





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 – REL - 01 30 m³</b>	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) <b>SE04004</b>	
	Nº CONTRATADA <b>EX-51417</b>	PÁGINA <b>1/34</b>
	Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N044500-O-1MC005</b>	REV. <b>1</b>

REVISÕES							
TE: TIPO EMISSÃO		A - PRELIMINAR B - PARA APROVAÇÃO	C - PARA CONHECIMENTO D - PARA COTAÇÃO	E - PARA CONSTRUÇÃO F - CONFORME COMPRADO	G - CONFORME CONSTRUÍDO H - CANCELADO		
Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.	Data
0	C	PARA CONHECIMENTO	ALT	ALT	SLLP	ARD	10/12/20
1	C	PARA CONHECIMENTO	ALT	ALT	SLLP	ARD	29/01/21

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>2/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

## SUMÁRIO

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>1.0</b>	<b>OBJETIVO DO MEMORIAL</b>	<b>4</b>
<b>2.0</b>	<b>DESCRIÇÃO DO PROJETO</b>	<b>4</b>
<b>3.0</b>	<b>NORMAS, MATERIAIS, SOFTWARES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>	<b>7</b>
<b>4.0</b>	<b>AÇÕES E COMBINAÇÕES DE ESFORÇOS</b>	<b>9</b>
4.1	PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA	9
4.2	SOBRECARGA DE ÁGUA	9
4.3	AÇÕES DEVIDO AO EMPUXO DE ÁGUA	9
4.4	SOBRECARGA DE UTILIZAÇÃO	9
4.5	SOBRECARGA DE SOLO	9
4.6	AÇÃO DO VENTO	9
<b>5.0</b>	<b>MARCHA DE CÁLCULO</b>	<b>10</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
5.2	VERIFICAÇÕES	10
5.2.1	CAPACIDADE DE CARGA DAS FUNDAÇÕES	10
5.2.2	DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE RESISTENCIA E DEFORMABILIDADE POR CORRELAÇÃO	17
5.2.3	COEFICIENTES DE REAÇÃO DE SOLO KV E KH.	18
5.2.4	DETERMINAÇÃO DOS RECALQUES	23
<b>6.0</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b>	<b>31</b>
<b>7.0</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>31</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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>3/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

## 8.0 ANEXO

32

BOLETIM DE SONDAGEM – SP-09

32

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>4/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			



## 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 das instalações do Reservatório Elevado (**REL-01**), com capacidade de 30,00 m³, a ser implantado, no povoado de Degredo, no município de Linhares – ES.

## 2.0 DESCRIÇÃO DO PROJETO

A estrutura trata-se de um reservatório elevado, em concreto armado convencional, com  $\varnothing_{ext}$  3,85 m e 4,50 m de altura, parede de 0,20 m de largura e laje de fechamento superior de 0,20 m de altura, apoiada diretamente sobre um laje de 0,30 m de altura, que por sua vez apoia-se em uma estrutura reticulada, subdividida em sete pisos típicos, compostos por quatro pilares, interligados no topo por vigas de travamento de seção transversal típica de 0,50 x 0,25 m, intertravadas no topo por diafragma rígido de altura de 0,15 m. Os pilares são assentes sobre sapata rígida, de dimensões 6,00 x 6,00 x 1,00 m, apoiada diretamente sobre o solo. Em atendimento à norma **ABNT NBR-6118:2014**, as estruturas foram dimensionadas em concreto estrutural classe **C30** – para vigas pilares e lajes dos níveis típicos e sapata de fundação e classe **C40** – para vigas lajes e cortinas do nível do reservatório, considerando **CAA - II**. O cobrimento adotado foi 4,50 cm para pilares, 4,00 cm para estrutura de fundação e vigas e 2,50 cm para todas as lajes toda estrutura. As figuras 2.1 & 2.2 apresentam a geometria da estrutura.

A altura de reservação do líquido no interior do reservatório deverá ser de 3,50 m a partir do piso do reservatório.

