma cota de assentamento ideal e um valor de capacidade máxima de carga admissível.

A determinação da capacidade de carga encontrada nas duas soluções de fundação profunda por estaca para cada um dos casos, foi feita de acordo com o item 2.4.3. Seus critérios de escolha são recordados a seguir:

Foi adotado como capacidade de carga do elemento de fundação – no caso da estaca pré-moldada – o menor valor entre a metade da carga de ruptura e a carga admissível estrutural da estaca. Conforme indica o esquema a seguir:

$$\text{Capacidade de Carga} < \begin{cases} PR/2 \\ \text{Carga Admissível Estrutural} \end{cases}$$

Seguindo o mesmo raciocínio, foi determinada a capacidade de carga também para o caso da estaca hélice contínua.

A capacidade de carga corresponde ao mínimo entre a metade da carga de ruptura, a razão entre parcela de carga de ruptura – proveniente apenas da resistência lateral – e 0,8 e por fim, a carga admissível estrutural da estaca. De acordo com o esquema demonstrado a seguir:

$$\text{Capacidade de Carga} < \begin{cases} \text{PR}/2 \\ \text{PL}/0,8 \\ \text{Carga Admissível Estrutural} \end{cases}$$

Os valores encontrados para cota de assentamento das estacas analisadas estão destacados em vermelho no apêndice B, a partir de tais valores foram determinados os comprimentos dos conjuntos de estacas adotados como solução. Pois o comprimento adotado para cada conjunto de estacas é equivalente ao valor da cota de assentamento, como indicam as tabelas Tabela 3 e Tabela 4 com o resumo das comprimentos encontrados a partir do cálculo da capacidade de carga. Informação esta necessária tanto para análise do volume de concreto utilizado como para garantir uma execução de forma a evitar desperdícios.

Tabela 3 - Comprimento das Estacas

Pré-moldada de Concreto (m)							
Sondagem	Ø15	Ø18	Ø23	Ø28	Ø33	Ø38	Ø42
SP-01	10	10	11	-	-	-	-
SP-02	10	10	10	-	-	-	-
SP-03	12	12	12	12	12	12	12
SP-04	15	15	15	-	-	-	-
SP-05	14	14	14	-	-	-	-
SP-06	10	10	10	10	10	10	10
SP-07	18	18	18	18	18	18	18
SP-08	18	18	18	18	18	18	18
SP-09	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
SP-10	15	15	15	15	15	15	15

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 4 - Comprimento das Estacas

Comprimento das Estacas Hélice Contínua (m)					
Sondagem	Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
SP-01	10	11	11	11	11
SP-02	10	10	10	10	10
SP-03	12	12	12	12	12
SP-04	15	15	15	15	15
SP-05	14	14	14	15	15
SP-06	10	10	10	10	10
SP-07	18	18	18	18	18
SP-08	18	18	18	18	18
SP-09	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
SP-10	15	15	15	15	15

Fonte: A Autora (2019)

Para o dimensionamento do elemento de fundação por estacas foi adotado o roteiro de cálculo da capacidade de carga baseado no método de Aoki-Velloso, anteriormente demonstrado. Esse método foi aplicado para os dois tipos de estacas a fim de analisar o tipo que oferece maior eficiência para este solo.

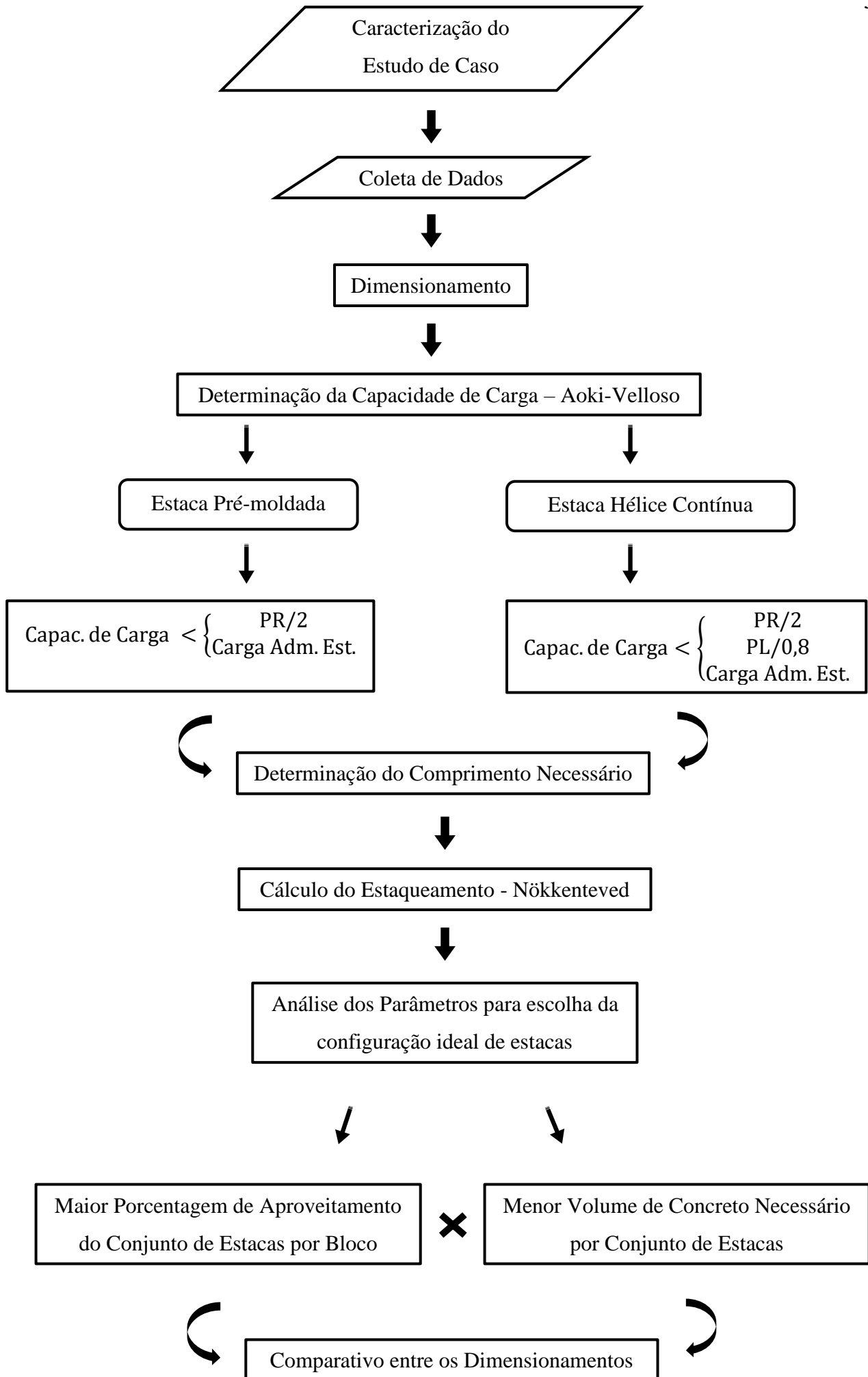
3.3.2 Cálculo do Estaqueamento

Sendo o empreendimento adotado um edifício de quatorze andares com área construída já definida e laudo de sondagem disponível, o cálculo do número de estacas para cada bloco de coroamento foi realizado a partir do método de Nökkenteved para estaqueamento paralelo, desconsiderando as cargas horizontais produzidas pela ação dos ventos e tomando estacas sempre de mesmo material para cada bloco de coroamento.

3.3.3 Escolha das Estacas

A escolha dos diâmetros das estacas foi feita com base na análise de dois parâmetros pertinentes ao dimensionamento. Durante a determinação da capacidade de carga para os diâmetros analisados foi tomado como diâmetro indicado aquele que apresenta melhor relação de aproveitamento percentual da capacidade estrutural que essa estaca tem de suportar carregamentos (carga admissível estrutural) e o menor volume de concreto necessário a esse conjunto de estacas, a fim de verificar a melhor solução de fundação profunda.

Diante do exposto, o esquema ilustrado na figura 12, resume os procedimentos metodológicos explicados neste capítulo:



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Capacidade de Carga

4.1.1 Solo

Inicialmente foi feita a verificação conforme à NBR 8036:1983 a disposição de furos de sondagem na área construída. Como indicado no item 2.4.1, foi realizado o cálculo da área construída segundo disposto na Tabela 1 referente a área destinada a construção do edifício, indicada no item 3.1.1.

Com isso observou-se que para tais valores, a norma exige apenas três furos para cada zona (zona A e zona B). Ou seja, o número de sondagens além de apresentar distribuição bem espaçada ao longo da área analisada, também possui número suficiente à área requerida para tal empreendimento.

Vale ressaltar também que como pode ser visto no anexo D, as sondagens apresentam valores de N_{SPT} muito baixos nos metros iniciais, o que explica a necessidade de utilização de fundação profunda para atingir cotas que apresentem solos de maior resistência.

Outro fator relevante a ser analisado são as camadas de solo mais profundas, que em algumas sondagens ainda apresentam baixos valores de N_{SPT} que podem explicar os baixos valores de capacidade de carga encontrados. Características que podem ser melhor visualizadas no Quadro 2 com a classificação das camadas de solos encontradas em tais cotas de assentamento das estacas dimensionadas.

Essa classificação foi feita a partir das diretrizes expostas na NBR 6484 (2001, p. 17) como indicado no anexo F.

Quadro 2 - Classificação da Camada de Solo Presente na Cota de Assentamento das Estacas

Sondagem	Tipo de solo	Classificação
SP-1	Silte arenoso	Compacto
SP-2	Silte arenoso	Compacto
SP-3	Silte argiloso	Medianamente Compacto à Compacto
Sondagem	Tipo de solo	Classificação

continua

SP-4	Silte arenoso	Compacto à Muito Compacto
SP-5	Silte arenoso	Compacto à Muito Compacto
SP-6	Silte arenoso	Medianamente Compacto
SP-7	Silte argiloso	Medianamente Compacto à Compacto
SP-8	Silte argiloso	Fofo à Compacto
SP-9	Argila	Muito Mole
SP-10	Argila siltosa	Mole à Média

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Outra observação que pode ser feita acerca dos laudos de sondagem desse empreendimento é o nível de água, que nos casos das sondagens SP-07, SP-08, SP-09 e SP-10 indicam a presença de água ao longo da estaca. Ou seja, a solução de fundação para este projeto deve apresentar suporte a tais condições, tal qual as estacas escolhidas no presente trabalho que não oferecem risco nessa situação e podem ser executadas ao longo de camadas de solo com presença de água.

4.1.2 Estaca-solo

Como indicado no item 473.3.1 o procedimento adotado para determinação da capacidade de carga do sistema analisado foi o método de Aoki-Velloso. Com análise feita de metro a metro para determinação do comprimento da estaca, fazendo o cálculo dessa capacidade de carga para diferentes diâmetros do mesmo tipo de estaca para que assim possibilite a oferta de opções para realização da escolha do melhor diâmetro para escolha do conjunto de estacas adequado para cada bloco de coroamento.

Como demonstrado no item anterior, algumas sondagens apresentaram resistência muito baixa, o que acarretou valores muito baixos de capacidade de carga. Objetivando maior aproveitamento da capacidade estrutural da estaca, foi feita uma análise com sete diâmetros diferentes ($\emptyset 15$ cm, $\emptyset 18$ cm, $\emptyset 23$ cm, $\emptyset 28$ cm, $\emptyset 33$ cm, $\emptyset 38$ cm e $\emptyset 42$ cm) para a estaca tipo pré-moldada nas sondagens de menor resistência (SP-03, SP-06, SP-07, SP-08, SP-09, SP-10) e três diâmetros diferentes para as sondagens que apresentaram maior resistência (SP-01, SP02, SP04 e SP-05).

Já para o cálculo da capacidade de carga do sistema contendo a estaca do tipo hélice contínua, foram usados cinco diâmetros diferentes ($\emptyset 25$ cm, $\emptyset 30$ cm, $\emptyset 35$ cm, $\emptyset 40$ cm, $\emptyset 50$ cm) em todas as sondagens.

Como pode ser visto nos quadros a seguir, houve poucas divergências de comprimento entre os diferentes diâmetros adotados para cada sondagem – com valores variando entre 10 m e 18,4 m – e os valores encontrados para capacidade de carga estão destacados em vermelho nos dois tipos de estacas analisadas.

4.2 Cálculo do Estaqueamento

Como dito no item 3.3.2, a determinação do número de estacas para cada diâmetro analisado foi feita a partir do método de Nökkenteved para estaqueamento paralelo, com centro de gravidade do bloco coincidindo com o centro de gravidade do carregamento nele imposto.

Nas sondagens que apresentaram maior resistência (SP-01, SP-04 e SP-05) e, conseqüentemente, valores maiores de capacidade de carga foi feita a determinação do número de estacas para cada conjunto (n) a partir da razão entre a carga de compressão atuante nesse bloco e a capacidade de carga encontrada no item anterior para o tipo de solo onde se encontra esse conjunto de estacas.

No entanto, no caso da sondagem SP-02 foi adotada a razão entre a carga de compressão atuante e a carga admissível estrutural da estaca. Esta medida foi tomada por razões de execução e assim evitar um grande número de estacas por bloco e para tanto foi adotado o número máximo de 20 estacas por bloco, admitindo que estando a estaca diretamente apoiada sobre a rocha (camada intransponível para penetração do amostrador durante o ensaio de sondagem e, portanto, sem valores de SPT) sua ruptura só se dará por ruína estrutural, e não por rompimento do sistema solo-estaca.

De forma análoga à sondagem SP-02, foi determinado o número de estacas para as demais sondagens que apresentaram baixos valores de capacidade de carga. Tal medida foi tomada nesses casos para garantir o maior aproveitamento da capacidade estrutural do conjunto de estacas.

A seguir estão expostos o

Quadro 3 - Cálculo do Estaqueamento: Pré-moldada e o Quadro 4 - Cálculo do Estaqueamento: Hélice Contínua contendo os números de estacas por bloco para cada diâmetro analisado e destacados em vermelho a escolha mais conveniente como solução desse problema de fundação para cada tipo de estaca analisada. A determinação da solução mais eficiente é demonstrada no item posterior.

Quadro 3 - Cálculo do Estaqueamento: Pré-moldada

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situação
1	0,15	2490,89	11,77	0,00	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	179,55	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	252,56	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	362,78	400	PASSOU!
2	0,15	3237,18	0,98	2,94	19	0,6	1,20	1,04	11,16	11,88	170,78	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	249,85	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	360,78	400	PASSOU!
3	0,15	2585,03	11,77	0,98	15	0,6	1,20	0,60	10,80	3,60	174,41	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	238,61	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	376,42	400	PASSOU!
4	0,15	3111,65	7,85	1,96	18	0,6	1,50	0,60	18,90	4,32	174,11	180	PASSOU!
	0,18				15	0,6	1,20	0,60	10,80	3,60	208,97	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,90	0,30	3,60	0,72	392,72	400	PASSOU!
5	0,15	2779,20	0,00	2,94	16	0,6	0,90	0,90	7,20	7,20	174,07	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	253,09	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	397,61	400	PASSOU!
6	0,15	3284,25	3,92	2,94	19	0,6	1,04	1,20	11,88	11,16	173,53	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	1,04	0,60	7,56	2,52	253,97	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	366,82	400	PASSOU!
7	0,15	3298,96	0,00	6,86	19	0,6	1,20	1,04	11,16	11,88	174,37	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	255,40	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	368,46	400	PASSOU!
8	0,15	2481,08	15,69	5,88	20	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	126,11	180	PASSOU!
	0,18				15	0,6	1,20	0,60	10,80	3,60	168,67	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	281,67	400	PASSOU!
9	0,15	2713,50	9,81	2,94	16	0,6	0,90	0,90	7,20	7,20	171,19	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	250,00	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	394,00	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	549,14	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	685,87	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	685,08	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	905,90	1150	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situaçāo
10	0,15	3284,25	0,00	13,73	19	0,6	1,04	1,20	11,88	11,16	174,06	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	1,04	0,60	7,56	2,52	254,52	260	PASSOU!
	0,23				9	0,7	0,70	0,70	2,94	2,94	368,19	400	PASSOU!
	0,28				7	0,85	0,60	0,60	1,45	4,34	474,89	550	PASSOU!
	0,33				5	0,95	0,67	0,67	1,81	1,81	661,96	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	828,29	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	0,00	1,05	0,00	2,21	1094,75	1150	PASSOU!
11	0,15	6151,71	0,98	28,44	35	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	178,23	180	PASSOU!
	0,18				24	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	258,79	260	PASSOU!
	0,23				16	0,6	0,90	0,90	7,20	7,20	388,16	400	PASSOU!
	0,28				12	0,7	1,05	0,70	7,35	3,92	516,88	550	PASSOU!
	0,33				9	0,85	0,85	0,85	4,34	4,34	689,29	750	PASSOU!
	0,38				7	0,95	0,67	0,67	5,42	1,81	882,71	900	PASSOU!
	0,42				6	1,05	1,05	0,53	4,41	1,65	1032,37	1150	PASSOU!
12	0,15	7148,07	1,96	15,69	41	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	175,85	180	PASSOU!
	0,18				28	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	256,79	260	PASSOU!
	0,23				18	0,6	1,50	0,60	18,90	4,32	398,63	400	PASSOU!
	0,28				14	0,7	1,05	0,96	6,86	8,05	513,21	550	PASSOU!
	0,33				10	0,85	1,80	0,60	17,34	2,89	716,85	750	PASSOU!
	0,38				8	0,95	1,43	0,48	9,03	1,81	896,50	900	PASSOU!
	0,42				7	1,05	0,74	0,74	6,62	2,21	1023,57	1150	PASSOU!
13	0,15	2147,66	0,98	2,94	12	0,6	0,60	0,90	2,88	5,40	179,75	180	PASSOU!
	0,18				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	239,72	260	PASSOU!
	0,23				6	0,6	0,30	0,60	0,54	1,44	359,99	400	PASSOU!
	0,28				4	0,7	0,35	0,35	0,49	0,49	539,72	550	PASSOU!
	0,33				3	0,85	0,00	0,85	0,00	1,45	716,46	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,00	0,95	0,00	1,81	716,40	900	PASSOU!
	0,42				2	1,05	0,53	0,00	0,55	0,00	1076,63	1150	PASSOU!
14	0,15	2114,31	8,83	2,94	12	0,6	0,90	0,60	5,40	2,88	178,52	180	PASSOU!
	0,18				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	238,19	260	PASSOU!
	0,23				6	0,6	0,60	0,30	1,44	0,54	358,51	400	PASSOU!
	0,28				4	0,7	0,35	0,35	0,49	0,49	536,98	550	PASSOU!
	0,33				3	0,85	0,85	0,00	1,45	0,00	706,50	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	706,32	900	PASSOU!
	0,42				2	1,05	0,53	0,00	0,55	0,00	1059,96	1150	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
15	0,15	2530,12	11,77	1,96	15	0,6	1,20	0,60	10,80	3,60	170,85	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	256,77	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	368,76	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	512,96	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	640,60	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	844,40	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	844,31	1150	PASSOU!
16	0,15	2728,21	8,83	2,94	16	0,6	0,90	0,90	7,20	7,20	171,98	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	251,05	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	395,52	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,70	0,35	1,96	0,74	459,96	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	688,97	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	688,25	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	910,80	1150	PASSOU!
17	0,15	3015,54	2,94	0,98	17	0,6	1,04	1,20	10,80	8,28	177,91	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	1,04	0,60	7,56	2,52	232,80	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	336,15	400	PASSOU!
18	0,15	2553,65	1,96	2,94	15	0,6	1,20	0,60	10,80	3,60	170,90	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	233,16	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	366,54	400	PASSOU!
19	0,15	3223,45	0,98	18,63	19	0,6	1,20	1,04	11,16	11,88	171,74	180	PASSOU!
	0,18				14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	233,71	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	363,61	400	PASSOU!
20	0,15	3150,88	7,85	1,96	18	0,6	1,50	0,60	18,90	4,32	176,29	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	243,92	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	352,82	400	PASSOU!
21	0,15	2454,60	1,96	2,94	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	176,13	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	224,16	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	352,39	400	PASSOU!
22	0,15	3292,09	0,98	1,96	19	0,6	1,04	1,20	11,88	11,16	173,55	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	1,04	0,60	7,56	2,52	253,74	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	366,61	400	PASSOU!
23	0,15	2415,38	4,90	3,92	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	173,91	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	243,56	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	348,71	400	PASSOU!
24	0,15	3284,25	0,00	13,73	19	0,6	1,20	1,04	11,16	11,88	174,33	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	255,90	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	368,73	400	PASSOU!
25	0,15	2947,88	3,92	6,86	18	0,6	1,50	0,60	18,90	4,32	164,86	180	PASSOU!
	0,18				12	0,6	0,90	0,60	5,40	2,88	247,62	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,90	0,30	3,60	0,72	371,84	400	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
26	0,15	2630,14	0,00	6,86	15	0,6	1,20	0,60	10,80	3,60	176,11	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	240,12	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	377,08	400	PASSOU!
27	0,15	2230,03	5,88	1,96	13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	172,82	180	PASSOU!
	0,18				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	249,96	260	PASSOU!
	0,23				6	0,6	0,60	0,30	1,44	0,54	375,76	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	449,97	550	PASSOU!
	0,33				3	0,85	0,85	0,00	1,45	0,00	744,50	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	744,38	900	PASSOU!
	0,42				2	0,6	0,30	0,00	0,18	0,00	1118,28	1150	PASSOU!
28	0,15	3196,97	0,00	12,75	18	0,6	1,50	0,60	18,90	4,32	178,62	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	248,96	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	358,76	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,70	0,35	1,96	0,74	537,38	550	PASSOU!
	0,33				5	0,85	0,60	0,60	1,45	1,45	644,70	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	805,95	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	1071,73	1150	PASSOU!
29	0,15	2447,74	4,90	3,92	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	176,22	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	246,80	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	353,34	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	494,01	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	617,13	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	817,98	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	817,78	1150	PASSOU!
30	0,15	3124,40	2,94	3,92	18	0,6	1,50	0,60	18,90	4,32	174,30	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	241,68	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,90	0,30	3,60	0,72	392,76	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,70	0,35	1,96	0,74	523,54	550	PASSOU!
	0,33				5	0,85	0,60	0,60	1,45	1,45	627,74	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	784,71	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	1043,33	1150	PASSOU!
31	0,15	2398,71	3,92	2,94	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	172,41	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	241,46	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	345,56	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	483,21	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	603,71	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	801,12	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	800,97	1150	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
32	0,15	3087,13	0,98	0,98	18	0,6	0,60	1,50	4,32	18,90	171,72	180	PASSOU!
	0,18				12	0,6	0,60	0,90	2,88	5,40	257,63	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,30	0,90	0,72	3,60	386,55	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,35	0,70	0,74	1,96	515,34	550	PASSOU!
	0,33				5	0,85	0,60	0,60	1,45	1,45	618,24	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	772,82	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	0,00	1,05	0,00	2,21	1029,51	1150	PASSOU!
33	0,15	3323,47	0,00	5,88	19	0,6	1,20	1,04	11,16	11,88	175,55	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	257,05	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	370,91	400	PASSOU!
	0,28				7	0,7	0,49	0,49	2,94	0,98	475,77	550	PASSOU!
	0,33				5	0,85	1,70	0,85	21,68	7,23	222,03	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	1,43	0,95	13,54	7,22	277,58	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	2,23	0,74	26,46	4,41	332,84	1150	PASSOU!
34	0,15	2178,06	3,92	1,96	13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	168,55	180	PASSOU!
	0,18				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	243,64	260	PASSOU!
	0,23				6	0,6	0,60	0,30	1,44	0,54	366,01	400	PASSOU!
	0,28				4	0,7	0,35	0,35	0,49	0,49	548,72	550	PASSOU!
	0,33				3	0,85	0,85	0,00	1,45	0,00	727,17	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	727,05	900	PASSOU!
	0,42				2	1,05	0,53	0,00	0,55	0,00	1090,90	1150	PASSOU!
35	0,15	2699,77	2,94	1,96	16	0,6	0,90	0,90	7,20	7,20	169,35	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	246,59	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	387,80	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	542,43	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	677,83	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	675,97	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	900,86	1150	PASSOU!
36	0,15	2443,82	4,90	0,00	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	175,24	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	245,83	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	352,01	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	491,24	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	613,84	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	814,61	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	814,61	1150	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situaço
37	0,15	6185,05	1,96	32,36	35	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	179,61	180	PASSOU!
	0,18				25	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	250,30	260	PASSOU!
	0,23				16	0,6	0,90	0,90	7,20	7,20	390,86	400	PASSOU!
	0,28				12	0,7	1,05	0,70	7,35	3,92	520,39	550	PASSOU!
	0,33				9	0,85	0,85	0,85	4,34	4,34	693,96	750	PASSOU!
	0,38				7	0,95	0,67	0,67	5,42	1,81	888,32	900	PASSOU!
	0,42				6	1,05	1,05	0,53	4,41	1,65	1039,17	1150	PASSOU!
38	0,15	7118,65	0,98	20,59	40	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	179,78	180	PASSOU!
	0,18				28	0,6	1,20	0,90	14,40	9,00	256,05	260	PASSOU!
	0,23				18	0,6	1,50	0,60	18,90	4,32	397,25	400	PASSOU!
	0,28				14	0,7	1,05	0,96	6,86	8,05	511,74	550	PASSOU!
	0,33				10	0,85	1,80	0,60	17,34	2,89	714,21	750	PASSOU!
	0,38				8	0,95	1,43	0,48	9,03	1,81	893,34	900	PASSOU!
	0,42				7	1,05	0,74	0,74	6,62	2,21	1019,59	1150	PASSOU!
39	0,15	2121,18	1,96	2,94	12	0,6	0,90	0,60	5,40	2,88	177,66	180	PASSOU!
	0,18				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	237,05	260	PASSOU!
	0,23				6	0,6	0,60	0,30	1,44	0,54	355,85	400	PASSOU!
	0,28				4	0,7	0,35	0,35	0,49	0,49	533,80	550	PASSOU!
	0,33				3	0,85	0,85	0,00	1,45	0,00	708,79	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	708,61	900	PASSOU!
	0,42				2	1,05	0,53	0,00	0,55	0,00	1063,39	1150	PASSOU!
40	0,15	2149,62	3,92	4,90	13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	167,06	180	PASSOU!
	0,18				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	241,30	260	PASSOU!
	0,23				6	0,6	0,60	0,30	1,44	0,54	362,49	400	PASSOU!
	0,28				4	0,7	0,35	0,35	0,49	0,49	543,71	550	PASSOU!
	0,33				3	0,85	0,85	0,00	1,45	0,00	719,42	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	719,12	900	PASSOU!
	0,42				2	1,05	0,53	0,00	0,55	0,00	1079,48	1150	PASSOU!
41	0,15	2476,18	3,92	0,98	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	177,59	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	248,92	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	356,24	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	497,71	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	621,93	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	825,91	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	825,86	1150	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
42	0,15	2628,18	0,98	1,96	15	0,6	1,20	0,60	10,80	3,60	175,59	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	239,50	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	376,42	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	527,12	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	658,78	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	877,09	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	876,99	1150	PASSOU!
43	0,15	2829,22	3,92	6,86	16	0,6	0,90	0,90	7,20	7,20	178,17	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	259,37	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,90	0,30	3,60	0,72	357,00	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,70	0,35	1,96	0,74	475,86	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	713,65	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	712,98	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	946,34	1150	PASSOU!
44	0,15	2621,32	15,69	8,83	15	0,6	1,20	0,60	10,80	3,60	178,35	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	244,22	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	385,45	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	536,65	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	669,75	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	878,42	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	877,98	1150	PASSOU!
45	0,15	3006,72	0,98	36,28	18	0,6	0,60	1,50	4,32	18,90	172,16	180	PASSOU!
	0,18				12	0,6	0,60	0,90	2,88	5,40	258,28	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,30	0,90	0,72	3,60	391,20	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,35	0,70	0,74	1,96	518,75	550	PASSOU!
	0,33				5	0,85	0,60	0,60	1,45	1,45	616,84	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	771,29	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	0,00	1,05	0,00	2,21	1002,71	1150	PASSOU!
46	0,15	3135,19	10,79	2,94	18	0,6	1,50	0,60	18,90	4,32	175,91	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	243,35	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,90	0,30	3,60	0,72	397,13	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,70	0,35	1,96	0,74	528,72	550	PASSOU!
	0,33				5	0,85	0,60	0,60	1,45	1,45	632,75	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	791,02	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	1046,46	1150	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situação
47	0,15	2730,17	0,00	0,00	16	0,6	0,90	0,90	7,20	7,20	170,64	180	PASSOU!
	0,18				11	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	248,20	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	390,02	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	546,03	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	682,54	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	682,54	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	910,06	1150	PASSOU!
48	0,15	3280,32	0,00	13,73	19	0,6	1,20	1,04	11,16	11,88	174,12	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	0,60	1,04	2,52	7,56	255,60	260	PASSOU!
	0,23				9	0,6	0,60	0,60	2,16	2,16	368,29	400	PASSOU!
	0,28				7	0,7	0,49	0,49	2,94	0,98	470,93	550	PASSOU!
	0,33				5	0,85	0,60	0,60	1,45	1,45	661,78	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	827,31	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	1099,98	1150	PASSOU!
49	0,15	3119,50	0,00	1,96	18	0,6	0,60	1,50	4,32	18,90	173,58	180	PASSOU!
	0,18				13	0,6	1,04	0,60	7,56	2,52	240,23	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,30	0,90	0,72	3,60	390,75	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,35	0,70	0,74	1,96	520,85	550	PASSOU!
	0,33				5	0,85	0,60	0,60	1,45	1,45	624,71	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	780,91	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	0,00	1,05	0,00	2,21	1039,83	1150	PASSOU!
50	0,15	2434,01	5,88	1,96	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	175,02	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	245,42	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	351,57	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	490,76	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	613,12	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	812,37	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	812,27	1150	PASSOU!
51	0,15	2955,72	0,98	1,96	17	0,6	1,20	1,04	8,28	10,80	174,24	180	PASSOU!
	0,18				12	0,6	0,90	0,60	5,40	2,88	246,84	260	PASSOU!
	0,23				8	0,6	0,90	0,30	3,60	0,72	370,36	400	PASSOU!
	0,28				6	0,7	0,70	0,35	1,96	0,74	493,79	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	740,66	750	PASSOU!
	0,38				4	0,95	0,48	0,48	0,90	0,90	740,48	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	986,18	1150	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
52	0,15	2466,37	3,92	6,86	14	0,6	0,90	0,82	5,04	5,91	177,94	180	PASSOU!
	0,18				10	0,6	1,27	0,42	8,64	1,44	248,80	260	PASSOU!
	0,23				7	0,6	0,42	0,42	2,16	0,72	356,00	400	PASSOU!
	0,28				5	0,7	0,49	0,49	0,98	0,98	498,72	550	PASSOU!
	0,33				4	0,85	0,43	0,43	0,72	0,72	622,94	750	PASSOU!
	0,38				3	0,95	0,95	0,00	1,81	0,00	825,74	900	PASSOU!
	0,42				3	1,05	1,05	0,00	2,21	0,00	825,39	1150	PASSOU!

