







Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>2/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

--	--	--	--	--	--	--	--	--

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>SUMÁRIO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>1.0</b>	<b>OBJETIVO DO MEMORIAL</b>		<b>3</b>
<b>2.0</b>	<b>DESCRIÇÃO DO PROJETO</b>		<b>3</b>
<b>3.0</b>	<b>NORMAS, MATERIAIS, SOFTWARES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>		<b>4</b>
<b>4.0</b>	<b>AÇÕES E COMBINAÇÕES DE ESFORÇOS</b>		<b>6</b>
4.1	PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA		6
4.2	PESO DE REVESTIMENTO		6
4.3	AÇÕES DEVIDO AO PESO DE EQUIPAMENTOS		6
4.4	SOBRECARGA OPERACIONAL		7
4.5	SOBRECARGA DE REAÇÃO DE SOLO SOBRE A LAJE		7
4.6	SUBPRESSÃO DE ÁGUA		7
<b>5.0</b>	<b>MARCHA DE CÁLCULO</b>		<b>7</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS		7
5.2	VERIFICAÇÕES		7
5.2.1	CAPACIDADE DE CARGA DAS FUNDAÇÕES		8
5.2.2	DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE RESISTENCIA E DEFORMABILIDADE POR CORRELAÇÃO		15
5.2.3	COEFICIENTES DE REAÇÃO DE SOLO kv e kh.		16
5.2.4	DETERMINAÇÃO DOS RECALQUES		21
<b>6.0</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b>		<b>29</b>
<b>7.0</b>	<b>CONCLUSÕES</b>		<b>29</b>

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>3/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

## 8.0 ANEXO

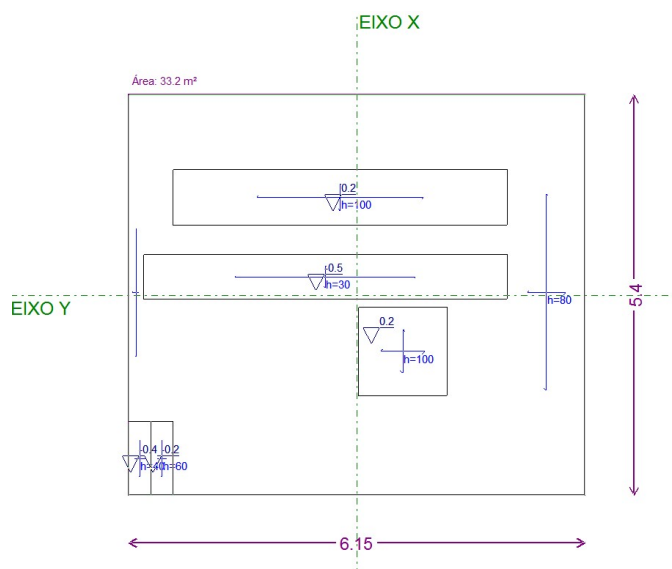
30

### 1.0 OBJETIVO DO MEMORIAL

Este memorial de cálculo tem por objetivo apresentar as verificações geotécnicas realizadas para a determinação da capacidade portante de solo, no local de implantação da estrutura de fundação da **ETA** (Estação de Tratamento de Água), a ser implantada, no povoado de Degredo, no município de Linhares – ES.

### 2.0 DESCRIÇÃO DO PROJETO

A estrutura de fundação é composta por um radier, em concreto armado convencional, com dimensões em planta de 615,00 x 540,00 cm, e altura varável, assente diretamente sobre o solo. Em atendimento à norma **ABNT NBR-6118:2014**, as estruturas foram dimensionadas em concreto estrutural classe **C30**, considerando **CAA – II** – Tabela 7.2. O cobrimento adotado foi 4,00 cm para toda estrutura. As figuras 2.1 & 2.2 apresentam a geometria da estrutura.





Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>4/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

Figura 2.1 – Croqui da estrutura – Arranjo conceitual.

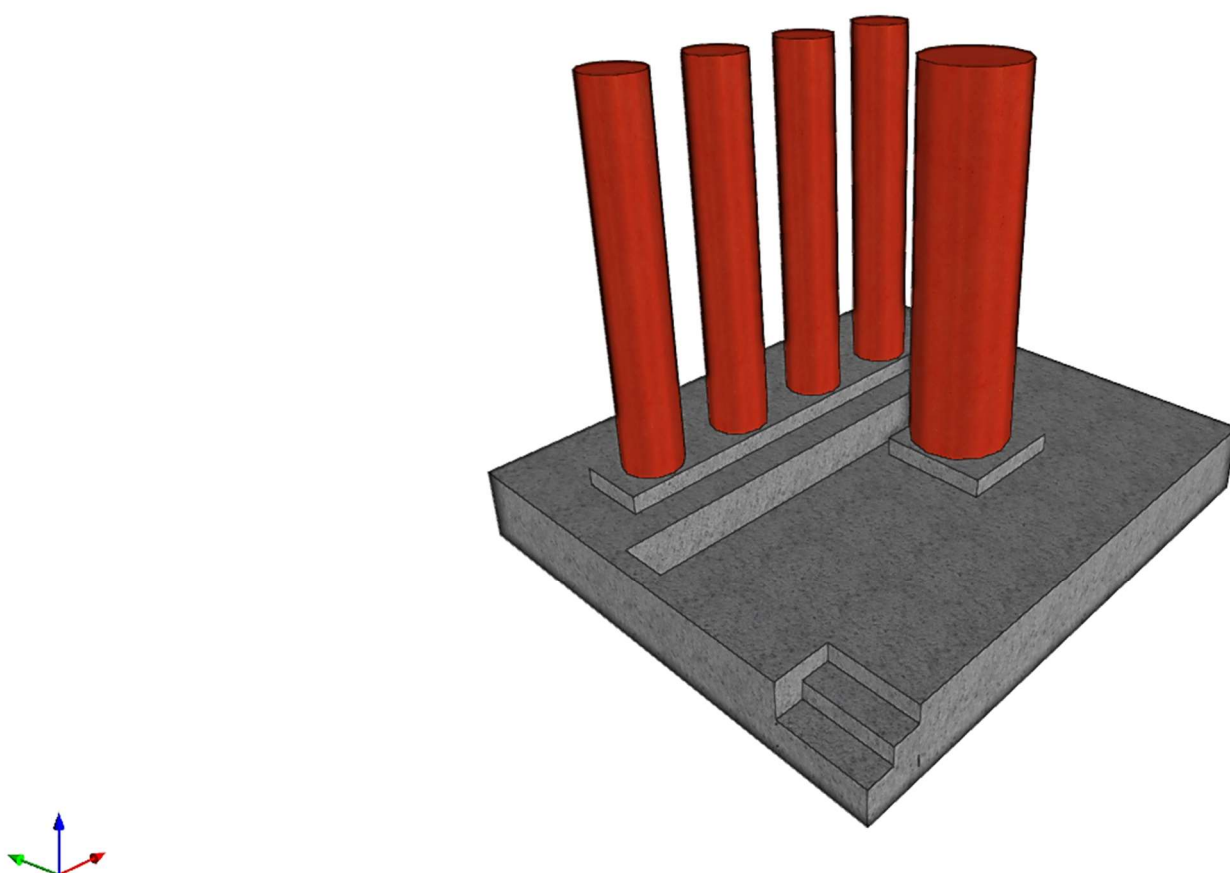




Figura 2.2 – Perspectiva da estrutura.

### 3.0 NORMAS, MATERIAIS, SOFTWARES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

As verificações dos elementos estruturais foram baseadas nas seguintes normas, em suas revisões vigentes:

- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 6122:2019** – Projeto e Execução de Fundações;

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>5/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 6484:2001** – Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 8036:1983** – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios - Procedimento;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 6502:1995** – Rochas e solos – Terminologia;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 7181:1984** – Solo - Análise granulométrica - Método de ensaio;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 13441:1995** – Rochas e solos – Simbologia.



### Bibliografia complementar

- ✓ Tratado de Concreto Armado – A. Guerrin;
- ✓ Concreto Armado – José Carlos Sussekund;
- ✓ Foundation analysis and design – J.E. Bowles;
- ✓ Mecânica dos Solos e Suas Aplicações – Homero Pinto Caputo.

### Materiais

- ✓ Concreto estrutural, com resistência característica  $f_{ck} \geq 30,00$  MPa e  $E_{ci} = 31,00$  GPa; Peso Específico do Concreto:  $25,00 \text{ kN/m}^3$ ; Classe de Agressividade Ambiental II, Agressividade muito forte, Ambiente Tipo Urbano, com abertura de fissuras  $w_k \leq 0,30$  mm para região seca e  $w_k \leq 0,10$  mm região submersa (**ABNT NBR-6118:2014**, Tabelas 6.1 e 13.4);
- ✓ Aço estrutural CA-50 com resistência característica  $f_{yk} \geq 500,00$  MPa.

### Softwares

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>6/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

- ✓ Planilhas de Excel;
- ✓ Cypecad v2021.b.