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>5/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

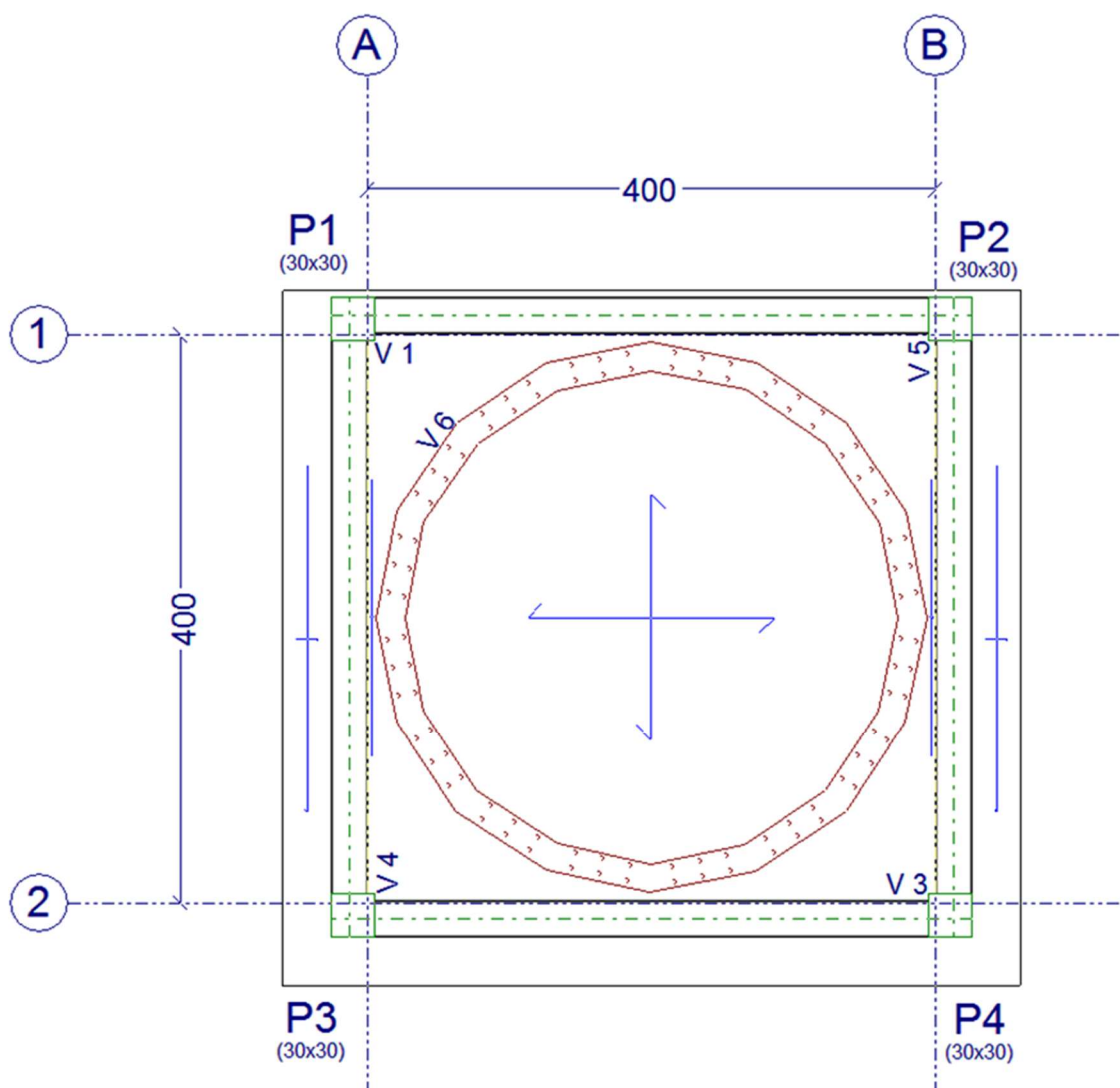


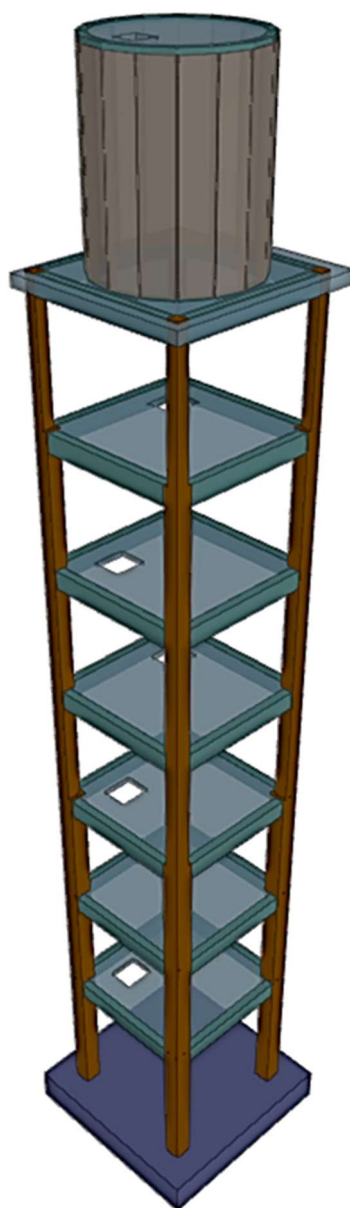




Figura 2.1 – Croqui da estrutura – Arranjo conceitual.

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>6/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			



**Figura 2.2 – Perspectiva 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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>7/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			



### 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;
- ✓ 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 7181:2018** – 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.

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>8/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

## Materiais



- ✓ Concreto estrutural, com resistência característica  $f_{ck} \geq 40,00$  MPa e  $E_{ci} = 35,00$  GPa; Peso Específico do Concreto:  $25,00 \text{ kN/m}^3$ ; Classe de Agressividade Ambiental IV, Agressividade muito forte, Ambiente Tipo Urbano, com abertura de fissuras  $w_k \leq 0,20$  mm para região seca e  $w_k \leq 0,10$  mm região submersa (**NBR-6118:2014**, Tabelas 6.1 e 13.4);
- ✓ 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 Moderada, Ambiente Tipo Urbana, com abertura de fissuras  $w_k \leq 0,30$  mm para região seca e  $w_k \leq 0,10$  mm região submersa (**NBR 6118:2014**, Tabelas 6.1 e 13.4);