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 4 - Calculo do Estaqueamento: Helice Continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
1	0,25	2490,89	11,77	0,00	9	0,65	19,09	0,46	4,23	1,69	279,97	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	420,38	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	502,80	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	628,61	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	830,30	1274,87	PASSOU!
2	0,25	3237,18	0,98	2,94	12	0,65	0,65	0,98	3,38	6,34	270,48	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	0,38	1,13	1,13	5,63	405,82	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,45	0,90	1,22	3,24	540,89	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	648,82	784,53	PASSOU!
	0,5				4	1,25	0,63	0,63	1,56	1,56	810,86	1274,87	PASSOU!
3	0,25	2585,03	11,77	0,98	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	261,84	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	436,40	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	522,01	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	652,63	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	862,07	1274,87	PASSOU!
4	0,25	3111,65	7,85	1,96	11	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	285,28	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	1,13	0,38	5,63	1,13	391,96	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	522,06	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	625,80	784,53	PASSOU!
	0,5				4	1,25	0,63	0,63	1,56	1,56	781,84	1274,87	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
5	0,25	2779,20	0,00	2,94	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	278,32	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	397,49	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	557,00	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	696,27	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	927,58	1274,87	PASSOU!
6	0,25	3284,25	3,92	2,94	12	0,65	0,98	0,65	6,34	3,38	274,89	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	1,13	0,38	5,63	1,13	412,43	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	549,64	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	659,28	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	1095,93	1274,87	PASSOU!
7	0,25	3298,96	0,00	6,86	12	0,65	0,65	0,98	3,38	6,34	276,23	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	0,38	1,13	1,13	5,63	414,66	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,45	0,90	1,22	3,24	552,37	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	662,22	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	0,00	1,25	0,00	3,13	1099,65	1274,87	PASSOU!
8	0,25	2481,08	15,69	5,88	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	253,18	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	422,45	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	504,69	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	631,06	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1245,25	1274,87	PASSOU!
9	0,25	2713,50	9,81	2,94	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	274,42	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	392,73	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	547,71	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	684,75	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	905,68	1274,87	PASSOU!
10	0,25	3284,25	0,00	13,73	12	0,65	0,98	0,65	6,34	3,38	275,80	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	1,13	0,38	5,63	1,13	413,28	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	551,19	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	661,70	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	1100,24	1274,87	PASSOU!
11	0,25	6151,71	0,98	28,44	22	0,65	1,30	0,98	16,90	10,56	281,90	294,20	PASSOU!
	0,3				15	0,75	1,50	0,75	16,88	5,63	412,77	441,30	PASSOU!
	0,35				11	0,9	1,91	0,64	19,44	3,24	562,23	588,40	PASSOU!
	0,4				8	1	1,50	0,50	10,00	2,00	773,48	784,53	PASSOU!
	0,5				23	1,25	2,50	1,88	62,50	39,06	268,65	1274,87	PASSOU!
12	0,25	7148,07	1,96	15,69	25	0,65	1,30	0,98	16,90	10,56	287,31	294,20	PASSOU!
	0,3				18	0,75	1,88	0,75	29,53	6,75	398,33	441,30	PASSOU!
	0,35				13	0,9	0,90	1,56	5,67	17,01	552,52	588,40	PASSOU!
	0,4				10	1	2,12	0,71	24,00	4,00	716,54	784,53	PASSOU!
	0,5				6	1,25	1,25	0,63	6,25	2,34	1195,01	1274,87	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
13	0,25	2147,66	0,98	2,94	8	0,65	0,98	0,33	4,23	0,85	269,51	294,20	PASSOU!
	0,3				5	0,75	0,53	0,53	1,13	1,13	431,38	441,30	PASSOU!
	0,35				4	0,9	0,45	0,45	0,81	0,81	539,09	588,40	PASSOU!
	0,4				3	1	1,00	0,00	2,00	0,00	717,36	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1076,18	1274,87	PASSOU!
14	0,25	2114,31	8,83	2,94	8	0,65	0,98	0,33	4,23	0,85	268,36	294,20	PASSOU!
	0,3				5	0,75	0,53	0,53	1,13	1,13	428,41	441,30	PASSOU!
	0,35				4	0,9	0,45	0,45	0,81	0,81	535,12	588,40	PASSOU!
	0,4				3	1	1,00	0,00	2,00	0,00	706,24	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1059,51	1274,87	PASSOU!
15	0,25	2530,12	11,77	1,96	10	0,65	0,46	1,38	1,69	10,14	255,15	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,38	0,75	0,84	2,25	426,48	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	511,42	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	639,39	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,00	0,63	0,00	0,78	1274,47	1274,87	PASSOU!
16	0,25	2728,21	8,83	2,94	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	275,62	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	394,37	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	550,26	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	687,94	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	910,58	1274,87	PASSOU!
17	0,25	3015,54	2,94	0,98	14	0,65	0,98	0,89	5,92	6,94	215,93	294,20	PASSOU!
	0,3				12	0,75	1,13	0,75	8,44	4,50	251,92	441,30	PASSOU!
	0,35				10	0,9	1,91	0,64	19,44	3,24	302,23	588,40	PASSOU!
	0,4				9	1	19,09	0,71	10,00	4,00	337,45	784,53	PASSOU!
	0,5				7	1,25	0,88	0,88	9,38	3,13	431,72	1274,87	PASSOU!
18	0,25	2553,65	1,96	2,94	12	0,65	0,98	0,65	6,34	3,38	213,63	294,20	PASSOU!
	0,3				10	0,75	1,59	0,53	13,50	2,25	256,17	441,30	PASSOU!
	0,35				9	0,9	19,09	0,64	8,10	3,24	291,06	588,40	PASSOU!
	0,4				8	1	1,50	0,50	10,00	2,00	320,14	784,53	PASSOU!
	0,5				6	1,25	1,25	0,63	6,25	2,34	0,00	1274,87	PASSOU!
19	0,25	3223,45	0,98	18,63	15	0,65	0,65	1,30	4,23	12,68	217,86	294,20	PASSOU!
	0,3				12	0,75	0,75	1,13	4,50	8,44	271,86	441,30	PASSOU!
	0,35				11	0,9	0,64	1,91	3,24	19,44	296,80	588,40	PASSOU!
	0,4				9	1	0,71	19,09	4,00	10,00	363,33	784,53	PASSOU!
	0,5				8	1,25	0,63	1,88	3,13	15,63	406,77	1274,87	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
20	0,25	3150,88	7,85	1,96	14	0,65	0,98	0,89	5,92	6,94	226,39	294,20	PASSOU!
	0,3				12	0,75	1,13	0,75	8,44	4,50	264,14	441,30	PASSOU!
	0,35				10	0,9	1,91	0,64	19,44	3,24	316,82	588,40	PASSOU!
	0,4				9	1	19,09	0,71	10,00	4,00	355,23	784,53	PASSOU!
	0,5				7	1,25	0,88	0,88	9,38	3,13	452,53	1274,87	PASSOU!
21	0,25	2454,60	1,96	2,94	11	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	224,08	294,20	PASSOU!
	0,3				10	0,75	1,59	0,53	13,50	2,25	246,27	441,30	PASSOU!
	0,35				8	0,9	1,35	0,45	8,10	1,62	307,86	588,40	PASSOU!
	0,4				7	1	0,71	0,71	6,00	2,00	351,70	784,53	PASSOU!
	0,5				6	1,25	1,25	0,63	6,25	2,34	410,21	1274,87	PASSOU!
22	0,25	3292,09	0,98	1,96	12	0,65	0,98	0,65	6,34	3,38	274,83	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	1,13	0,38	5,63	1,13	412,23	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	549,59	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	659,46	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	1098,15	1274,87	PASSOU!
23	0,25	2415,38	4,90	3,92	9	0,65	19,09	0,46	4,23	1,69	287,43	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	406,05	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	486,54	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	608,26	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1210,83	1274,87	PASSOU!
24	0,25	3284,25	0,00	13,73	12	0,65	0,65	0,98	3,38	6,34	276,33	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	0,38	1,13	1,13	5,63	415,11	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,45	0,90	1,22	3,24	552,46	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	661,70	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	0,00	1,25	0,00	3,13	1094,75	1274,87	PASSOU!
25	0,25	2947,88	3,92	6,86	11	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	269,99	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	424,05	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	494,67	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	742,36	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	985,37	1274,87	PASSOU!
26	0,25	2630,14	0,00	6,86	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	263,95	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	440,65	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	528,73	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	660,97	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	879,46	1274,87	PASSOU!
27	0,25	2230,03	5,88	1,96	8	0,65	0,98	0,33	4,23	0,85	281,47	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	374,94	441,30	PASSOU!
	0,35				4	0,9	0,45	0,45	0,81	0,81	561,87	588,40	PASSOU!
	0,4				3	1	1,00	0,00	2,00	0,00	744,32	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1116,59	1274,87	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
28	0,25	3196,97	0,00	12,75	11	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	292,37	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	1,13	0,38	5,63	1,13	402,17	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	536,37	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	643,90	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	1070,76	1274,87	PASSOU!
29	0,25	2447,74	4,90	3,92	9	0,65	19,09	0,46	4,23	1,69	291,03	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	411,44	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	493,02	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	616,35	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1227,01	1274,87	PASSOU!
30	0,25	3124,40	2,94	3,92	11	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	285,37	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	1,13	0,38	5,63	1,13	392,32	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	522,91	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	784,53	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	1043,04	1274,87	PASSOU!
31	0,25	2398,71	3,92	2,94	9	0,65	19,09	0,46	4,23	1,69	280,88	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	402,51	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	482,44	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	603,11	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1201,71	1274,87	PASSOU!
32	0,25	3087,13	0,98	0,98	11	0,65	0,46	1,38	1,69	10,14	281,05	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	0,38	1,13	1,13	5,63	386,41	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,45	0,90	1,22	3,24	515,16	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	772,76	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	0,00	1,25	0,00	3,13	1029,44	1274,87	PASSOU!
33	0,25	3323,47	0,00	5,88	12	0,65	0,65	0,98	3,38	6,34	278,09	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	0,38	1,13	1,13	5,63	417,40	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,45	0,90	1,22	3,24	556,09	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	666,78	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	0,00	1,25	0,00	3,13	1107,82	1274,87	PASSOU!
34	0,25	2178,06	3,92	1,96	8	0,65	0,98	0,33	4,23	0,85	274,22	294,20	PASSOU!
	0,3				5	0,75	0,53	0,53	1,13	1,13	438,39	441,30	PASSOU!
	0,35				4	0,9	0,45	0,45	0,81	0,81	547,78	588,40	PASSOU!
	0,4				3	1	1,00	0,00	2,00	0,00	727,00	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1090,60	1274,87	PASSOU!
35	0,25	2699,77	2,94	1,96	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	271,04	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	387,38	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	541,88	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	677,39	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	900,71	1274,87	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
36	0,25	2443,82	4,90	0,00	9	0,65	19,09	0,46	4,23	1,69	272,87	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	409,48	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	490,69	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	613,41	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1221,91	1274,87	PASSOU!
37	0,25	6185,05	1,96	32,36	22	0,65	1,30	0,98	16,90	10,56	283,81	294,20	PASSOU!
	0,3				15	0,75	1,50	0,75	16,88	5,63	415,48	441,30	PASSOU!
	0,35				11	0,9	1,91	0,64	19,44	3,24	565,84	588,40	PASSOU!
	0,4				8	1	1,50	0,50	10,00	2,00	778,48	784,53	PASSOU!
	0,5				5	1,25	0,88	0,88	3,13	3,13	1246,72	1274,87	PASSOU!
38	0,25	7118,65	0,98	20,59	25	0,65	1,30	0,98	16,90	10,56	286,42	294,20	PASSOU!
	0,3				18	0,75	1,88	0,75	29,53	6,75	396,90	441,30	PASSOU!
	0,35				13	0,9	0,90	1,56	5,67	17,01	550,95	588,40	PASSOU!
	0,4				10	1	2,12	0,71	24,00	4,00	713,86	784,53	PASSOU!
	0,5				6	1,25	1,25	0,63	6,25	2,34	1190,82	1274,87	PASSOU!
39	0,25	2121,18	1,96	2,94	8	0,65	0,98	0,33	4,23	0,85	266,58	294,20	PASSOU!
	0,3				5	0,75	0,53	0,53	1,13	1,13	426,55	441,30	PASSOU!
	0,35				4	0,9	0,45	0,45	0,81	0,81	533,02	588,40	PASSOU!
	0,4				3	1	1,00	0,00	2,00	0,00	708,53	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1062,94	1274,87	PASSOU!
40	0,25	2149,62	3,92	4,90	8	0,65	0,98	0,33	4,23	0,85	271,34	294,20	PASSOU!
	0,3				5	0,75	0,53	0,53	1,13	1,13	434,08	441,30	PASSOU!
	0,35				4	0,9	0,45	0,45	0,81	0,81	542,31	588,40	PASSOU!
	0,4				3	1	1,00	0,00	2,00	0,00	718,99	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1078,73	1274,87	PASSOU!
41	0,25	2476,18	3,92	0,98	9	0,65	19,09	0,46	4,23	1,69	280,63	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	414,77	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	497,16	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	621,50	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1238,87	1274,87	PASSOU!
42	0,25	2628,18	0,98	1,96	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	263,35	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	439,12	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	526,79	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	658,52	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	876,85	1274,87	PASSOU!
43	0,25	2829,22	3,92	6,86	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	284,92	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	407,10	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	570,08	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	712,70	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	945,82	1274,87	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
44	0,25	2621,32	15,69	8,83	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	267,60	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	383,26	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	533,89	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	667,59	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	877,30	1274,87	PASSOU!
45	0,25	3006,72	0,98	36,28	11	0,65	0,46	1,38	1,69	10,14	283,34	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	0,38	1,13	1,13	5,63	388,13	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,45	0,90	1,22	3,24	514,83	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	770,31	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	0,00	1,25	0,00	3,13	1002,63	1274,87	PASSOU!
46	0,25	3135,19	10,79	2,94	11	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	288,35	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	1,13	0,38	5,63	1,13	396,08	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	527,34	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	631,89	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	1046,24	1274,87	PASSOU!
47	0,25	2730,17	0,00	0,00	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	273,02	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	390,02	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	546,03	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	682,54	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	910,06	1274,87	PASSOU!
48	0,25	3280,32	0,00	13,73	12	0,65	0,65	0,98	3,38	6,34	276,00	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	0,38	1,13	1,13	5,63	414,62	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,45	0,90	1,22	3,24	551,81	588,40	PASSOU!
	0,4				5	1	0,71	0,71	2,00	2,00	660,92	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	0,00	1,25	0,00	3,13	1093,44	1274,87	PASSOU!
49	0,25	3119,50	0,00	1,96	11	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	283,86	294,20	PASSOU!
	0,3				8	0,75	1,13	0,38	5,63	1,13	390,33	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	520,46	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	780,85	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	1040,62	1274,87	PASSOU!
50	0,25	2434,01	5,88	1,96	9	0,65	19,09	0,46	4,23	1,69	280,91	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	408,94	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	489,88	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	612,43	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1218,57	1274,87	PASSOU!
51	0,25	2955,72	0,98	1,96	11	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	269,24	294,20	PASSOU!
	0,3				7	0,75	0,53	0,53	3,38	1,13	423,02	441,30	PASSOU!
	0,35				6	0,9	0,90	0,45	3,24	1,22	493,53	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	740,40	784,53	PASSOU!
	0,5				3	1,25	1,25	0,00	3,13	0,00	986,03	1274,87	PASSOU!

continua

Bloco	\emptyset (m)	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	n	d (m)	x_i	y_i	$\sum x_i^2$	$\sum y_i^2$	$P_i (+)$ (KN)	$P_{m\acute{a}x.}$ (KN)	Situao
52	0,25	2466,37	3,92	6,86	10	0,65	1,38	0,46	10,14	1,69	248,64	294,20	PASSOU!
	0,3				6	0,75	0,75	0,38	2,25	0,84	415,09	441,30	PASSOU!
	0,35				5	0,9	0,64	0,64	1,62	1,62	497,51	588,40	PASSOU!
	0,4				4	1	0,50	0,50	1,00	1,00	621,99	784,53	PASSOU!
	0,5				2	1,25	0,63	0,00	0,78	0,00	1238,68	1274,87	PASSOU!

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

4.3 Porcentagem de Aproveitamento e Volume de Concreto

Nos quadros a seguir  possível entender o critério seguido para a adoção de determinado diâmetro para o conjunto de estacas escolhido como solução em cada bloco, de acordo com cada tipo de estaca analisado: pré-moldada e hélice contínua.

4.3.1 Estaca Pré-moldada

Como pode ser visualizado, o Quadro 5 - Porcentagem de Aproveitamento por Conjunto de Estacas: zona A indica o quanto a capacidade estrutural de determinada estaca está sendo aproveitada em cada configuração de conjunto de estacas para suportar um mesmo carregamento.

Com isso, é escolhida a configuração de estacas que apresente maior aproveitamento da capacidade estrutural das estacas analisadas e assim seja capaz de promover a escolha mais assertiva acerca da configuração de estacas adotada.

Nos quadros a seguir estão em destaque vermelho os valores adotados para o presente dimensionamento com base nos critérios aqui apresentados.

Quadro 5 - Porcentagem de Aproveitamento por Conjunto de Estacas: zona A

Porcentagem de aproveitamento do conjunto de estacas por bloco: Pré-moldada							
Bloco	Ø15	Ø18	Ø23	Ø28	Ø33	Ø38	Ø42
1	98,84%	95,80%	88,96%	-	-	-	-
2	94,65%	95,77%	89,92%	-	-	-	-
3	95,74%	90,39%	92,32%	-	-	-	-
4	96,04%	79,79%	97,24%	-	-	-	-
5	96,50%	97,17%	99,26%	-	-	-	-
6	96,03%	97,17%	91,23%	-	-	-	-
7	96,46%	97,60%	91,64%	-	-	-	-
8	68,92%	63,62%	68,92%	-	-	-	-
9	94,22%	94,88%	96,91%	98,67%	90,45%	75,38%	78,65%
10	96,03%	97,17%	91,23%	85,31%	87,58%	91,23%	95,20%
11	97,65%	98,59%	96,12%	93,21%	91,14%	97,65%	89,16%
12	96,86%	98,19%	99,28%	92,83%	95,31%	99,28%	88,80%
13	99,43%	91,78%	89,49%	97,62%	95,45%	79,54%	93,38%
14	97,88%	90,36%	88,10%	96,11%	93,97%	78,31%	91,93%
15	93,71%	97,31%	90,36%	92,00%	84,34%	93,71%	73,34%
16	94,73%	95,39%	97,44%	82,67%	90,94%	75,78%	79,08%
17	98,55%	89,22%	83,77%	-	-	-	-
18	94,58%	89,29%	91,20%	-	-	-	-
19	94,25%	88,56%	89,54%	-	-	-	-
20	97,25%	93,22%	87,52%	-	-	-	-
21	97,40%	85,83%	87,66%	-	-	-	-
22	96,26%	97,40%	91,45%	-	-	-	-
23	95,85%	92,90%	86,26%	-	-	-	-
24	96,03%	97,17%	91,23%	-	-	-	-
25	90,98%	94,48%	92,12%	-	-	-	-
26	97,41%	91,96%	93,93%	-	-	-	-

Fonte: A Autora (2019)

Como pode ser observado no Quadro 5, algumas porcentagens de aproveitamento se repetem para um mesmo bloco. Nesses casos, foi adotada a configuração que apresenta menor volume de concreto a fim de garantir maior eficiência na comparação feita no presente trabalho.

Um exemplo em que tal situação pode ser observada é o bloco 8, ao fazer o comparativo entre o Quadro 5 e Quadro 6 mostra que a solução mais conveniente é um bloco com estacas de 23 cm de diâmetro.

Quadro 6 – Volume de Concreto por Conjunto de Estacas: zona A

Volume de concreto por conjunto de estacas (m ³):							Pré-
moldada							
Bloco	Ø15	Ø18	Ø23	Ø28	Ø33	Ø38	Ø42
1	2,47	2,54	3,20	-	-	-	-
2	3,36	3,31	4,11	-	-	-	-
3	2,65	2,80	3,20	-	-	-	-
4	3,18	3,82	3,66	-	-	-	-
5	2,83	2,80	2,91	-	-	-	-
6	3,36	3,31	3,74	-	-	-	-
7	3,36	3,31	3,74	-	-	-	-
8	3,53	3,82	3,74	-	-	-	-
9	3,39	3,36	3,49	3,69	4,11	5,44	4,99
10	4,03	3,97	4,49	5,17	5,13	5,44	4,99
11	7,42	7,33	7,98	8,87	9,24	9,53	9,98
12	8,69	8,55	8,97	10,34	10,26	10,89	11,64
13	2,54	2,75	2,99	2,96	3,08	4,08	3,33
14	2,54	2,75	2,99	2,96	3,08	4,08	3,33
15	3,18	3,05	3,49	3,69	4,11	4,08	4,99
16	3,39	3,36	3,49	4,43	4,11	5,44	4,99
17	4,51	4,96	5,61	-	-	-	-
18	3,98	4,20	4,36	-	-	-	-
19	5,04	5,34	5,61	-	-	-	-
20	4,77	4,96	5,61	-	-	-	-
21	3,71	4,20	4,36	-	-	-	-
22	4,70	4,63	5,23	-	-	-	-
23	3,46	3,56	4,07	-	-	-	-
24	4,70	4,63	5,23	-	-	-	-
25	4,45	4,28	4,65	-	-	-	-
26	3,71	3,92	4,07	-	-	-	-

Fonte: A autora (2019)

A seguir é realizado o procedimento acima demonstrado para a zona B, com mesmo tipo de estaca e mesmos critérios para escolha da melhor solução em cada carregamento.

Quadro 7 - Porcentagem de Aproveitamento de Estacas: zona B

Porcentagem de aproveitamento do conjunto de estacas por bloco: Pré-moldada							
Bloco	Ø15	Ø18	Ø23	Ø28	Ø33	Ø38	Ø42
27	95,30%	95,30%	92,92%	81,09%	99,11%	82,59%	96,96%
28	98,67%	94,58%	88,80%	96,88%	85,25%	88,80%	92,67%
29	97,13%	94,14%	87,42%	89,01%	81,59%	90,66%	70,95%
30	96,43%	92,44%	97,64%	94,68%	83,32%	86,79%	90,56%
31	95,19%	92,26%	85,67%	87,23%	79,96%	88,84%	69,53%
32	95,28%	98,95%	96,47%	93,55%	82,32%	85,75%	89,48%
33	97,18%	98,33%	92,32%	86,32%	29,54%	30,77%	28,90%
34	93,08%	93,08%	90,75%	99,00%	96,80%	80,67%	94,70%
35	93,74%	94,40%	96,42%	98,17%	89,99%	74,99%	78,25%
36	96,98%	93,99%	87,28%	88,87%	81,46%	90,51%	70,84%
37	98,18%	95,15%	96,64%	93,71%	91,63%	98,18%	89,64%
38	98,87%	97,78%	98,87%	92,45%	94,92%	98,87%	88,43%
39	98,20%	90,65%	88,38%	96,42%	94,27%	78,56%	92,23%
40	91,86%	91,86%	89,57%	97,71%	95,54%	79,62%	93,46%
41	98,26%	95,24%	88,43%	90,04%	82,54%	91,71%	71,77%
42	97,34%	91,89%	93,86%	95,57%	87,61%	97,34%	76,18%
43	98,24%	98,92%	88,41%	85,73%	94,31%	78,59%	82,01%
44	97,09%	91,65%	93,62%	95,32%	87,38%	97,09%	75,98%
45	92,80%	96,37%	93,96%	91,11%	80,18%	83,52%	87,15%
46	96,77%	92,76%	97,97%	95,01%	83,60%	87,09%	90,87%
47	94,80%	95,46%	97,51%	99,28%	91,01%	75,84%	79,14%
48	95,92%	97,05%	91,12%	85,20%	87,48%	91,12%	95,08%
49	96,28%	92,29%	97,48%	94,53%	83,19%	86,65%	90,42%
50	96,59%	93,62%	86,93%	88,51%	81,13%	90,15%	70,55%
51	96,59%	94,73%	92,37%	89,57%	98,52%	82,10%	85,67%
52	97,87%	94,86%	88,08%	89,69%	82,21%	91,35%	71,49%

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 8 - Volume de Concreto por Conjunto de Estacas: zona B

Volume de concreto por conjunto de estacas (m ³): Pré-moldada							Pré-
Bloco	Ø15	Ø18	Ø23	Ø28	Ø33	Ø38	Ø42
27	2,30	2,29	1,53	3,08	2,57	3,40	2,77
28	3,18	3,31	2,29	3,69	4,28	4,54	4,16
29	2,47	2,54	1,78	3,08	3,42	3,40	4,16
30	3,18	3,31	2,04	3,69	4,28	4,54	4,16
31	4,45	4,58	5,23	5,54	6,16	6,12	7,48
32	5,73	5,50	5,98	6,65	7,70	8,17	7,48
33	6,04	5,95	6,73	7,76	23,09	24,50	24,94
34	4,14	4,12	4,49	4,43	4,62	6,12	4,99
35	5,09	5,04	5,23	5,54	6,16	8,17	7,48
36	4,45	4,58	5,23	5,54	6,16	6,12	7,48
37	11,13	11,45	11,97	13,30	13,86	14,29	14,96
38	12,72	12,83	13,46	15,52	15,40	16,33	17,46
39	3,82	4,12	4,49	4,43	4,62	6,12	4,99
40	4,14	4,12	4,49	4,43	4,62	6,12	4,99
41	4,45	4,58	5,23	5,54	6,16	6,12	7,48
42	4,77	5,04	5,23	5,54	6,16	6,12	7,48
43	2,71	2,69	3,19	3,55	3,28	4,36	3,99
44	2,54	2,69	2,79	2,96	3,28	3,27	3,99
45	3,05	2,93	3,19	3,55	4,11	4,36	3,99
46	3,05	3,18	3,19	3,55	4,11	4,36	3,99
47	2,71	2,69	2,79	2,96	3,28	4,36	3,99
48	5,04	4,96	5,61	6,47	6,41	6,80	6,23
49	4,77	4,96	4,99	5,54	6,41	6,80	6,23
50	3,71	3,82	4,36	4,62	5,13	5,10	6,23
51	4,51	4,58	4,99	5,54	5,13	6,80	6,23
52	3,71	3,82	4,36	4,62	5,13	5,10	6,23

Fonte: A Autora (2019)

4.3.2 Estaca Hélice Contínua

A determinação da melhor configuração de estacas hélice contínua adotada para conjunto de estacas é feita de forma semelhante à demonstrada no item anterior, fazendo uso de cinco diâmetros próximos aos adotados na análise do item anterior.

Quadro 9 - Porcentagem de Aproveitamento de Estacas: zona A

Porcentagem de aproveitamento do conjunto de estacas por bloco: Hélice Contínua					
Bloco	Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
1	94,07%	94,07%	84,67%	79,38%	65,13%
2	91,69%	91,69%	91,69%	82,53%	63,48%
3	87,87%	97,63%	87,87%	82,38%	67,59%
4	96,15%	88,14%	88,14%	79,33%	61,02%
5	94,47%	89,97%	94,47%	88,56%	72,67%
6	93,03%	93,03%	93,03%	83,73%	85,87%
7	93,44%	93,44%	93,44%	84,10%	86,26%
8	84,33%	93,70%	84,33%	79,06%	97,31%
9	92,23%	87,84%	92,23%	86,47%	70,95%
10	93,03%	93,03%	93,03%	83,73%	85,87%
11	95,05%	92,93%	95,05%	98,02%	20,98%
12	97,19%	89,99%	93,45%	91,11%	93,45%
13	91,25%	97,33%	91,25%	91,25%	84,23%
14	89,83%	95,82%	89,83%	89,83%	82,92%
15	86,00%	95,56%	86,00%	80,63%	99,23%
16	92,73%	88,32%	92,73%	86,94%	71,33%
17	73,21%	56,94%	51,25%	42,71%	33,79%
18	72,33%	57,87%	48,22%	40,69%	33,38%
19	73,04%	60,87%	49,80%	45,65%	31,61%
20	76,50%	59,50%	53,55%	44,63%	35,31%
21	75,85%	55,62%	52,15%	44,70%	32,09%
22	93,25%	93,25%	93,25%	83,93%	86,08%
23	91,22%	91,22%	82,10%	76,97%	94,73%
24	93,03%	93,03%	93,03%	83,73%	85,87%
25	91,09%	95,43%	83,50%	93,94%	77,08%
26	89,40%	99,33%	89,40%	83,81%	68,77%

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 10 - Volume de Concreto por Conjunto de Estacas: zona A

Volume de concreto por conjunto de estacas (m ³): Hélice Contínua					
Bloco	Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
1	4,42	4,67	5,29	5,53	6,48
2	5,89	6,22	6,35	6,91	8,64
3	4,91	4,67	5,29	5,53	6,48
4	5,40	6,22	6,35	6,91	8,64
5	4,91	4,95	4,81	5,03	5,89
6	5,89	5,65	5,77	6,28	5,89
7	5,89	5,65	5,77	6,28	5,89
8	4,91	4,24	4,81	5,03	3,93
9	5,89	5,94	5,77	6,03	7,07
10	7,07	6,79	6,93	7,54	7,07
11	12,96	12,72	12,70	12,06	54,19
12	14,73	15,27	15,01	15,08	14,14
13	4,71	4,24	4,62	4,52	4,71
14	4,71	4,24	4,62	4,52	4,71
15	5,89	5,09	5,77	6,03	4,71
16	5,89	5,94	5,77	6,03	7,07
17	10,31	12,72	14,43	16,96	20,62
18	8,84	10,60	12,99	15,08	17,67
19	11,04	12,72	15,87	16,96	23,56
20	10,31	12,72	14,43	16,96	20,62
21	8,10	10,60	11,55	13,19	17,67
22	8,25	7,92	8,08	9,42	8,84
23	6,19	5,94	6,73	7,54	5,89
24	8,25	7,92	8,08	9,42	8,84
25	7,56	6,93	8,08	7,54	8,84
26	6,87	5,94	6,73	7,54	8,84

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 11 - Porcentagem de Aproveitamento de Estacas: zona B

Porcentagem de aproveitamento do conjunto de estacas por bloco: Hélice Contínua					
Bloco	Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
27	94,75%	84,22%	94,75%	94,75%	87,46%
28	98,79%	90,56%	90,56%	81,50%	83,59%

continua

Bloco	Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
29	92,44%	92,44%	83,20%	78,00%	96,00%
30	96,55%	88,50%	88,50%	99,56%	81,69%
31	90,59%	90,59%	81,53%	76,44%	94,08%
32	95,39%	87,44%	87,44%	98,38%	80,72%
33	94,14%	94,14%	94,14%	84,73%	86,90%
34	92,54%	98,71%	92,54%	92,54%	85,42%
35	91,77%	87,40%	91,77%	86,03%	70,59%
36	92,30%	92,30%	83,07%	77,88%	95,85%
37	95,56%	93,44%	95,56%	98,55%	97,03%
38	96,79%	89,62%	93,06%	90,74%	93,06%
39	90,13%	96,13%	90,13%	90,13%	83,19%
40	91,33%	97,42%	91,33%	91,33%	84,31%
41	93,52%	93,52%	84,17%	78,91%	97,12%
42	89,33%	99,26%	89,33%	83,75%	68,72%
43	96,17%	91,59%	96,17%	90,16%	73,97%
44	89,10%	84,86%	89,10%	83,53%	68,54%
45	92,91%	85,17%	85,17%	95,81%	78,62%
46	96,88%	88,81%	88,81%	79,93%	81,97%
47	92,80%	88,38%	92,80%	87,00%	71,38%
48	92,92%	92,92%	92,92%	83,63%	85,77%
49	96,39%	88,36%	88,36%	99,41%	81,56%
50	91,93%	91,93%	82,73%	77,56%	95,46%
51	91,33%	95,68%	83,72%	94,19%	77,28%
52	83,83%	93,15%	83,83%	78,59%	96,73%

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 12 - Volume de Concreto por Conjunto de Estacas: zona B

Volume de concreto por conjunto de estacas (m ³): Hélice Contínua					
Bloco	Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
27	3,93	4,24	3,85	3,77	3,93
28	5,40	5,65	5,77	6,28	5,89
29	4,42	4,24	4,81	5,03	3,93
30	5,40	5,65	5,77	5,03	5,89
31	7,95	7,63	8,66	9,05	7,07
32	9,72	10,18	10,39	9,05	10,60

continua

Bloco	Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
33	10,60	10,18	10,39	11,31	10,60
34	7,07	6,36	6,93	6,79	7,07
35	8,84	8,91	8,66	9,05	10,60
36	7,95	7,63	8,66	9,05	7,07
37	19,44	19,09	19,05	18,10	17,67
38	22,09	22,90	22,51	22,62	21,21
39	7,07	6,36	6,93	6,79	7,07
40	7,07	6,36	6,93	6,79	7,07
41	7,95	7,63	8,66	9,05	7,07
42	8,84	7,63	8,66	9,05	10,60
43	4,71	4,75	4,62	4,83	5,65
44	4,71	4,75	4,62	4,83	5,65
45	5,18	5,43	5,54	4,83	5,65
46	5,18	5,43	5,54	6,03	5,65
47	4,71	4,75	4,62	4,83	5,65
48	8,84	8,48	8,66	9,42	8,84
49	8,10	8,48	8,66	7,54	8,84
50	6,63	6,36	7,22	7,54	5,89
51	8,10	7,42	8,66	7,54	8,84
52	7,36	6,36	7,22	7,54	5,89

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

4.4 Escolha da Configuração de estacas

A seguir, nos quadros Quadro 13 - Escolha do Diâmetro do Conjunto de Estacas e Quadro 14 - Escolha do Diâmetro do Conjunto de Estacas estão expostas as configurações usadas na análise anterior demonstrada e as escolhas para cada bloco destacadas em vermelho para cada tipo de estaca adotada: pré-moldada e hélice contínua.

4.4.1 Pré-moldada

Quadro 13 - Escolha do Diâmetro do Conjunto de Estacas

Número de estacas por bloco: Pré-moldada									
Sondagem	Bloco	Carga (KN)	Diâmetro das estacas						
			Ø15	Ø18	Ø23	Ø28	Ø33	Ø38	Ø42
SP-1	1	2490,89	14	10	7	-	-	-	-
	2	3237,18	19	13	9	-	-	-	-
	3	2585,03	15	11	7	-	-	-	-
	4	3111,65	18	15	8	-	-	-	-
SP-2	5	2779,20	16	11	7	-	-	-	-
	6	3284,25	19	13	9	-	-	-	-
	7	3298,96	19	13	9	-	-	-	-
	8	2481,08	20	15	9	-	-	-	-
SP-3	9	2713,50	16	11	7	5	4	4	3
	10	3284,25	19	13	9	7	5	4	3
	11	6151,71	35	24	16	12	9	7	6
	12	7148,07	41	28	18	14	10	8	7
	13	2147,66	12	9	6	4	3	3	2
	14	2114,31	12	9	6	4	3	3	2
	15	2530,12	15	10	7	5	4	3	3
	16	2728,21	16	11	7	6	4	4	3
SP-4	17	3015,54	17	13	9	-	-	-	-
	18	2553,65	15	11	7	-	-	-	-
	19	3223,45	19	14	9	-	-	-	-
	20	3150,88	18	13	9	-	-	-	-
	21	2454,60	14	11	7	-	-	-	-
SP-5	22	3292,09	19	13	9	-	-	-	-
	23	2415,38	14	10	7	-	-	-	-
	24	3284,25	19	13	9	-	-	-	-
	25	2947,88	18	12	8	-	-	-	-
	26	2630,14	15	11	7	-	-	-	-
SP-6	27	2230,03	13	9	6	5	3	3	2
	28	3196,97	18	13	9	6	5	4	3
	29	2447,74	14	10	7	5	4	3	3
	30	3124,40	18	13	8	6	5	4	3

continua

Sondagem	Bloco	Carga (KN)	Diâmetro das estacas						
			Ø15	Ø18	Ø23	Ø28	Ø33	Ø38	Ø42
SP-7	31	2398,71	14	10	7	5	4	3	3
	32	3087,13	18	12	8	6	5	4	3
	33	3323,47	19	13	9	7	15	12	10
	34	2178,06	13	9	6	4	3	3	2
SP-8	35	2699,77	16	11	7	5	4	4	3
	36	2443,82	14	10	7	5	4	3	3
	37	6185,05	35	25	16	12	9	7	6
	38	7118,65	40	28	18	14	10	8	7
	39	2121,18	12	9	6	4	3	3	2
	40	2149,62	13	9	6	4	3	3	2
	41	2476,18	14	10	7	5	4	3	3
	42	2628,18	15	11	7	5	4	3	3
SP-9	43	2829,22	16	11	8	6	4	4	3
	44	2621,32	15	11	7	5	4	3	3
	45	3006,72	18	12	8	6	5	4	3
	46	3135,19	18	13	8	6	5	4	3
	47	2730,17	16	11	7	5	4	4	3
SP-10	48	3280,32	19	13	9	7	5	4	3
	49	3119,50	18	13	8	6	5	4	3
	50	2434,01	14	10	7	5	4	3	3
	51	2955,72	17	12	8	6	4	4	3
	52	2466,37	14	10	7	5	4	3	3

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

4.4.2 Hélice Contínua

Quadro 14 - Escolha do Diâmetro do Conjunto de Estacas

Número de estacas por bloco: Hélice Contínua							
Sondagem	Bloco	Carga (KN)	Diâmetro das estacas				
			Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
SP-1	1	2490,89	9	6	5	4	3
	2	3237,18	12	8	6	5	4
	3	2585,03	10	6	5	4	3
	4	3111,65	11	8	6	5	4
SP-2	5	2779,20	10	7	5	4	3
	6	3284,25	12	8	6	5	3
	7	3298,96	12	8	6	5	3
	8	2481,08	10	6	5	4	2
SP-3	9	2713,50	10	7	5	4	3
	10	3284,25	12	8	6	5	3
	11	6597,91	22	15	11	8	23
	12	5217,14	25	18	13	10	6
	13	3632,38	8	5	4	3	2
	14	2114,31	8	5	4	3	2
	15	2530,12	10	6	5	4	2
	16	2728,21	10	7	5	4	3
SP-4	17	3015,54	14	12	10	9	7
	18	2553,65	12	10	9	8	6
	19	3223,45	15	12	11	9	8
	20	3150,88	14	12	10	9	7
	21	2454,60	11	10	8	7	6
SP-5	22	3292,09	12	8	6	5	3
	23	2415,38	9	6	5	4	2
	24	3284,25	12	8	6	5	3
	25	2947,88	11	7	6	4	3
	26	2630,14	10	6	5	4	3
SP-6	27	2230,03	8	6	4	3	2
	28	3196,97	11	8	6	5	3
	29	2447,74	9	6	5	4	2
	30	3124,40	11	8	6	4	3

continua

Sondagem	Bloco	Carga (KN)	Diâmetro das estacas				
			Ø25	Ø30	Ø35	Ø40	Ø50
SP-7	31	2398,71	9	6	5	4	2
	32	3087,13	11	8	6	4	3
	33	3323,47	12	8	6	5	3
	34	2178,06	8	5	4	3	2
SP-8	35	2699,77	10	7	5	4	3
	36	2443,82	9	6	5	4	2
	37	6700,88	22	15	11	8	5
	38	5209,29	25	18	13	10	6
	39	3514,70	8	5	4	3	2
	40	2149,62	8	5	4	3	2
	41	2476,18	9	6	5	4	2
	42	2628,18	10	6	5	4	3
SP-9	43	2829,22	10	7	5	4	3
	44	2621,32	10	7	5	4	3
	45	3006,72	11	8	6	4	3
	46	3135,19	11	8	6	5	3
	47	2730,17	10	7	5	4	3
SP-10	48	3280,32	12	8	6	5	3
	49	3119,50	11	8	6	4	3
	50	2434,01	9	6	5	4	2
	51	2955,72	11	7	6	4	3
	52	2466,37	10	6	5	4	2

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

4.5 Comparativo entre Estacas

Acima foram determinadas as configurações adotadas nos conjuntos de estacas empregados por bloco de coroamento, seus respectivos diâmetros, comprimentos e volume de concreto necessário a cada um dos dois tipos de solução de fundação profunda analisadas no presente trabalho (estaca pré-moldada e estaca hélice contínua).

A partir da análise do número de estacas encontrados para as duas soluções dimensionadas, percebeu-se um aumento significativo para o caso das estacas pré-moldadas o

que já indica um aumento no volume de concreto necessário, já que os comprimentos adotados para os dois tipos de estacas diferiram muito pouco entre os casos de mesma sondagem.