#### Documentos de referência

- ✓ **N044500-C-1MC002 - SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS – LINHARES - PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 - MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA - MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ETA;**
- ✓ **RELATÓRIO DE SONDAGEM.**

## 4.0 AÇÕES E COMBINAÇÕES DE ESFORÇOS

### 4.1 PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA



As ações gravitacionais foram calculadas considerando-se peso específico do concreto  $25,00 \text{ kN/m}^3$ .

### 4.2 PESO DE REVESTIMENTO

As ações gravitacionais foram calculadas considerando-se peso de revestimento de  $2,50 \text{ kN/m}^2$ .

### 4.3 AÇÕES DEVIDO AO PESO DE EQUIPAMENTOS

Sobre o radier foi considerada sobrecarga devida ao peso de equipamentos de  $40,00 \text{ kN/m}^2$ , contemplando o peso próprio dos equipamentos bem como seu conteúdo.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>7/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>

#### 4.4 SOBRECARGA OPERACIONAL

Sobre o piso considerou-se sobrecarga operacional de  $5,00 \text{ kN/m}^2$ .

#### 4.5 SOBRECARGA DE REAÇÃO DE SOLO SOBRE A LAJE

As ações gravíticas devidas à reação do solo sobre a laje foram calculadas considerando-se uma tensão dada por  $\sigma_a = 5,00 \text{ kN/m}^2$ , aplicadas no sentido antigravitacional, perpendicularmente ao plano da laje.

#### 4.6 SUBPRESSÃO DE ÁGUA

As ações gravíticas devidas à elevação do nível do lençol freático sobre a laje foram calculadas considerando-se uma tensão, dada por  $\sigma_{\text{sub}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$ , aplicadas no sentido antigravitacional, perpendicularmente ao plano da laje.



### 5.0 MARCHA DE CÁLCULO

#### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em função das informações geotécnicas recebidas, documento nº **RL-SONDAGEM**, a projetista procedeu a uma análise expedita das informações fornecidas, tomando como referências as prescrições normativas da **ABNT NBR-6484:2001 - Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**, **ABNT NBR-8036:1983 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimento**.

#### 5.2 VERIFICAÇÕES

A partir da geometria indicada no item 2 e das ações descritas no item 4 deste documento, procedeu-se à verificação geotécnica preliminar de acordo com **ABNT**

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>8/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

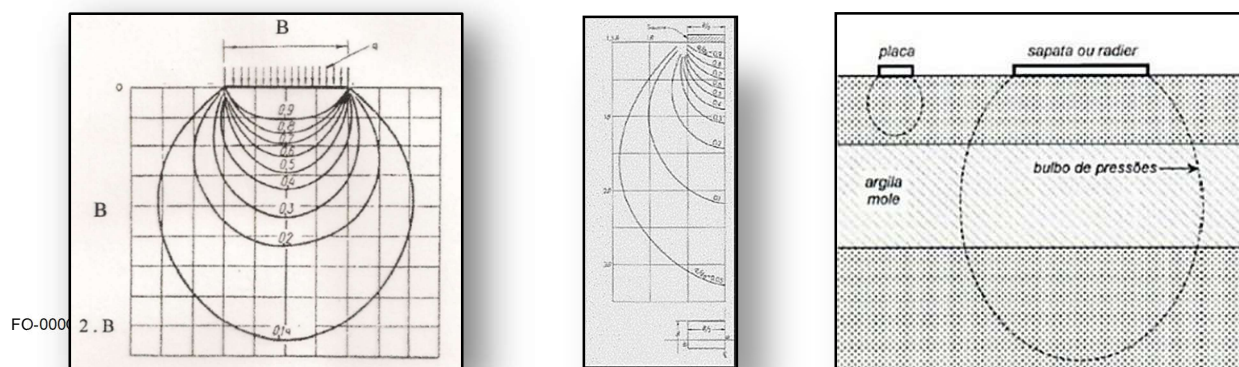
**NBR-6118:2014** e **ABNT NBR-6122:2019**. A seguir serão listadas as verificações geotécnicas para implantação das estruturas de fundação da estação de tratamento de água de Degredo.



### 5.2.1 CAPACIDADE DE CARGA DAS FUNDAÇÕES

Segundo *TERZAGHI* (1943), se o fator de segurança de uma massa de solo é maior do que algo em torno de 3 em relação à sua plastificação (ruptura), o estado de tensões no interior do solo é provavelmente semelhante ao estado de tensões computado segundo a asserção de que o solo é elástico. Assim nestas condições o estado de tensões no interior do solo pode ser estimado com base na teoria da elasticidade.

As teorias que abordam problemas de tensões são baseadas na hipótese de que o solo é homogêneo e isotrópico ou que o afastamento em relação a essas condições pode ser descrito por equações simples.

A grande maioria das teorias que têm finalidade de estimar recalques de fundações é baseada na hipótese de que o solo é homogêneo e isotrópico. Quando se aplica uma carga na superfície de um dado terreno, são geradas tensões em seu interior. Se as tensões de igual valor forem unidas por curvas, tais curvas serão designadas por isóbaras (mesma pressão). Denomina-se bulbo de pressões a região limitada pela isóbara de 10% da pressão aplicada no nível do terreno, sendo esta a região do terreno mais influenciada pelo carregamento aplicado.



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>9/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

**Figura 5.1 – Bulbo de tensões (Ref.).**



Pode-se chamar de método empírico o uso de tabelas de valores típicos de tensões admissíveis para diferentes solos. Embora as tabelas não forneçam recalques, as tensões ali indicadas estão associadas a recalques aceitos em estruturas convencionais. Alguns códigos e normas de fundações apresentam tabelas de pressões admissíveis que podem ser utilizadas em anteprojetos e obra de pequeno porte. Embora essas tabelas sejam quase sempre conservadoras, sua utilização requer cuidado na análise do perfil do terreno. A tabela de pressões básicas (admissíveis) da **ABNT NBR-6122:2019** é um exemplo deste método e será usada no presente trabalho como referência.

Para o cálculo da capacidade de carga do terreno, neste trabalho, serão considerados os métodos semi-empíricos da **ABEF**, de autores consagrados da bibliografia técnica corrente e a tabela da **ABNT NBR-6122:1996 (Ref.)**.

### **Método ABEF:**

De posse dos resultados dos perfis de sondagem **SP-09**, **SP-10** e **SP-12**, apresentados no documento de referência nº **RL-SONDAGEM**, definiu-se que a camada de assentamento das fundações é composta por: Areia média, pouco compacta a muito compacta, com baixa capacidade de suporte (**Anexo I – item 8.2**). Observa-se a leitura do nível de água a 2,19 m.

**FURO SP-12:**  $\sum_{1}^{n} N_{SPT} / n = (10 + 7 + 13 + 27 + 33 + 30 + 35 + 28 + 30 + 33) / 10 \approx 25,00$ , atingindo o limite de sondagem estabelecido em projeto. A partir destas informações, determinou-se tensão admissível do solo ( $\sigma_{adm}$ ) e considerando  $n = (2 \times B)$ , em:

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>10/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

$$\sigma_{adm} \text{ FURO SP-09} = N_{SPT} / 5 \approx 500,00 \text{ kN/m}^2 \approx 5,00 \text{ kgf/cm}^2;$$

**FURO SP-10:**  $\sum_1^n N_{SPT} / n = (7 + 10 + 16 + 21 + 20 + 24 + 29 + 26 + 34 + 31) / 10 \approx 24,00$ , atingindo o impenetrável ao SPT. A partir destas informações, determinou-se tensão admissível do solo ( $\sigma_{adm}$ ) e considerando  $n = (2 \times B)$ , em:

$$\sigma_{adm} \text{ FURO SP-10} = N_{SPT} / 5 \approx 480,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,80 \text{ kgf/cm}^2;$$

**FURO SP-09:**  $\sum_1^n N_{SPT} / n = (14 + 16 + 8 + 15 + 23 + 23 + 26 + 38 + 38 + 38) / 10 \approx 26,00$ , atingindo o impenetrável ao SPT. A partir destas informações, determinou-se tensão admissível do solo ( $\sigma_{adm}$ ) e considerando  $n = (2 \times B)$ , em:



$$\sigma_{adm} \text{ FURO SP-12} = N_{SPT} / 5 \approx 520,00 \text{ kN/m}^2 \approx 5,20 \text{ kgf/cm}^2;$$

Considerando o furo SP-12 o mais próximo à área de implantação da referida estrutura, adotaremos como tensão admissível de cálculo a média geométrica das tensões individuais acima calculadas, atribuindo peso 2 à sondagem SP-12.