- ✓ Aço estrutural CA-50 com resistência característica  $f_{yk} \geq 500,00$  MPa.

## Softwares

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

## Documentos de referência

- ✓ **N044500-C-1MC005 - 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 – REL-01 30 m³;**
- ✓ **RELATÓRIO DE SONDAGEM**

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>9/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

## 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 SOBRECARGA DE ÁGUA

As ações gravíticas devidas à sobrecarga de água sobre a laje de fundo foram calculadas considerando-se peso específico da água ( $\gamma_a$ ), dado por  $\gamma_a = 10,00 \text{ kN/m}^3$  e altura do nível de reservação de 3,50 m, aplicadas no sentido descendente, perpendicularmente ao plano da laje.

### 4.3 AÇÕES DEVIDO AO EMPUXO DE ÁGUA

Para o cálculo do empuxo de água sobre as paredes do reservatório considerou-se peso específico ( $\gamma_a$ ), dado por  $\gamma_a = 10,00 \text{ kN/m}^3$  e altura do nível de reservação de 3,50 m.

### 4.4 SOBRECARGA DE UTILIZAÇÃO



Sobre todas as lajes da estrutura será considerada sobrecarga operacional de  $5,00 \text{ kN/m}^2$ .

### 4.5 SOBRECARGA DE SOLO

Sobre a sapata de fundação será considerada sobrecarga devida ao peso de solo, considerando densidade média de  $\gamma_s = 18,00 \text{ kN/m}^3$ .