Tendo posse de tais informações, é possível agora realizar o comparativo de volume de concreto necessário a cada tipo de estaca empregada.

Tabela 5 - Volume de Concreto Necessário para Cada Solução de Fundação

	Estaca Pré-moldada	Estaca Hélice Contínua
Volume (m ³)	376,42	230,22

Fonte: A Autora (2019)

Como pode ser visto na Tabela 5 - Volume de Concreto Necessário para Cada Solução de Fundação, a estaca hélice contínua apresenta maior economia em volume de concreto. No entanto, vale ressaltar que a análise acima feita não compreende gastos com execução ou quaisquer comparações de natureza financeira que possam ser feitas.

Por essa razão, estima-se com base no volume de concreto empregado que para o objeto de estudo proposto a solução mais eficiente é a utilização de estacas hélice contínua.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, o processo de dimensionamento de fundações é repleto de incertezas, pois como já destacado ao longo da pesquisa, o método de reconhecimento do solo é baseado, geralmente, em um único tipo de ensaio – o ensaio de sondagem à percussão (SPT) – e diversas adaptações dos parâmetros geotécnicos são necessárias à adequada utilização de métodos semiempíricos no cálculo da capacidade de carga em diferentes regiões do país.

O dimensionamento de fundações não é simples e requer atenção a toda adoção realizada durante tal procedimento. Seja no processo de escolha do tipo de fundação, no material empregado ou modo de execução necessário.

Em função disso, a presente pesquisa teve como proposta dimensionar dois tipos de fundação profunda. Para isso, foi feita uma caracterização do estudo de caso apresentado e análise comparativa da viabilidade das soluções sugeridas de acordo com os condicionantes impostos.

De acordo com as características encontradas no maciço de solo destinado à construção do edifício indicado, as camadas de solo iniciais possuem baixos valores de N_{SPT} . Por essa razão, as soluções de fundação propostas necessitam do alcance de camadas mais profundas de solo, a fim de garantir a utilização de valores maiores de capacidade de carga. Com base nisso, pode-se dizer que os tipos de estaca propostos na pesquisa são viáveis, pois possuem facilidade de transpasse dessas camadas. Vale ressaltar também, que foi feita a escolha de tipos de fundação resistentes à água, já que algumas sondagens exibem presença de água nas camadas de transpasse.

Tais condicionantes exigem o uso de fundação profunda e permitem o uso de estacas pré-moldadas e hélice contínua, por conta de sua facilidade de cravação, resistência à água e apresentam o suporte de carga necessário aos esforços apontados pelo projeto estrutural do edifício.

Diante do exposto, verificou-se que a estaca hélice contínua apresentou maior economia no consumo de concreto. A estaca hélice contínua, com uso de estacas de diâmetros que variam entre $\emptyset 25$ cm e $\emptyset 50$ cm, apresentou uma economia de 39% no volume de concreto necessário quando comparada à estaca pré-moldada.

Portanto, conclui-se que o estudo cumpriu com os objetivos pretendidos inicialmente, pois realizou uma abordagem com os principais elementos que permeiam o dimensionamento de fundações profundas, onde foi analisado o comparativo entre os dois tipos de fundações profundas para assim obter a solução mais eficiente.

Como sugestão para trabalhos futuros, têm-se:

- Estudo comparativo entre fundações profundas realizando uma análise de custo do consumo de materiais e execução;
- Realizar uma análise comparativa adotando outros tipos de fundações profundas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, U.R. **Dimensionamento de fundações profundas**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 1989;
- _____. **Exercícios de Fundações**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 2. ed. 2010;
- _____. **Previsão e controle das fundações**. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2ª reimpressão. 1991;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122**: – Projeto e execuções de fundações. Rio de Janeiro, 2010, 91 p;
- _____. **ABNT NBR 12131**. Prova de Carga Estática. Rio de Janeiro, 2006, 8p;
- _____. **ABNT NBR 6484**: Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT: Método de Ensaio. Brasil, 2001, 17p;
- _____. **ABNT NBR 8036** – Programação de sondagens simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Brasil, 1983, 3p;
- Book Company – BENAPAR BENABRAX, Fundações, Geotecnia e Estruturas, Catálogo técnico. Curitiba: Benapar, p. 05;
- Book Company - GEOFIX, Hélice contínua monitorada, Catálogo técnico. São Paulo: Geofix, 2012, p. 04;
- CINTRA, J.C.; AOKI, N. **Fundações por estacas: projeto geotécnico**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010;
- CORNFIELD, G. M. Steel bearing piles, CONSTRADO – Constructional Steel Research and Development Organization, Croydon (UK), 1974;
- COSTA, F.V. **Estacas para fundações**. São Paulo: Livraria Luso-Espanhola e Brasileira, 1956;
- DÉCOURT, L. & NIYAMA, S. **Predicted and measured behavior of displacement piles in residual soils**. In: International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 13, 1994, New Delhi. Proc... ICSMFE XIII, v. 1 p. 143-146;
- FELLENIUS, B. H. **What capacity value to choose from the results a static loading test**. Fulcrum. Deep Foundation Institute, p. 19-22, Winter 2001;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População da cidade de Aracaju–Sergipe**. IBGE, 2018;

Manual Técnico de Estacas Pré-Fabricadas de Concreto – T & A ESTACAS. Fortaleza: T & A Construção Pré-Fabricada, 2005 p. 16;

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe: Caracterização e Diagnóstico Ambiental do Estado**. Volume 1. Sergipe, julho de 2010;

TOMLINSON, M. J. **Pile design and construction practice**. 4 ed. London: E & F.N Spon, 1994;

VELLOSO, D.A.; LOPES, F.R. **Fundações: Critérios de Projeto, Investigação do Subsolo, Fundações Superficiais, Fundações Profundas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

APÊNDICE A – PERFIL GEOTÉCNICO

A seguir serão demonstrados os cálculos do perfil geotécnico de solo para cada tipo de estaca analisado.

- Sondagem 01
 - Pré-moldada

Quadro 15 - Perfil Geotécnico (SP-01)

Características Geotécnicas										Pré-moldada		
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	D = 15	D = 18	D = 23	
									$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	
Silte argiloso	0,86	0,86	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Silte arenoso	1	0,14	0	0,00	550	0,022	0,00	13,83	0,91	1,09	1,40	
	1,5	0,64	8	4,00	550	0,022	2514,29	13,83	4,17	5,00	6,39	
Silte arenoso	2	0,5	9	9,00	550	0,022	2828,57	31,11	7,33	8,80	11,24	
	3	1,5	15	12,00	550	0,022	4714,29	41,49	29,32	35,19	44,96	
	4	2,5	12	12,00	550	0,022	3771,43	41,49	48,87	58,65	74,94	
Silte arenoso	4,65	3,15	11	11,75	550	0,022	3457,14	40,62	60,30	72,36	92,46	
	5	0,35	9	9,00	550	0,022	2828,57	31,11	5,13	6,16	7,87	
	6	1,35	10	9,50	550	0,022	3142,86	32,84	20,89	25,07	32,04	
	7	2,35	11	10,00	550	0,022	3457,14	34,57	38,28	45,94	58,70	
	8	3,35	23	13,25	550	0,022	7228,57	45,81	72,31	86,78	110,88	
	9	4,35	27	16,00	550	0,022	8485,71	55,31	113,39	136,07	173,86	
	10	5,35	26	17,67	550	0,022	8171,43	61,08	153,98	184,78	236,10	
11	6,35	23	18,43	550	0,022	7228,57	63,71	190,64	228,77	292,32		

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 1 - Perfil Geotécnico (SP-01)

Características Geotécnicas													
									Hélice Contínua				
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	<i>U. $\Delta L. Rl$</i>	<i>U. $\Delta L. Rl$</i>	<i>U. $\Delta L. Rl$</i>	<i>U. $\Delta L. Rl$</i>	<i>U. $\Delta L. Rl$</i>
									<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>
Silte argiloso	0,86	0,86	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silte arenoso	1	0,14	0	0,00	550	0,022	0,00	12,10	1,33	1,60	1,86	2,13	2,66
	1,5	0,64	8	4,00	550	0,022	2200,00	12,10	6,08	7,30	8,51	9,73	12,16
Silte arenoso	2	0,5	9	9,00	550	0,022	2475,00	27,23	10,69	12,83	14,97	17,11	21,38
	3	1,5	15	12,00	550	0,022	4125,00	36,30	42,76	51,32	59,87	68,42	85,53
	4	2,5	12	12,00	550	0,022	3300,00	36,30	71,27	85,53	99,78	114,04	142,55
	4,65	3,15	11	11,75	550	0,022	3025,00	35,54	87,94	105,52	123,11	140,70	175,87
Silte arenoso	5	0,35	9	9,00	550	0,022	2475,00	27,23	7,48	8,98	10,48	11,97	14,97
	6	1,35	10	9,50	550	0,022	2750,00	28,74	30,47	36,56	42,66	48,75	60,94
	7	2,35	0	6,33	550	0,022	0,00	19,16	35,36	42,43	49,50	56,58	70,72
	8	3,35	0	4,75	550	0,022	0,00	14,37	37,81	45,37	52,93	60,49	75,61
	9	4,35	27	9,20	550	0,022	7425,00	27,83	95,08	114,10	133,11	152,13	190,16
	10	5,35	26	12,00	550	0,022	7150,00	36,30	152,53	183,03	213,54	244,05	305,06
	11	6,35	23	13,57	550	0,022	6325,00	41,05	204,75	245,69	286,64	327,59	409,49

Fonte: A Autora (2019)

- Sondagem 02
 - Pré-moldada

Quadro 1 - Perfil Geotécnico (SP-02)

Características Geotécnicas											
									Pré-moldada		
									D = 15	D = 18	D = 23
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_t(\alpha.K.N)/F2$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$
									F2	F2	F2
Silte argiloso	0,65	0,65	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silte argiloso	1	0,35	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	1,35	9	4,50	230	0,034	1182,86	10,05	6,40	7,68	9,81
	3	2,35	12	7,00	230	0,034	1577,14	15,64	17,32	20,78	26,56
	4	3,35	15	9,00	230	0,034	1971,43	20,11	31,74	38,09	48,67
	4,75	4,1	6	8,40	230	0,034	788,57	18,77	36,26	43,51	55,60
Silte argiloso	5	0,25	3	3,00	230	0,034	394,29	6,70	0,79	0,95	1,21
	6	1,25	0	1,50	230	0,034	0,00	3,35	1,97	2,37	3,03
	7	2,25	2	1,67	230	0,034	262,86	3,72	3,95	4,74	6,05
	7,95	3,2	5	2,50	230	0,034	657,14	5,59	8,42	10,11	12,92
Silte arenoso	8	0,05	6	6,00	550	0,022	1885,71	20,74	0,49	0,59	0,75
	9	1,05	7	6,50	550	0,022	2200,00	22,47	11,12	13,34	17,05
	9,95	2	35	16,00	550	0,022	11000,00	55,31	52,13	62,56	79,94
Silte arenoso	10	0,05	36	36,00	550	0,022	11314,29	124,46	2,93	3,52	4,50

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 1 - Perfil Geotécnico (SP-02)

Características Geotécnicas													
									Hélice Contínua				
									D=25	D=30	D=35	D = 40	D =50
Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Silte argiloso	0,65	0,65	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silte argiloso	1	0,35	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	1,35	9	4,50	230	0,034	1035,00	8,80	9,33	11,19	13,06	14,92	18,66
	3	2,35	12	7,00	230	0,034	1380,00	13,69	25,26	30,31	35,36	40,41	50,52
	4	3,35	15	9,00	230	0,034	1725,00	17,60	46,29	55,55	64,81	74,07	92,59
	4,75	4,1	6	8,40	230	0,034	690,00	16,42	52,88	63,46	74,03	84,61	105,76
Silte argiloso	5	0,25	3	3,00	230	0,034	345,00	5,87	1,15	1,38	1,61	1,84	2,30
	6	1,25	0	1,50	230	0,034	0,00	2,93	2,88	3,45	4,03	4,61	5,76
	7	2,25	2	1,67	230	0,034	230,00	3,26	5,76	6,91	8,06	9,21	11,52
	7,95	3,2	5	2,50	230	0,034	575,00	4,89	12,28	14,74	17,20	19,65	24,57
Silte arenoso	8	0,05	6	6,00	550	0,022	1650,00	18,15	0,71	0,86	1,00	1,14	1,43
	9	1,05	7	6,50	550	0,022	1925,00	19,66	16,22	19,46	22,70	25,94	32,43
	9,95	2	35	16,00	550	0,022	9625,00	48,40	76,03	91,23	106,44	121,64	152,05
Silte arenoso	10	0,05	36	36,00	550	0,022	9900,00	108,90	4,28	5,13	5,99	6,84	8,55

Fonte: A Autora (2019)

➤ Sondagem 03

○ Pré-moldada

Quadro 2 - Perfil Geotécnico (SP-03)

Características Geotécnicas															
									Pré-moldada						
									D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33	D = 38	D = 42
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Silte argiloso	0,6	0,6	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silte arenoso	1	0,4	0	0,00	550	0,022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,7	1,1	2	1,00	550	0,022	628,57	3,46	1,79	2,15	2,75	3,35	3,94	4,54	5,02
Silte arenoso	2	0,3	2	2,00	550	0,022	628,57	6,91	0,98	1,17	1,50	1,82	2,15	2,48	2,74
	3	1,3	4	3,00	550	0,022	1257,14	10,37	6,35	7,62	9,74	11,86	13,98	16,10	17,79
	4	2,3	4	3,33	550	0,022	1257,14	11,52	12,49	14,99	19,15	23,31	27,48	31,64	34,97
	4,9	3,2	5	3,75	550	0,022	1571,43	12,96	19,55	23,46	29,98	36,49	43,01	49,53	54,74
Silte argiloso	5	0,1	5	5,00	230	0,034	657,14	11,17	0,53	0,63	0,81	0,98	1,16	1,33	1,47
	6	1,1	6	5,50	230	0,034	788,57	12,29	6,37	7,64	9,77	11,89	14,01	16,14	17,84
	7	2,1	7	6,00	230	0,034	920,00	13,41	13,27	15,92	20,34	24,76	29,19	33,61	37,15
	8	3,1	6	6,00	230	0,034	788,57	13,41	19,58	23,50	30,03	36,56	43,08	49,61	54,83
	8,85	3,95	19	8,60	230	0,034	2497,14	19,21	35,77	42,92	54,84	66,76	78,69	90,61	100,15
Silte argiloso	9	0,15	20	20,00	230	0,034	2628,57	44,69	3,16	3,79	4,84	5,90	6,95	8,00	8,84
	10	1,15	19	19,50	230	0,034	2497,14	43,57	23,61	28,33	36,20	44,07	51,94	59,81	66,11
	11	2,15	17	18,67	230	0,034	2234,29	41,71	42,26	50,71	64,79	78,88	92,96	107,05	118,32
	12	3,15	12	17,00	230	0,034	1577,14	37,98	56,38	67,66	86,45	105,25	124,04	142,83	157,87

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 3 - Perfil Geotécnico (SP-03)

Características Geotécnicas													
Camadas de Solo									Hélice Contínua				
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	
Silte argiloso	0,6	0,6	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silte arenoso	1	0,4	0	0,00	550	0,022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,7	1,1	2	1,00	550	0,022	550,00	3,03	2,61	3,14	3,66	4,18	5,23
Silte arenoso	2	0,3	2	2,00	550	0,022	550,00	6,05	1,43	1,71	2,00	2,28	2,85
	3	1,3	4	3,00	550	0,022	1100,00	9,08	9,27	11,12	12,97	14,83	18,53
	4	2,3	4	3,33	550	0,022	1100,00	10,08	18,21	21,86	25,50	29,14	36,43
	4,9	3,2	5	3,75	550	0,022	1375,00	11,34	28,51	34,21	39,91	45,62	57,02
Silte argiloso	5	0,1	5	5,00	230	0,034	575,00	9,78	0,77	0,92	1,07	1,23	1,54
	6	1,1	6	5,50	230	0,034	690,00	10,75	9,29	11,15	13,01	14,86	18,58
	7	2,1	7	6,00	230	0,034	805,00	11,73	19,35	23,22	27,09	30,95	38,69
	8	3,1	6	6,00	230	0,034	690,00	11,73	28,56	34,27	39,98	45,70	57,12
	8,85	3,95	19	8,60	230	0,034	2185,00	16,81	52,16	62,59	73,02	83,45	104,32
Silte argiloso	9	0,15	20	20,00	230	0,034	2300,00	39,10	4,61	5,53	6,45	7,37	9,21
	10	1,15	19	19,50	230	0,034	2185,00	38,12	34,43	41,32	48,21	55,09	68,87
	11	2,15	17	18,67	230	0,034	1955,00	36,49	61,62	73,95	86,27	98,60	123,25
	12	3,15	12	17,00	230	0,034	1380,00	33,24	82,22	98,67	115,11	131,56	164,45

Fonte: A Autora (2019)

➤ Sondagem 04

○ Pré-moldada

Quadro 1 - Perfil Geotécnico (SP-04)

Características Geotécnicas											
									Pré-moldada		
									D = 15	D = 18	D = 23
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	A	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Silte argiloso	0,75	0,75	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Argila arenosa	1	0,25	0	0,00	350	0,024	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,87	1,12	4	2,00	350	0,024	800,00	4,80	2,53	3,04	3,88
Argila siltosa	2	0,13	5	5,00	220	0,04	628,57	12,57	0,77	0,92	1,18
	3	1,13	6	5,50	220	0,04	754,29	13,83	7,36	8,84	11,29
	4	2,13	8	6,33	220	0,04	1005,71	15,92	15,98	19,18	24,51
	5	3,13	9	7,00	220	0,04	1131,43	17,60	25,96	31,15	39,80
	5,57	3,7	7	7,00	220	0,04	880,00	17,60	30,69	36,82	47,05
Silte arenoso	6	0,43	5	5,00	550	0,022	1571,43	17,29	3,50	4,20	5,37
	7	1,43	4	4,50	550	0,022	1257,14	15,56	10,48	12,58	16,07
	8	2,43	5	4,67	550	0,022	1571,43	16,13	18,47	22,17	28,33
	9	3,43	12	6,50	550	0,022	3771,43	22,47	36,32	43,59	55,69
	10	4,43	26	10,40	550	0,022	8171,43	35,95	75,06	90,07	115,09
	11	5,43	31	13,83	550	0,022	9742,86	47,82	122,37	146,85	187,64
	11,7	6,13	34	16,71	550	0,022	10685,71	57,78	166,92	200,30	255,94
Silte arenoso	12	0,3	35	35,00	550	0,022	11000,00	121,00	17,11	20,53	26,23
	13	1,3	33	34,00	550	0,022	10371,43	117,54	72,01	86,41	110,41
	13,55	0,55	36	34,67	550	0,022	11314,29	119,85	31,06	37,27	47,63
Silte arenoso	14	0,45	39	39	550	0,022	12257,14	134,83	28,59	34,31	43,84
	15	1,45	42	40,5	550	0,022	13200,00	140,01	95,67	114,81	146,70

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 1 - Perfil Geotécnico (SP-04)

Características Geotécnicas													
									Hélice Contínua				
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	A	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Silte argiloso	0,75	0,75	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Argila arenosa	1	0,25	0	0,00	350	0,024	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,87	1,12	4	2,00	350	0,024	700,00	4,20	3,69	4,43	5,17	5,91	7,39
Argila siltosa	2	0,13	5	5,00	220	0,04	550,00	11,00	1,12	1,35	1,57	1,80	2,25
	3	1,13	6	5,50	220	0,04	660,00	12,10	10,74	12,89	15,03	17,18	21,48
	4	2,13	8	6,33	220	0,04	880,00	13,93	23,31	27,97	32,63	37,29	46,62
	5	3,13	9	7,00	220	0,04	990,00	15,40	37,86	45,43	53,00	60,57	75,72
	5,57	3,7	7	7,00	220	0,04	770,00	15,40	44,75	53,70	62,65	71,60	89,50
Silte arenoso	6	0,43	5	5,00	550	0,022	1375,00	15,13	5,11	6,13	7,15	8,17	10,22
	7	1,43	4	4,50	550	0,022	1100,00	13,61	15,29	18,35	21,40	24,46	30,58
	8	2,43	5	4,67	550	0,022	1375,00	14,12	26,94	32,33	37,72	43,11	53,88
	9	3,43	12	6,50	550	0,022	3300,00	19,66	52,97	63,56	74,16	84,75	105,94
	10	4,43	26	10,40	550	0,022	7150,00	31,46	109,46	131,35	153,24	175,13	218,92
	11	5,43	31	13,83	550	0,022	8525,00	41,85	178,46	214,15	249,84	285,54	356,92
	11,7	6,13	34	16,71	550	0,022	9350,00	50,56	243,42	292,11	340,79	389,48	486,85
Silte arenoso	12	0,3	35	35,00	550	0,022	9625,00	105,88	24,95	29,94	34,92	39,91	49,89
	13	1,3	33	34,00	550	0,022	9075,00	102,85	105,01	126,01	147,02	168,02	210,02
	13,55	0,55	36	34,67	550	0,022	9900,00	104,87	45,30	54,36	63,42	72,48	90,60
Silte arenoso	14	0,45	39	39	550	0,022	10725,00	117,98	41,70	50,03	58,37	66,71	83,39
	15	1,45	42	40,5	550	0,022	11550,00	122,51	139,52	167,42	195,33	223,23	279,04

Fonte: A Autora (2019)

➤ Sondagem 05

○ Pré-moldada

Quadro 1 - Perfil Geotécnico (SP-05)

Características Geotécnicas											
									Pré-moldada		
									D = 15	D = 18	D = 23
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$U. \Delta L. R$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$
									$F2$	$F2$	$F2$
Silte arenoso	0,75	0,75	0	0,00	550	0,022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Argila arenosa	1	0,25	0	0,00	350	0,024	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,62	0,87	7	3,50	350	0,024	1400,00	8,40	3,44	4,13	5,28
Areia siltosa	2	0,38	4	4,00	800	0,02	1828,57	18,29	3,27	3,93	5,02
	3	1,38	5	4,50	800	0,02	2285,71	20,57	13,38	16,05	20,51
	3,33	1,71	6	5,00	800	0,02	2742,86	22,86	18,42	22,10	28,24
Silte argiloso	4	0,67	8	8,00	230	0,034	1051,43	17,87	5,64	6,77	8,65
	4,95	1,62	4	6,00	230	0,034	525,71	13,41	10,23	12,28	15,69
Silte arenoso	5	0,05	4	4,00	550	0,022	1257,14	13,83	0,33	0,39	0,50
	6	1,05	4	4,00	550	0,022	1257,14	13,83	6,84	8,21	10,49
	7	2,05	5	4,33	550	0,022	1571,43	14,98	14,47	17,37	22,19
	8	3,05	7	5,00	550	0,022	2200,00	17,29	24,84	29,81	38,09
	9	4,05	6	5,20	550	0,022	1885,71	17,98	34,31	41,17	52,61
	10	5,05	11	6,17	550	0,022	3457,14	21,32	50,73	60,88	77,79
	10,77	5,82	20	8,14	550	0,022	6285,71	28,15	77,21	92,65	118,38
Silte arenoso	11	0,23	23	23,00	550	0,022	7228,57	79,51	8,62	10,34	13,21
	12	1,23	26	24,50	550	0,022	8171,43	84,70	49,09	58,91	75,28
	13	2,23	35	28,00	550	0,022	11000,00	96,80	101,72	122,07	155,98
	14	3,23	39	30,75	550	0,022	12257,14	106,31	161,81	194,17	248,11
	15	4,23	44	33,4	550	0,022	13828,57	115,47	230,17	276,20	352,92

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 1 - Perfil Geotécnico (SP-05)

Características Geotécnicas														
									Hélice Contínua					
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50	
Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	
Silte arenoso	0,75	0,75	0	0,00	550	0,022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Argila arenosa	1	0,25	0	0,00	350	0,024	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	1,62	0,87	7	3,50	350	0,024	1225,00	7,35	5,02	6,03	7,03	8,04	10,04	
Areia siltosa	2	0,38	4	4,00	800	0,02	1600,00	16,00	4,78	5,73	6,69	7,64	9,55	
	3	1,38	5	4,50	800	0,02	2000,00	18,00	19,51	23,41	27,31	31,21	39,02	
	3,33	1,71	6	5,00	800	0,02	2400,00	20,00	26,86	32,23	37,60	42,98	53,72	
Silte argiloso	4	0,67	8	8,00	230	0,034	920,00	15,64	8,23	9,88	11,52	13,17	16,46	
	4,95	1,62	4	6,00	230	0,034	460,00	11,73	14,92	17,91	20,89	23,88	29,85	
Silte arenoso	5	0,05	4	4,00	550	0,022	1100,00	12,10	0,48	0,57	0,67	0,76	0,95	
	6	1,05	4	4,00	550	0,022	1100,00	12,10	9,98	11,97	13,97	15,97	19,96	
	7	2,05	5	4,33	550	0,022	1375,00	13,11	21,11	25,33	29,55	33,77	42,21	
	8	3,05	7	5,00	550	0,022	1925,00	15,13	36,23	43,48	50,72	57,97	72,46	
	9	4,05	6	5,20	550	0,022	1650,00	15,73	50,03	60,04	70,05	80,06	100,07	
	10	5,05	11	6,17	550	0,022	3025,00	18,65	73,99	88,78	103,58	118,38	147,97	
	10,77	5,82	20	8,14	550	0,022	5500,00	24,63	112,59	135,11	157,63	180,15	225,19	

continua

Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Silte arenoso	11	0,23	23	23,00	550	0,022	6325,00	69,58	12,57	15,08	17,60	20,11	25,14
	12	1,23	26	24,50	550	0,022	7150,00	74,11	71,60	85,91	100,23	114,55	143,19
	13	2,23	35	28,00	550	0,022	9625,00	84,70	148,35	178,02	207,69	237,35	296,69
	14	3,23	39	30,75	550	0,022	10725,00	93,02	235,97	283,17	330,36	377,56	471,95
	15	4,23	44	33,4	550	0,022	12100,00	101,04	335,66	402,79	469,93	537,06	671,32

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

➤ Sondagem 06

- Pré-moldada

Quadro 2 - Perfil Geotécnico (SP-06)

Características Geotécnicas															
									Pré-moldada						
									D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33	D = 38	D = 42
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (Kpa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>
									<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>
Silte argiloso	1	1	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,6	1,6	14	7,00	230	0,034	1840,00	15,64	11,79	14,15	18,08	22,01	25,94	29,87	33,02
Silte argiloso	2	0,4	6	6,00	230	0,034	788,57	13,41	2,53	3,03	3,87	4,72	5,56	6,40	7,08
	3	1,4	6	6,00	230	0,034	788,57	13,41	8,84	10,61	13,56	16,51	19,46	22,41	24,76
	4	2,4	9	7,00	230	0,034	1182,86	15,64	17,69	21,23	27,12	33,02	38,91	44,81	49,53
Silte argiloso	4,8	3,2	11	8,00	230	0,034	1445,71	17,87	26,95	32,34	41,33	50,31	59,30	68,28	75,47
	5	0,2	12	12,00	230	0,034	1577,14	26,81	2,53	3,03	3,87	4,72	5,56	6,40	7,08
	6	1,2	11	11,50	230	0,034	1445,71	25,69	14,53	17,44	22,28	27,12	31,97	36,81	40,68
	6,93	2,13	14	12,33	230	0,034	1840,00	27,56	27,66	33,19	42,41	51,63	60,85	70,07	77,45
Silte arenoso	7	0,07	14	14,00	550	0,022	4400,00	48,40	1,60	1,92	2,45	2,98	3,51	4,04	4,47
	8	1,07	13	13,50	550	0,022	4085,71	46,67	23,53	28,24	36,08	43,93	51,77	59,62	65,89
	9	2,07	11	12,67	550	0,022	3457,14	43,79	42,72	51,26	65,50	79,74	93,98	108,21	119,60
	10	3,07	14	13,00	550	0,022	4400,00	44,94	65,02	78,02	99,70	121,37	143,04	164,71	182,05

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 3 - Perfil Geotécnico (SP-06)

Características Geotécnicas													
									Hélice Contínua				
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$
									F	$F2$	$F2$	$F2$	$F2$
Silte argiloso	1	1	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,6	1,6	14	7,00	230	0,034	1610,00	13,69	17,20	20,64	24,08	27,52	34,39
Silte argiloso	2	0,4	6	6,00	230	0,034	690,00	11,73	3,69	4,42	5,16	5,90	7,37
	3	1,4	6	6,00	230	0,034	690,00	11,73	12,90	15,48	18,06	20,64	25,80
	4	2,4	9	7,00	230	0,034	1035,00	13,69	25,80	30,95	36,11	41,27	51,59
Silte argiloso	4,8	3,2	11	8,00	230	0,034	1265,00	15,64	39,31	47,17	55,03	62,89	78,62
	5	0,2	12	12,00	230	0,034	1380,00	23,46	3,69	4,42	5,16	5,90	7,37
	6	1,2	11	11,50	230	0,034	1265,00	22,48	21,19	25,43	29,66	33,90	42,38
Silte arenoso	6,93	2,13	14	12,33	230	0,034	1610,00	24,11	40,34	48,40	56,47	64,54	80,67
	7	0,07	14	14,00	550	0,022	3850,00	42,35	2,33	2,79	3,26	3,73	4,66
	8	1,07	13	13,50	550	0,022	3575,00	40,84	34,32	41,18	48,05	54,91	68,64
	9	2,07	11	12,67	550	0,022	3025,00	38,32	62,29	74,75	87,21	99,67	124,59
	10	3,07	14	13,00	550	0,022	3850,00	39,33	94,82	113,78	132,75	151,71	189,64

Fonte: A Autora (2019)

- Sondagem 07
 - Pré-moldada

Quadro 4 - Perfil Geotécnico (SP-07)

Características Geotécnicas															
									Pré-moldada						
									D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33	D = 38	D = 42
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (Kpa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Silte argiloso	1	1	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,7	1,7	3	1,50	230	0,034	394,29	3,35	2,68	3,22	4,12	5,01	5,91	6,80	7,52
Silte argiloso	2	0,3	3	3,00	230	0,034	394,29	6,70	0,95	1,14	1,45	1,77	2,08	2,40	2,65
	2,83	1,13	3	3,00	230	0,034	394,29	6,70	3,57	4,28	5,47	6,66	7,85	9,04	9,99
Silte arenoso	3	0,17	2	2,00	550	0,022	628,57	6,91	0,55	0,66	0,85	1,03	1,22	1,40	1,55
	3,5	0,67	1	1,50	550	0,022	314,29	5,19	1,64	1,96	2,51	3,06	3,60	4,15	4,58

continua

Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$	$U. \Delta L. Rl$	Camadas de Solo	Cota (m)
									F	$F2$	$F2$	$F2$	$F2$		
Argila	4	0,5	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	1,5	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	6	2,5	1	0,33	200	0,06	114,29	1,14	1,35	1,62	2,06	2,51	2,96	3,41	3,77
	7	3,5	0	0,25	200	0,06	0,00	0,86	1,41	1,70	2,17	2,64	3,11	3,58	3,96
	8	4,5	0	0,20	200	0,06	0,00	0,69	1,45	1,74	2,23	2,71	3,20	3,68	4,07
	9	5,5	0	0,17	200	0,06	0,00	0,57	1,48	1,78	2,27	2,76	3,26	3,75	4,15
	10	6,5	2	0,43	200	0,06	228,57	1,47	4,50	5,40	6,90	8,40	9,90	11,40	12,60
	11	7,5	1	0,50	200	0,06	114,29	1,71	6,06	7,27	9,29	11,31	13,33	15,35	16,96
	12	8,5	0	0,44	200	0,06	0,00	1,52	6,10	7,32	9,36	11,39	13,43	15,46	17,09
	13	9,5	0	0,40	200	0,06	0,00	1,37	6,14	7,37	9,41	11,46	13,51	15,55	17,19
	13,9	10,4	12	1,45	200	0,06	1371,43	4,99	24,44	29,33	37,48	45,62	53,77	61,92	68,43
Silte arenoso	14	0,1	13	13,00	550	0,022	4085,71	44,94	2,12	2,54	3,25	3,95	4,66	5,37	5,93
	14,48	0,58	10	11,50	550	0,022	3142,86	39,76	10,87	13,04	16,66	20,28	23,91	27,53	30,43
Areia siltosa	15	0,52	7	7,00	800	0,02	3200,00	32,00	7,84	9,41	12,02	14,64	17,25	19,86	21,96
	16	1,52	11	9,00	800	0,02	5028,57	41,14	29,47	35,36	45,19	55,01	64,83	74,66	82,52
	16,5	2,02	13	10,33	800	0,02	5942,86	47,24	44,97	53,96	68,95	83,94	98,93	113,91	125,90
Silte argiloso	17	0,5	16	16,00	230	0,034	2102,86	35,75	8,42	10,11	12,92	15,72	18,53	21,34	23,58
	18	1,5	32	24,00	230	0,034	4205,71	53,62	37,90	45,48	58,12	70,75	83,39	96,02	106,13

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 5 - Perfil Geotécnico (SP-07)

Características Geotécnicas													
Camadas de Solo									Hélice Contínua				
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	
Silte argiloso	1	1	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,7	1,7	3	1,50	230	0,034	345,00	2,93	3,92	4,70	5,48	6,26	7,83
Silte argiloso	2	0,3	3	3,00	230	0,034	345,00	5,87	1,38	1,66	1,93	2,21	2,76
	2,83	1,13	3	3,00	230	0,034	345,00	5,87	5,21	6,25	7,29	8,33	10,41
Silte arenoso	3	0,17	2	2,00	550	0,022	550,00	6,05	0,81	0,97	1,13	1,29	1,62
	3,5	0,67	1	1,50	550	0,022	275,00	4,54	2,39	2,87	3,34	3,82	4,78
Argila	4	0,5	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	1,5	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	6	2,5	1	0,33	200	0,06	100,00	1,00	1,96	2,36	2,75	3,14	3,93
	7	3,5	0	0,25	200	0,06	0,00	0,75	2,06	2,47	2,89	3,30	4,12
	8	4,5	0	0,20	200	0,06	0,00	0,60	2,12	2,54	2,97	3,39	4,24
	9	5,5	0	0,17	200	0,06	0,00	0,50	2,16	2,59	3,02	3,46	4,32
	10	6,5	2	0,43	200	0,06	200,00	1,29	6,56	7,88	9,19	10,50	13,13
	11	7,5	1	0,50	200	0,06	100,00	1,50	8,84	10,60	12,37	14,14	17,67
	12	8,5	0	0,44	200	0,06	0,00	1,33	8,90	10,68	12,46	14,24	17,80
	13	9,5	0	0,40	200	0,06	0,00	1,20	8,95	10,74	12,53	14,33	17,91
Silte arenoso	13,9	10,4	12	1,45	200	0,06	1200,00	4,36	35,64	42,77	49,90	57,03	71,29
	14	0,1	13	13,00	550	0,022	3575,00	39,33	3,09	3,71	4,32	4,94	6,18
	14,48	0,58	10	11,50	550	0,022	2750,00	34,79	15,85	19,02	22,19	25,35	31,69

continua

Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Areia siltosa	15	0,52	7	7,00	800	0,02	2800,00	28,00	11,44	13,72	16,01	18,30	22,87
	16	1,52	11	9,00	800	0,02	4400,00	36,00	42,98	51,57	60,17	68,76	85,95
	16,5	2,02	13	10,33	800	0,02	5200,00	41,33	65,58	78,69	91,81	104,92	131,15
Silte argiloso	17	0,5	16	16,00	230	0,034	1840,00	31,28	12,28	14,74	17,20	19,65	24,57
	18	1,5	32	24,00	230	0,034	3680,00	46,92	55,28	66,33	77,39	88,44	110,55

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

- Sondagem 08
 - Pré-moldada

Quadro 6 - Perfil Geotécnico (SP-08)