$N_{SPT.médio} = \sum_1^n N_{SPT} / n = (25,00 + 24,00 + (26,00 \times 2)) / (1 + 1 + (1 \times 2)) \approx 25,25 \rightarrow 25$  golpes;

$$\sigma_{adm} \text{ MÉDIA} = (5,20 + 4,80 + (5,00 \times 2)) / (1 + 1 + (1 \times 2)) \approx 500,00 \text{ kN/m}^2 \approx 5,00 \text{ kgf/cm}^2;$$



Tensão adotada por limitação do método  $\rightarrow \sigma_{adm} = 4,00 \text{ kgf/cm}^2$ ;

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>11/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

### Método expedito ABNT – NBR 6122:2019:



**Tabela de pressões básicas (admissíveis) da NBR 6122:2019 atualizadas por Berberian (2011)**

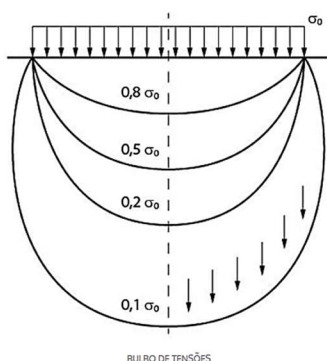
CLASSE	DESCRIÇÃO	MPa	Kg/cm <sup>2</sup>
1	Rocha sã, maciça, sem laminações ou sinais de decomposição	3,0	30
2	Rochas estratificadas, com pequenas fissuras,	1,5	15
3	Rochas alteradas ou em decomposição (Saprolito)	Ver nota 3	3
4	Solo granulares concrecionado conglomerado	1,0	10
5	Solo pedregulhoso Compactos a Muito Compactos	0,6	6,0
6	Solo pedregulhoso fofo	0,3	3,0
<b>Areias</b>			
7 S	Areia Muito Compacta SPT > 40	0,5	5,0
8 S	Areia Compacta 19 ≤ SPT < 40	0,4	4,0
9 S	Areia Medianamente Compacta 9 ≤ SPT < 19	0,2	2,0
10 S5C	Areia Argilosa Mto. Comp SPT > 40	0,4	4,0
11 S5C	Areia Argilosa Comp 19 ≤ SPT < 40	0,3	3,0
12 S	Areia Medianamente. Comp 9 ≤ SPT < 19	0,4	1,5
13 SMC	Areia Silto Argilosa Mto Comp SPT > 40	0,4	4,0
14 SMC	Areia Silto Argilosa Comp. 19 ≤ SPT < 40	0,3	3,0
15 S5M	Areia Siltosa Med. Comp 9 ≤ SPT < 19	0,15	1,5
<b>Argilas</b>			
16 C	Argila Dura 20 ≤ SPT < 50	0,3	3,0
17 C	Argila Rija 11 ≤ SPT < 20	0,2	2,0
18 C	Argila Média 6 ≤ SPT < 10	0,1	1,0
19 C5S	Argila Arenosa Dura 20 ≤ SPT < 50	0,4	4,0
20 C5S	Argila Arenosa Rija 11 ≤ SPT < 20	0,3	3,0
21 C5S	Argila Arenosa Média 6 ≤ SPT < 10	0,15	1,5
22 C5M	Argila Siltosa Dura 20 ≤ SPT < 50	0,4	4,0
23 C5M	Argila Arenito Siltoso Rija 10 ≤ SPT < 20	0,3	3,0
24 C5M	Argila Siltoso Média 6 ≤ SPT < 10	0,15	1,5
<b>Siltes</b>			
25 M	Silte Duro 20 ≤ SPT < 50	0,3	3,0
26 M	Silte Rijo 11 ≤ SPT < 20	0,2	2,0
27 M	Silte 6 ≤ SPT < 10	0,1	1,0
28 M5S	Silte Arenoso Mto. Comp. SPT > 40	0,4	4,0
29 M5S	Silte Arenoso Compacto 19 ≤ SPT < 40	0,3	3,0
30 M5S	Silte Arenoso Med. Comp 9 ≤ SPT < 19	0,15	1,5
31 M5C	Silte Argiloso Duro 20 ≤ SPT < 50	0,3	3,0
32 M5C	Silte Argiloso Rígido 11 ≤ SPT < 20	0,2	2,0
33 M5C	Silte Argiloso Médio 6 ≤ SPT < 10	0,1	1,0

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>12/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

De acordo com a tabela de pressões básicas, a especificação da camada de assentamento das fundações analisadas se enquadra na classes: 8 – Areia Comp.  $\sigma_{adm} = 0,40$  Mpa  $\approx 4,00 \text{ kgf/cm}^2$ , a favor da segurança, conforme descrição estratigráfica referentes aos relatórios de sondagem apresentados no **Anexo**.

***Métodos Semi-empíricos:***

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>13/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			





#### Areia SPT 19-39 TIPO DE SOLO

$N_{spt.72}$	=	25,00	golpes
$B$	=	5,40	m
$L$	=	6,00	m
$N.A.$	=	1,80	m
Cota de assentamento (h)	=	1,00	m
Tensão Geostática $\sigma^G$	=	0,18	kgf/cm <sup>2</sup>

#### BIBLIOGRAFIA TÉCNICA NACIONAL

- Albiero & Cintra (2011):**  
 $\sigma_{adm} = (N_{SPT.72}) / 5;$   
 $\sigma_a = 5,00$  kgf/cm<sup>2</sup>
- Teixeira & Godoy (1996):**  
 Solos Arenosos:  $\sigma_{adm} = 0,5 + (0,1 + 0,04 \times B) \times (N_{SPT.72} / 100);$   
 Solos Argilosos:  $\sigma_{adm} = N_{SPT.72} / 5;$   
 Para areias;  $5 < N_{SPT.72} < 20;$   
 $\sigma_a = 5,00$
- Mello (1975):**  
 $\sigma_{adm} = \sqrt{N_{SPT.72} - 1};$   
 Sem distinção de solo  
 $N_{SPT.72}$  de 4 @ 16;  
 Se < 4, usar 4;  
 Se > 16, usar 16;  
 $\sigma_a = 4,00$
- Urbano & Alonso (1996):**  
 $\sigma_{adm} = (N_{SPT.72}) / 50 + \sigma^G;$   
 $\sigma_a = 5,18$
- Décourt (1992), apud Gouvêa (2007):**  
 $\sigma_{adm} = (N_{SPT.72}) / k$   
 $k = 3$  (Solo Arenoso);  
 $k = 4$  (Solo Argiloso);  
 $\sigma_a = 8,33$
- Milton Vargas (1966):**  
 $\sigma_{adm} = (N_{SPT.72}) / k$  onde:  
 $k = 5 - 5,5$  (Solo Arenoso);  
 $k = 6 - 6,5$  (Solo Siltoso);  
 $k = 7$  (Solo Argiloso);  
 $\sigma_a = 5,00$
- Berberian (2007):**  
 $\sigma_{adm} = (N_{SPT.72}) / k_B;$   
 $\sigma_a = 4,00$
- NBR 6122-2011 Berberian (2011),  $N_{SPT.72}$ , ampliada por Berberian:**  
 Método tabular - tabela de pressões admissíveis;  
 $\sigma_a = 4,00$

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>14/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			



BIBLIOGRAFIA TÉCNICA INTERNACIONAL	9	Meyerhof (1956) & Vesic (1975):			
		Solos Arenosos: $\sigma_{adm} = 32 \times N_{SPT.72} \times (B + L)$ ;	$\sigma_a =$	9,12	
		Solos Argilosos: $\sigma_{adm} = 16 \times N_{SPT.72}$ ;			
	10	Therzagui & Peck (1943 - 1967):			
		$\sigma_{adm} = 4,4 \times (N_{SPT.72} - 3) / 10 \times (B + 30)^2 / 2 \times B$ ;	$\sigma_a =$	2,70	
		Se houver N.A, dividir $\sigma_a$ por 2;			
	11	Parry (1977):			
		$\sigma_{adm} = 0,12 \times (N_{SPT.72})$ ;	$\sigma_a =$	3,00	
	12	DIN 1054 (Deutsche Normen):			
		Método tabular - tabela de pressões admissíveis DIN 1054 - ( $N_{60} = 1,2 \times N_{72}$ );	$\sigma_a =$	3,00	
		Variância ( $v$ ):		4,02	(kgf/cm <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>
		Desvio padrão ( $\mu$ ):	D.P.=	1,92	kgf/cm <sup>2</sup>
		Dispersão em torno da média:	39%		
		Dispersão desejada em torno da média:	40%		
		Desprezar valores superiores a:	6,81	kgf/cm <sup>2</sup>	
		Desprezar valores inferiores a:	2,92	kgf/cm <sup>2</sup>	
		Tensão Admissível Média:	$\sigma_{méd.adm} =$	4,86	kgf/cm <sup>2</sup>
		Tensão Admissível Ajustada:	$\sigma_{a.dispersão} =$	4,24	kgf/cm <sup>2</sup>
		Tensão Admissível:	$\sigma_{adm} =$	4,24	kgf/cm <sup>2</sup>