### 4.6 AÇÃO DO VENTO

As ações de vento serão calculadas automaticamente pelo software, considerando-se velocidade básica de vento de  $35,00 \text{ m/s}$ .

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>10/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

## 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 NBR- 6118:2014** e **ABNT NBR-6122:2019**. A seguir serão listadas as verificações geotécnicas para implantação das estruturas R.E.L.- 01, no povoado de Degredo.

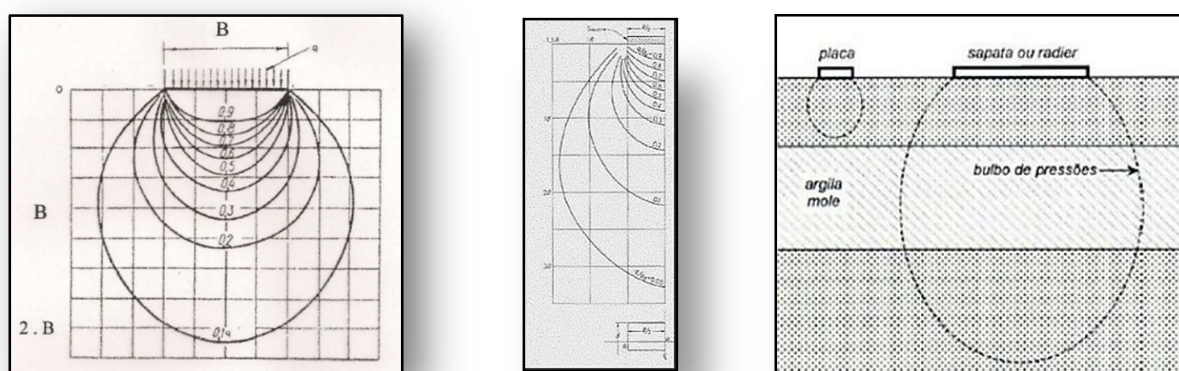
#### 5.2.1 CAPACIDADE DE CARGA DAS FUNDAÇÕES

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.



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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>11/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

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.



**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.

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>12/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

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-6122:2019 (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:**  $\sum_1^n N_{SPT}/n = (10 + 7 + 13 + 27 + 33 + 30 + 35 + 28 + 30 + 33 + 30 + 26) / 12 \approx 26,00$ , 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:

$$\sigma_{adm} \text{ FURO SP-09} = N_{SPT} / 5 \approx 520,00 \text{ kN/m}^2 \approx 5,20 \text{ kgf/cm}^2;$$

**FURO SP-10:**  $\sum_1^n N_{SPT}/n = (7 + 10 + 16 + 21 + 20 + 24 + 29 + 26 + 34 + 31 + 33 + 35) / 12 \approx 23,00$ , atingindo o impenetrável ao SPT. A partir destas informações, determinou-se tensão admissível do solo ( $\sigma_{adm}$ ) e considerando  $n = (2 \times B)$ , em:

$$\sigma_{adm} \text{ FURO SP-10} = N_{SPT} / 5 \approx 460,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,60 \text{ kgf/cm}^2;$$

**FURO SP-09:**  $\sum_1^n N_{SPT}/n = (14 + 16 + 8 + 15 + 23 + 23 + 26 + 38 + 38 + 38 + 33 + 32) / 12 \approx 25,00$ , atingindo o impenetrável ao SPT. A partir destas informações, determinou-se tensão admissível do solo ( $\sigma_{adm}$ ) e considerando  $n = (2 \times B)$ , em:

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>13/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			



$$\sigma_{\text{adm}} \text{ FURO SP-12} = N_{\text{SPT}} / 5 \approx 500,00 \text{ kN/m}^2 \approx 5,00 \text{ kgf/cm}^2;$$

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.

$$N_{\text{SPT.médio}} = \sum_1^n N_{\text{SPT}} / n = (26,00 + 23,00 + (25,00 \times 2)) / (1 + 1 + (1 \times 2)) \approx 24,75 \rightarrow 24 \text{ golpes};$$

$$\sigma_{\text{adm}} \text{ MÉDIA} = (5,20 + 4,60 + (5,00 \times 2)) / (1 + 1 + (1 \times 2)) \approx 495,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,95 \text{ kgf/cm}^2;$$