Características Geotécnicas																
									Pré-moldada							
									D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33	D = 38	D = 42	
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (Kpa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	
Silte arenoso	0,65	0,65	0	0,00	550	0,022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Areia siltosa	1	0,35	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,49	0,84	4	2,00	800	0,02	1828,57	9,14	3,62	4,34	5,55	6,76	7,96	9,17	10,13	10,13
Argila	2	0,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	1,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	2,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	3,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	6	4,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	5,51	2	0,33	200	0,06	228,57	1,14	2,97	3,56	4,55	5,54	6,53	7,52	8,31	8,31
	8	6,51	2	0,57	200	0,06	228,57	1,96	6,01	7,21	9,22	11,22	13,22	15,23	16,83	16,83
	9	7,51	0	0,50	200	0,06	0,00	1,71	6,07	7,28	9,30	11,32	13,35	15,37	16,99	16,99
	9,5	8,01	3	0,78	200	0,06	342,86	2,67	10,07	12,08	15,43	18,79	22,14	25,50	28,18	28,18

continua

Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	Camadas de Solo	Cota (m)
									F	F2	F2	F2	F2		
Silte arenoso	10	0,5	4	4,00	550	0,022	1257,14	13,83	3,26	3,91	5,00	6,08	7,17	8,25	9,12
	11	1,5	6	5,00	550	0,022	1885,71	17,29	12,22	14,66	18,74	22,81	26,88	30,95	34,21
	12	2,5	6	5,33	550	0,022	1885,71	18,44	21,72	26,07	33,31	40,55	47,79	55,03	60,82
	13	3,5	9	6,25	550	0,022	2828,57	21,61	35,64	42,76	54,64	66,52	78,40	90,28	99,78
	13,65	4,15	10	7,00	550	0,022	3142,86	24,20	47,33	56,79	72,57	88,34	104,12	119,89	132,51
Silte argiloso	14	0,35	10	10,00	230	0,034	1314,29	22,34	3,69	4,42	5,65	6,88	8,11	9,34	10,32
	15	1,35	4	7,00	230	0,034	525,71	15,64	9,95	11,94	15,26	18,57	21,89	25,21	27,86
	16	2,35	9	7,67	230	0,034	1182,86	17,13	18,97	22,76	29,09	35,41	41,73	48,06	53,11
	17	3,35	16	9,75	230	0,034	2102,86	21,78	34,39	41,27	52,73	64,19	75,66	87,12	96,29
	18	4,35	27	13,20	230	0,034	3548,57	29,49	60,46	72,55	92,70	112,85	133,00	153,16	169,28

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 7 - Perfil Geotécnico (SP-08)

Características Geotécnicas														
									Hélice Contínua					
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50	
Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	
Silte arenoso	0,65	0,65	0	0,00	550	0,022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Areia siltosa	1	0,35	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,49	0,84	4	2,00	800	0,02	1600,00	8,00	5,28	6,33	7,39	8,44	10,56	

continua

Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Argila	2	0,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	1,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	2,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	3,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	6	4,51	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	5,51	2	0,33	200	0,06	200,00	1,00	4,33	5,19	6,06	6,92	8,66
	8	6,51	2	0,57	200	0,06	200,00	1,71	8,77	10,52	12,27	14,02	17,53
	9	7,51	0	0,50	200	0,06	0,00	1,50	8,85	10,62	12,39	14,16	17,70
	9,5	8,01	3	0,78	200	0,06	300,00	2,33	14,68	17,61	20,55	23,49	29,36
Silte arenoso	10	0,5	4	4,00	550	0,022	1100,00	12,10	4,75	5,70	6,65	7,60	9,50
	11	1,5	6	5,00	550	0,022	1650,00	15,13	17,82	21,38	24,95	28,51	35,64
	12	2,5	6	5,33	550	0,022	1650,00	16,13	31,68	38,01	44,35	50,68	63,36
	13	3,5	9	6,25	550	0,022	2475,00	18,91	51,97	62,37	72,76	83,15	103,94
	13,65	4,15	10	7,00	550	0,022	2750,00	21,18	69,02	82,82	96,62	110,43	138,04
Silte argiloso	14	0,35	10	10,00	230	0,034	1150,00	19,55	5,37	6,45	7,52	8,60	10,75
	15	1,35	4	7,00	230	0,034	460,00	13,69	14,51	17,41	20,31	23,22	29,02
	16	2,35	9	7,67	230	0,034	1035,00	14,99	27,66	33,20	38,73	44,26	55,33
	17	3,35	16	9,75	230	0,034	1840,00	19,06	50,15	60,18	70,21	80,24	100,30
	18	4,35	27	13,20	230	0,034	3105,00	25,81	88,17	105,80	123,43	141,07	176,33

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

- Sondagem 09
 - Pré-moldada

Quadro 8 - Perfil Geotécnico (SP-09)

Características Geotécnicas															
									Pré-moldada						
									D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (Kpa)	A	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Areia siltosa	0,6	0,6	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Areia siltosa	1	0,4	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	1,4	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,8	2,2	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Argila	3	0,2	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	1,2	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	2,2	2	0,67	200	0,06	228,57	2,29	2,37	2,84	3,63	4,42	5,21	6,00	6,64
	6	3,2	0	0,50	200	0,06	0,00	1,71	2,59	3,10	3,96	4,83	5,69	6,55	7,24
	7	4,2	2	0,80	200	0,06	228,57	2,74	5,43	6,51	8,32	10,13	11,94	13,75	15,20
	8	5,2	0	0,67	200	0,06	0,00	2,29	5,60	6,72	8,59	10,46	12,32	14,19	15,68
	9	6,2	0	0,57	200	0,06	0,00	1,96	5,72	6,87	8,78	10,69	12,59	14,50	16,03
	9,6	6,8	2	0,75	200	0,06	228,57	2,57	8,24	9,89	12,63	15,38	18,13	20,87	23,07

Fonte: A Autora (2019)

○ Hélice Contínua

Quadro 9 - Perfil Geotécnico (SP-09)

Características Geotécnicas													
									Hélice Contínua				
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
Areia siltosa	0,6	0,6	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Areia siltosa	1	0,4	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	1,4	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,8	2,2	0	0,00	800	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Argila	3	0,2	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	1,2	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	2,2	2	0,67	200	0,06	200,00	2,00	3,46	4,15	4,84	5,53	6,91
	6	3,2	0	0,50	200	0,06	0,00	1,50	3,77	4,52	5,28	6,03	7,54
	7	4,2	2	0,80	200	0,06	200,00	2,40	7,92	9,50	11,08	12,67	15,83
	8	5,2	0	0,67	200	0,06	0,00	2,00	8,17	9,80	11,44	13,07	16,34
	9	6,2	0	0,57	200	0,06	0,00	1,71	8,35	10,02	11,69	13,36	16,70
	9,6	6,8	2	0,75	200	0,06	200,00	2,25	12,02	14,42	16,82	19,23	24,03

Fonte: A Autora (2019)

- Sondagem 10
- Pré-moldada

Quadro 10 - Perfil Geotécnico (SP-10)

Características Geotécnicas															
									Pré-moldada						
									D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33	D = 38	D = 42
Camadas de Solo	Cota (m)	L(m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (Kpa)	α			<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>	<i>U. ΔL. Rl</i>
									<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>	<i>F2</i>
Silte argiloso	0,9	0,9	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Argila siltosa	1	0,1	0	0,00	220	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,58	0,68	1	0,50	220	0,04	125,71	1,26	0,40	0,48	0,62	0,75	0,89	1,02	1,13
Argila	2	0,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	1,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	2,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	3,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	6	4,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	5,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	8	6,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	9	7,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10	8,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11	9,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11,93	10,35	2	0,18	200	0,06	228,57	0,62	3,04	3,65	4,66	5,68	6,69	7,70	8,51
Silte arenoso	12	0,07	2	2,00	550	0,022	628,57	6,91	0,23	0,27	0,35	0,43	0,50	0,58	0,64
	12,87	0,94	2	2,00	550	0,022	628,57	6,91	3,06	3,68	4,70	5,72	6,74	7,76	8,58

continua

Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	Camadas de Solo	Cota (m)
Argila siltosa	13	0,13	2	2,00	220	0,04	251,43	5,03	0,31	0,37	0,47	0,58	0,68	0,78	0,86
	14	1,13	8	5,00	220	0,04	1005,71	12,57	6,69	8,03	10,26	12,50	14,73	16,96	18,74
	15	2,13	9	6,33	220	0,04	1131,43	15,92	15,98	19,18	24,51	29,84	35,16	40,49	44,75

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

- Hélice Contínua

Quadro 11 - Perfil Geotécnico (SP-10)

Características Geotécnicas														
									Hélice Contínua					
									D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50	
Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	
Silte argiloso	0,9	0,9	0	0,00	230	0,034	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Argila siltosa	1	0,1	0	0,00	220	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,58	0,68	1	0,50	220	0,04	110,00	1,10	0,59	0,70	0,82	0,94	1,17	

continua

Camadas de Solo	Cota (m)	L (m)	Nspt	Nmédio (SPT)	K (KPa)	α	$r_p(K.N)/F1$	$r_l(\alpha.K.N)/F2$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$	$\frac{U. \Delta L. Rl}{F2}$
									F	F2	F2	F2	F2
Argila	2	0,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	1,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	2,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	3,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	6	4,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	5,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	8	6,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	9	7,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10	8,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11	9,42	0	0,00	200	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11,93	10,35	2	0,18	200	0,06	200,00	0,55	4,43	5,32	6,21	7,09	8,87
Silte arenoso	12	0,07	2	2,00	550	0,022	550,00	6,05	0,33	0,40	0,47	0,53	0,67
	12,87	0,94	2	2,00	550	0,022	550,00	6,05	4,47	5,36	6,25	7,15	8,93
Argila siltosa	13	0,13	2	2,00	220	0,04	220,00	4,40	0,45	0,54	0,63	0,72	0,90
	14	1,13	8	5,00	220	0,04	880,00	11,00	9,76	11,71	13,67	15,62	19,52
	15	2,13	9	6,33	220	0,04	990,00	13,93	23,31	27,97	32,63	37,29	46,62

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

APÊNDICE B – CAPACIDADE DE CARGA

➤ Estaca Pré-Moldada

Quadro 1 - Capacidade de Carga: SP 01

Cota (m)	Estaca Pré-moldada		
	Carga Admissível (KN)		
	D = 15	D = 18	D =23
0,86			
1,00	0,46	0,55	0,70
1,50	24,76	35,04	56,13
2,00	30,74	42,89	67,58
3,00	59,98	81,98	126,04
4,00	72,42	94,90	138,30
4,65	85,13	109,49	155,52
5,00	57,71	75,25	108,92
6,00	40,78	55,60	85,24
7,00	60,14	79,49	117,19
8,00	119,17	158,33	234,96
9,00	167,83	219,39	318,65
10,00	180,00	260,00	374,73
11,00	180,00	260,00	384,53

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 2 - Capacidade de Carga: SP 02

Cota (m)	Estaca Pré-moldada		
	Carga Admissível (KN)		
	D = 15	D = 18	D =23
0,65			
1,00	0,00	0,00	0,00
2,00	13,65	18,89	29,48
3,00	25,79	34,30	50,95
4,00	41,95	54,52	78,57
4,75	40,97	50,84	68,52
5,00	22,01	27,25	36,60
6,00	1,38	1,66	2,12
7,00	5,28	6,90	10,00
7,95	11,99	15,78	23,14
8,00	21,12	29,34	46,01
9,00	25,24	34,96	54,60

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D = 23
9,95	128,82	177,91	277,00
10,00	127,50	177,00	277,26

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 3 - Capacidade de Carga: SP 03

Cota (m)	Estaca Pré-moldada						
	Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33	D = 38	D = 42
0,60							
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,70	6,45	9,07	14,43	21,02	28,85	37,91	46,05
2,00	6,94	9,66	15,18	21,94	29,93	39,15	47,42
3,00	14,77	20,39	31,74	45,55	61,83	80,57	97,35
4,00	20,53	27,30	40,56	56,29	74,49	95,16	113,47
4,90	29,90	39,22	57,21	78,28	102,45	129,69	153,71
5,00	15,84	20,41	29,04	38,97	50,19	62,69	73,63
6,00	10,42	14,17	21,67	30,71	41,31	53,45	64,28
7,00	17,95	23,49	34,17	46,65	60,94	77,04	91,22
8,00	23,39	29,74	41,57	54,94	69,86	86,33	100,62
8,85	49,74	64,98	94,31	128,54	167,68	211,71	250,47
9,00	42,69	56,80	84,45	117,26	155,23	198,36	236,58
10,00	35,45	47,83	72,40	101,87	136,24	175,51	210,46
11,00	52,67	67,95	96,91	130,26	168,00	210,13	246,99
12,00	63,25	79,25	108,39	140,62	175,95	214,37	247,34

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 4 - Capacidade de Carga: SP 04

Cota (m)	Estaca Pré-moldada		
	Carga Admissível (KN)		
	D = 15	D = 18	D = 23
0,75			
1,00	0,00	0,00	0,00
1,87	8,34	11,70	18,56
2,00	7,21	9,98	15,59
3,00	10,73	14,48	21,91

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D =23
4,00	20,56	26,80	38,79
5,00	30,97	39,56	55,66
5,57	36,10	45,18	61,71
6,00	30,98	40,51	58,86
7,00	18,10	24,39	36,84
8,00	28,36	37,37	54,85
9,00	60,72	80,86	120,36
10,00	127,89	170,80	255,14
11,00	180,00	242,42	353,76
11,70	180,00	260,00	400,00
12,00	180,00	250,37	369,60
13,00	136,20	185,43	283,77
13,55	151,51	205,80	314,06
14,00	138,13	191,75	300,36
15,00	178,76	242,51	369,48

Fonte: A Autora (2019)

conclusão

Quadro 5 - Capacidade de Carga: SP 05

Cota (m)	Estaca Pré-moldada		
	Carga Admissível (KN)		
	D = 15	D = 18	D =23
0,75			
1,00	0,00	0,00	0,00
1,62	14,09	19,88	31,72
2,00	19,52	27,30	43,14
3,00	28,52	39,07	60,25
3,33	40,13	53,98	81,36
4,00	21,32	27,82	40,29
4,95	12,58	16,22	23,09
5,00	16,39	22,33	34,21
6,00	14,69	20,30	31,61
7,00	24,54	32,78	48,99
8,00	39,10	51,58	75,85
9,00	46,24	59,49	84,52
10,00	73,07	95,01	137,02
10,77	119,51	156,74	228,67
11,00	106,78	143,47	215,96
12,00	101,06	138,60	214,00
13,00	172,60	230,45	344,14

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D =23
14,00	180,00	260,00	400,00
15,00	180,00	260,00	400,00

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 6 - Capacidade de Carga: SP 06

Cota (m)	Estaca Pré-moldada						
	Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
1,00							
1,60	22,15	30,49	47,26	67,66	91,66	93,62	120,85
2,00	14,13	18,62	27,36	37,64	49,47	51,86	64,76
3,00	12,65	16,86	25,10	34,89	46,23	48,13	60,64
4,00	23,72	30,97	44,91	61,18	79,77	84,19	104,22
4,80	35,10	45,18	64,26	86,18	110,93	118,37	144,48
5,00	28,68	37,76	55,37	76,07	99,88	104,79	130,71
6,00	21,30	28,63	43,11	60,43	80,59	83,43	105,86
6,93	37,35	48,72	70,57	96,03	125,10	132,13	163,40
7,00	53,51	73,54	113,83	162,77	220,35	225,22	290,46
8,00	48,67	67,06	104,14	149,24	202,37	206,56	266,86
9,00	63,67	83,74	122,61	168,27	220,72	231,76	288,79
10,00	92,74	120,62	174,00	236,02	306,67	324,63	400,33

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 7 - Capacidade de Carga: SP 07

Cota (m)	Estaca Pré-moldada						
	Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
1,00							
1,70	4,83	6,63	10,25	14,64	19,81	25,76	31,07
2,00	5,30	7,20	10,98	15,53	20,86	26,96	32,40
2,83	5,74	7,73	11,65	16,35	21,83	28,08	33,64
3,00	7,62	10,47	16,22	23,20	31,42	40,87	49,31
3,50	3,87	5,31	8,21	11,72	15,85	20,60	24,84
4,00	0,82	0,98	1,26	1,53	1,80	2,07	2,29
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	1,68	2,26	3,41	4,78	6,37	8,19	9,80

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
7,00	1,38	1,66	2,12	2,58	3,04	3,50	3,86
8,00	1,43	1,72	2,20	2,68	3,15	3,63	4,01
9,00	1,47	1,76	2,25	2,74	3,23	3,72	4,11
10,00	5,01	6,50	9,33	12,62	16,35	20,54	24,21
11,00	6,29	7,79	10,47	13,37	16,50	19,86	22,70
12,00	6,08	7,30	9,32	11,35	13,38	15,41	17,03
13,00	6,12	7,35	9,39	11,43	13,47	15,51	17,14
13,90	27,41	35,80	51,93	70,76	92,29	116,50	137,81
14,00	49,38	67,92	105,24	150,58	203,94	265,32	320,21
14,48	34,26	47,78	75,24	108,88	148,69	194,66	235,89
15,00	37,63	51,94	80,82	115,98	157,43	205,15	247,86
16,00	63,09	86,37	133,07	189,64	256,09	332,41	400,58
16,50	89,73	120,28	180,52	252,44	336,03	431,28	515,88
17,00	45,27	58,79	84,62	114,57	148,66	186,87	220,41
18,00	60,32	81,31	122,89	172,72	230,82	297,17	356,20

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 8 - Capacidade de Carga: SP 08

Cota (m)	Estaca Pré-moldada						
	Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
0,65							
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	17,97	25,44	40,76	59,68	82,18	108,27	131,74
2,00	1,81	2,17	2,77	3,38	3,98	4,58	5,07
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	3,50	4,69	7,02	9,81	13,04	16,72	19,99
8,00	6,51	8,29	11,63	15,42	19,65	24,33	28,40
9,00	6,04	7,25	9,26	11,27	13,28	15,30	16,91
9,50	11,10	14,04	19,49	25,61	32,41	39,88	46,34
10,00	17,77	23,99	36,33	51,14	68,42	88,16	105,74
11,00	24,40	33,28	51,04	72,50	97,67	126,53	152,29
12,00	33,63	44,36	65,19	89,73	117,98	149,92	178,14
13,00	53,67	70,40	102,74	140,62	184,06	233,05	276,24

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
13,65	69,25	89,77	128,89	174,19	225,66	283,31	333,86
14,00	37,12	47,33	66,41	88,07	112,32	139,14	162,46
15,00	11,46	14,87	21,37	28,91	37,48	47,08	55,51
16,00	24,91	32,40	46,74	63,41	82,40	103,71	122,43
17,00	45,26	58,77	84,59	114,54	148,62	186,83	220,37
18,00	78,78	102,06	146,43	197,78	256,09	321,36	378,60

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 9 - Capacidade de Carga: SP 09

Cota (m)	Estaca Pré-moldada						
	Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
0,60							
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	3,20	4,33	6,57	9,25	12,38	15,96	19,15
6,00	2,48	2,97	3,80	4,62	5,45	6,28	6,94
7,00	6,03	7,72	10,89	14,52	18,59	23,11	27,05
8,00	5,51	6,62	8,46	10,29	12,13	13,97	15,44
9,00	5,66	6,80	8,68	10,57	12,46	14,35	15,86
9,60	9,00	11,29	15,45	20,07	25,14	30,65	35,38

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 10 - Capacidade de Carga: SP 10

Cota (m)	Estaca Pré-moldada						
	Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
0,90							
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,58	1,31	1,84	2,92	4,25	5,82	7,64	9,27
2,00	0,20	0,24	0,31	0,38	0,44	0,51	0,56
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33	D = 38	D = 42
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,93	3,54	4,73	7,08	9,87	13,12	16,81	20,09
12,00	7,19	9,96	15,56	22,40	30,48	39,78	48,12
12,87	7,20	9,97	15,58	22,42	30,50	39,81	48,15
13,00	3,91	5,22	7,81	10,89	14,46	18,53	22,14
14,00	12,39	17,00	26,26	37,50	50,71	65,90	79,47
15,00	21,34	28,00	40,89	56,00	73,33	92,88	110,13

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

➤ Estaca Hélice Contínua

Quadro 11 - Capacidade de Carga: SP 01

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,86					
1,00	0,67	0,80	0,93	1,06	1,33
1,50	9,27	11,12	12,97	14,83	18,53
2,00	20,97	25,16	29,35	33,55	41,93
3,00	66,82	80,18	93,55	106,91	133,64
4,00	138,01	171,06	199,57	228,08	285,10
4,65	153,85	202,44	256,97	317,43	398,03
5,00	108,46	143,13	166,98	190,84	238,55
6,00	47,44	56,93	66,42	75,91	94,88
7,00	32,92	39,50	46,08	52,66	65,83
8,00	36,58	43,90	51,22	58,53	73,17
9,00	166,11	199,33	232,55	265,77	332,22
10,00	294,20	371,41	433,32	495,22	619,02
11,00	294,20	437,91	554,36	683,23	893,18

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 12 - Capacidade de Carga: SP 02

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,65					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	11,66	13,99	16,32	18,66	23,32
3,00	43,23	51,88	60,53	69,17	86,47
4,00	78,11	103,90	125,22	143,10	178,88
4,75	66,52	83,89	102,62	122,69	166,92
5,00	35,48	44,61	54,42	64,90	87,90
6,00	2,02	2,42	2,82	3,22	4,03
7,00	9,96	12,96	15,11	17,27	21,59
7,95	22,55	27,06	31,57	36,08	45,10
8,00	16,25	19,49	22,74	25,99	32,49
9,00	21,16	25,39	29,62	33,86	42,32
9,95	115,30	138,36	161,42	184,48	230,60
10,00	100,38	120,45	140,53	160,61	200,76

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 13 - Capacidade de Carga: SP 03

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,60					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,70	3,27	3,92	4,57	5,23	6,53
2,00	5,05	6,06	7,07	8,08	10,10
3,00	13,36	16,04	18,71	21,38	26,73
4,00	34,35	41,22	48,09	54,96	68,70
4,90	57,11	70,09	81,77	93,45	116,81
5,00	28,75	37,89	48,16	58,56	73,19
6,00	12,57	15,09	17,60	20,11	25,14
7,00	34,08	42,95	50,11	57,27	71,59
8,00	40,89	53,13	66,73	81,68	115,65
8,85	93,99	121,08	141,26	161,44	201,80

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33
9,00	70,96	85,15	99,34	113,53	141,91
10,00	48,80	58,56	68,32	78,08	97,60
11,00	96,01	126,73	161,29	192,11	240,14
12,00	105,79	135,08	167,08	201,79	279,33

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 14 - Capacidade de Carga: SP 04

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,75					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,87	4,62	5,54	6,47	7,39	9,24
2,00	6,02	7,23	8,43	9,64	12,04
3,00	14,83	17,79	20,76	23,72	29,65
4,00	38,62	51,07	59,58	68,10	85,12
5,00	54,88	71,69	90,44	111,14	152,92
5,57	60,20	76,78	94,87	114,47	158,20
6,00	58,68	74,79	87,26	99,72	124,65
7,00	25,50	30,59	35,69	40,79	50,99
8,00	52,79	63,35	73,90	84,46	105,58
9,00	99,89	119,87	139,84	159,82	199,78
10,00	203,04	243,64	284,25	324,86	406,07
11,00	294,20	431,88	503,86	575,84	719,80
11,70	294,20	441,30	588,40	784,53	1054,71
12,00	294,20	402,56	469,65	536,74	670,93
13,00	162,45	194,94	227,43	259,92	324,89
13,55	187,89	225,47	263,04	300,62	375,78
14,00	108,74	130,49	152,24	173,99	217,49
15,00	226,52	271,82	317,13	362,43	453,04

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 15 - Capacidade de Carga: SP 05

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,75					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,62	6,28	7,53	8,79	10,04	12,56
2,00	12,25	14,70	17,15	19,59	24,49
3,00	30,36	36,43	42,50	48,57	60,71
3,33	57,96	69,55	81,15	92,74	115,92
4,00	40,13	52,64	61,41	70,18	87,73
4,95	22,87	30,15	38,34	46,31	57,89
5,00	19,25	23,10	26,95	30,80	38,50
6,00	13,07	15,68	18,29	20,91	26,13
7,00	38,85	46,63	54,40	62,17	77,71
8,00	71,67	86,01	100,34	114,67	143,34
9,00	83,63	110,08	139,76	172,53	215,67
10,00	136,26	181,33	217,04	248,04	310,06
10,77	228,28	279,87	326,52	373,16	466,45
11,00	156,45	187,74	219,03	250,32	312,91
12,00	105,20	126,25	147,29	168,33	210,41
13,00	274,93	329,91	384,90	439,88	549,86
14,00	294,20	441,30	588,40	768,64	960,80
15,00	294,20	441,30	588,40	784,53	1274,86

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 16 - Capacidade de Carga: SP 06

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
1,00					
1,60	21,50	25,80	30,09	34,39	42,99
2,00	26,10	31,32	36,54	41,76	52,21
3,00	20,73	24,87	29,02	33,17	41,46
4,00	44,75	58,04	67,71	77,39	96,73
4,80	63,60	83,77	106,43	130,21	162,76
5,00	53,74	64,49	75,24	85,99	107,48

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D = 23	D = 28	D = 33
6,00	31,09	37,31	43,53	49,75	62,19
6,93	70,28	92,29	107,67	123,05	153,81
7,00	53,33	64,00	74,66	85,33	106,66
8,00	45,81	54,97	64,13	73,29	91,62
9,00	120,77	144,92	169,07	193,23	241,53
10,00	173,05	230,34	274,95	314,23	392,78

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 17 - Capacidade de Carga: SP 07

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
1,00					
1,70	3,67	4,89	5,87	6,85	3,30
2,00	11,00	6,62	7,95	9,27	9,90
2,83	14,66	8,23	9,88	11,53	13,17
3,00	14,89	7,52	9,02	10,52	12,03
3,50	11,32	3,99	4,79	5,59	6,39
4,00	1,19	1,43	1,67	1,91	4,78
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	1,25	2,45	2,95	3,44	1,13
7,00	2,01	2,42	2,82	3,22	1,97
8,00	1,69	2,51	2,93	3,35	1,52
9,00	1,38	2,57	3,00	3,42	1,24
10,00	2,23	10,90	13,09	15,27	2,01
11,00	3,48	14,05	17,06	22,14	3,13
12,00	3,54	10,64	12,42	14,19	3,19
13,00	3,17	10,71	12,50	14,28	2,85
13,90	6,95	55,75	66,89	78,04	6,26
14,00	54,61	48,41	58,10	67,78	49,15
14,48	92,64	23,67	28,40	33,14	37,87
15,00	78,48	34,10	40,92	47,74	54,56
16,00	80,00	68,02	81,62	95,22	72,00
16,50	96,67	135,69	162,83	189,97	87,00
17,00	90,77	97,32	116,79	136,25	81,69
18,00	97,75	84,45	101,34	118,23	87,98

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 18 - Capacidade de Carga: SP 08

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,65					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	6,60	7,92	9,24	10,56	13,19
2,00	2,64	3,17	3,69	4,22	5,28
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	5,41	6,49	7,57	8,66	10,82
8,00	11,46	14,92	18,79	23,04	32,73
9,00	8,81	10,57	12,33	14,09	17,61
9,50	19,13	24,72	30,90	37,67	52,98
10,00	24,29	29,15	34,00	38,86	48,58
11,00	28,21	33,86	39,50	45,14	56,43
12,00	61,87	74,24	86,62	98,99	123,74
13,00	102,57	125,47	146,39	167,30	209,12
13,65	127,99	169,79	211,73	241,98	302,47
14,00	65,42	85,28	107,40	131,77	185,98
15,00	21,23	28,19	34,80	39,77	49,71
16,00	46,49	61,88	73,80	84,35	105,43
17,00	84,07	111,72	136,18	155,63	194,54
18,00	145,37	192,73	242,06	276,63	345,79

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 19 - Capacidade de Carga: SP 09

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,60					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

continua

Cota (m)	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	4,32	5,18	6,05	6,91	8,64
6,00	3,61	4,34	5,06	5,78	7,23
7,00	10,75	14,08	17,80	21,92	29,22
8,00	8,04	9,65	11,26	12,87	16,08
9,00	8,26	9,91	11,56	13,21	16,52
9,60	15,09	19,29	23,88	28,86	40,00

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 20 - Capacidade de Carga: SP 10

Cota (m)	Hélice Contínua				
	Carga Admissível (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,90					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,58	0,73	0,88	1,03	1,17	1,47
2,00	0,29	0,35	0,41	0,47	0,59
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,93	5,54	6,65	7,76	8,87	11,08
12,00	5,96	7,15	8,34	9,53	11,92
12,87	6,00	7,20	8,40	9,60	12,00
13,00	6,14	7,37	8,60	9,83	12,29
14,00	12,76	15,32	17,87	20,42	25,53
15,00	40,83	49,61	57,88	66,14	82,68

Fonte: A Autora (2019)

APÊNDICE C – CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA DETALHADO

➤ Estaca Pré-Moldada

Quadro 21 - Capacidade de Carga SP-01

Cota (m)	Estaca Pré-moldada									Estaca Pré-moldada		
	Cálculo de PP (KN) PP = KNA/F1			Cálculo de PL (KN)			Cálculo de PR/2			Carga Admissível (KN)		
				D = 15	D=18	D=23	D = 15	D=18	D=23	D = 15	D = 18	D =23
	D = 15	D = 18	D =23									
0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
1,00	0,00	0,00	0,00	0,91	1,09	1,40	0,46	0,55	0,70	0,46	0,55	0,70
1,50	44,43	63,98	104,46	5,08	6,10	7,79	24,76	35,04	56,13	24,76	35,04	56,13
2,00	49,98	71,98	117,52	11,50	13,80	17,64	30,74	42,89	67,58	30,74	42,89	67,58
3,00	83,31	119,96	195,87	36,66	43,99	56,21	59,98	81,98	126,04	59,98	81,98	126,04
4,00	66,65	95,97	156,69	78,20	93,84	119,90	72,42	94,90	138,30	72,42	94,90	138,30
4,65	61,09	87,97	143,64	109,17	131,01	167,40	85,13	109,49	155,52	85,13	109,49	155,52
5,00	49,98	71,98	117,52	65,43	78,52	100,33	57,71	75,25	108,92	57,71	75,25	108,92
6,00	55,54	79,98	130,58	26,03	31,23	39,91	40,78	55,60	85,24	40,78	55,60	85,24
7,00	61,09	87,97	143,64	59,18	71,01	90,74	60,14	79,49	117,19	60,14	79,49	117,19
8,00	127,74	183,94	300,33	110,60	132,72	169,58	119,17	158,33	234,96	119,17	158,33	234,96
9,00	149,95	215,94	352,56	185,70	222,84	284,74	167,83	219,39	318,65	167,83	219,39	318,65
10,00	144,40	207,94	339,50	267,37	320,84	409,97	205,89	264,39	374,73	180,00	260,00	374,73
11,00	127,74	183,94	300,33	344,63	413,55	528,43	236,18	298,75	414,38	180,00	260,00	400,00

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 22 - Capacidade de Carga SP-02

Cota (m)	Estaca Pré-moldada									Estaca Pré-moldada		
	Cálculo de PP (KN) PP = KNA/F1			Cálculo de PL (KN)			Cálculo de PR/2			Carga Admissível (KN)		
				D = 15	D=18	D=23	D = 15	D=18	D=23	D = 15	D = 18	D =23
	D = 15	D = 18	D =23									
0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	20,90	30,10	49,14	6,40	7,68	9,81	13,65	18,89	29,48	13,65	18,89	29,48
3,00	27,87	40,13	65,53	23,72	28,46	36,36	25,79	34,30	50,95	25,79	34,30	50,95
4,00	34,84	50,17	81,91	49,06	58,88	75,23	41,95	54,52	78,57	41,95	54,52	78,57
4,75	13,94	20,07	32,76	68,01	81,61	104,28	40,97	50,84	68,52	40,97	50,84	68,52
5,00	6,97	10,03	16,38	37,05	44,46	56,81	22,01	27,25	36,60	22,01	27,25	36,60
6,00	0,00	0,00	0,00	2,76	3,32	4,24	1,38	1,66	2,12	1,38	1,66	2,12
7,00	4,65	6,69	10,92	5,92	7,11	9,08	5,28	6,90	10,00	5,28	6,90	10,00
7,95	11,61	16,72	27,30	12,37	14,85	18,97	11,99	15,78	23,14	11,99	15,78	23,14
8,00	33,32	47,99	78,35	8,91	10,69	13,66	21,12	29,34	46,01	21,12	29,34	46,01
9,00	38,88	55,98	91,40	11,61	13,93	17,80	25,24	34,96	54,60	25,24	34,96	54,60
9,95	194,39	279,92	457,02	63,25	75,90	96,99	128,82	177,91	277,00	128,82	177,91	277,00
10,00	199,94	287,91	470,08	55,06	66,08	84,43	127,50	177,00	277,26	127,50	177,00	277,26

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 1 - Cálculo de PP e PL SP-03

Cota (m)	Estaca Pré-moldada							Estaca Pré-moldada							
	Cálculo de PP (KN)							Cálculo de PL (KN)							
	PP = KNA/F1							D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42	
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42								
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,70	11,11	16,00	26,12	38,70	53,76	71,29	87,08	1,79	2,15	2,75	3,35	3,94	4,54	5,02	
2,00	11,11	16,00	26,12	38,70	53,76	71,29	87,08	2,77	3,32	4,25	5,17	6,09	7,02	7,75	
3,00	22,22	31,99	52,23	77,41	107,52	142,57	174,17	7,33	8,80	11,24	13,68	16,13	18,57	20,53	
4,00	22,22	31,99	52,23	77,41	107,52	142,57	174,17	18,84	22,61	28,89	35,17	41,46	47,74	52,76	
4,90	27,77	39,99	65,29	96,76	134,40	178,22	217,71	32,04	38,45	49,13	59,81	70,49	81,17	89,71	
5,00	11,61	16,72	27,30	40,46	56,21	74,53	91,04	20,08	24,09	30,78	37,48	44,17	50,86	56,21	
6,00	13,94	20,07	32,76	48,56	67,45	89,43	109,25	6,90	8,28	10,57	12,87	15,17	17,47	19,31	
7,00	16,26	23,41	38,22	56,65	78,69	104,34	127,46	19,64	23,56	30,11	36,65	43,20	49,75	54,98	
8,00	13,94	20,07	32,76	48,56	67,45	89,43	109,25	32,85	39,42	50,37	61,32	72,27	83,22	91,98	
8,85	44,13	63,54	103,75	153,76	213,58	283,20	345,96	55,35	66,42	84,87	103,32	121,77	140,22	154,98	
9,00	46,45	66,89	109,21	161,85	224,82	298,11	364,17	38,93	46,71	59,69	72,66	85,64	98,61	108,99	
10,00	44,13	63,54	103,75	153,76	213,58	283,20	345,96	26,77	32,12	41,05	49,97	58,89	67,82	74,95	
11,00	39,48	56,86	92,83	137,58	191,10	253,39	309,55	65,87	79,04	101,00	122,95	144,91	166,86	184,43	
12,00	27,87	40,13	65,53	97,11	134,89	178,87	218,50	98,64	118,37	151,24	184,12	217,00	249,88	276,19	

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 2 - Determinação da Capacidade de Carga SP-03