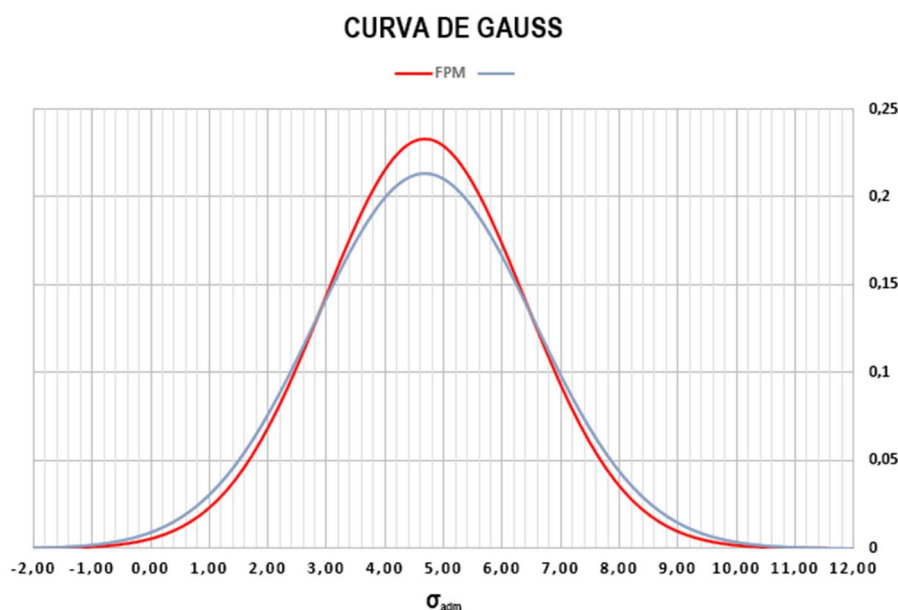
$$\sigma_{adm} = 424,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,24 \text{ kgf/cm}^2$$

Desta forma, determinou-se a tensão admissível a partir da média aritmética dos métodos acima referenciados:

$$\text{Média global dos métodos: } \sigma_{adm} = (4,00 + 4,00 + 4,24) / 3 \approx 4,08 \text{ kgf/cm}^2.$$

$$\text{Adotado} \rightarrow \sigma_{adm \text{ GERAL}} = 408,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,00 \text{ kgf/cm}^2, \text{ a favor da segurança.}$$

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>15/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			





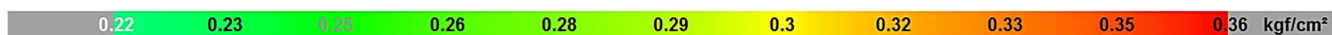
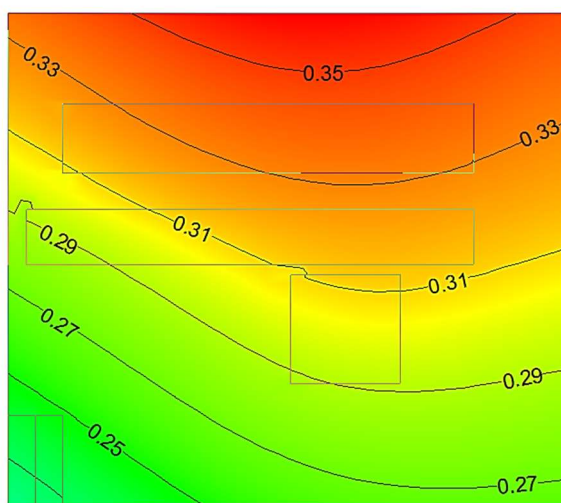
## 5.2.2 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE RESISTENCIA E DEFORMABILIDADE POR CORRELAÇÃO

SPT 25

N	Tipo de Solo	Descrição	qc (kPa)	Módulo de Deformabilidade (MPa)			Ângulo de Atrito (°)			Coesão de Intercepto (kPa)		
				Minimo	Máximo	Médio	Minimo	Máximo	Médio	Minimo	Máximo	Médio
1	Areia	Compacto	25000	50,0	100,0	75,0	33	41	37	11	26	19
2	Areia siltoosa	Compacto	20000	40,0	80,0	60,0	33	40	36	11	27	19
3	Areia silto-argilosa	Compacto	17500	35,0	70,0	52,5	32	39	35	12	27	19
4	Areia argilosa	Compacto	15000	30,0	60,0	45,0	31	38	35	12	27	20
5	Areia argilo-siltosa	Compacto	12500	25,0	50,0	37,5	31	37	34	12	28	20
6	Silte	Duro	10000	40,0	60,0	50,0	31	37	34	24	56	40
7	Silte arenoso	Compacto	13750	55,0	82,5	68,8	32	39	35	23	54	39
8	Silte areno-argiloso	Compacto	11250	45,0	67,5	56,3	31	38	35	24	55	39
9	Silte argiloso	Duro	5750	23,0	34,5	28,8	29	36	33	25	57	41
10	Silte argilo-arenoso	Duro	6250	25,0	37,5	31,3	30	37	33	24	57	40
11	Argila	Duro	5000	30,0	40,0	35,0	28	34	31	34	79	57
12	Argila arenosa	Duro	8750	52,5	70,0	61,3	30	37	34	32	75	54
13	Argila areno-siltosa	Duro	7500	45,0	60,0	52,5	29	35	32	33	77	55
14	Argila siltosa	Duro	5500	33,0	44,0	38,5	28	35	32	34	78	56
15	Argila silto-arenosa	Duro	8250	49,5	66,0	57,8	30	36	33	33	76	54

qc - calculado por correlação de Aoki-Veloso.



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>16/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			



**Figura 5.2 – Envoltória de tensão de trabalho.**


$$\sigma_{\text{trab.máx}} = 36,00 \text{ kN/m}^2 \approx 0,36 \text{ kgf/cm}^2 \ll \sigma_{\text{adm GERAL}} = 400,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,00 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow \text{Ok!!}$$

### 5.2.3 COEFICIENTES DE REAÇÃO DE SOLO $k_v$ e $k_h$ .

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>17/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

**Valores sugeridos por SAFE – MORRISON 1993 - CINTRA et al. (2003) (Método tabular)**



**DEGREDO ETA / SP-09**

	PROF. (m)	SPT	SPT <sub>acum</sub>	SPT <sub>medio</sub>	Tensão admissível (kgf/cm²)	Cota de Assentamento	Tensão de trabalho	Bulbo de tensões	Zona de plastificação	Kv - kN/m³	Kh - kN/m³
	1	14	14	14	2,80	-	0,23	-	-	56.000	22.400
	2	16	30	15	3,00	16,00	0,19	16,00	16,00	60.000	24.000
	3	8	38	13	2,53	8,00	0,16	8,00	8,00	50.000	20.000
	4	15	53	13	2,65	15,00	0,14	15,00	15,00	53.000	21.200
	5	23	76	15	3,04	23,00	0,13	23,00	23,00	60.000	24.000
	6	23	99	17	3,30	23,00	0,11	23,00	23,00	66.000	26.400
	7	26	125	18	3,57	26,00	0,10	26,00	26,00	71.000	28.400
	8	38	163	20	4,08	38,00	0,09	38,00	38,00	80.000	32.000
	9	38	201	22	4,47	38,00	0,09	38,00	-	80.000	32.000
	10	38	239	24	4,78	38,00	0,08	38,00	-	80.000	32.000
	11	33	272	25	4,95	33,00	0,07	33,00	-	80.000	32.000
	12	32	304	25	5,07	32,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	13	35	339	26	5,22	35,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	14	40	379	27	5,41	40,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	15	37	416	28	5,55	37,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	16	37	453	28	5,66	37,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	17	30	483	28	5,68	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	18	30	513	29	5,70	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	19	30	543	29	5,72	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	20	30	573	29	5,73	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	21	30	603	29	5,74	30,00	0,04	-	-	80.000	32.000
	22	3	342	16	3,11	3,00	0,04	-	-	62.000	24.800


Pode-se obter o valor do coeficiente de reação horizontal (Kh) a partir do coeficiente de reação vertical (Kv) e do coeficiente de Poisson  $\nu$ . Para a obtenção do coeficiente de recalque horizontal pode se utilizar o método recomendado por Teng [1962], a partir das correlações empíricas dadas por Terzaghi [1955]:

NATUREZA DO SOLO = Arenoso      Ângulo de atrito = 37,00  
 Kv - kN/m³ = 80.000,00  
 Tensão adm. média (kgf/cm²) = 5,00      Tensão trab. (kgf/cm²) = 0,30  
 N<sub>SPT.médio</sub> = 25,00

Cota de assentamento C.A. (m) = 1,00      Fator de forma  $\alpha$  (BARATA-1993) = 1,80  
 B - largura (m) = 5,40      B - Bulbo de tensões (m) - Recalque - E.L.S. = 9,72  
 L - comprimento (m) = 6,15      Z - zona de plastificação (m) - Ruptura - E.L.U. = 8,10  
 L/B = 1,00      Cota de assentamento Z (m) = 11,00  
 Significância = 0.50



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>18/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