Cota (m)	Estaca Pré-moldada							Estaca Pré-moldada						
	Cálculo de PR/2							Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,70	6,45	9,07	14,43	21,02	28,85	37,91	46,05	6,45	9,07	14,43	21,02	28,85	37,91	46,05
2,00	6,94	9,66	15,18	21,94	29,93	39,15	47,42	6,94	9,66	15,18	21,94	29,93	39,15	47,42
3,00	14,77	20,39	31,74	45,55	61,83	80,57	97,35	14,77	20,39	31,74	45,55	61,83	80,57	97,35
4,00	20,53	27,30	40,56	56,29	74,49	95,16	113,47	20,53	27,30	40,56	56,29	74,49	95,16	113,47
4,90	29,90	39,22	57,21	78,28	102,45	129,69	153,71	29,90	39,22	57,21	78,28	102,45	129,69	153,71
5,00	15,84	20,41	29,04	38,97	50,19	62,69	73,63	15,84	20,41	29,04	38,97	50,19	62,69	73,63
6,00	10,42	14,17	21,67	30,71	41,31	53,45	64,28	10,42	14,17	21,67	30,71	41,31	53,45	64,28
7,00	17,95	23,49	34,17	46,65	60,94	77,04	91,22	17,95	23,49	34,17	46,65	60,94	77,04	91,22
8,00	23,39	29,74	41,57	54,94	69,86	86,33	100,62	23,39	29,74	41,57	54,94	69,86	86,33	100,62
8,85	49,74	64,98	94,31	128,54	167,68	211,71	250,47	49,74	64,98	94,31	128,54	167,68	211,71	250,47
9,00	42,69	56,80	84,45	117,26	155,23	198,36	236,58	42,69	56,80	84,45	117,26	155,23	198,36	236,58
10,00	35,45	47,83	72,40	101,87	136,24	175,51	210,46	35,45	47,83	72,40	101,87	136,24	175,51	210,46
11,00	52,67	67,95	96,91	130,26	168,00	210,13	246,99	52,67	67,95	96,91	130,26	168,00	210,13	246,99
12,00	63,25	79,25	108,39	140,62	175,95	214,37	247,34	63,25	79,25	108,39	140,62	175,95	214,37	247,34

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 3 - Capacidade de Carga SP-04

Cota (m)	Estaca Pré-moldada									Estaca Pré-moldada		
	Cálculo de PP (KN) PP = KNA/F1			Cálculo de PL (KN)			Cálculo de PR/2			Carga Admissível (KN)		
				D = 15	D=18	D=23	D = 15	D=18	D=23	D = 15	D = 18	D =23
	D = 15	D = 18	D =23									
0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,87	14,14	20,36	33,24	2,53	3,04	3,88	8,34	11,70	18,56	8,34	11,70	18,56
2,00	11,11	16,00	26,12	3,30	3,96	5,07	7,21	9,98	15,59	7,21	9,98	15,59
3,00	13,33	19,19	31,34	8,13	9,76	12,47	10,73	14,48	21,91	10,73	14,48	21,91
4,00	17,77	25,59	41,78	23,35	28,02	35,80	20,56	26,80	38,79	20,56	26,80	38,79
5,00	19,99	28,79	47,01	41,94	50,33	64,31	30,97	39,56	55,66	30,97	39,56	55,66
5,57	15,55	22,39	36,56	56,65	67,98	86,86	36,10	45,18	61,71	36,10	45,18	61,71
6,00	27,77	39,99	65,29	34,19	41,03	52,42	30,98	40,51	58,86	30,98	40,51	58,86
7,00	22,22	31,99	52,23	13,99	16,78	21,45	18,10	24,39	36,84	18,10	24,39	36,84
8,00	27,77	39,99	65,29	28,96	34,75	44,40	28,36	37,37	54,85	28,36	37,37	54,85
9,00	66,65	95,97	156,69	54,80	65,76	84,02	60,72	80,86	120,36	60,72	80,86	120,36
10,00	144,40	207,94	339,50	111,38	133,66	170,78	127,89	170,80	255,14	127,89	170,80	255,14
11,00	172,17	247,93	404,79	197,43	236,92	302,73	184,80	242,42	353,76	180,00	242,42	353,76
11,70	188,83	271,92	443,97	289,29	347,15	443,58	239,06	309,53	443,77	180,00	260,00	400,00
12,00	194,39	279,92	457,02	184,03	220,83	282,17	189,21	250,37	369,60	180,00	250,37	369,60
13,00	183,28	263,92	430,91	89,11	106,94	136,64	136,20	185,43	283,77	136,20	185,43	283,77
13,55	199,94	287,91	470,08	103,07	123,68	158,04	151,51	205,80	314,06	151,51	205,80	314,06
14,00	216,60	311,91	509,25	59,65	71,58	91,47	138,13	191,75	300,36	138,13	191,75	300,36
15,00	233,26	335,90	548,43	124,26	149,12	190,54	178,76	242,51	369,48	178,76	242,51	369,48

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 4 - Capacidade de Carga SP-05

Cota (m)	Estaca Pré-moldada									Estaca Pré-moldada		
	Cálculo de PP (KN) PP = KNA/F1			Cálculo de PL (KN)			Cálculo de PR/2			Carga Admissível (KN)		
	D = 15	D = 18	D =23	D = 15	D=18	D=23	D = 15	D=18	D=23	D = 15	D = 18	D =23
0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,62	24,74	35,63	58,17	3,44	4,13	5,28	14,09	19,88	31,72	14,09	19,88	31,72
2,00	32,31	46,53	75,97	6,72	8,06	10,30	19,52	27,30	43,14	19,52	27,30	43,14
3,00	40,39	58,16	94,97	16,65	19,98	25,53	28,52	39,07	60,25	28,52	39,07	60,25
3,33	48,47	69,80	113,96	31,80	38,16	48,75	40,13	53,98	81,36	40,13	53,98	81,36
4,00	18,58	26,76	43,68	24,06	28,87	36,90	21,32	27,82	40,29	21,32	27,82	40,29
4,95	9,29	13,38	21,84	15,88	19,05	24,35	12,58	16,22	23,09	12,58	16,22	23,09
5,00	22,22	31,99	52,23	10,56	12,67	16,19	16,39	22,33	34,21	16,39	22,33	34,21
6,00	22,22	31,99	52,23	7,17	8,60	10,99	14,69	20,30	31,61	14,69	20,30	31,61
7,00	27,77	39,99	65,29	21,31	25,58	32,68	24,54	32,78	48,99	24,54	32,78	48,99
8,00	38,88	55,98	91,40	39,32	47,18	60,29	39,10	51,58	75,85	39,10	51,58	75,85
9,00	33,32	47,99	78,35	59,15	70,98	90,70	46,24	59,49	84,52	46,24	59,49	84,52
10,00	61,09	87,97	143,64	85,04	102,05	130,40	73,07	95,01	137,02	73,07	95,01	137,02
10,77	111,08	159,95	261,16	127,94	153,53	196,18	119,51	156,74	228,67	119,51	156,74	228,67
11,00	127,74	183,94	300,33	85,83	102,99	131,60	106,78	143,47	215,96	106,78	143,47	215,96
12,00	144,40	207,94	339,50	57,71	69,25	88,49	101,06	138,60	214,00	101,06	138,60	214,00
13,00	194,39	279,92	457,02	150,82	180,98	231,25	172,60	230,45	344,14	172,60	230,45	344,14
14,00	216,60	311,91	509,25	263,53	316,24	404,09	240,07	314,07	456,67	180,00	260,00	400,00

continua

Cota (m)	Cálculo de PP (KN)			Cálculo de PL (KN)			Cálculo de PR/2			Carga Admissível (KN)		
	D = 15	D = 18	D =23	D = 15	D = 18	D =23	D = 15	D = 18	D =23	D = 15	D = 18	D =23
15,00	244,37	351,89	574,54	391,98	470,37	601,03	318,17	411,13	587,79	180,00	260,00	400,00

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 5 - Cálculo de PP e PL (SP-06)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada													
	Cálculo de PP (KN) PP = KNA/F1							Cálculo de PL (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,60	32,52	46,82	76,45	113,30	157,37	157,37	208,68	11,79	14,15	18,08	22,01	25,94	29,87	33,02
2,00	13,94	20,07	32,76	48,56	67,45	67,45	89,43	14,32	17,18	21,96	26,73	31,50	36,28	40,09
3,00	13,94	20,07	32,76	48,56	67,45	67,45	89,43	11,37	13,65	17,44	21,23	25,02	28,81	31,84
4,00	20,90	30,10	49,14	72,83	101,17	101,17	134,15	26,53	31,84	40,68	49,53	58,37	67,22	74,29
4,80	25,55	36,79	60,07	89,02	123,65	123,65	163,96	44,64	53,57	68,45	83,33	98,21	113,09	125,00
5,00	27,87	40,13	65,53	97,11	134,89	134,89	178,87	29,48	35,38	45,20	55,03	64,86	74,68	82,55
6,00	25,55	36,79	60,07	89,02	123,65	123,65	163,96	17,06	20,47	26,15	31,84	37,52	43,21	47,76
6,93	32,52	46,82	76,45	113,30	157,37	157,37	208,68	42,19	50,63	64,69	78,75	92,82	106,88	118,13
7,00	77,75	111,97	182,81	270,93	376,33	376,33	499,01	29,26	35,11	44,86	54,61	64,36	74,11	81,92
8,00	72,20	103,97	169,75	251,58	349,45	349,45	463,37	25,13	30,16	38,53	46,91	55,28	63,66	70,36
9,00	61,09	87,97	143,64	212,87	295,69	295,69	392,08	66,25	79,50	101,58	123,66	145,75	167,83	185,50
10,00	77,75	111,97	182,81	270,93	376,33	376,33	499,01	107,74	129,28	165,19	201,11	237,02	272,93	301,66

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 6 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-06)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada													
	Cálculo de PR/2							Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
1,60	22,15	30,49	47,26	67,66	91,66	93,62	120,85	22,15	30,49	47,26	67,66	91,66	93,62	120,85
2,00	14,13	18,62	27,36	37,64	49,47	51,86	64,76	14,13	18,62	27,36	37,64	49,47	51,86	64,76
3,00	12,65	16,86	25,10	34,89	46,23	48,13	60,64	12,65	16,86	25,10	34,89	46,23	48,13	60,64
4,00	23,72	30,97	44,91	61,18	79,77	84,19	104,22	23,72	30,97	44,91	61,18	79,77	84,19	104,22
4,80	35,10	45,18	64,26	86,18	110,93	118,37	144,48	35,10	45,18	64,26	86,18	110,93	118,37	144,48
5,00	28,68	37,76	55,37	76,07	99,88	104,79	130,71	28,68	37,76	55,37	76,07	99,88	104,79	130,71
6,00	21,30	28,63	43,11	60,43	80,59	83,43	105,86	21,30	28,63	43,11	60,43	80,59	83,43	105,86
6,93	37,35	48,72	70,57	96,03	125,10	132,13	163,40	37,35	48,72	70,57	96,03	125,10	132,13	163,40
7,00	53,51	73,54	113,83	162,77	220,35	225,22	290,46	53,51	73,54	113,83	162,77	220,35	225,22	290,46
8,00	48,67	67,06	104,14	149,24	202,37	206,56	266,86	48,67	67,06	104,14	149,24	202,37	206,56	266,86
9,00	63,67	83,74	122,61	168,27	220,72	231,76	288,79	63,67	83,74	122,61	168,27	220,72	231,76	288,79
10,00	92,74	120,62	174,00	236,02	306,67	324,63	400,33	92,74	120,62	174,00	236,02	306,67	324,63	400,33

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 7 - Cálculo de PP e PL (SP-07)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada													
	Cálculo de PP (KN)							Cálculo de PL (KN)						
	PP = KNA/F1							D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,70	6,97	10,03	16,38	24,28	33,72	44,72	54,63	2,68	3,22	4,12	5,01	5,91	6,80	7,52
2,00	6,97	10,03	16,38	24,28	33,72	44,72	54,63	3,63	4,36	5,57	6,78	7,99	9,20	10,17
2,83	6,97	10,03	16,38	24,28	33,72	44,72	54,63	4,52	5,42	6,93	8,43	9,94	11,44	12,65
3,00	11,11	16,00	26,12	38,70	53,76	71,29	87,08	4,12	4,95	6,32	7,70	9,07	10,45	11,54
3,50	5,55	8,00	13,06	19,35	26,88	35,64	43,54	2,19	2,63	3,36	4,09	4,82	5,55	6,14
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	1,96	2,51	3,06	3,60	4,15	4,58
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	2,02	2,91	4,75	7,04	9,77	12,96	15,83	1,35	1,62	2,06	2,51	2,96	3,41	3,77
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,76	3,31	4,23	5,15	6,07	6,99	7,73
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,87	3,44	4,40	5,35	6,31	7,27	8,03
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,94	3,52	4,50	5,48	6,46	7,44	8,22
10,00	4,04	5,82	9,50	14,07	19,55	25,92	31,67	5,98	7,18	9,17	11,17	13,16	15,15	16,75
11,00	2,02	2,91	4,75	7,04	9,77	12,96	15,83	10,56	12,67	16,19	19,71	23,23	26,75	29,57
12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,16	14,59	18,65	22,70	26,76	30,81	34,05
13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,24	14,69	18,77	22,85	26,94	31,02	34,28
13,90	24,24	34,90	56,98	84,45	117,30	155,54	190,00	30,58	36,70	46,89	57,08	67,28	77,47	85,62
14,00	72,20	103,97	169,75	251,58	349,45	463,37	566,05	26,56	31,87	40,72	49,58	58,43	67,28	74,36
14,48	55,54	79,98	130,58	193,52	268,81	356,44	435,42	12,98	15,58	19,91	24,24	28,57	32,89	36,36

continua

Cota (m)	Cálculo de PP (KN)							Cálculo de PL (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
15,00	56,55	81,43	132,95	197,04	273,70	362,92	443,34	18,71	22,45	28,69	34,92	41,16	47,39	52,38
16,00	88,86	127,96	208,92	309,64	430,09	570,30	696,68	37,31	44,77	57,21	69,65	82,08	94,52	104,47
16,50	105,02	151,23	246,91	365,93	508,29	673,99	823,35	74,44	89,32	114,14	138,95	163,76	188,57	208,42
17,00	37,16	53,51	87,37	129,48	179,86	238,49	291,34	53,39	64,07	81,86	99,66	117,46	135,25	149,49
18,00	74,32	107,02	174,74	258,97	359,71	476,98	582,68	46,33	55,59	71,03	86,48	101,92	117,36	129,72

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 8 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-07)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada														
	Cálculo de PR/2							Carga Admissível (KN)							
	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
1,70	4,83	6,63	10,25	14,64	19,81	25,76	31,07	4,83	6,63	10,25	14,64	19,81	25,76	31,07	
2,00	5,30	7,20	10,98	15,53	20,86	26,96	32,40	5,30	7,20	10,98	15,53	20,86	26,96	32,40	
2,83	5,74	7,73	11,65	16,35	21,83	28,08	33,64	5,74	7,73	11,65	16,35	21,83	28,08	33,64	
3,00	7,62	10,47	16,22	23,20	31,42	40,87	49,31	7,62	10,47	16,22	23,20	31,42	40,87	49,31	
3,50	3,87	5,31	8,21	11,72	15,85	20,60	24,84	3,87	5,31	8,21	11,72	15,85	20,60	24,84	
4,00	0,82	0,98	1,26	1,53	1,80	2,07	2,29	0,82	0,98	1,26	1,53	1,80	2,07	2,29	

continua

Cota (m)	Cálculo de PR/2							Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	1,68	2,26	3,41	4,78	6,37	8,19	9,80	1,68	2,26	3,41	4,78	6,37	8,19	9,80
7,00	1,38	1,66	2,12	2,58	3,04	3,50	3,86	1,38	1,66	2,12	2,58	3,04	3,50	3,86
8,00	1,43	1,72	2,20	2,68	3,15	3,63	4,01	1,43	1,72	2,20	2,68	3,15	3,63	4,01
9,00	1,47	1,76	2,25	2,74	3,23	3,72	4,11	1,47	1,76	2,25	2,74	3,23	3,72	4,11
10,00	5,01	6,50	9,33	12,62	16,35	20,54	24,21	5,01	6,50	9,33	12,62	16,35	20,54	24,21
11,00	6,29	7,79	10,47	13,37	16,50	19,86	22,70	6,29	7,79	10,47	13,37	16,50	19,86	22,70
12,00	6,08	7,30	9,32	11,35	13,38	15,41	17,03	6,08	7,30	9,32	11,35	13,38	15,41	17,03
13,00	6,12	7,35	9,39	11,43	13,47	15,51	17,14	6,12	7,35	9,39	11,43	13,47	15,51	17,14
13,90	27,41	35,80	51,93	70,76	92,29	116,50	137,81	27,41	35,80	51,93	70,76	92,29	116,50	137,81
14,00	49,38	67,92	105,24	150,58	203,94	265,32	320,21	49,38	67,92	105,24	150,58	203,94	265,32	320,21
14,48	34,26	47,78	75,24	108,88	148,69	194,66	235,89	34,26	47,78	75,24	108,88	148,69	194,66	235,89
15,00	37,63	51,94	80,82	115,98	157,43	205,15	247,86	37,63	51,94	80,82	115,98	157,43	205,15	247,86
16,00	63,09	86,37	133,07	189,64	256,09	332,41	400,58	63,09	86,37	133,07	189,64	256,09	332,41	400,58
16,50	89,73	120,28	180,52	252,44	336,03	431,28	515,88	89,73	120,28	180,52	252,44	336,03	431,28	515,88
17,00	45,27	58,79	84,62	114,57	148,66	186,87	220,41	45,27	58,79	84,62	114,57	148,66	186,87	220,41
18,00	60,32	81,31	122,89	172,72	230,82	297,17	356,20	60,32	81,31	122,89	172,72	230,82	297,17	356,20

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 9 - Cálculo de PP e PL (SP-08)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada													
	Cálculo de PP (KN)							Cálculo de PL (KN)						
	PP = KNA/FI							D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42
0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	32,31	46,53	75,97	112,59	156,40	207,38	253,34	3,62	4,34	5,55	6,76	7,96	9,17	10,13
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,62	4,34	5,55	6,76	7,96	9,17	10,13
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	4,04	5,82	9,50	14,07	19,55	25,92	31,67	2,97	3,56	4,55	5,54	6,53	7,52	8,31
8,00	4,04	5,82	9,50	14,07	19,55	25,92	31,67	8,98	10,77	13,77	16,76	19,75	22,74	25,14
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,08	14,49	18,52	22,54	26,57	30,60	33,82
9,50	6,06	8,72	14,24	21,11	29,32	38,88	47,50	16,13	19,36	24,74	30,11	35,49	40,87	45,17
10,00	22,22	31,99	52,23	77,41	107,52	142,57	174,17	13,32	15,99	20,43	24,87	29,31	33,75	37,31
11,00	33,32	47,99	78,35	116,11	161,28	213,86	261,25	15,48	18,57	23,73	28,89	34,05	39,21	43,34
12,00	33,32	47,99	78,35	116,11	161,28	213,86	261,25	33,94	40,73	52,04	63,36	74,67	85,98	95,03
13,00	49,98	71,98	117,52	174,17	241,93	320,79	391,88	57,36	68,83	87,95	107,07	126,19	145,31	160,61
13,65	55,54	79,98	130,58	193,52	268,81	356,44	435,42	82,96	99,56	127,21	154,87	182,52	210,18	232,30
14,00	23,23	33,44	54,61	80,93	112,41	149,06	182,09	51,01	61,21	78,22	95,22	112,23	129,23	142,83
15,00	9,29	13,38	21,84	32,37	44,96	59,62	72,83	13,63	16,36	20,91	25,45	30,00	34,54	38,18
16,00	20,90	30,10	49,14	72,83	101,17	134,15	163,88	28,92	34,70	44,34	53,98	63,62	73,26	80,97

continua

Cota (m)	Cálculo de PR/2							Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
17,00	37,16	53,51	87,37	129,48	179,86	238,49	291,34	53,36	64,03	81,82	99,60	117,39	135,18	149,41
18,00	62,71	90,30	147,43	218,50	303,51	402,45	491,63	94,85	113,82	145,43	177,05	208,66	240,28	265,57

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 10 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-08)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada							Estaca Pré-moldada						
	Cálculo de PR/2							Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	17,97	25,44	40,76	59,68	82,18	108,27	131,74	17,97	25,44	40,76	59,68	82,18	108,27	131,74
2,00	1,81	2,17	2,77	3,38	3,98	4,58	5,07	1,81	2,17	2,77	3,38	3,98	4,58	5,07
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	3,50	4,69	7,02	9,81	13,04	16,72	19,99	3,50	4,69	7,02	9,81	13,04	16,72	19,99
8,00	6,51	8,29	11,63	15,42	19,65	24,33	28,40	6,51	8,29	11,63	15,42	19,65	24,33	28,40
9,00	6,04	7,25	9,26	11,27	13,28	15,30	16,91	6,04	7,25	9,26	11,27	13,28	15,30	16,91

continua

Cota (m)	Cálculo de PR/2							Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
9,50	11,10	14,04	19,49	25,61	32,41	39,88	46,34	11,10	14,04	19,49	25,61	32,41	39,88	46,34
10,00	17,77	23,99	36,33	51,14	68,42	88,16	105,74	17,77	23,99	36,33	51,14	68,42	88,16	105,74
11,00	24,40	33,28	51,04	72,50	97,67	126,53	152,29	24,40	33,28	51,04	72,50	97,67	126,53	152,29
12,00	33,63	44,36	65,19	89,73	117,98	149,92	178,14	33,63	44,36	65,19	89,73	117,98	149,92	178,14
13,00	53,67	70,40	102,74	140,62	184,06	233,05	276,24	53,67	70,40	102,74	140,62	184,06	233,05	276,24
13,65	69,25	89,77	128,89	174,19	225,66	283,31	333,86	69,25	89,77	128,89	174,19	225,66	283,31	333,86
14,00	37,12	47,33	66,41	88,07	112,32	139,14	162,46	37,12	47,33	66,41	88,07	112,32	139,14	162,46
15,00	11,46	14,87	21,37	28,91	37,48	47,08	55,51	11,46	14,87	21,37	28,91	37,48	47,08	55,51
16,00	24,91	32,40	46,74	63,41	82,40	103,71	122,43	24,91	32,40	46,74	63,41	82,40	103,71	122,43
17,00	45,26	58,77	84,59	114,54	148,62	186,83	220,37	45,26	58,77	84,59	114,54	148,62	186,83	220,37
18,00	78,78	102,06	146,43	197,78	256,09	321,36	378,60	78,78	102,06	146,43	197,78	256,09	321,36	378,60

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 11 - Cálculo de PP e PL (SP-09)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada														
	Cálculo de PP (KN)							Cálculo de PL (KN)							
	PP = KNA/F1							D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42	
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42								
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	4,04	5,82	9,50	14,07	19,55	25,92	31,67	2,37	2,84	3,63	4,42	5,21	6,00	6,64	
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,95	5,95	7,60	9,25	10,90	12,55	13,87	
7,00	4,04	5,82	9,50	14,07	19,55	25,92	31,67	8,01	9,62	12,29	14,96	17,63	20,30	22,44	
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,03	13,24	16,91	20,59	24,27	27,94	30,88	
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,33	13,59	17,37	21,14	24,92	28,69	31,71	
9,60	4,04	5,82	9,50	14,07	19,55	25,92	31,67	13,96	16,76	21,41	26,07	30,72	35,38	39,10	

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 12 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-09)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada							Estaca Pré-moldada						
	Cálculo de PR/2							Carga Admissível (KN)						
	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	3,20	4,33	6,57	9,25	12,38	15,96	19,15	3,20	4,33	6,57	9,25	12,38	15,96	19,15
6,00	2,48	2,97	3,80	4,62	5,45	6,28	6,94	2,48	2,97	3,80	4,62	5,45	6,28	6,94
7,00	6,03	7,72	10,89	14,52	18,59	23,11	27,05	6,03	7,72	10,89	14,52	18,59	23,11	27,05
8,00	5,51	6,62	8,46	10,29	12,13	13,97	15,44	5,51	6,62	8,46	10,29	12,13	13,97	15,44
9,00	5,66	6,80	8,68	10,57	12,46	14,35	15,86	5,66	6,80	8,68	10,57	12,46	14,35	15,86
9,60	9,00	11,29	15,45	20,07	25,14	30,65	35,38	9,00	11,29	15,45	20,07	25,14	30,65	35,38

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 13 - Cálculo de PP e PL (SP-10)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada													
	Cálculo de PP (KN) PP = KNA/F1							Cálculo de PL (KN)						
	D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42
0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,58	2,22	3,20	5,22	7,74	10,75	14,26	17,42	0,40	0,48	0,62	0,75	0,89	1,02	1,13
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,48	0,62	0,75	0,89	1,02	1,13
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,93	4,04	5,82	9,50	14,07	19,55	25,92	31,67	3,04	3,65	4,66	5,68	6,69	7,70	8,51
12,00	11,11	16,00	26,12	38,70	53,76	71,29	87,08	3,27	3,92	5,01	6,10	7,19	8,28	9,15
12,87	11,11	16,00	26,12	38,70	53,76	71,29	87,08	3,29	3,95	5,05	6,14	7,24	8,34	9,21
13,00	4,44	6,40	10,45	15,48	21,50	28,51	34,83	3,37	4,05	5,17	6,29	7,42	8,54	9,44
14,00	17,77	25,59	41,78	61,93	86,02	114,06	139,34	7,00	8,40	10,74	13,07	15,41	17,74	19,61
15,00	19,99	28,79	47,01	69,67	96,77	128,32	156,75	22,68	27,21	34,77	42,33	49,89	57,45	63,50

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 14 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-10)

Cota (m)	Estaca Pré-moldada													
	D = 15	D=18	D=23	D=28	D=33	D=38	D=42	Carga Admissível (KN)						
								D = 15	D = 18	D =23	D = 28	D = 33	D =38	D =42
0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,58	1,31	1,84	2,92	4,25	5,82	7,64	9,27	1,31	1,84	2,92	4,25	5,82	7,64	9,27
2,00	0,20	0,24	0,31	0,38	0,44	0,51	0,56	0,20	0,24	0,31	0,38	0,44	0,51	0,56
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,93	3,54	4,73	7,08	9,87	13,12	16,81	20,09	3,54	4,73	7,08	9,87	13,12	16,81	20,09
12,00	7,19	9,96	15,56	22,40	30,48	39,78	48,12	7,19	9,96	15,56	22,40	30,48	39,78	48,12
12,87	7,20	9,97	15,58	22,42	30,50	39,81	48,15	7,20	9,97	15,58	22,42	30,50	39,81	48,15
13,00	3,91	5,22	7,81	10,89	14,46	18,53	22,14	3,91	5,22	7,81	10,89	14,46	18,53	22,14
14,00	12,39	17,00	26,26	37,50	50,71	65,90	79,47	12,39	17,00	26,26	37,50	50,71	65,90	79,47
15,00	21,34	28,00	40,89	56,00	73,33	92,88	110,13	21,34	28,00	40,89	56,00	73,33	92,88	110,13

Fonte: A Autora (2019)

➤ Estaca Hélice Contínua

Quadro 15 - Cálculo de PP e PL (SP-01)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					Cálculo de PL (KN)				
	PP = KNA/F1					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,60	1,86	2,13	2,66
1,50	107,99	155,51	211,66	276,46	431,97	7,41	8,90	10,38	11,86	14,83
2,00	121,49	174,95	238,12	311,02	485,97	16,77	20,13	23,48	26,84	33,55
3,00	202,49	291,58	396,87	518,36	809,94	53,46	64,15	74,84	85,53	106,91
4,00	161,99	233,26	317,50	414,69	647,95	114,04	136,85	159,66	182,46	228,08
4,65	148,49	213,82	291,04	380,13	593,96	159,21	191,05	222,89	254,74	318,42
5,00	121,49	174,95	238,12	311,02	485,97	95,42	114,50	133,59	152,67	190,84
6,00	134,99	194,39	264,58	345,58	539,96	37,95	45,54	53,14	60,73	75,91
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,83	79,00	92,16	105,33	131,66
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	73,17	87,80	102,43	117,07	146,33
9,00	364,47	524,84	714,37	933,05	1457,90	132,89	159,46	186,04	212,62	265,77
10,00	350,97	505,40	687,91	898,50	1403,90	247,61	297,13	346,65	396,17	495,22
11,00	310,48	447,09	608,54	794,82	1241,91	357,27	428,73	500,18	571,64	714,55

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 16 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-01)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,00	1,66	2,00	2,33	2,66	3,33	0,67	0,80	0,93	1,06	1,33	0,67	0,80	0,93	1,06	1,33
1,50	9,27	11,12	12,97	14,83	18,53	57,70	82,20	111,02	144,16	223,40	9,27	11,12	12,97	14,83	18,53
2,00	20,97	25,16	29,35	33,55	41,93	69,13	97,54	130,80	168,93	259,76	20,97	25,16	29,35	33,55	41,93
3,00	66,82	80,18	93,55	106,91	133,64	127,97	177,86	235,86	301,95	458,43	66,82	80,18	93,55	106,91	133,64
4,00	142,55	171,06	199,57	228,08	285,10	138,01	185,06	238,58	298,58	438,02	138,01	171,06	199,57	228,08	285,10
4,65	199,01	238,82	278,62	318,42	398,03	153,85	202,44	256,97	317,43	456,19	153,85	202,44	256,97	317,43	398,03
5,00	119,27	143,13	166,98	190,84	238,55	108,46	144,73	185,85	231,84	338,40	108,46	143,13	166,98	190,84	238,55
6,00	47,44	56,93	66,42	75,91	94,88	86,47	119,97	158,86	203,15	307,93	47,44	56,93	66,42	75,91	94,88
7,00	82,29	98,75	115,20	131,66	164,58	32,92	39,50	46,08	52,66	65,83	32,92	39,50	46,08	52,66	65,83
8,00	91,46	109,75	128,04	146,33	182,91	36,58	43,90	51,22	58,53	73,17	36,58	43,90	51,22	58,53	73,17
9,00	166,11	199,33	232,55	265,77	332,22	248,68	342,15	450,20	572,84	861,83	166,11	199,33	232,55	265,77	332,22
10,00	309,51	371,41	433,32	495,22	619,02	299,29	401,27	517,28	647,33	949,56	294,20	371,41	433,32	495,22	619,02
11,00	446,59	535,91	625,23	714,55	893,18	333,88	437,91	554,36	683,23	978,23	294,20	437,91	554,36	683,23	893,18

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 17 – Cálculo de PP e PL (SP-02)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					Cálculo de PL (KN)				
	PP = KNA/F1					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	50,81	73,16	99,58	130,06	203,22	9,33	11,19	13,06	14,92	18,66
3,00	67,74	97,55	132,77	173,42	270,96	34,59	41,50	48,42	55,34	69,17
4,00	84,68	121,93	165,96	216,77	338,70	71,55	85,86	100,17	114,48	143,10
4,75	33,87	48,77	66,39	86,71	135,48	99,17	119,01	138,84	158,68	198,35
5,00	16,94	24,39	33,19	43,35	67,74	54,03	64,84	75,65	86,45	108,07
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,03	4,84	5,64	6,45	8,06
7,00	11,29	16,26	22,13	28,90	45,16	8,64	10,36	12,09	13,82	17,27
7,95	28,23	40,64	55,32	72,26	112,90	18,04	21,65	25,26	28,87	36,08
8,00	80,99	116,63	158,75	207,35	323,98	13,00	15,60	18,19	20,79	25,99
9,00	94,49	136,07	185,21	241,90	377,97	16,93	20,31	23,70	27,08	33,86
9,95	472,47	680,35	926,03	1209,51	1889,86	92,24	110,69	129,14	147,59	184,48
10,00	485,97	699,79	952,49	1244,07	1943,86	80,30	96,36	112,42	128,48	160,61

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 18 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-02)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	11,66	13,99	16,32	18,66	23,32	30,07	42,18	56,32	72,49	110,94	11,66	13,99	16,32	18,66	23,32
3,00	43,23	51,88	60,53	69,17	86,47	51,16	69,52	90,60	114,38	170,07	43,23	51,88	60,53	69,17	86,47
4,00	89,44	107,33	125,22	143,10	178,88	78,11	103,90	133,07	165,63	240,90	78,11	103,90	125,22	143,10	178,88
4,75	123,97	148,76	173,56	198,35	247,94	66,52	83,89	102,62	122,69	166,92	66,52	83,89	102,62	122,69	166,92
5,00	67,54	81,05	94,56	108,07	135,08	35,48	44,61	54,42	64,90	87,90	35,48	44,61	54,42	64,90	87,90
6,00	5,04	6,05	7,05	8,06	10,08	2,02	2,42	2,82	3,22	4,03	2,02	2,42	2,82	3,22	4,03
7,00	10,80	12,96	15,11	17,27	21,59	9,96	13,31	17,11	21,36	31,22	9,96	12,96	15,11	17,27	21,59
7,95	22,55	27,06	31,57	36,08	45,10	23,13	31,15	40,29	50,56	74,49	22,55	27,06	31,57	36,08	45,10
8,00	16,25	19,49	22,74	25,99	32,49	47,00	66,11	88,47	114,07	174,98	16,25	19,49	22,74	25,99	32,49
9,00	21,16	25,39	29,62	33,86	42,32	55,71	78,19	104,45	134,49	205,91	21,16	25,39	29,62	33,86	42,32
9,95	115,30	138,36	161,42	184,48	230,60	282,35	395,52	527,59	678,55	1037,17	115,30	138,36	161,42	184,48	230,60
10,00	100,38	120,45	140,53	160,61	200,76	283,13	398,08	532,46	686,28	1052,23	100,38	120,45	140,53	160,61	200,76

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 19 – Cálculo de PP e PL (SP-03)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					Cálculo de PL (KN)				
	PP = KNA/F1					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,70	27,00	38,88	52,92	69,12	107,99	2,61	3,14	3,66	4,18	5,23
2,00	27,00	38,88	52,92	69,12	107,99	4,04	4,85	5,65	6,46	8,08
3,00	54,00	77,75	105,83	138,23	215,98	10,69	12,83	14,97	17,11	21,38
4,00	54,00	77,75	105,83	138,23	215,98	27,48	32,98	38,47	43,97	54,96
4,90	67,50	97,19	132,29	172,79	269,98	46,72	56,07	65,41	74,76	93,45
5,00	28,23	40,64	55,32	72,26	112,90	29,28	35,13	40,99	46,84	58,56
6,00	33,87	48,77	66,39	86,71	135,48	10,06	12,07	14,08	16,09	20,11
7,00	39,52	56,90	77,45	101,16	158,06	28,64	34,36	40,09	45,82	57,27
8,00	33,87	48,77	66,39	86,71	135,48	47,91	57,49	67,07	76,65	95,81
8,85	107,26	154,45	210,22	274,58	429,02	80,72	96,86	113,01	129,15	161,44
9,00	112,90	162,58	221,29	289,03	451,60	56,77	68,12	79,47	90,83	113,53
10,00	107,26	154,45	210,22	274,58	429,02	39,04	46,85	54,65	62,46	78,08
11,00	95,97	138,19	188,09	245,67	383,86	96,06	115,27	134,48	153,69	192,11
12,00	67,74	97,55	132,77	173,42	270,96	143,85	172,62	201,38	230,15	287,69