#### DEGREDO ESTAÇÃO ETA / SP-10


Bulbo de tensões	PROF. (m)	SPT	SPT <sub>acum</sub>	SPT <sub>médio</sub>	Tensão admissível (kgf/cm²)	Cota de Assentamento	Tensão de trabalho	Bulbo de tensões	Zona de plastificação	Kv - kN/m³	Kh - kN/m³
	1	7	7	7	1,40	7,00	0,23	-	-	29.200	11.680
	2	10	17	9	1,70	10,00	0,19	10,00	10,00	34.600	13.840
	3	16	33	11	2,20	16,00	0,16	16,00	16,00	44.000	17.600
	4	21	54	14	2,70	21,00	0,14	21,00	21,00	54.000	21.600
	5	20	74	15	2,96	20,00	0,13	20,00	20,00	59.000	23.600
	6	24	98	16	3,27	24,00	0,11	24,00	24,00	65.000	26.000
	7	29	127	18	3,63	29,00	0,10	29,00	29,00	72.000	28.800
	8	26	153	19	3,83	26,00	0,09	26,00	26,00	76.000	30.400
	9	34	187	21	4,16	34,00	0,09	34,00	-	80.000	32.000
	10	31	218	22	4,36	31,00	0,08	31,00	-	80.000	32.000
	11	33	251	23	4,56	33,00	0,07	33,00	-	80.000	32.000
	12	35	286	24	4,77	35,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	13	32	318	24	4,89	32,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	14	35	353	25	5,04	35,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	15	30	383	26	5,11	30,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	16	30	413	26	5,16	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	17	30	443	26	5,21	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	18	30	473	26	5,26	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	19	30	503	26	5,29	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	20	30	533	27	5,33	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	21	30	563	27	5,36	30,00	0,04	-	-	80.000	32.000
	22	30	593	27	5,39	30,00	0,04	-	-	80.000	32.000

Pode-se obter o valor do coeficiente de reação horizontal (Kh) a partir do coeficiente de reação vertical (Kv) e do coeficiente de Poisson  $\nu$ . Para a obtenção do coeficiente de recalque horizontal pode se utilizar o método recomendado por Teng [1962], a partir das correlações empíricas dadas por Terzaghi [1955]:

NATUREZA DO SOLO =	Arenoso	Ângulo de atrito =	37,00
Kv - kN/m³ =	80.000,00		
Tensão adm. média (kgf/cm²) =	4,80	Tensão trab. (kgf/cm²) =	0,30
N <sub>SPT.médio</sub> =	24,00		
Cota de assentamento C.A. (n) =	1,00	Fator de forma $\alpha$ (BARATA-1993) =	1,80
B - largura (m) =	5,40	B - Bulbo de tensões (m) - Recalque - E.L.S. =	9,72
L - comprimento (m) =	6,15	Z - zona de plastificação (m) - Ruptura - E.L.U. =	8,10
L/B =	1,00	Cota de assentamento Z (m) =	11,00
Significância =	0,50		

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>19/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			



#### DEGREDO ESTAÇÃO ETA / SP-12

Bulbo de tensões	PROF. (m)	SPT	SPT <sub>acum</sub>	SPT <sub>medio</sub>	Tensão admissível (kgf/cm²)	Cota de Assentamento	Tensão de trabalho	Bulbo de tensões	Zona de plastificação	Kv - kN/m³	Kh - kN/m³
	1	10	10	10	2,00	-	0,23	-	-	40.000	16.000
	2	7	17	9	1,70	7,00	0,19	7,00	7,00	34.600	13.840
	3	13	30	10	2,00	13,00	0,16	13,00	13,00	40.000	16.000
	4	27	57	14	2,85	27,00	0,14	27,00	27,00	57.000	22.800
	5	33	90	18	3,60	33,00	0,13	33,00	33,00	72.000	28.800
	6	30	120	20	4,00	30,00	0,11	30,00	30,00	80.000	32.000
	7	35	155	22	4,43	35,00	0,10	35,00	35,00	80.000	32.000
	8	28	183	23	4,58	28,00	0,09	28,00	28,00	80.000	32.000
	9	30	213	24	4,73	30,00	0,09	30,00	-	80.000	32.000
	10	33	246	25	4,92	33,00	0,08	33,00	-	80.000	32.000
	11	30	276	25	5,02	30,00	0,07	30,00	-	80.000	32.000
	12	26	302	25	5,03	26,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	13	36	338	26	5,20	36,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	14	30	368	26	5,26	30,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	15	35	403	27	5,37	35,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	16	30	433	27	5,41	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	17	30	463	27	5,45	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	18	30	493	27	5,48	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	19	30	523	28	5,51	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	20	30	553	28	5,53	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000
	21	30	583	28	5,55	30,00	0,04	-	-	80.000	32.000
	22	30	613	28	5,57	30,00	0,04	-	-	80.000	32.000

Pode-se obter o valor do coeficiente de reação horizontal (Kh) a partir do coeficiente de reação vertical (Kv) e do coeficiente de Poisson  $\nu$ . Para a obtenção do coeficiente de recalque horizontal pode se utilizar o método recomendado por Teng [1962], a partir das correlações empíricas dadas por Terzaghi [1955]:

NATUREZA DO SOLO =	Arenoso	Ângulo de atrito =	37,00
Kv - kN/m³ =	80.000,00	Tensão trab. (kgf/cm²) =	0,30
Tensão adm. média (kgf/cm²) =	5,20		
N <sub>SPT.medio</sub> =	26,00		
Cota de assentamento C.A. (m) =	1,00	Fator de forma $\alpha$ (BARATA-1993) =	1,80
B - largura (m) =	5,40	B - Bulbo de tensões (m) - Recalque - E.L.S. =	9,72
L - comprimento (m) =	6,15	Z - zona de plastificação (m) - Ruptura - E.L.U. =	8,10
L/B =	1,00	Cota de assentamento Z (m) =	11,00
Significância =	0,50		
Tensão admissível média dos métodos (kgf/cm²)			4,24
Tensão admissível corrigida (kgf/cm²)			4,00
N <sub>SPT.medio</sub>			25,00
			Kv - kN/m³ 80.000,00
			Kv - kN/m³ 80.000,00

$$\therefore \rightarrow k_v = 80.000,00 \text{ kN/m}^3 \approx 8.000,00 \text{ t/m}^3$$

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>20/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

**Valores sugeridos por Bowles-1997**

Solo	$k_s$ e $k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
Areia fofa	4.800 – 16.000
Areia medianamente compacta	9.600 – 80.000
Areia compacta	64.000 – 128.000
Argila arenosa medianamente compacta	32.000 – 80.000
Silte arenoso medianamente compacto	24.000 – 48.000
Argila	
$q_u \leq 200$ kPa	12.000 – 24.000
$200 < q_u \leq 800$ kPa	24.000 – 48.000
$q_u > 800$ kPa	> 48.000





**Valores sugeridos por Moraes apud Souza -1976.**

Tipo de solo	$k_v$ (KN.m <sup>-3</sup> )
Turfa leve - solo pantonoso	5.000 a 10.000
Turfa pesada - solo pantonoso	10.000 a 15.000
Areia fina de praia	10.000 a 15.000
Aterro de silte, de areia e cascalho	10.000 a 20.000
Argila molhada	20.000 a 30.000
Argila úmida	40.000 a 50.000
Argila seca	60.000 a 80.000
Argila seca endurecida	100.000
Silte compactado com areia e pedra	80.000 a 100.000
Silte compactado com areia e muita pedra	100.000 a 120.000
Cascalho miúdo com areia fina	80.000 a 120.000
Cascalho médio com areia fina	100.000 a 120.000
Cascalho grosso com areia grossa	120.000 a 150.000
Cascalho grosso com pouca areia	150.000 a 200.000
Cascalho grosso com pouca areia compactada	200.000 a 250.000



O coeficiente de recalque adotado neste trabalho,  $k_v \approx 80.000,00 \text{ kN/m}^3$ , é compatível com os valores tabelados sugeridos por **Bowles**, **SAFE-MORRISOM** e **MORAES**, já considerando o fator de correção dos valores tabelados em função da geometria da fundação, de acordo com **VELLOSO**.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>21/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

#### 5.2.4 DETERMINAÇÃO DOS RECALQUES

Os recalques são classificados em:



- recalque absoluto: é o recalque de uma fundação, ou ainda, de um ponto de uma fundação, no caso de fundação com grandes dimensões;
- recalque diferencial: é a diferença entre dois recalques absolutos de duas fundações ou de dois pontos de uma mesma fundação, no caso de fundações de grandes dimensões;
- recalque distorcional, recalque diferencial específico ou distorção angular: é a relação entre o recalque diferencial e a distância correspondente, dado em geral em função de uma fração cujo numerador é unitário (exemplo: 1:500).

Os danos causados as estruturas podem ser estruturais, funcionais e estéticos.

Os danos estruturais estão fundamentalmente relacionados ao recalque distorcional, uma vez que estão associados à questão da flexão das peças da estrutura.

Os recalques absolutos estão relacionados a danos funcionais e estéticos (ruptura de tubulões, por exemplo), enquanto os recalques diferenciais podem estar associados tanto os danos estruturais (através dos recalques distorcionais) como funcionais e estéticos (modificação de caimentos, inclinação do prédio, etc.).

Quanto ao tempo de ocorrência, os recalques podem ser rápidos (às vezes chamados de imediatos) ou lentos.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>22/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>

Os recalques rápidos demoram horas ou dias para ocorrer. De uma maneira geral, quando uma determinada obra é concluída, recalques desse tipo praticamente deixam de ocorrer ao final da construção (para o peso próprio, naturalmente, restando ainda os recalques correspondentes à ocupação do prédio). Já os recalques lentos demoram meses ou anos para ocorrer e ainda existe uma parcela dos recalques para ocorrer quando a obra é concluída.