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 20 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-03)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D = 50
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,70	3,27	3,92	4,57	5,23	6,53	14,81	21,01	28,29	36,65	56,61	3,27	3,92	4,57	5,23	6,53
2,00	5,05	6,06	7,07	8,08	10,10	15,52	21,86	29,29	37,79	58,04	5,05	6,06	7,07	8,08	10,10
3,00	13,36	16,04	18,71	21,38	26,73	32,34	45,29	60,40	77,67	118,68	13,36	16,04	18,71	21,38	26,73
4,00	34,35	41,22	48,09	54,96	68,70	40,74	55,37	72,15	91,10	135,47	34,35	41,22	48,09	54,96	68,70
4,90	58,41	70,09	81,77	93,45	116,81	57,11	76,63	98,85	123,77	181,71	57,11	70,09	81,77	93,45	116,81
5,00	36,60	43,92	51,24	58,56	73,19	28,75	37,89	48,16	59,55	85,73	28,75	37,89	48,16	58,56	73,19
6,00	12,57	15,09	17,60	20,11	25,14	21,96	30,42	40,23	51,40	77,80	12,57	15,09	17,60	20,11	25,14
7,00	35,80	42,95	50,11	57,27	71,59	34,08	45,63	58,77	73,49	107,67	34,08	42,95	50,11	57,27	71,59
8,00	59,88	71,86	83,84	95,81	119,77	40,89	53,13	66,73	81,68	115,65	40,89	53,13	66,73	81,68	115,65
8,85	100,90	121,08	141,26	161,44	201,80	93,99	125,66	161,61	201,86	295,23	93,99	121,08	141,26	161,44	201,80
9,00	70,96	85,15	99,34	113,53	141,91	84,83	115,35	150,38	189,93	282,57	70,96	85,15	99,34	113,53	141,91
10,00	48,80	58,56	68,32	78,08	97,60	73,15	100,65	132,44	168,52	253,55	48,80	58,56	68,32	78,08	97,60
11,00	120,07	144,08	168,10	192,11	240,14	96,01	126,73	161,29	199,68	287,99	96,01	126,73	161,29	192,11	240,14
12,00	179,81	215,77	251,73	287,69	359,62	105,79	135,08	167,08	201,79	279,33	105,79	135,08	167,08	201,79	279,33

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 21 - Cálculo de PP e PL (SP-04)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	PP = KNA/F1									
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,87	34,36	49,48	67,35	87,96	137,44	3,69	4,43	5,17	5,91	7,39
2,00	27,00	38,88	52,92	69,12	107,99	4,82	5,78	6,74	7,71	9,64
3,00	32,40	46,65	63,50	82,94	129,59	11,86	14,23	16,61	18,98	23,72
4,00	43,20	62,20	84,67	110,58	172,79	34,05	40,86	47,67	54,48	68,10
5,00	48,60	69,98	95,25	124,41	194,39	61,17	73,40	85,63	97,87	122,33
5,57	37,80	54,43	74,08	96,76	151,19	82,61	99,13	115,65	132,18	165,22
6,00	67,50	97,19	132,29	172,79	269,98	49,86	59,83	69,80	79,78	99,72
7,00	54,00	77,75	105,83	138,23	215,98	20,40	24,48	28,56	32,63	40,79
8,00	67,50	97,19	132,29	172,79	269,98	42,23	50,68	59,12	67,57	84,46
9,00	161,99	233,26	317,50	414,69	647,95	79,91	95,89	111,88	127,86	159,82
10,00	350,97	505,40	687,91	898,50	1403,90	162,43	194,91	227,40	259,89	324,86
11,00	418,47	602,60	820,20	1071,28	1673,88	287,92	345,50	403,09	460,67	575,84
11,70	458,97	660,91	899,58	1174,96	1835,87	421,88	506,26	590,64	675,02	843,77
12,00	472,47	680,35	926,03	1209,51	1889,86	268,37	322,04	375,72	429,39	536,74
13,00	445,47	641,47	873,12	1140,40	1781,87	129,96	155,95	181,94	207,93	259,92
13,55	485,97	699,79	952,49	1244,07	1943,86	150,31	180,37	210,44	240,50	300,62
14,00	526,46	758,11	1031,87	1347,74	2105,85	86,99	104,39	121,79	139,19	173,99
15,00	566,96	816,42	1111,24	1451,42	2267,84	181,22	217,46	253,70	289,95	362,43

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 22 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-04)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,87	4,62	5,54	6,47	7,39	9,24	19,03	26,96	36,26	46,94	72,42	4,62	5,54	6,47	7,39	9,24
2,00	6,02	7,23	8,43	9,64	12,04	15,91	22,33	29,83	38,41	58,81	6,02	7,23	8,43	9,64	12,04
3,00	14,83	17,79	20,76	23,72	29,65	22,13	30,44	40,05	50,96	76,66	14,83	17,79	20,76	23,72	29,65
4,00	42,56	51,07	59,58	68,10	85,12	38,62	51,53	66,17	82,53	120,44	38,62	51,07	59,58	68,10	85,12
5,00	76,46	91,75	107,04	122,33	152,92	54,88	71,69	90,44	111,14	158,36	54,88	71,69	90,44	111,14	152,92
5,57	103,26	123,91	144,57	165,22	206,52	60,20	76,78	94,87	114,47	158,20	60,20	76,78	94,87	114,47	158,20
6,00	62,33	74,79	87,26	99,72	124,65	58,68	78,51	101,05	126,28	184,85	58,68	74,79	87,26	99,72	124,65
7,00	25,50	30,59	35,69	40,79	50,99	37,20	51,12	67,19	85,43	128,39	25,50	30,59	35,69	40,79	50,99
8,00	52,79	63,35	73,90	84,46	105,58	54,86	73,93	95,71	120,18	177,22	52,79	63,35	73,90	84,46	105,58
9,00	99,89	119,87	139,84	159,82	199,78	120,95	164,58	214,69	271,27	403,89	99,89	119,87	139,84	159,82	199,78
10,00	203,04	243,64	284,25	324,86	406,07	256,70	350,16	457,66	579,19	864,38	203,04	243,64	284,25	324,86	406,07
11,00	359,90	431,88	503,86	575,84	719,80	353,19	474,05	611,64	765,98	1124,86	294,20	431,88	503,86	575,84	719,80
11,70	527,36	632,83	738,30	843,77	1054,71	440,43	583,59	745,11	924,99	1339,82	294,20	441,30	588,40	784,53	1054,71
12,00	335,46	402,56	469,65	536,74	670,93	370,42	501,20	650,88	819,45	1213,30	294,20	402,56	469,65	536,74	670,93
13,00	162,45	194,94	227,43	259,92	324,89	287,71	398,71	527,53	674,17	1020,89	162,45	194,94	227,43	259,92	324,89
13,55	187,89	225,47	263,04	300,62	375,78	318,14	440,08	581,46	742,28	1122,24	187,89	225,47	263,04	300,62	375,78
14,00	108,74	130,49	152,24	173,99	217,49	306,73	431,25	576,83	743,47	1139,92	108,74	130,49	152,24	173,99	217,49
15,00	226,52	271,82	317,13	362,43	453,04	374,09	516,94	682,47	870,68	1315,13	226,52	271,82	317,13	362,43	453,04

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 23 - Cálculo de PP e PL (SP 05)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					Cálculo de PL (KN)				
	PP = KNA/F1					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,62	60,13	86,59	117,86	153,94	240,53	5,02	6,03	7,03	8,04	10,04
2,00	78,54	113,10	153,94	201,06	314,16	9,80	11,76	13,72	15,68	19,59
3,00	98,17	141,37	192,42	251,33	392,70	24,28	29,14	34,00	38,86	48,57
3,33	117,81	169,65	230,91	301,59	471,24	46,37	55,64	64,92	74,19	92,74
4,00	45,16	65,03	88,51	115,61	180,64	35,09	42,11	49,13	56,15	70,18
4,95	22,58	32,52	44,26	57,81	90,32	23,15	27,79	32,42	37,05	46,31
5,00	54,00	77,75	105,83	138,23	215,98	15,40	18,48	21,56	24,64	30,80
6,00	54,00	77,75	105,83	138,23	215,98	10,45	12,54	14,64	16,73	20,91
7,00	67,50	97,19	132,29	172,79	269,98	31,08	37,30	43,52	49,73	62,17
8,00	94,49	136,07	185,21	241,90	377,97	57,34	68,80	80,27	91,74	114,67
9,00	80,99	116,63	158,75	207,35	323,98	86,27	103,52	120,77	138,03	172,53
10,00	148,49	213,82	291,04	380,13	593,96	124,02	148,83	173,63	198,44	248,04
10,77	269,98	388,77	529,16	691,15	1079,92	186,58	223,90	261,21	298,53	373,16
11,00	310,48	447,09	608,54	794,82	1241,91	125,16	150,19	175,23	200,26	250,32
12,00	350,97	505,40	687,91	898,50	1403,90	84,16	101,00	117,83	134,66	168,33
13,00	472,47	680,35	926,03	1209,51	1889,86	219,94	263,93	307,92	351,91	439,88
14,00	526,46	758,11	#####	1347,74	2105,85	384,32	461,18	538,05	614,91	768,64
15,00	593,96	855,30	#####	1520,53	2375,83	571,64	685,96	800,29	914,62	1143,27

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 24 – Determinação da Capacidade de Carga (SP-05)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,62	6,28	7,53	8,79	10,04	12,56	32,58	46,31	62,44	80,99	125,29	6,28	7,53	8,79	10,04	12,56
2,00	12,25	14,70	17,15	19,59	24,49	44,17	62,43	83,83	108,37	166,88	12,25	14,70	17,15	19,59	24,49
3,00	30,36	36,43	42,50	48,57	60,71	61,23	85,26	113,21	145,09	220,63	30,36	36,43	42,50	48,57	60,71
3,33	57,96	69,55	81,15	92,74	115,92	82,09	112,64	147,91	187,89	281,99	57,96	69,55	81,15	92,74	115,92
4,00	43,86	52,64	61,41	70,18	87,73	40,13	53,57	68,82	85,88	125,41	40,13	52,64	61,41	70,18	87,73
4,95	28,94	34,73	40,52	46,31	57,89	22,87	30,15	38,34	47,43	68,32	22,87	30,15	38,34	46,31	57,89
5,00	19,25	23,10	26,95	30,80	38,50	34,70	48,12	63,70	81,43	123,39	19,25	23,10	26,95	30,80	38,50
6,00	13,07	15,68	18,29	20,91	26,13	32,22	45,15	60,23	77,48	118,45	13,07	15,68	18,29	20,91	26,13
7,00	38,85	46,63	54,40	62,17	77,71	49,29	67,25	87,90	111,26	166,07	38,85	46,63	54,40	62,17	77,71
8,00	71,67	86,01	100,34	114,67	143,34	75,91	102,44	132,74	166,82	246,32	71,67	86,01	100,34	114,67	143,34
9,00	107,83	129,40	150,97	172,53	215,67	83,63	110,08	139,76	172,69	248,25	83,63	110,08	139,76	172,53	215,67
10,00	155,03	186,03	217,04	248,04	310,06	136,26	181,33	232,34	289,28	421,00	136,26	181,33	217,04	248,04	310,06
10,77	233,23	279,87	326,52	373,16	466,45	228,28	306,33	395,19	494,84	726,54	228,28	279,87	326,52	373,16	466,45
11,00	156,45	187,74	219,03	250,32	312,91	217,82	298,64	391,88	497,54	746,12	156,45	187,74	219,03	250,32	312,91
12,00	105,20	126,25	147,29	168,33	210,41	217,57	303,20	402,87	516,58	786,11	105,20	126,25	147,29	168,33	210,41
13,00	274,93	329,91	384,90	439,88	549,86	346,20	472,14	616,98	780,71	1164,87	274,93	329,91	384,90	439,88	549,86
14,00	480,40	576,48	672,56	768,64	960,80	455,39	609,64	784,96	981,33	1437,24	294,20	441,30	588,40	768,64	960,80
15,00	714,54	857,45	1000,36	1143,27	1429,09	582,80	770,63	982,22	1217,57	1759,55	294,20	441,30	588,40	784,53	1274,86

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 25 - Cálculo de PL e PP (SP-06)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										
	Cálculo de PP (KN) KNA/F1					PP =	Cálculo de PL (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50		D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1,60	79,03	113,80	154,90	202,32	316,12	17,20	20,64	24,08	27,52	34,39	
2,00	33,87	48,77	66,39	86,71	135,48	20,88	25,06	29,24	33,41	41,76	
3,00	33,87	48,77	66,39	86,71	135,48	16,58	19,90	23,22	26,53	33,17	
4,00	50,81	73,16	99,58	130,06	203,22	38,69	46,43	54,17	61,91	77,39	
4,80	62,10	89,42	121,71	158,96	248,38	65,10	78,12	91,14	104,17	130,21	
5,00	67,74	97,55	132,77	173,42	270,96	42,99	51,59	60,19	68,79	85,99	
6,00	62,10	89,42	121,71	158,96	248,38	24,87	29,85	34,82	39,80	49,75	
6,93	79,03	113,80	154,90	202,32	316,12	61,53	73,83	86,14	98,44	123,05	
7,00	188,99	272,14	370,41	483,81	755,95	42,66	51,20	59,73	68,26	85,33	
8,00	175,49	252,70	343,96	449,25	701,95	36,65	43,98	51,31	58,64	73,29	
9,00	148,49	213,82	291,04	380,13	593,96	96,61	115,94	135,26	154,58	193,23	
10,00	188,99	272,14	370,41	483,81	755,95	157,11	188,54	219,96	251,38	314,23	

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 26 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-06)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,60	21,50	25,80	30,09	34,39	42,99	48,11	67,22	89,49	114,92	175,26	21,50	25,80	30,09	34,39	42,99
2,00	26,10	31,32	36,54	41,76	52,21	27,38	36,92	47,81	60,06	88,62	26,10	31,32	36,54	41,76	52,21
3,00	20,73	24,87	29,02	33,17	41,46	25,23	34,34	44,80	56,62	84,32	20,73	24,87	29,02	33,17	41,46
4,00	48,37	58,04	67,71	77,39	96,73	44,75	59,80	76,87	95,99	140,30	44,75	58,04	67,71	77,39	96,73
4,80	81,38	97,65	113,93	130,21	162,76	63,60	83,77	106,43	131,56	189,29	63,60	83,77	106,43	130,21	162,76
5,00	53,74	64,49	75,24	85,99	107,48	55,37	74,57	96,48	121,10	178,47	53,74	64,49	75,24	85,99	107,48
6,00	31,09	37,31	43,53	49,75	62,19	43,48	59,63	78,27	99,38	149,07	31,09	37,31	43,53	49,75	62,19
6,93	76,91	92,29	107,67	123,05	153,81	70,28	93,82	120,52	150,38	219,59	70,28	92,29	107,67	123,05	153,81
7,00	53,33	64,00	74,66	85,33	106,66	115,83	161,67	215,07	276,03	420,64	53,33	64,00	74,66	85,33	106,66
8,00	45,81	54,97	64,13	73,29	91,62	106,07	148,34	197,63	253,94	387,62	45,81	54,97	64,13	73,29	91,62
9,00	120,77	144,92	169,07	193,23	241,53	122,55	164,88	213,15	267,36	393,59	120,77	144,92	169,07	193,23	241,53
10,00	196,39	235,67	274,95	314,23	392,78	173,05	230,34	295,19	367,59	535,09	173,05	230,34	274,95	314,23	392,78

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 27 - Cálculo de PP e PL (SP-07)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					Cálculo de PL (KN)				
	PP = KNA/F1					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,70	16,94	24,39	33,19	43,35	67,74	2,93	3,92	4,70	5,48	6,26
2,00	16,94	24,39	33,19	43,35	67,74	8,80	5,30	6,36	7,42	8,48
2,83	16,94	24,39	33,19	43,35	67,74	11,73	6,59	7,90	9,22	10,54
3,00	27,00	38,88	52,92	69,12	107,99	11,92	6,01	7,22	8,42	9,62
3,50	13,50	19,44	26,46	34,56	54,00	10,59	3,20	3,83	4,47	5,11
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,54	2,39	2,87	3,34	3,82
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	4,91	7,07	9,62	12,57	19,63	1,00	1,96	2,36	2,75	3,14
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75	4,03	4,83	5,64	6,44
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	4,18	5,02	5,86	6,69
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	4,28	5,14	5,99	6,85
10,00	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	1,79	8,72	10,47	12,21	13,96
11,00	4,91	7,07	9,62	12,57	19,63	2,79	15,40	18,48	21,56	24,64
12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,83	17,74	21,28	24,83	28,38
13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,53	17,85	21,43	25,00	28,57
13,90	58,90	84,82	115,45	150,80	235,62	5,56	44,60	53,52	62,43	71,35
14,00	175,49	252,70	343,96	449,25	701,95	43,69	38,73	46,48	54,22	61,97
14,48	134,99	194,39	264,58	345,58	539,96	74,11	18,94	22,72	26,51	30,30
15,00	137,44	197,92	269,39	351,86	549,78	62,79	27,28	32,74	38,20	43,65
16,00	215,98	311,02	423,33	552,92	863,94	64,00	54,41	65,29	76,18	87,06
16,50	255,25	367,57	500,30	653,45	1021,02	77,33	108,55	130,26	151,97	173,68

continua

Cota (m)	Cálculo de PP (KN)					Cálculo de PL (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
17,00	90,32	130,06	177,03	231,22	361,28	72,61	77,86	93,43	109,00	124,57
18,00	180,64	260,12	354,06	462,44	722,57	78,20	67,56	81,07	94,58	108,10

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 28 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-07)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,70	3,67	4,89	5,87	6,85	7,83	14,15	18,95	24,42	37,00	3,30	3,67	4,89	5,87	6,85	3,30
2,00	11,00	6,62	7,95	9,27	10,59	14,84	19,77	25,39	38,11	9,90	11,00	6,62	7,95	9,27	9,90
2,83	14,66	8,23	9,88	11,53	13,17	15,49	20,55	26,29	39,14	13,20	14,66	8,23	9,88	11,53	13,17
3,00	14,89	7,52	9,02	10,52	12,03	22,45	30,07	38,77	58,81	13,40	14,89	7,52	9,02	10,52	12,03
3,50	13,23	3,99	4,79	5,59	6,39	11,32	15,15	19,52	29,55	11,91	11,32	3,99	4,79	5,59	6,39
4,00	5,67	2,98	3,58	4,18	4,78	1,19	1,43	1,67	1,91	5,10	1,19	1,43	1,67	1,91	4,78
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	1,25	2,45	2,95	3,44	3,93	4,52	5,99	7,66	11,39	1,13	1,25	2,45	2,95	3,44	1,13
7,00	2,19	5,03	6,04	7,04	8,05	2,01	2,42	2,82	3,22	1,97	2,01	2,42	2,82	3,22	1,97
8,00	1,69	5,23	6,27	7,32	8,36	2,09	2,51	2,93	3,35	1,52	1,69	2,51	2,93	3,35	1,52
9,00	1,38	5,35	6,42	7,49	8,56	2,14	2,57	3,00	3,42	1,24	1,38	2,57	3,00	3,42	1,24
10,00	2,23	10,90	13,09	15,27	17,45	11,43	14,86	18,67	26,61	2,01	2,23	10,90	13,09	15,27	2,01
11,00	3,48	19,25	23,10	26,95	30,80	11,23	14,05	17,06	22,14	3,13	3,48	14,05	17,06	22,14	3,13
12,00	3,54	22,17	26,61	31,04	35,47	8,87	10,64	12,42	14,19	3,19	3,54	10,64	12,42	14,19	3,19

continua

Cota (m)	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
13,00	3,17	22,32	26,78	31,25	35,71	8,93	10,71	12,50	14,28	2,85	3,17	10,71	12,50	14,28	2,85
13,90	6,95	55,75	66,89	78,04	89,19	64,71	84,48	106,62	153,49	6,26	6,95	55,75	66,89	78,04	6,26
14,00	54,61	48,41	58,10	67,78	77,46	145,72	195,22	251,74	381,96	49,15	54,61	48,41	58,10	67,78	49,15
14,48	92,64	23,67	28,40	33,14	37,87	106,66	143,65	186,04	285,13	83,38	92,64	23,67	28,40	33,14	37,87
15,00	78,48	34,10	40,92	47,74	54,56	112,60	151,07	195,03	296,72	70,64	78,48	34,10	40,92	47,74	54,56
16,00	80,00	68,02	81,62	95,22	108,82	182,72	244,31	314,55	475,50	72,00	80,00	68,02	81,62	95,22	72,00
16,50	96,67	135,69	162,83	189,97	217,10	238,06	315,28	402,71	597,35	87,00	96,67	135,69	162,83	189,97	87,00
17,00	90,77	97,32	116,79	136,25	155,72	103,96	135,23	170,11	242,93	81,69	90,77	97,32	116,79	136,25	81,69
18,00	97,75	84,45	101,34	118,23	135,12	163,84	217,56	278,51	415,33	87,98	97,75	84,45	101,34	118,23	87,98

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 29 - Cálculo de PP e PL (SP-08)

Cota (m)	Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					Cálculo de PL (KN)				
	PP = KNA/F1					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	78,54	113,10	153,94	201,06	314,16	5,28	6,33	7,39	8,44	10,56
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	6,33	7,39	8,44	10,56
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	4,33	5,19	6,06	6,92	8,66

continua

Cota (m)	Cálculo de PP (KN)					Cálculo de PL (KN)				
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
8,00	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	13,09	15,71	18,33	20,95	26,19
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,61	21,14	24,66	28,18	35,23
9,50	14,73	21,21	28,86	37,70	58,90	23,53	28,23	32,94	37,64	47,05
10,00	54,00	77,75	105,83	138,23	215,98	19,43	23,32	27,20	31,09	38,86
11,00	80,99	116,63	158,75	207,35	323,98	22,57	27,08	31,60	36,11	45,14
12,00	80,99	116,63	158,75	207,35	323,98	49,50	59,40	69,30	79,19	98,99
13,00	121,49	174,95	238,12	311,02	485,97	83,65	100,38	117,11	133,84	167,30
13,65	134,99	194,39	264,58	345,58	539,96	120,99	145,19	169,38	193,58	241,98
14,00	56,45	81,29	110,64	144,51	225,80	74,39	89,27	104,15	119,03	148,78
15,00	22,58	32,52	44,26	57,81	90,32	19,88	23,86	27,84	31,81	39,77
16,00	50,81	73,16	99,58	130,06	203,22	42,17	50,61	59,04	67,48	84,35
17,00	90,32	130,06	177,03	231,22	361,28	77,82	93,38	108,94	124,50	155,63
18,00	152,42	219,48	298,74	390,19	609,67	138,32	165,98	193,64	221,31	276,63

conclusão

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 30 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-08)

Cota (m)	Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	6,60	7,92	9,24	10,56	13,19	41,91	59,72	80,66	104,75	162,36	6,60	7,92	9,24	10,56	13,19
2,00	6,60	7,92	9,24	10,56	13,19	2,64	3,17	3,69	4,22	5,28	2,64	3,17	3,69	4,22	5,28
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	5,41	6,49	7,57	8,66	10,82	7,07	9,67	12,65	16,03	23,96	5,41	6,49	7,57	8,66	10,82
8,00	16,37	19,64	22,91	26,19	32,73	11,46	14,92	18,79	23,04	32,73	11,46	14,92	18,79	23,04	32,73
9,00	22,02	26,42	30,82	35,23	44,03	8,81	10,57	12,33	14,09	17,61	8,81	10,57	12,33	14,09	17,61
9,50	29,41	35,29	41,17	47,05	58,82	19,13	24,72	30,90	37,67	52,98	19,13	24,72	30,90	37,67	52,98
10,00	24,29	29,15	34,00	38,86	48,58	36,71	50,54	66,52	84,66	127,42	24,29	29,15	34,00	38,86	48,58
11,00	28,21	33,86	39,50	45,14	56,43	51,78	71,86	95,17	121,73	184,56	28,21	33,86	39,50	45,14	56,43
12,00	61,87	74,24	86,62	98,99	123,74	65,25	88,01	114,02	143,27	211,48	61,87	74,24	86,62	98,99	123,74
13,00	104,56	125,47	146,39	167,30	209,12	102,57	137,66	177,62	222,43	326,63	102,57	125,47	146,39	167,30	209,12
13,65	151,24	181,48	211,73	241,98	302,47	127,99	169,79	216,98	269,58	390,97	127,99	169,79	211,73	241,98	302,47
14,00	92,99	111,59	130,19	148,78	185,98	65,42	85,28	107,40	131,77	187,29	65,42	85,28	107,40	131,77	185,98
15,00	24,86	29,83	34,80	39,77	49,71	21,23	28,19	36,05	44,81	65,04	21,23	28,19	34,80	39,77	49,71
16,00	52,72	63,26	73,80	84,35	105,43	46,49	61,88	79,31	98,77	143,78	46,49	61,88	73,80	84,35	105,43
17,00	97,27	116,72	136,18	155,63	194,54	84,07	111,72	142,99	177,86	258,46	84,07	111,72	136,18	155,63	194,54
18,00	172,90	207,48	242,06	276,63	345,79	145,37	192,73	246,19	305,75	443,15	145,37	192,73	242,06	276,63	345,79

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 31 - Cálculo de PP e PL (SP-09)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					Calculo de PL (KN)				
	PP = KNA/F1					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	3,46	4,15	4,84	5,53	6,91
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,23	8,67	10,12	11,56	14,45
7,00	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	11,69	14,02	16,36	18,70	23,37
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,08	19,30	22,52	25,74	32,17
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,52	19,82	23,12	26,43	33,03
9,60	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	20,36	24,44	28,51	32,58	40,73

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 32 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-09)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	4,32	5,18	6,05	6,91	8,64	6,64	9,14	12,04	15,33	23,09	4,32	5,18	6,05	6,91	8,64
6,00	9,03	10,84	12,64	14,45	18,06	3,61	4,34	5,06	5,78	7,23	3,61	4,34	5,06	5,78	7,23
7,00	14,61	17,53	20,45	23,37	29,22	10,75	14,08	17,80	21,92	31,32	10,75	14,08	17,80	21,92	29,22
8,00	20,11	24,13	28,15	32,17	40,21	8,04	9,65	11,26	12,87	16,08	8,04	9,65	11,26	12,87	16,08
9,00	20,64	24,77	28,90	33,03	41,29	8,26	9,91	11,56	13,21	16,52	8,26	9,91	11,56	13,21	16,52
9,60	25,46	30,55	35,64	40,73	50,91	15,09	19,29	23,88	28,86	40,00	15,09	19,29	23,88	28,86	40,00

Fonte: A Autora (2019)

Quadro 33 - Cálculo de PP e PL (SP-10)

Cota (m)	Estaca Hélice Contínua									
	Cálculo de PP (KN)					Calculo de PL (KN)				
	PP = KNA/F1					D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50
	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50					
0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,58	5,40	7,78	10,58	13,82	21,60	0,59	0,70	0,82	0,94	1,17
2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,70	0,82	0,94	1,17
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,93	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	4,43	5,32	6,21	7,09	8,87
12,00	27,00	38,88	52,92	69,12	107,99	4,77	5,72	6,67	7,63	9,53
12,87	27,00	38,88	52,92	69,12	107,99	4,80	5,76	6,72	7,68	9,60
13,00	10,80	15,55	21,17	27,65	43,20	4,92	5,90	6,88	7,87	9,83
14,00	43,20	62,20	84,67	110,58	172,79	10,21	12,25	14,30	16,34	20,42
15,00	48,60	69,98	95,25	124,41	194,39	33,07	39,69	46,30	52,91	66,14

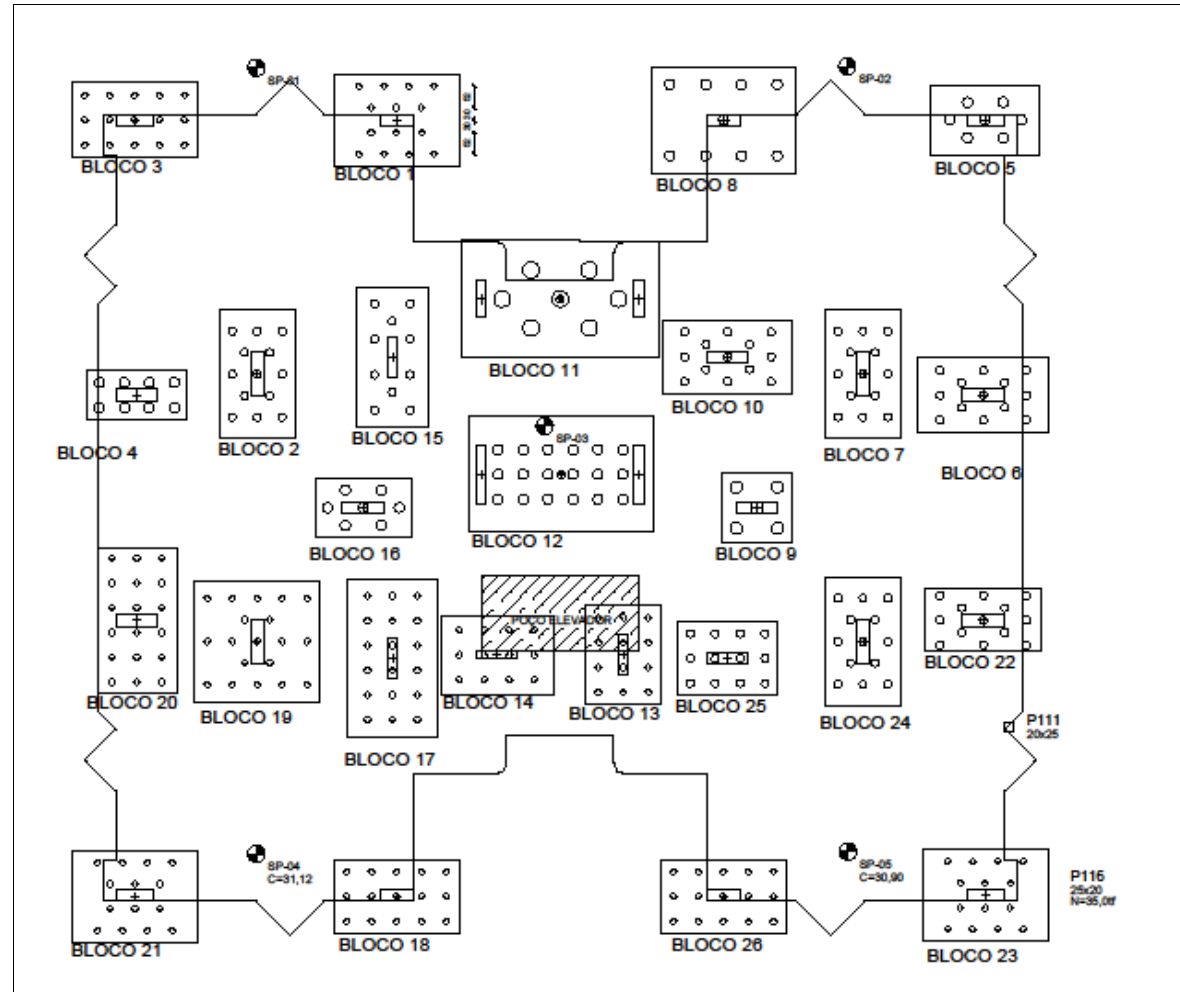
Fonte: A Autora (2019)

Quadro 34 - Determinação da Capacidade de Carga (SP-10)

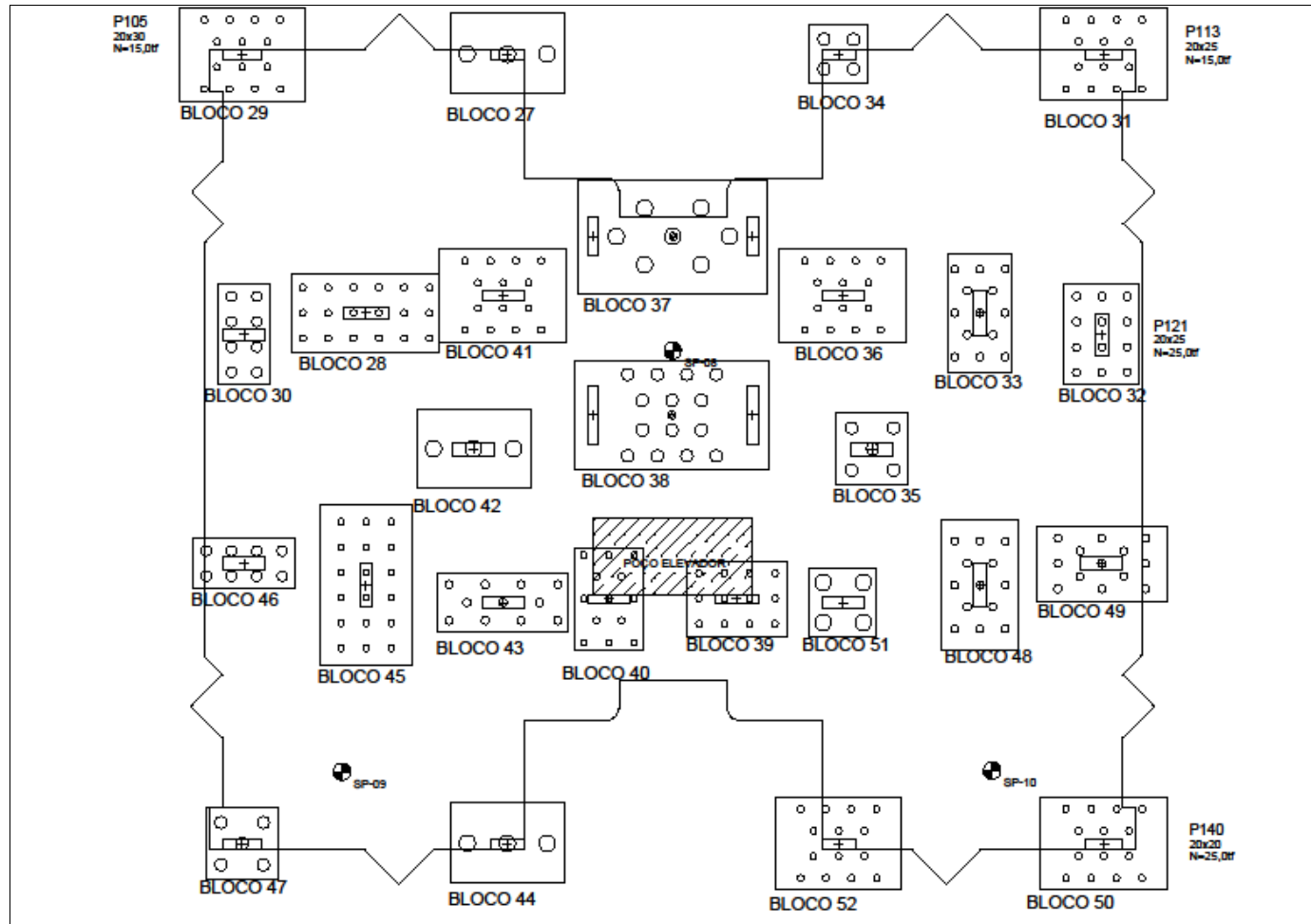
Cota (m)	Estaca Hélice Contínua										Hélice Contínua				
	Cálculo de PL/0,8					Cálculo de PR/2					Carga Admissível (KN)				
	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D = 25	D = 30	D = 35	D=40	D=50	D=25	D = 30	D=35	D = 40	D =50
0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,58	0,73	0,88	1,03	1,17	1,47	2,99	4,24	5,70	7,38	11,39	0,73	0,88	1,03	1,17	1,47
2,00	0,73	0,88	1,03	1,17	1,47	0,29	0,35	0,41	0,47	0,59	0,29	0,35	0,41	0,47	0,59
3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,93	5,54	6,65	7,76	8,87	11,08	7,13	9,73	12,72	16,11	24,07	5,54	6,65	7,76	8,87	11,08
12,00	5,96	7,15	8,34	9,53	11,92	15,88	22,30	29,79	38,37	58,76	5,96	7,15	8,34	9,53	11,92
12,87	6,00	7,20	8,40	9,60	12,00	15,90	22,32	29,82	38,40	58,80	6,00	7,20	8,40	9,60	12,00
13,00	6,14	7,37	8,60	9,83	12,29	7,86	10,72	14,02	17,76	26,51	6,14	7,37	8,60	9,83	12,29
14,00	12,76	15,32	17,87	20,42	25,53	26,70	37,23	49,48	63,46	96,61	12,76	15,32	17,87	20,42	25,53
15,00	41,34	49,61	57,88	66,14	82,68	40,83	54,83	70,77	88,66	130,26	40,83	49,61	57,88	66,14	82,68

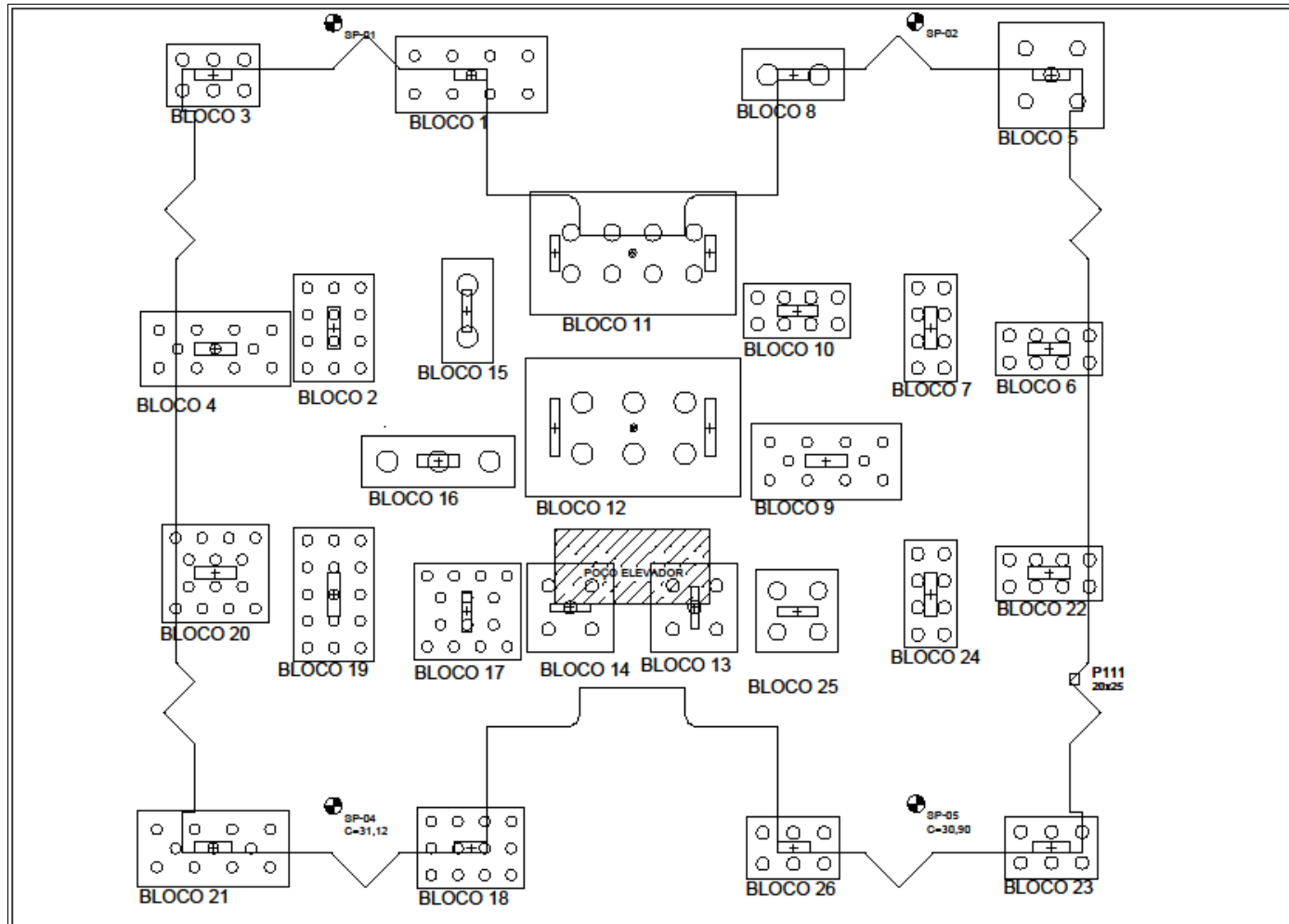
Fonte: A Autora (2019)

APÊNDICE D – DISPOSIÇÃO DAS ESTACAS NO PROJETO ESTRUTURAL: PRÉ-MOLDADA (ZONA A)

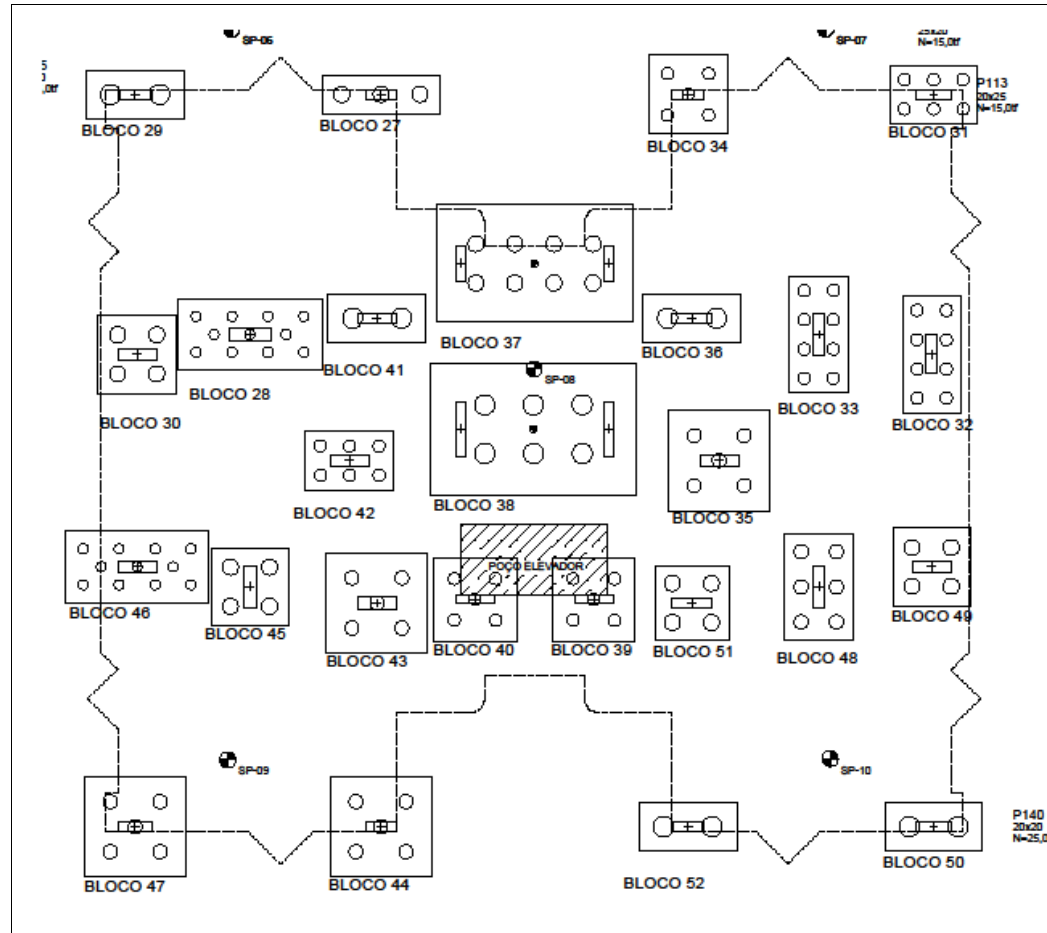


APÊNDICE E – DISPOSIÇÃO DAS ESTACAS NO PROJETO ESTRUTURAL: PRÉ-MOLDADA (ZONA B)



APÊNDICE F – DISPOSIÇÃO DAS ESTACAS NO PROJETO ESTRUTURAL: HÉLICE CONTÍNUA (ZONA A)

APÊNDICE G – DISPOSIÇÃO DAS ESTACAS NO PROJETO ESTRUTURAL: HÉLICE CONTÍNUA (ZONA B)



ANEXO A – PARÂMETROS USADOS PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA

Tabela 1 - Coeficiente K e razão de atrito α

Solo	K (MP_a)	α (%)
Areia	1,00	1,4
Areia siltosa	0,80	2,0
Areia siltoargilosa	0,70	2,4
Areia argilosa	0,60	3,0
Areia argilossiltosa	0,50	2,8
Silte	0,40	3,0
Silte arenoso	0,55	2,2
Silte arenoargiloso	0,45	2,8
Silte argiloso	0,23	3,4
Silte argiloarenoso	0,25	3,0
Argila	0,20	6,0
Argila arenosa	0,35	2,4
Argila arenossiltosa	0,30	2,8
Argila siltosa	0,22	4,0
Argila siltoarenosa	0,33	3,0

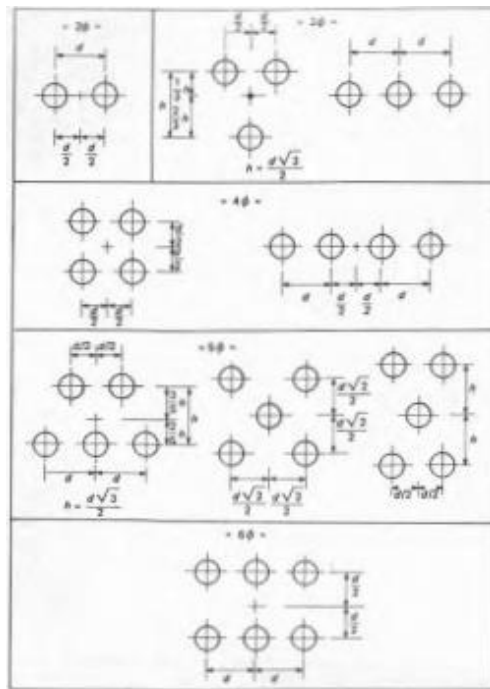
Fonte: Cintra e Aoki (p. 25)

Tabela 2 - Fatores de Correção F1 e F2

Tipo de estaca	F₁	F₂
Franki	2,50	5,0
Metálica	1,75	3,5
Pré-moldada	1,75	3,5

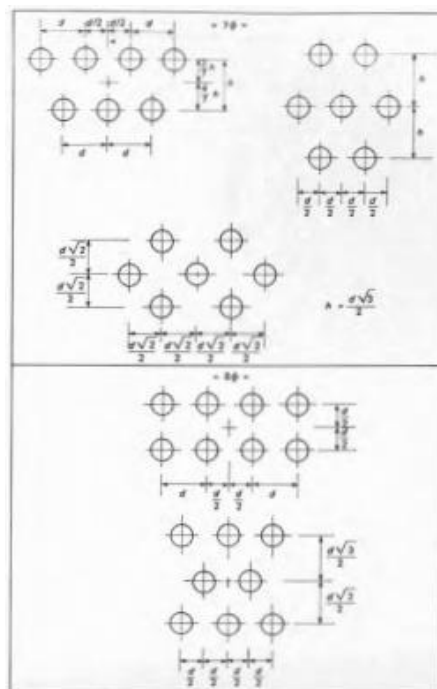
Fonte: Cintra e Aoki (p. 25)

Quadro 1 - Modelos Simétricos de estaqueamento (parte 01)



Fonte: Alonso (1983, p. 74)

Quadro 2 - Modelos Simétricos de estaqueamento (parte 02)



Fonte: Alonso (1983, p. 75)

ANEXO B – ESFORÇOS SOLICITANTES

Tabela 3 - Cargas e Momentos dos Pilares

Pilar	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
P1	2398,71	3,92	2,94
P2	3087,13	0,98	0,98
P3	3119,50	0,00	1,96
P4	2434,01	5,88	1,96
P5	3323,47	0,00	5,88
P6	3280,32	0,00	13,73
P7	2699,77	2,94	1,96
P8	2178,06	3,92	1,96
P9	2443,82	4,90	0,00
P10	2955,72	0,98	1,96
P11	2466,37	3,92	6,86
P12	3096,94	0,98	14,71
P15	3088,11	0,98	17,65
P13	3514,70	0,00	8,83
P16	3603,94	0,98	11,77
P14	2121,18	1,96	2,94
P17	2149,62	3,92	4,90
P18	2230,03	5,88	1,96
P19	2476,18	3,92	0,98
P20	2829,22	3,92	6,86
P21	2621,32	15,69	8,83
P22	2628,18	0,98	1,96
P23	3196,97	0,00	12,75
P24	3006,72	0,98	36,28
P25	2447,74	4,90	3,92
P26	3124,40	2,94	3,92
P27	3135,19	10,79	2,94
P28	2730,17	0,00	0,00
P29	2779,20	0,00	2,94
P30	3284,25	3,92	2,94
P31	3292,09	0,98	1,96
P32	2415,38	4,90	3,92
P33	3298,96	0,00	6,86
P34	3284,25	0,00	13,73
P35	2713,50	9,81	2,94
P36	2481,08	15,69	5,88
P37	2426,17	9,81	5,88
P38	2947,88	3,92	6,86
P39	2630,14	0,00	6,86

continua

Pilar	Carga (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
P40	3082,23	0,98	15,69
P43	3069,48	0,00	12,75
P41	3632,38	0,98	9,81
P44	3515,68	0,98	5,88
P42	2147,66	0,98	2,94
P45	2114,31	8,83	2,94
P46	2490,89	11,77	0,00
P47	2530,12	11,77	1,96
P48	3015,54	2,94	0,98
P49	2553,65	1,96	2,94
P50	2728,21	8,83	2,94
P51	3237,18	0,98	2,94
P52	3223,45	0,98	18,63
P53	2585,03	11,77	0,98
P54	3111,65	7,85	1,96
P55	3150,88	7,85	1,96
P56	2454,60	1,96	2,94

Fonte: Adaptado da planta de cargas do projeto disponibilizado

Tabela 4 - Distribuição dos Pilares nos Blocos de Coroamento

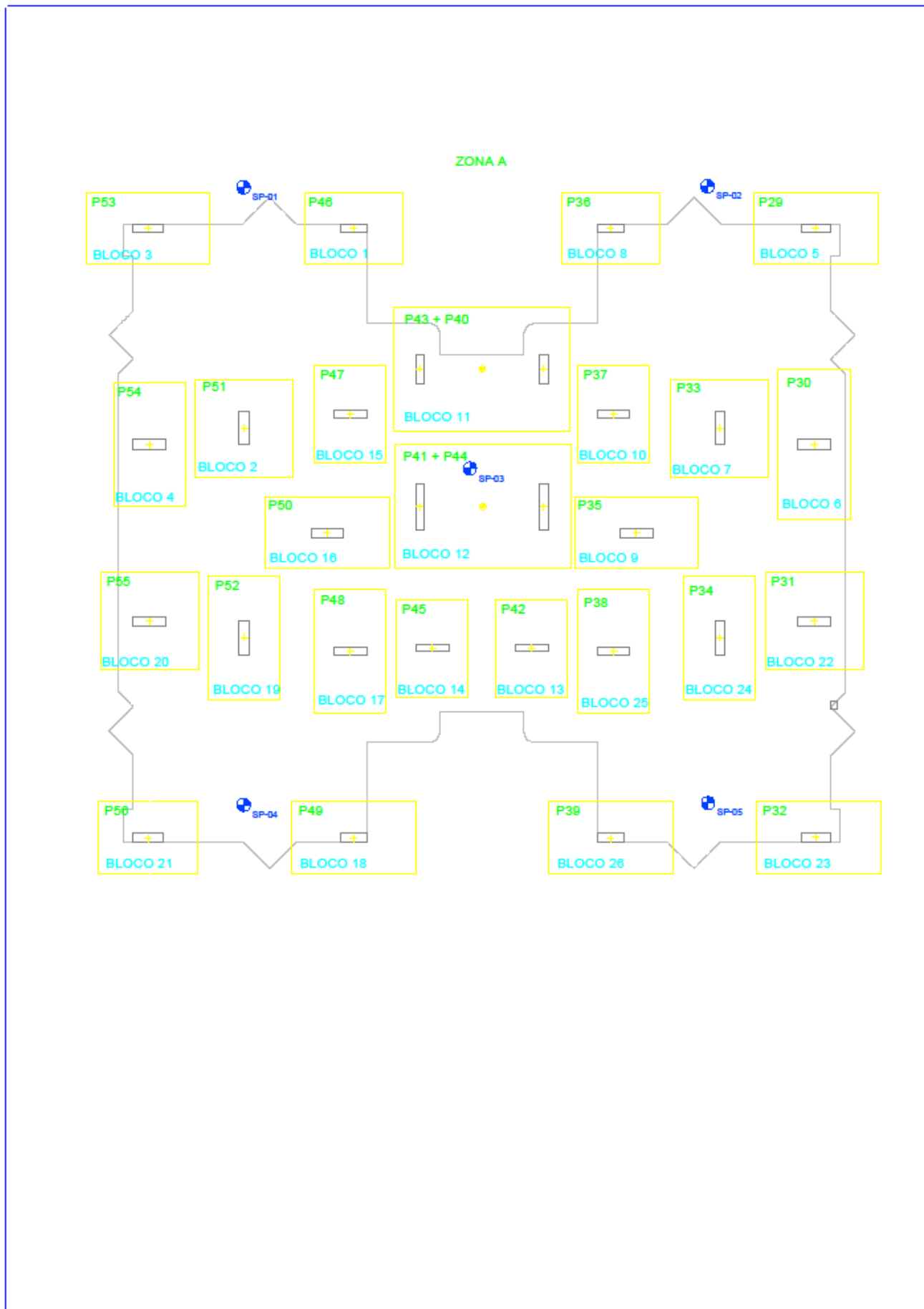
Sondagem	Pilar	Carga (KN)	Bloco	Carga (KN)
SP-1	P46	2490,89	1	2490,89
	P51	3237,18	2	3237,18
	P53	2585,03	3	2585,03
	P54	3111,65	4	3111,65
SP-2	P29	2779,20	5	2779,20
	P30	3284,25	6	3284,25
	P33	3298,96	7	3298,96
	P36	2481,08	8	2481,08
SP-3	P35	2713,50	9	2713,50
	P37	3284,25	10	3284,25
	P40	3082,23	11	6597,91
	P43	3515,68		
	P41	3069,48	12	5217,14
	P44	2147,66		
	P42	3632,38	13	3632,38
	P45	2114,31	14	2114,31
P47	2530,12	15	2530,12	
P50	2728,21	16	2728,21	

continua

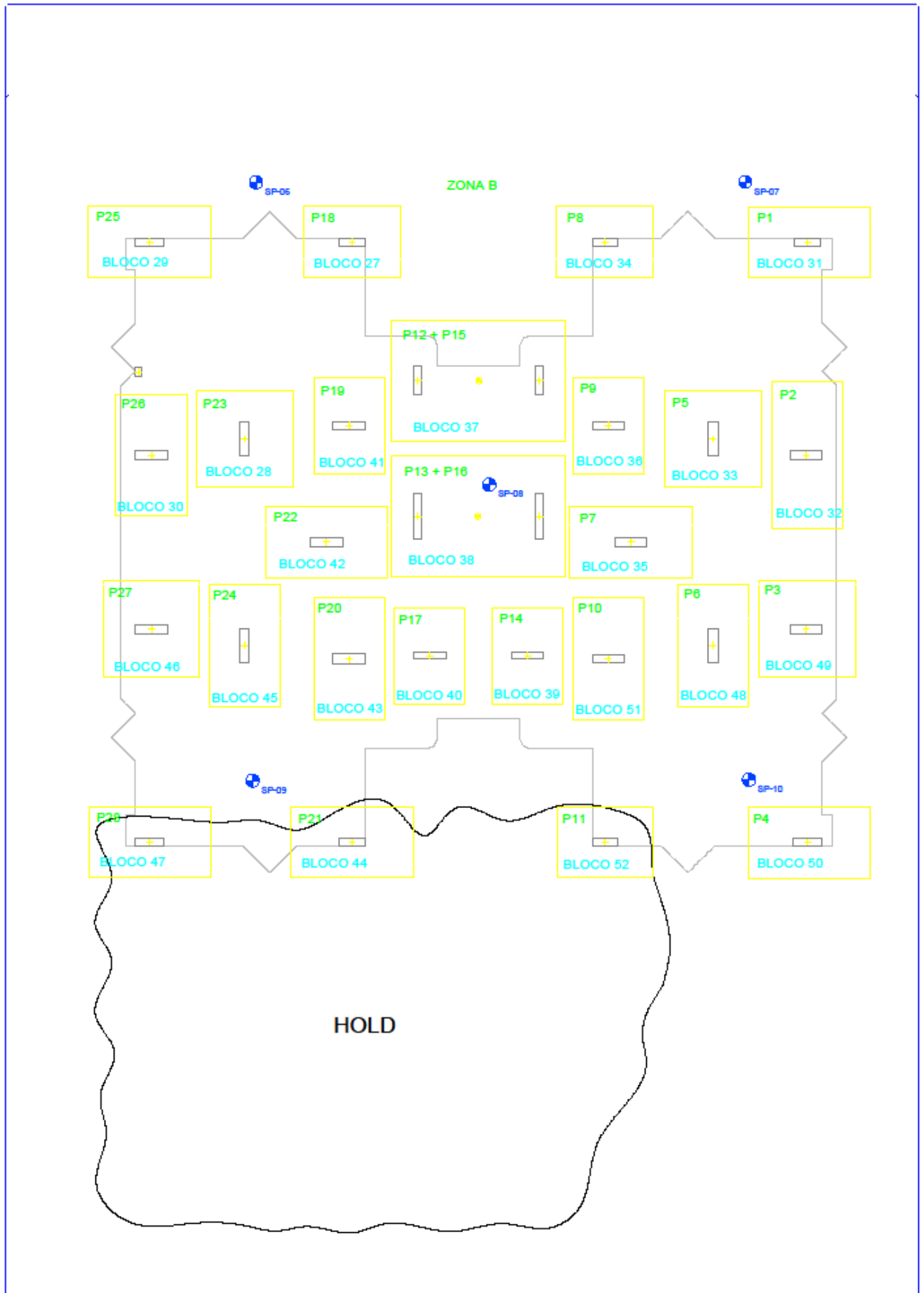
Sondagem	Pilar	Carga (KN)	Bloco	Carga (KN)
SP-4	P48	3015,54	17	3015,54
	P49	2553,65	18	2553,65
	P52	3223,45	19	3223,45
	P55	3150,88	20	3150,88
	P56	2454,60	21	2454,60
SP-5	P31	3292,09	22	3292,09
	P32	2415,38	23	2415,38
	P34	3284,25	24	3284,25
	P38	2947,88	25	2947,88
	P39	2630,14	26	2630,14
SP-6	P18	2530,12	27	2230,03
	P23	3223,45	28	3196,97
	P25	3111,65	29	2447,74
	P26	3150,88	30	3124,40
SP-7	P1	3284,25	31	2398,71
	P2	3292,09	32	3087,13
	P5	3284,25	33	3323,47
	P8	2426,17	34	2178,06
SP-8	P7	2481,08	35	2699,77
	P9	2947,88	36	2443,82
	P12	3069,48	37	6700,88
	P15	2147,66		
	P13	3632,38	38	5209,29
	P16	2114,31		
	P14	3515,68	39	3514,70
	P17	2490,89	40	2149,62
	P19	3015,54	41	2476,18
	P22	3237,18	42	2628,18
SP-9	P20	2553,65	43	2829,22
	P21	2728,21	44	2621,32
	P24	2585,03	45	3006,72
	P27	2454,60	46	3135,19
	P28	0,00	47	2730,17
SP-10	P6	2713,50	48	3280,32
	P3	2415,38	49	3119,50
	P4	3298,96	50	2434,01
	P10	2630,14	51	2955,72
	P11	3082,23	52	2466,37

conclusão

Fonte: Adaptado da planta de cargas do projeto disponibilizado

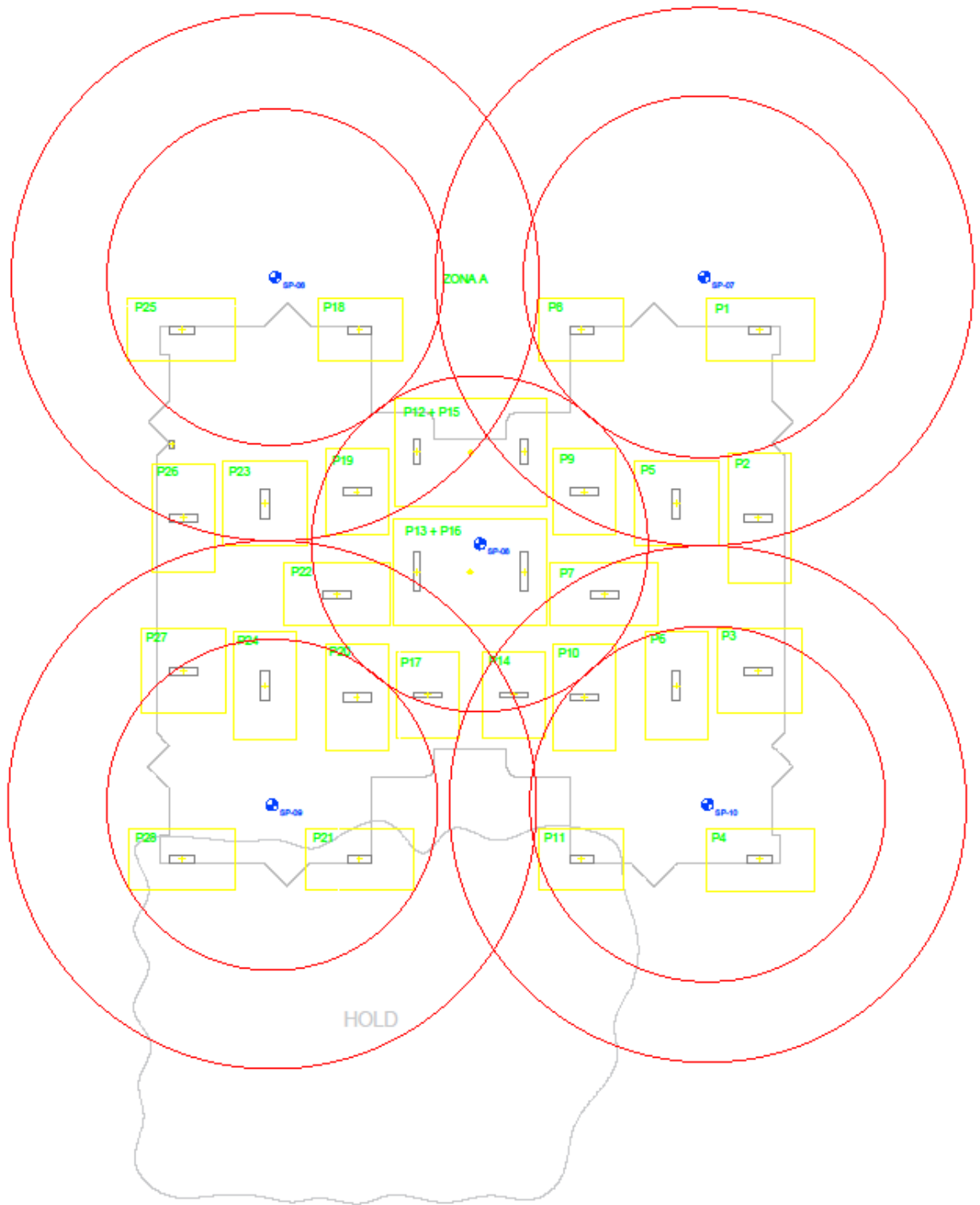


TÍTULO:	PROJETO ESTRUTURAL		
ASSUNTO:	DISPOSIÇÃO DOS PILARES - ZONA A	FOLHA:	2/5
PLANTA:	CLAUDENISE ALVES DE LIMA SILVA	DATA:	10/07/2019
		ESCALA:	SEM ESCALA



TÍTULO:	PROJETO ESTRUTURAL		
ASSUNTO:	DISPOSIÇÃO DOS PILARES - ZONA B	FOLHA:	3/5
PLANTA:	CLAUDENISE ALVES DE LIMA SILVA	DATA:	10/07/2019
		ESCALA:	SEM ESCALA