Muitas vezes há uma associação dos dois tipos. No caso de materiais argilosos saturados, por exemplo, uma parcela se dá de forma rápida, não drenada (deformação a volume constante), enquanto outra se dá de forma drenada, com saída de água dos vazios (processo de adensamento).

O cálculo de recalques das sapatas é feito como um elemento isolado rígido, ou seja, sem necessidade de uma análise posterior de flexibilidade da fundação (ou da interação solo-fundação). Caso haja excentricidade no carregamento, o momento decorrente dessa excentricidade provocará rotação da sapata, que deverá superpor-se ao recalque calculado com a carga vertical suposta centrada.

Pode-se separar os métodos de previsão de recalques em três grandes grupos:

- Métodos racionais;
- Métodos semi-empíricos;
- Métodos empíricos.

Nos métodos racionais, os parâmetros de deformabilidade, obtidos em laboratório ou *in situ* (ensaio pressiométrico e de placa), são combinados a modelos de para previsão de recalques teoricamente exatos. Os procedimentos de cálculo de recalques podem ser separados em dois grupos:

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>23/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			



- Cálculos diretos - o recalque é fornecido diretamente pela solução empregada;
- Cálculos indiretos - o recalque é fornecido por cálculo (à parte) de deformações específicas, posteriormente integradas.

Nos métodos semi-empíricos, os parâmetros de deformabilidade, obtidos por correlação em ensaios in situ de penetração (estático, CPT, ou dinâmica, SPT), são combinados a modelos para previsão de recalques teoricamente exatos ou adaptações deles. Dentre os principais métodos pode se citar os de:

- a. *Terzaghi e Peck*;
- b. *Meyerhof*;
- c. *Buisman*;
- d. *Schmertmann*.

Nos métodos baseados na Teoria da Elasticidade o cálculo de recalques para fundações superficiais é realizado adotando-se modelos discretos para simulação do comportamento da interação solo-estrutura em base elástica. Um destes modelos, largamente utilizado dentro da prática dos escritórios de engenharia, é a hipótese de *Winkler*, que se baseia em uma adequação da lei de *Hooke*. Tal hipótese considera, para o caso particular de deformações verticais apenas, molas transversais à placa, sem interação entre elas. A base elástica é considerada como homogênea e isotrópica, portanto possui um único parâmetro constitutivo, denominado como módulo de reação vertical. Tal modelo assume que a relação tensão-deformação da estrutura com o solo é linear.

Neste trabalho serão considerados o método de *Schmertmann* e o método de *Winkler* para determinação dos recalques.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>24/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

### ***Método de Schmertmann et al. (1978)***

Em 1978, *Schmertmann et al.* definiram que, para um carregamento uniforme  $\sigma$ , atuando na superfície de um semi-espaco infinito, isotrópico e homogêneo, à profundidade  $z$ , sob o centro do carregamento, a seguinte equação era válida:

$$\varepsilon_z = (\sigma \times I_z) / E_s$$

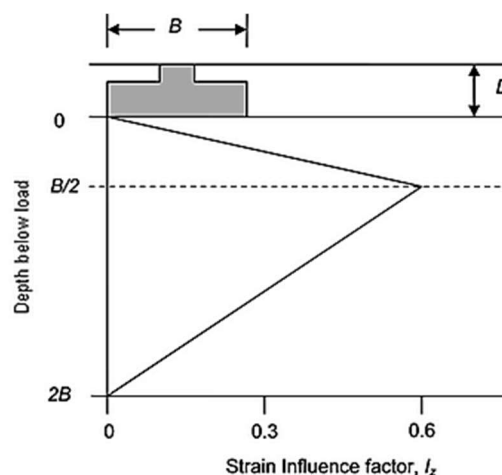
em que:

$\varepsilon_z$  = deformação vertical à profundidade  $z$ ;

$\sigma$  = carregamento uniforme;



$I_z$  = fator de influência na deformação;

$E_s$  = módulo de deformabilidade.



O autor observou que a deformação máxima ocorre a uma profundidade  $Z = B/2$ , onde  $B$  é a menor dimensão da sapata. Após esta profundidade a deformação diminui até praticamente se anular a uma profundidade  $Z = 2.B$

Aplicando o método de *Schmertmann* (1978), baseado no método de camadas e calculado pela elasticidade de cada camada, leva em consideração toda as condições das camadas dentro do bulbo de tensão, chegamos aos valores da tabela a seguir.

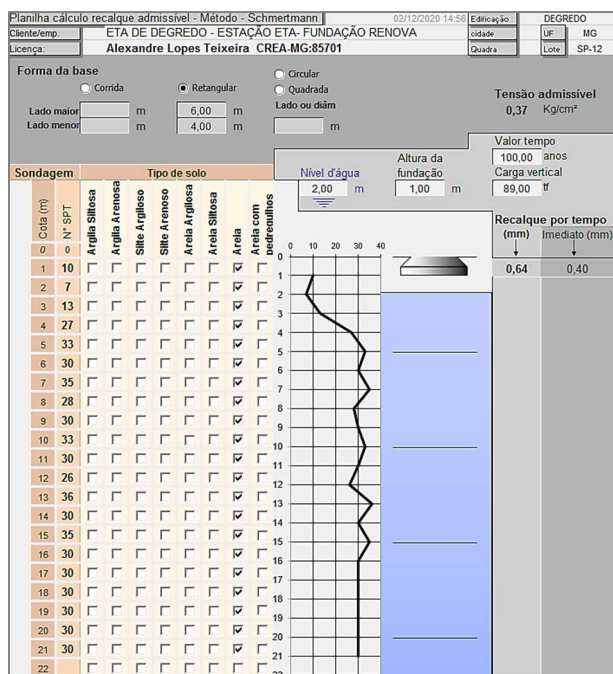
Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			

<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
		<b>SE04004</b>	
		Nº CONTRATADA	PÁGINA
		<b>EX-51464</b>	<b>25/32</b>
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>

### Método de Schmertmman

#### FURO SP-12:





$$s_1 = 0,00 \text{ mm}$$

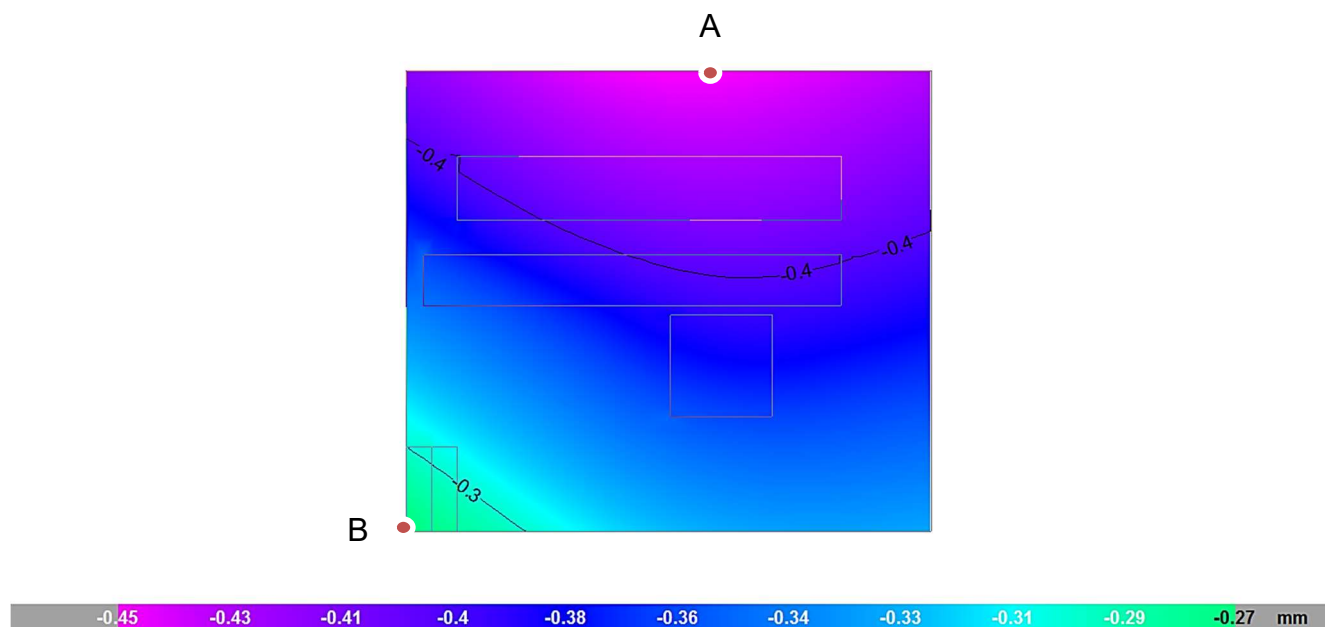
### Método de Winkler

#### FURO SP-12:

*Winkler* (1867) propôs um modelo de cálculo para as deformações do solo baseado no conceito do coeficiente de reação. No modelo, o solo é idealizado por um conjunto independente de molas linearmente elásticas e igualmente espaçadas entre si. A rigidez dessas molas é definida através de uma constante de proporcionalidade entre a pressão aplicada e o deslocamento do solo. Este coeficiente de proporcionalidade é chamado de

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>26/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

coeficiente de reação ou módulo de reação e comumente representado por  $k_v$  quando utilizado para designar uma reação vertical.