ANEXO C – DISPOSIÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM



TÍTULO: INDICAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM

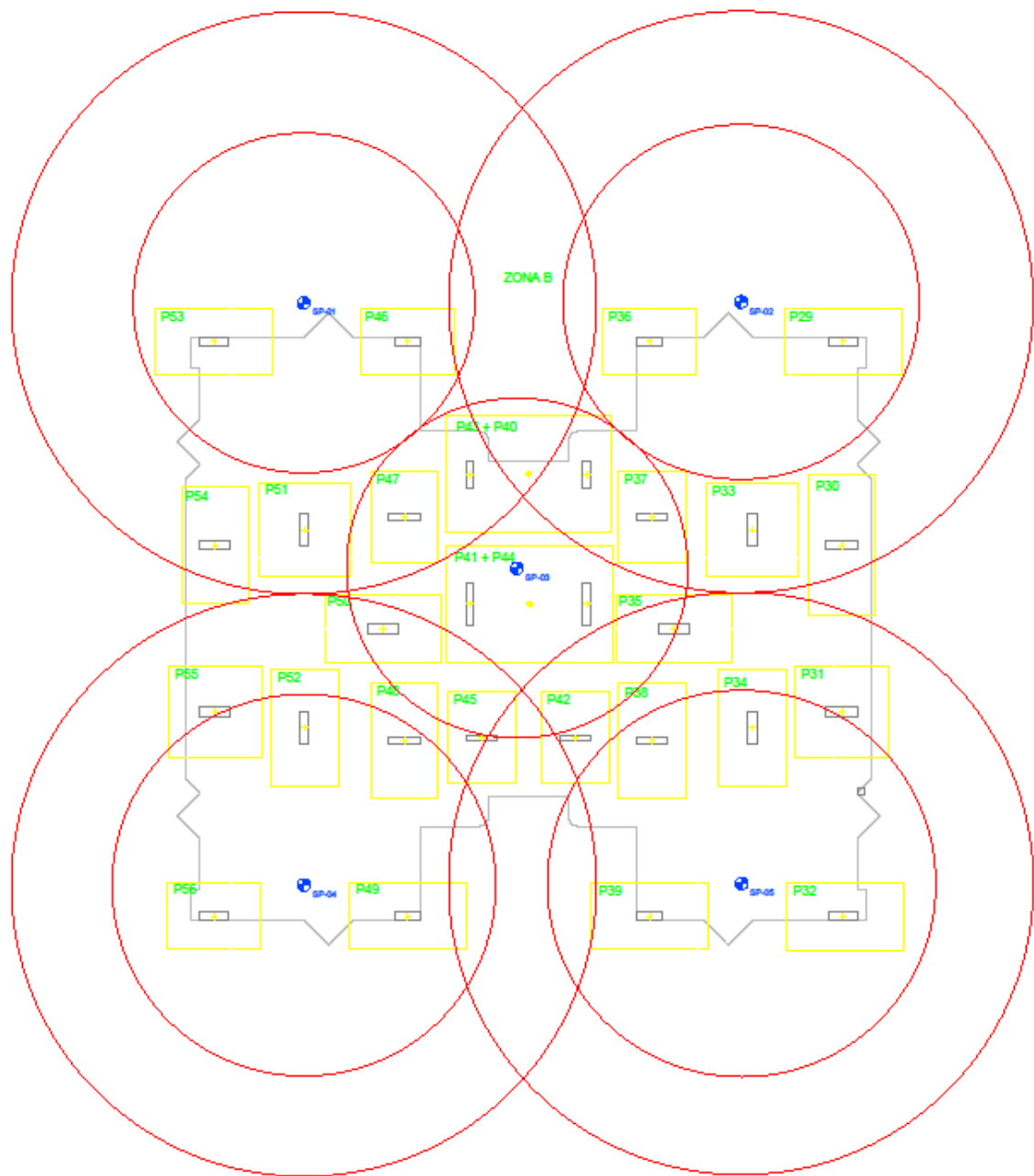
ASSUNTO: ÁREA DE INFLUÊNCIA DOS FUROS DE SONDAGEM - ZONA A

FOLHA: 2/2

PLANTA: CLAUDENISE ALVES DE LIMA SILVA

DATA: 10/07/2019

ESCALA: SEM ESCALA



TÍTULO: INDICAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM

ASSUNTO: ÁREA DE INFLUÊNCIA DOS FUROS DE SONDAGEM - ZONA B

FOLHA: 1/2

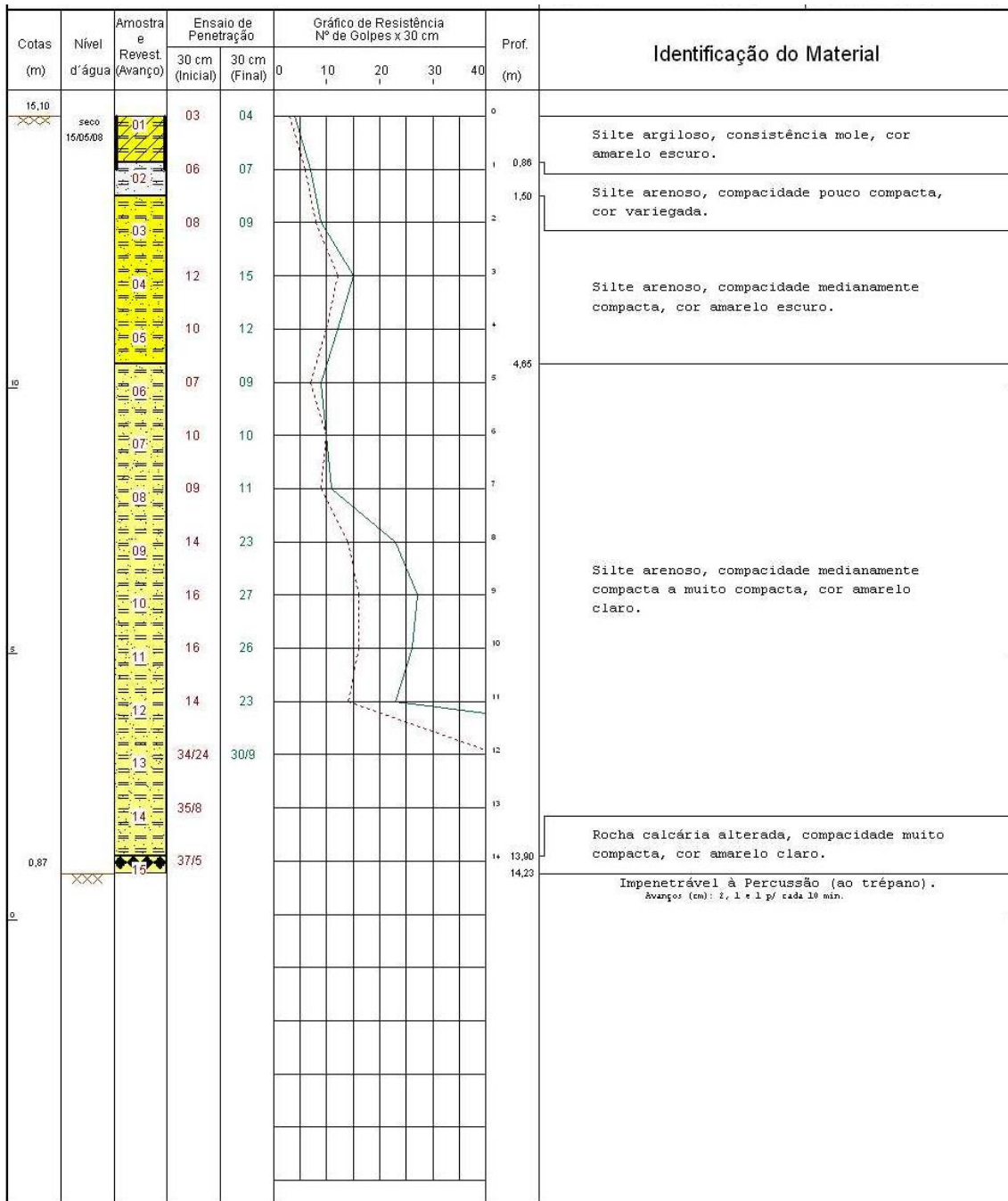
PLANTA: CLAUDENISE ALVES DE LIMA SILVA

DATA: 10/07/2019

ESCALA: SEM ESCALA

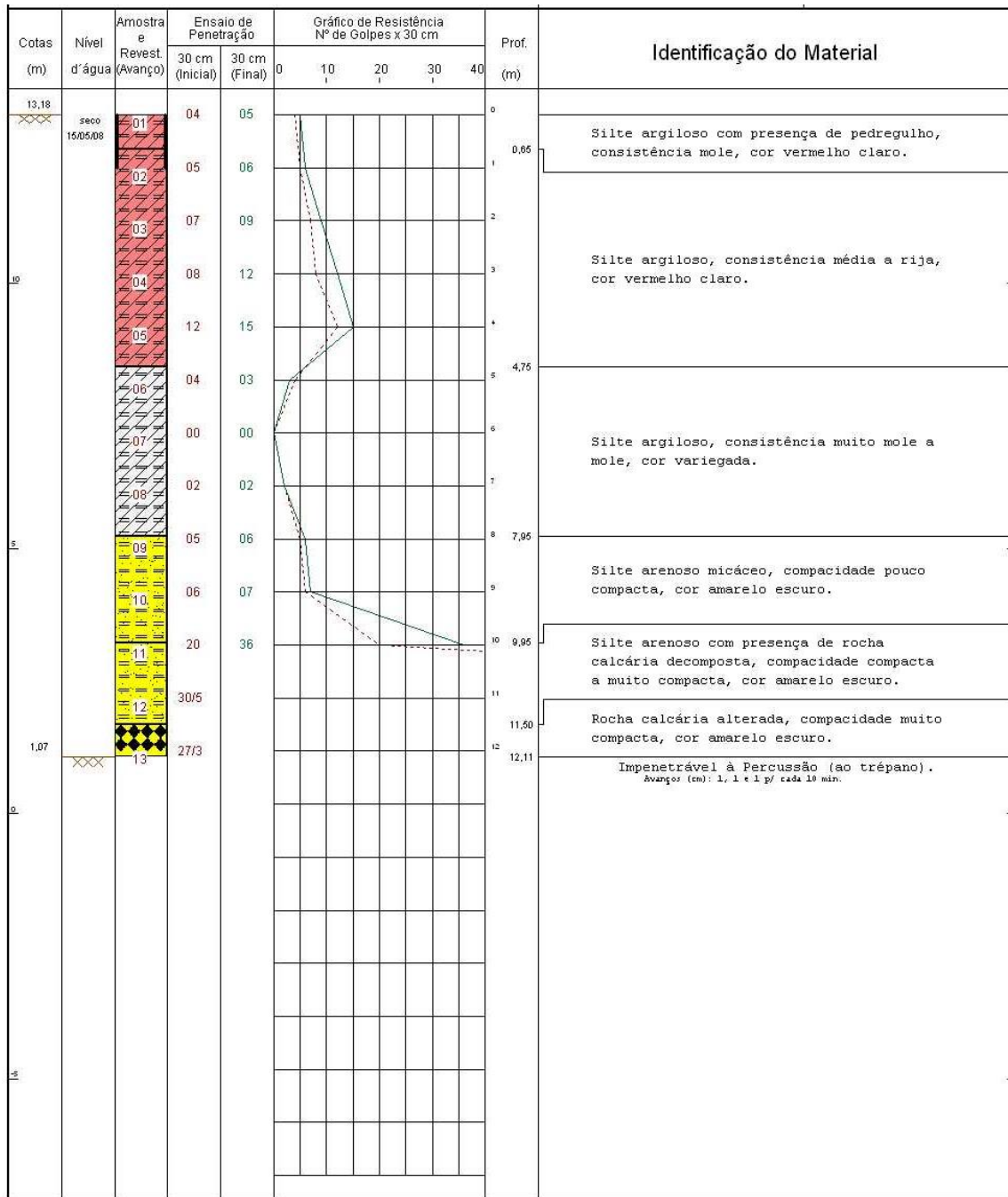
ANEXO D – LAUDOS DE SONDAGEM

Figura 1 - Sondagem 01



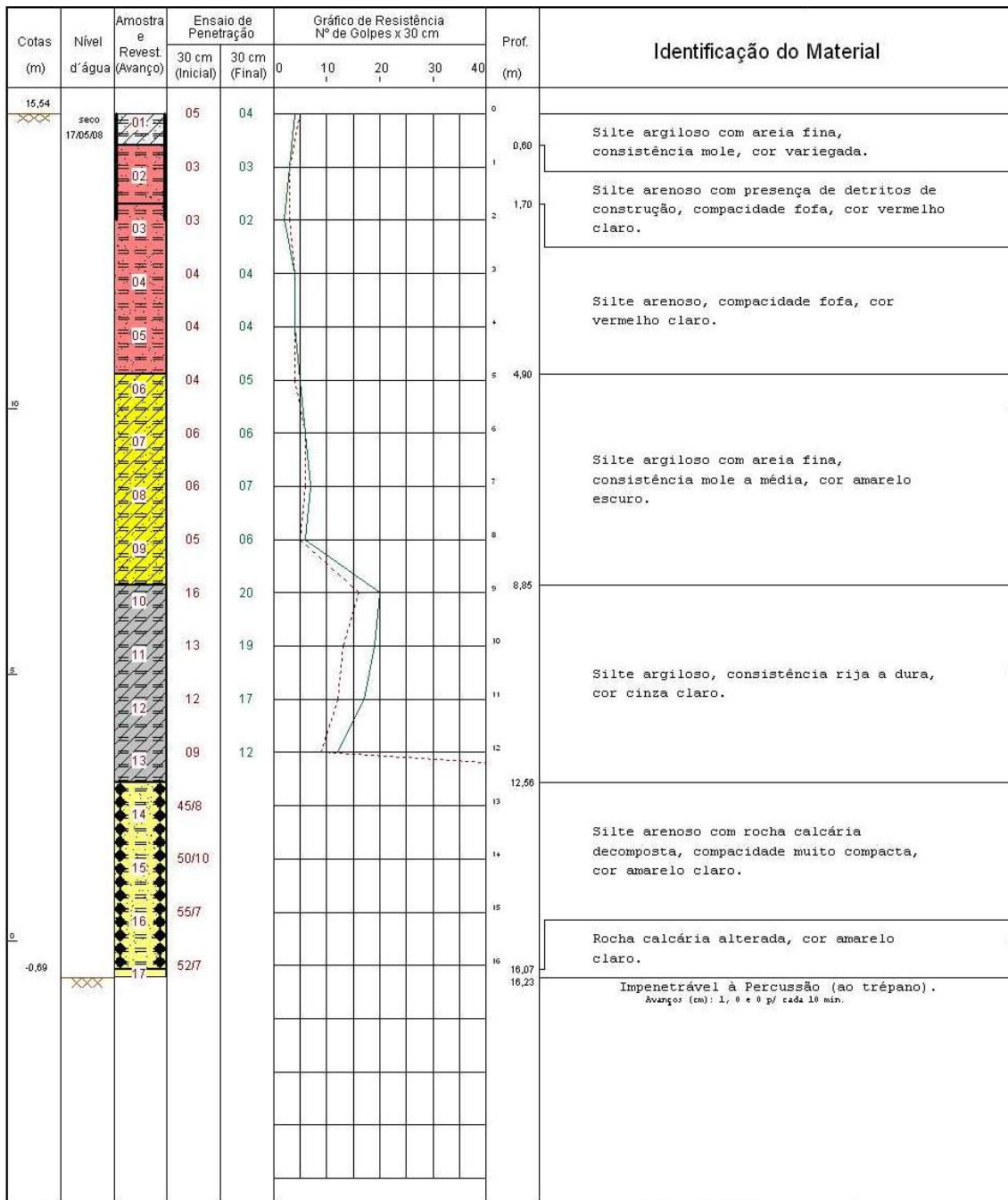
Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 2 - Sondagem 02



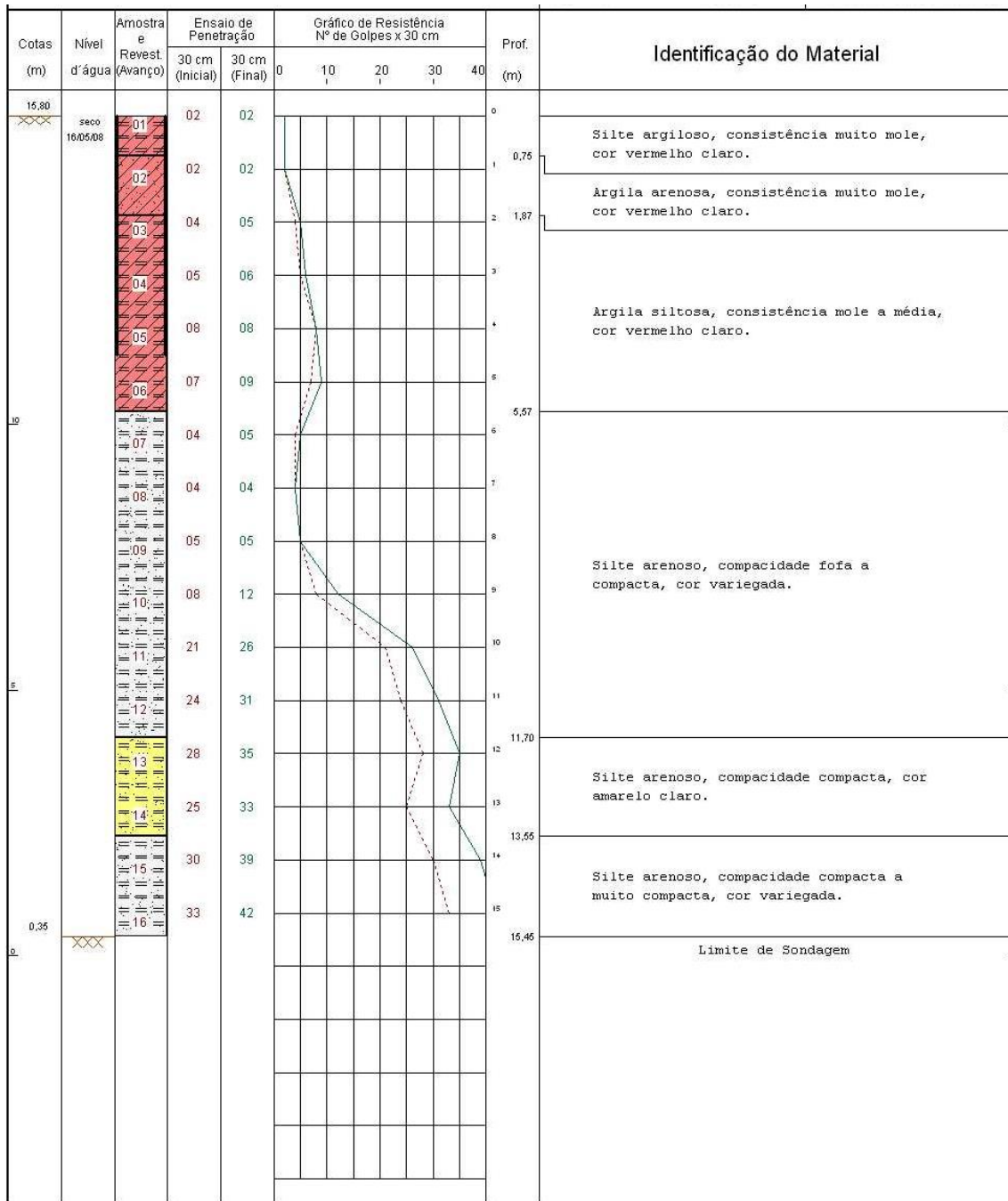
Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 3 - Sondagem 03



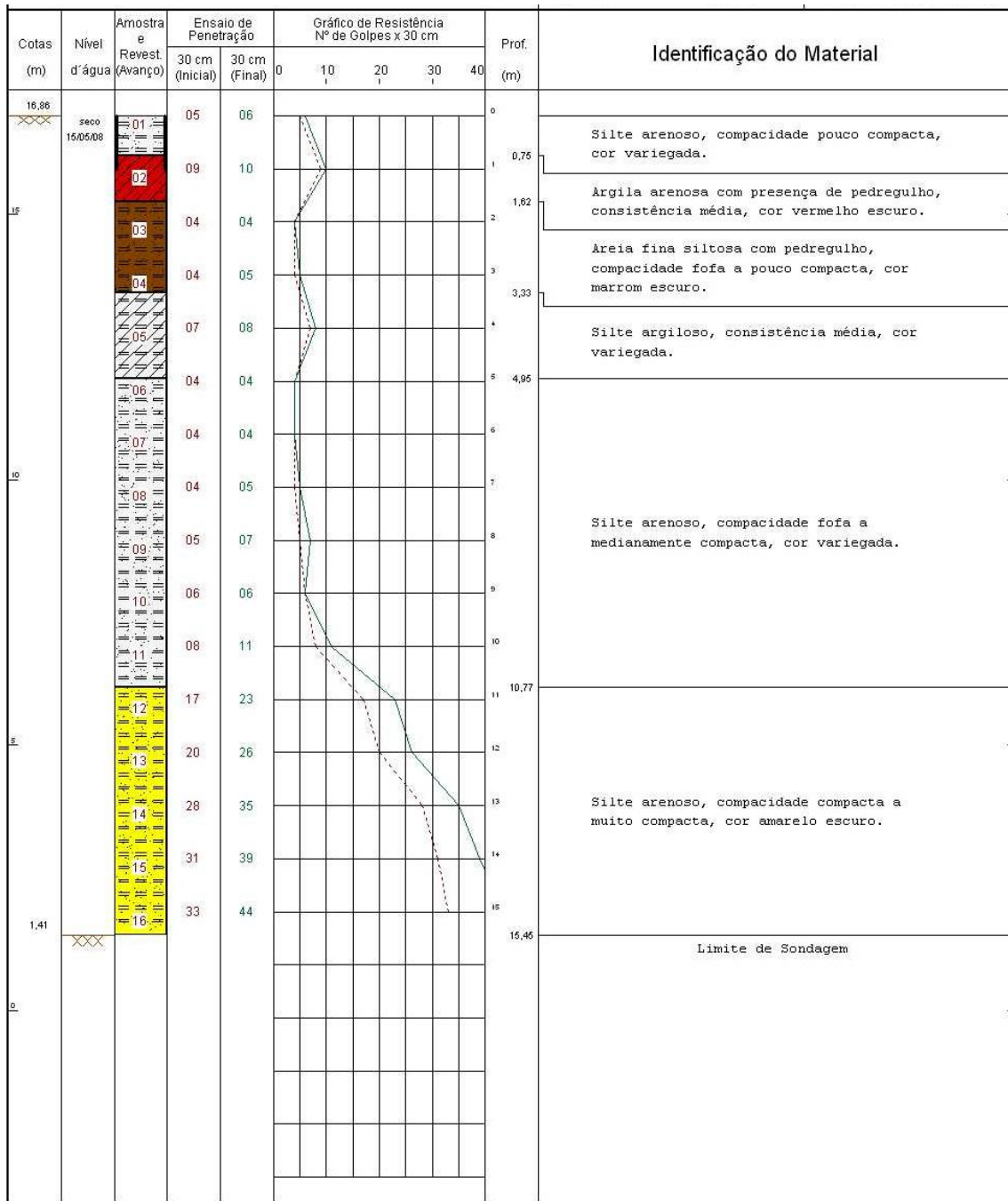
Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 4 - Sondagem 04



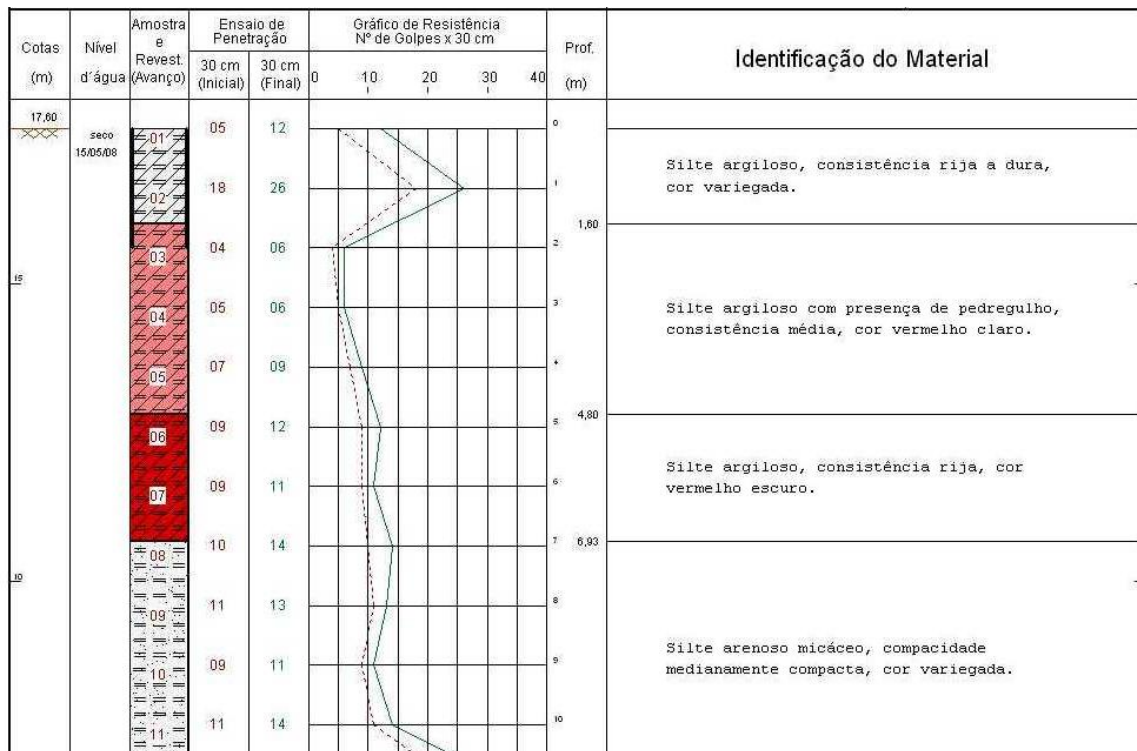
Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 5 - Sondagem 05



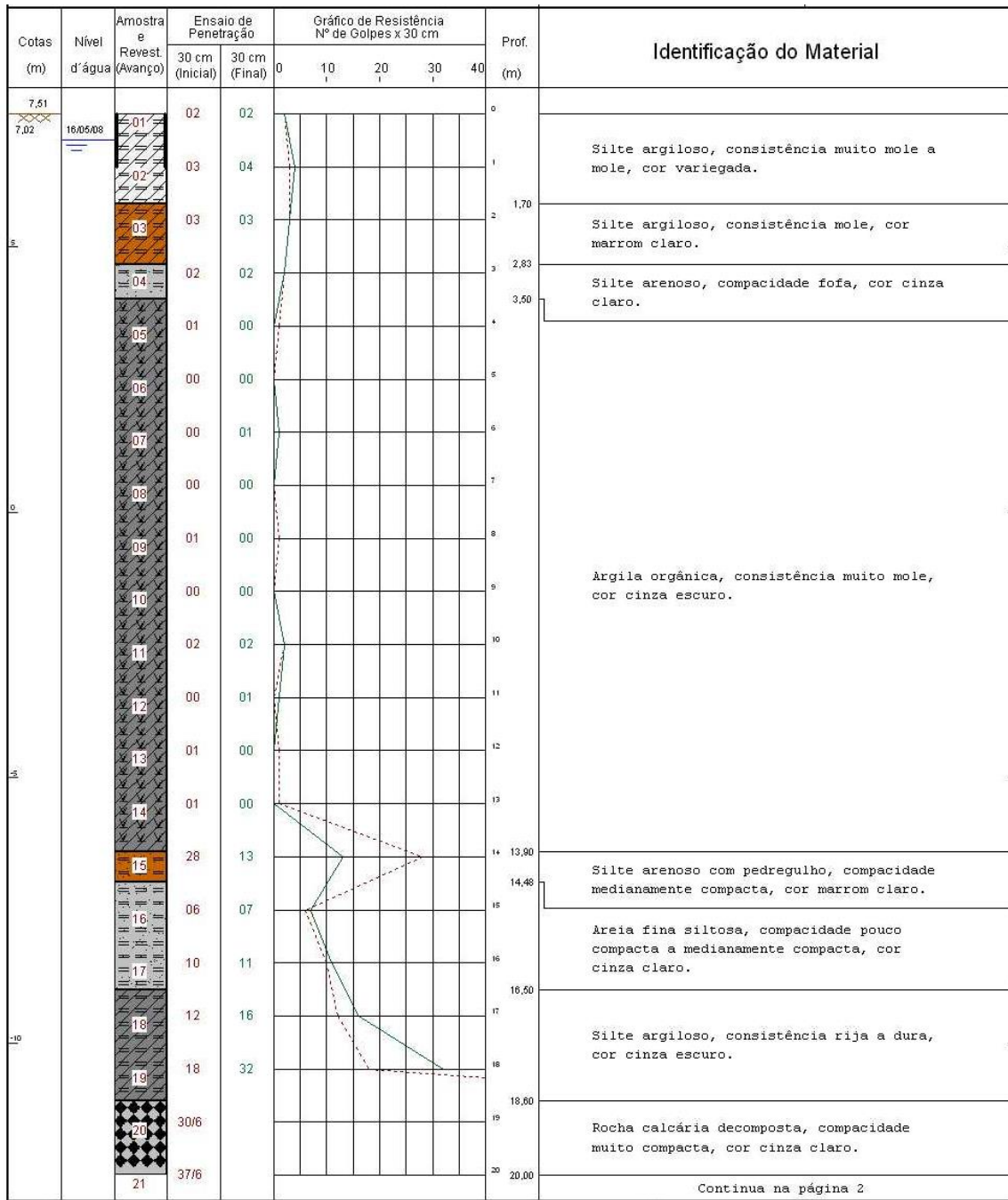
Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 6 - Sondagem 06



Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 7 - Sondagem 07 (parte 01)



Continua na página 2

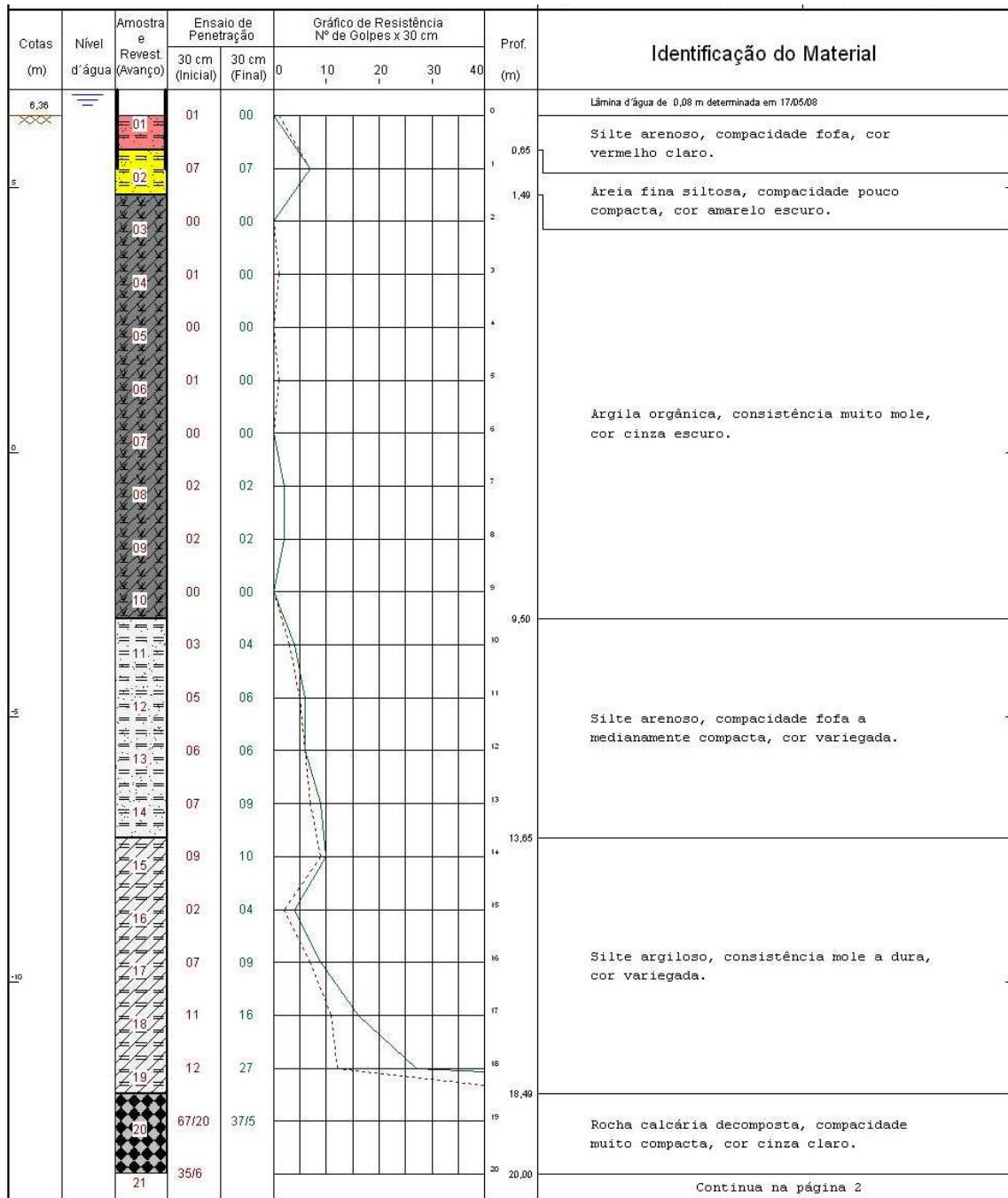
Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 8 - Sondagem 7 (parte 02)

Cotas (m)	Nível d'água	Amostra e Revest. (Avanço)	Ensaio de Penetração		Gráfico de Resistência Nº de Golpes x 30 cm					Prof. (m)	Identificação do Material
			30 cm (Inicial)	30 cm (Final)	0	10	20	30	40		
-12,87	XXXX	37/6								20,06 20,38	<p>Rocha calcária decomposta, compacidade muito compacta, cor cinza claro.</p> <p>Rocha calcária alterada, cor cinza claro.</p> <p>Impenetrável à Percussão (ao trépano). Avanços (cm): 4, 5 e 3 p/ cada 10 min.</p>
-15											
-16											
-18											
-20											

Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 9 - Sondagem O8 (parte 01)



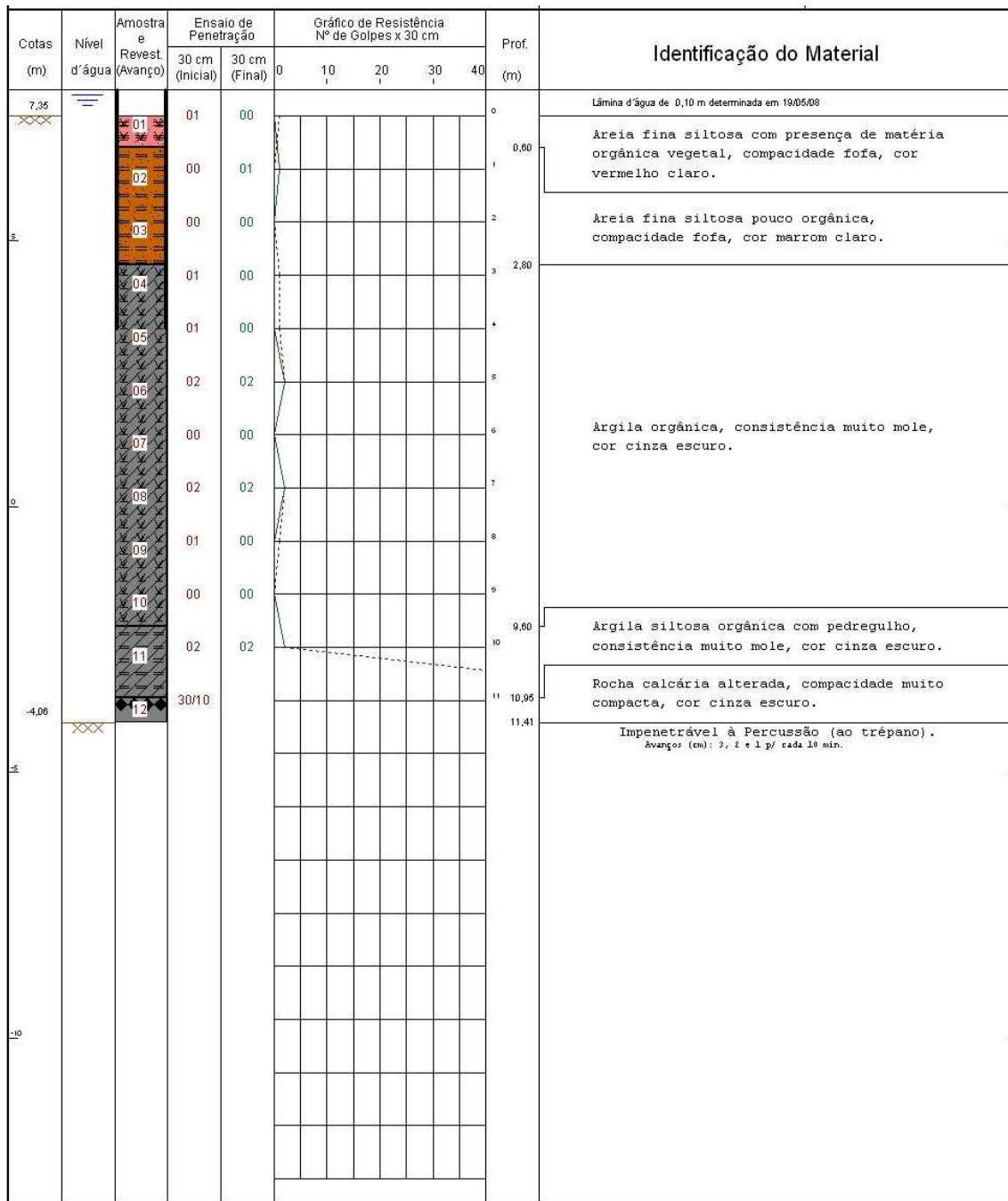
Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 10 - Sondagem 08 (parte 02)

Cotas (m)	Nível d'água	Amostra e Revest. (Avanço)	Ensaio de Penetração		Gráfico de Resistência Nº de Golpes x 30 cm					Prof. (m)	Identificação do Material
			30 cm (Inicial)	30 cm (Final)	0	10	20	30	40		
-14,10	XXXX	35/6								20,06	Rocha calcária decomposta, compactidade muito compacta, cor cinza claro.
-15										20,46	Rocha calcária alterada, cor cinza claro.
-16											Impenetrável à Percussão (ao trépano). Avanços (cm): 5, 5 e 3 p/ cada 10 min.
-18											
-20											

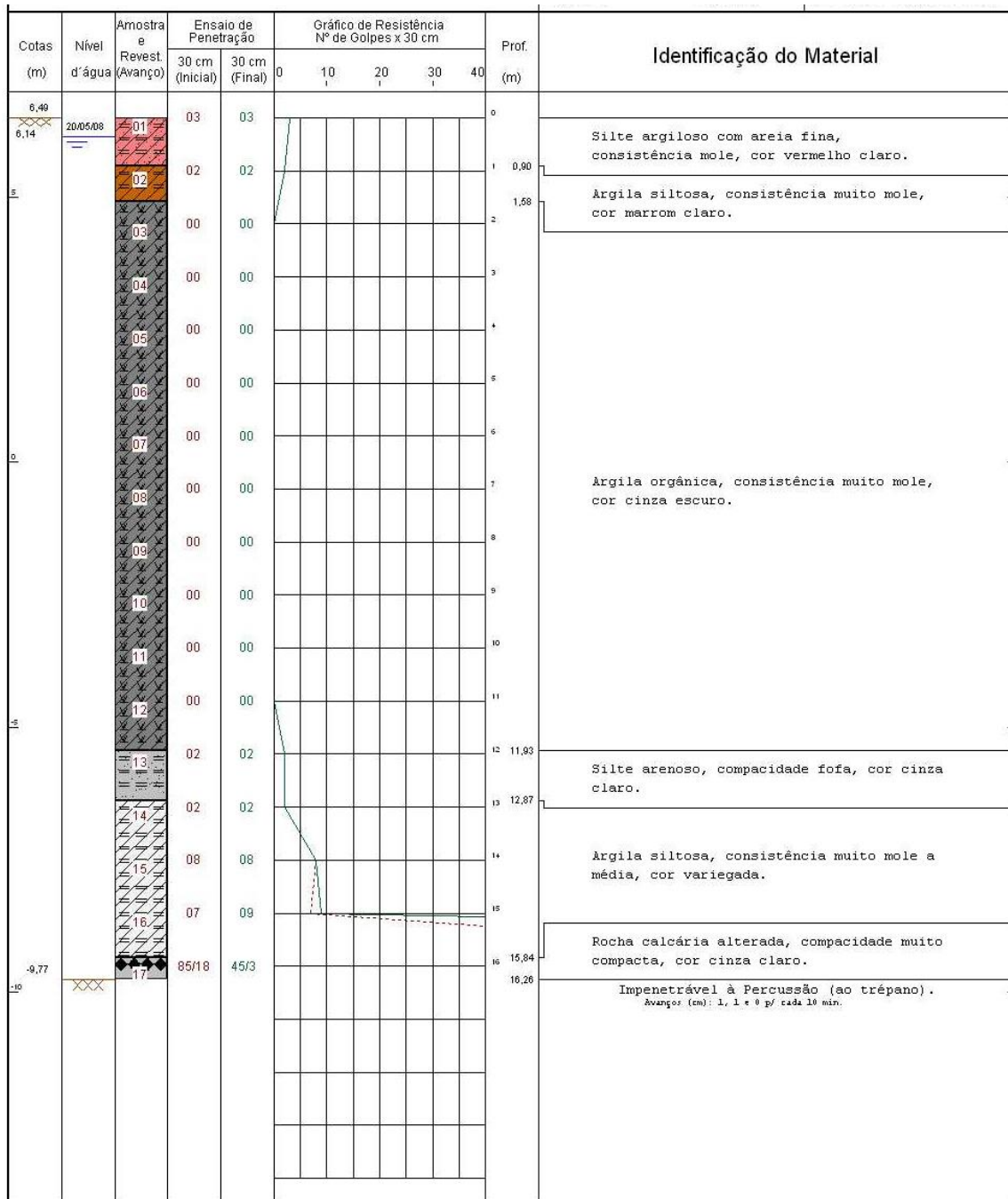
Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

Figura 11 - Sondagem 09



Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo


Figura 12 - Sondagem 10



Fonte: Laudo de Sondagem disponibilizado pela empresa de investigação de solo

ANEXO E – CATÁLOGOS USADOS PARA ANÁLISE DOS DOIS TIPOS DE ESTACAS ESTUDADOS

Quadro 1 - Catálogo de Tensão Estrutural para Estaca Pré-moldada

 ESTACAS PRÉ-MOLDADAS "BENAPAR" EM CONCRETO ARMADO (COM AÇO CA - 50)					
Bitola (cm)	*Carga Máxima Estrutural Admissível(kN)	Massa (kg/m)	Área	Perímetro	Distância Mínima entre eixos(cm)
15	180	42	177	47	60
18	260	61	255	57	60
23	400	100	416	72	60
28	550	148	616	88	70
33	750	205	855	104	85
38	900	272	1134	119	95
42	1150	332	1385	132	105

Quadro 2 - Catálogo de Tensão Estrutural para Estaca Hélice Contínua

DESCRIÇÃO	UN.	VALORES													
		25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
DIÂMETRO (D)	cm														
CARGA ADMISSÍVEL ESTRUTURAL (Pk)	tf	30	45	60	80	130	190	255	335	425	525	640	760	895	1035
DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE EIXOS (c)	cm	65	75	90	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350

ANEXO F – CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS A PARTIR DO VALOR DE SPT

Quadro 3 - Estados de Compacidade e Consistência

Solo	Índice de resistência à penetração N	Designação ¹⁾
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	> 19	Dura (o)
¹⁾ As expressões empregadas para a classificação da compacidade das areias (fofa, compacta, etc.), referem-se à deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compacidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na Mecânica dos Solos.		

ANEXO G – DESENHO ARQUITETÔNICO DO EDIFÍCIO: OBJETO DE ESTUDO