**Figura 5.3 – Isovalores – Envoltória de deslocamentos no piso.**



$S_A$  - Recalque total ponto A = 0,45 mm;

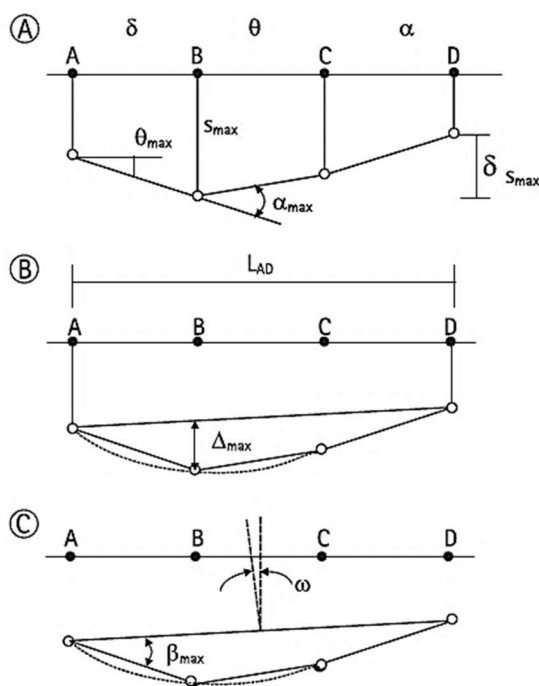
$S_B$  - Recalque total ponto B = 0,27 mm;

Recalque diferencial entre A e B,  $\delta_{AB} = S_A - S_B = 0,18 \text{ mm} \ll 25,00 \text{ mm} \rightarrow \text{O.K!}$ ;

Distorção angular:  $\beta = \delta_{AB} / AB = 0,04 / 6.200 \approx 1 / 30.000 \ll 1/12.000$  (Limites de Bjerrum – Anexo I)  $\rightarrow \text{O.K!}$

Considerando o método de (*Winkler*), teremos:

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público	<div>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</div> <div>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</div> <div>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</div> <div>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE04004		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		EX-51464	27/32	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N044500-O-1MC002	1	



**Figura 5.4 - Definições (Burland e Wroth, 1975): (A) definições de recalques ( $s$ ), recalques diferenciais ( $\delta s$ ), rotação ( $\theta$ ) e deformação angular ( $\alpha$ ); (B) definições de deflexão relativa ( $\Delta$ ) e deflexão proporcional ( $\Delta/L$ ) e (C) definições de inclinação ( $\omega$ ) e rotação relativa (distorção angular)  $\beta$ .**



$s_1$  = recalques totais;

$s_A$  = 0,45 mm,

$s_B$  = 0,27 mm,

$\delta_{AB}$  = recalque diferencial entre A e B  $\therefore \delta_{AB} = 0,18$  mm;

$\beta$  =  $\delta_{AB} / AB$  distorção angular entre A e B  $\therefore \beta \ll 1/12.000 \rightarrow O.K!$

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>28/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

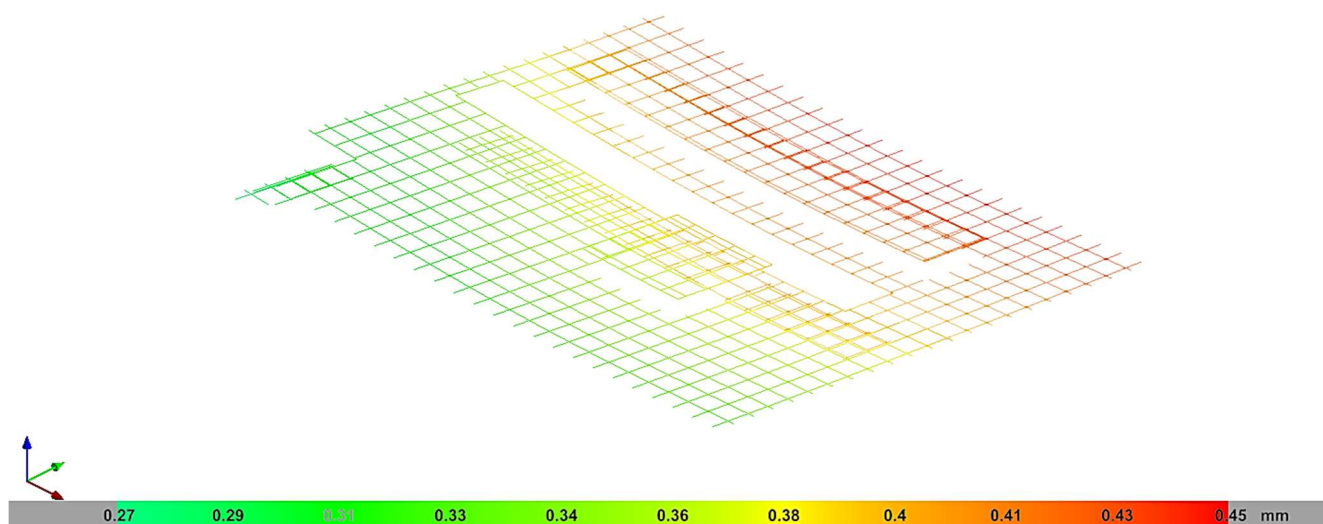
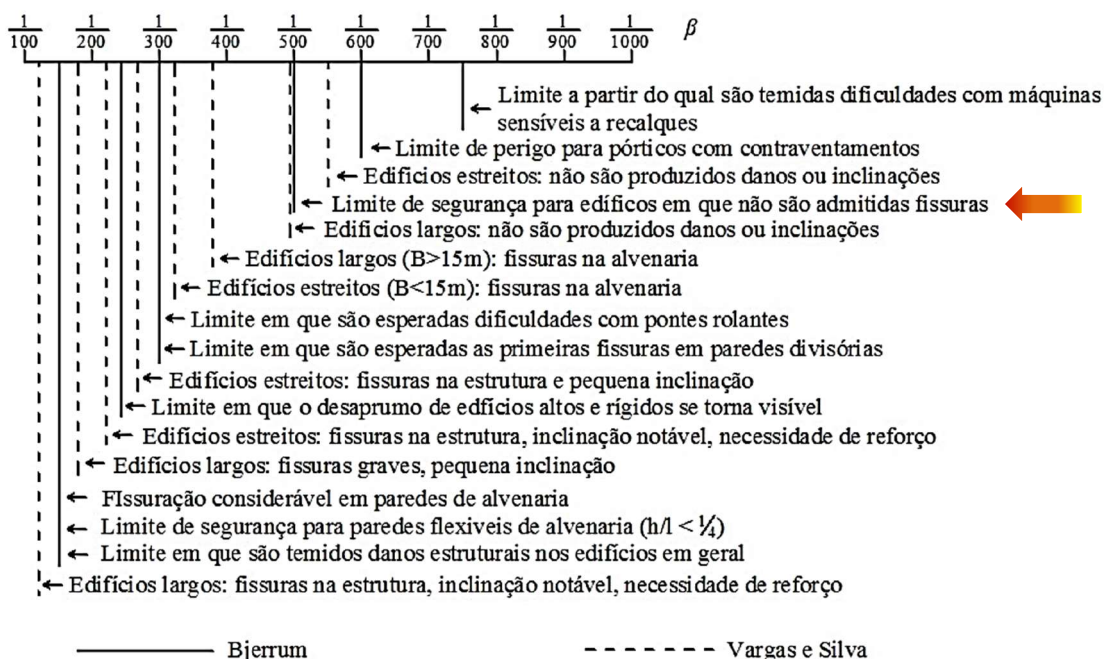




Figura 5.5 – Envoltória de deformações.



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>29/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

Na **ABNT NBR-6122:2019** os recalques admissíveis de fundações superficiais são da ordem de 25,00 mm, considerando que o embutimento da fundação em solos granulares é  $D \leq 1,00$  m. Os valores calculados de recalque imediato e ao longo do tempo e a distorção angular, acima evidenciados, atendem às prescrições da **ABNT NBR-6122:2019** e aos limites de *Bjerrum*.

## 6.0 RECOMENDAÇÕES

Especial atenção deverá ser atribuída ao reaterro junto aos elementos estruturais, para mitigar o disposto na **ABNT NBR-6122:2019** – *item 7.6.3*, a favor da segurança e deverão ser realizados com material autóctone, de boa qualidade, isentos de material granular, compactados em camadas de, no máximo,  $e = 20,00$  cm, com controle de umidade e densidade, de forma a se obter, no mínimo 98 % P.N.;

## 7.0 CONCLUSÕES

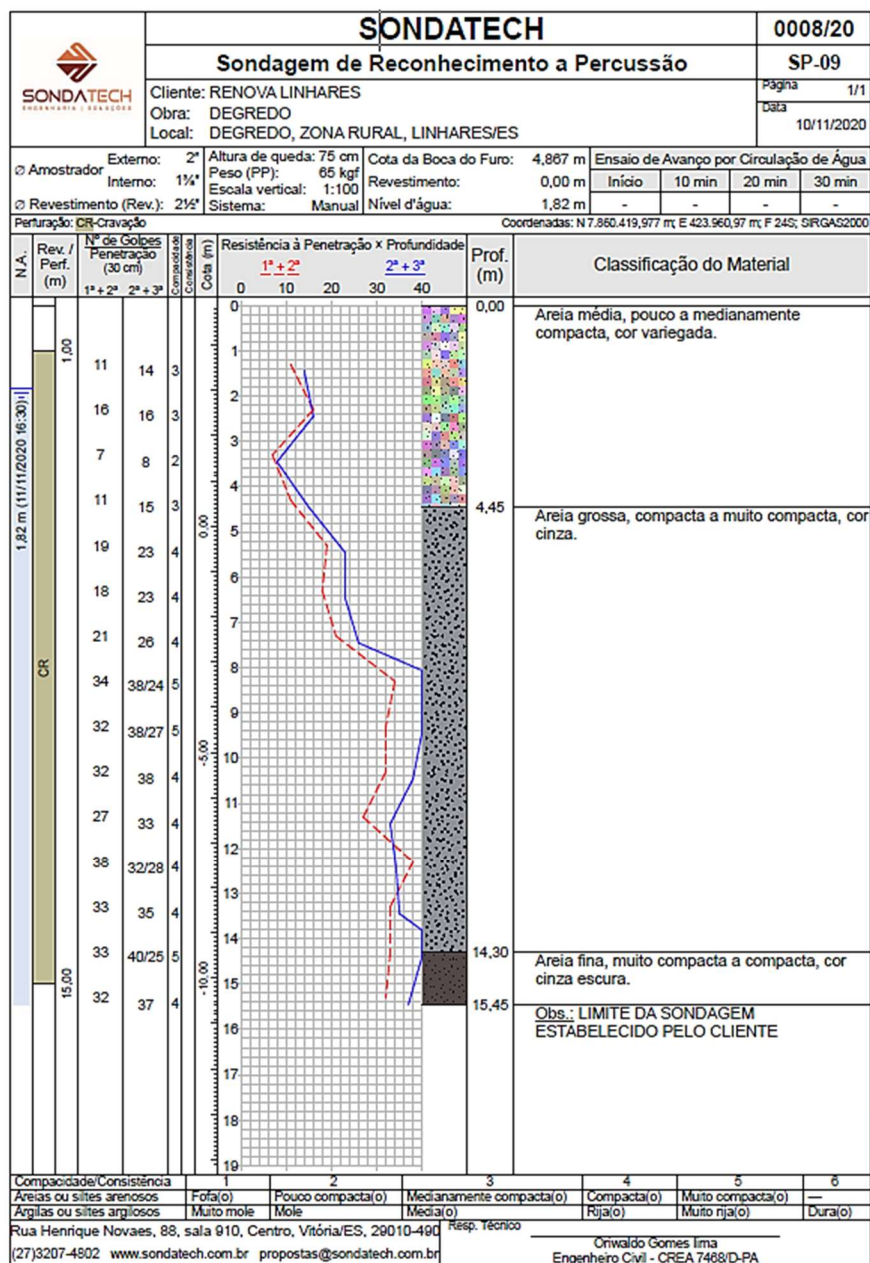
Ressalta-se que as análises geotécnicas preliminares apresentadas neste trabalho consideraram as informações dos furos **SP-09**, **SP-10** e **SP-12** posicionados próximos à área de implantação, conforme coordenadas indicadas no **Anexo**. Ressalta-se, também, que as análises consideram informações tabeladas, pela ausência de estudos geotécnicos laboratoriais, e apresentam valores aproximados em condições drenadas de mobilização, s.m.j.



A capacidade de suporte do material deve ser confirmada “*in loco*”, por profissional habilitado, através de ensaios expeditos de campo, conforme **ABNT NBR-6122:2019** – *Anexo A / item A.3* e caso sejam encontrados valores inferiores a  $400,00 \text{ kN/m}^2$ , a projetista deverá ser consultada.

Código: FM-ENG-002		
Nº da revisão: 01		
Elaborador: Rachel Cezar Leão Viana		
Aprovador: Christiano Barros		
Data da aprovação: 25/09/2020		
Periodicidade da revisão: Anual		
Classificação: Público		
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) <b>SE04004</b>
		Nº CONTRATADA <b>EX-51464</b>
		PÁGINA <b>30/32</b>
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N044500-O-1MC002</b>
		REV. <b>1</b>

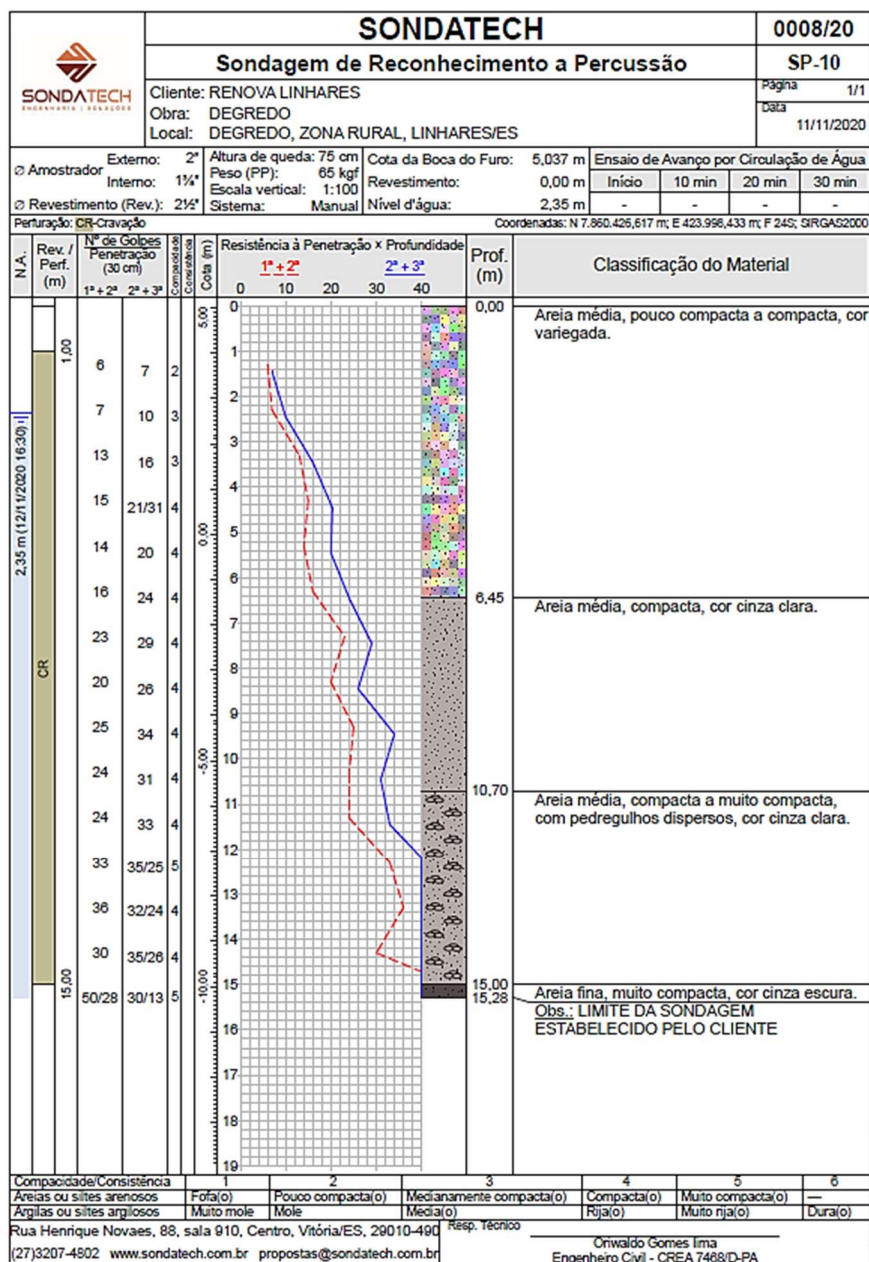
## 8.0 ANEXO



### BOLETIM DE SONDAGEM – SP-09



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51464</b>	<b>31/32</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>			

## BOLETIM DE SONDAGEM – SP-10



Código: FM-ENG-002		
Nº da revisão: 01		
Elaborador: Rachel Cezar Leão Viana		
Aprovador: Christiano Barros		
Data da aprovação: 25/09/2020		
Periodicidade da revisão: Anual		
Classificação: Público		

<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - GEOTECNIA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO GEOTÉCNICA – ETA</b>	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
	<b>SE04004</b>	
	Nº CONTRATADA	PÁGINA
	<b>EX-51464</b>	<b>32/32</b>
	Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC002</b>	<b>1</b>	

## BOLETIM DE SONDAGEM – SP-12