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



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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>14/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

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

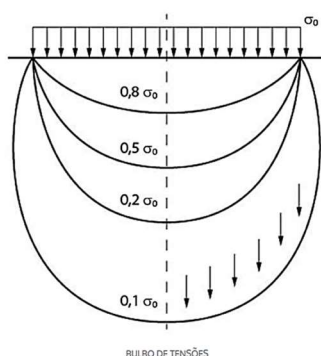
**Tabela de pressões básicas (admissíveis) da NBR 6122:2019 atualizadas por Berberian (2011)**

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
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 Silto 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 Silto Dura 20 ≤ SPT < 50	0,4	4,0
23 C5M	Argila Arenito Silto Rija 10 ≤ SPT < 20	0,3	3,0
24 C5M	Argila Silto 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

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

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>15/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

### Métodos Semi-empíricos:





Areia SPT 19-39 TIPO DE SOLO

$N_{spt.72}$	=	24,00	golpes
B	=	6,00	m
L	=	6,00	m
N.A.	=	1,80	m
Cota de assentamento (h)	=	1,00	m
Tensão Geostática $\sigma^G$	=	0,18	kgf/cm²

BIBLIOGRAFIA TÉCNICA NACIONAL

- Albiero & Cintra (2011):**  
 $\sigma_{adm} = (N_{SPT.72}) / 5;$   
 $\sigma_a = 4,80$  kgf/cm²
- 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;  $5 < N_{SPT.72} < 20;$   
 $\sigma_a = 4,80$
- 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):**  
 $\sigma_{adm} = (N_{SPT.72}) / 50 + \sigma^G;$   
 $\sigma_a = 4,98$
- Décourt (1992), apud Gouvêa (2007):**  
 $\sigma_{adm} = (N_{SPT.72}) / k$   
k = 3 (Solo Arenoso);  
k = 4 (Solo Argiloso);  
 $\sigma_a = 8,00$
- 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);  
 $\sigma_a = 4,80$
- 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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>16/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			



BIBLIOGRAFIA TÉCNICA INTERNACIONAL	9	Meyerhof (1956) & Vesic (1975):	-
		Solos Arenosos: $\sigma_{adm} = 32 \times N_{SPT.72} \times (B + L)$ ;	$\sigma_a = 9,22$
		Solos Argilosos: $\sigma_{adm} = 16 \times N_{SPT.72}$ ;	-
	10	Therzagui & Peck (1943 - 1967):	-
		$\sigma_{adm} = 4,4 \times (N_{SPT.72} - 3) / 10 \times (B + 30)^2 / 2 \times B$ ;	$\sigma_a = 2,55$
		Se houver N.A, dividir $\sigma_a$ por 2;	-
	11	Parry (1977):	-
		$\sigma_{adm} = 0,12 \times (N_{SPT.72})$ ;	$\sigma_a = 2,88$
			2,88
	12	DIN 1054 (Deutsche Normen):	-
		Método tabular - tabela de pressões admissíveis DIN 1054 - ( $N_{60} = 1,2 \times N_{72}$ );	$\sigma_a = 3,00$
			3,00
Variância ( $\nu$ ):			3,97 (kgf/cm <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>
Desvio padrão ( $\mu$ ):			D.P.= 1,91 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersão em torno da média:			40%
Dispersão desejada em torno da média:			40%
Desprezar valores superiores a:			6,65 kgf/cm <sup>2</sup>
Desprezar valores inferiores a:			2,85 kgf/cm <sup>2</sup>
Tensão Admissível Média:			$\sigma_{méd.adm} = 4,75$ kgf/cm <sup>2</sup>
Tensão Admissível Ajustada:			$\sigma_{a.dispersão} = 4,14$ kgf/cm <sup>2</sup>
Tensão Admissível:			$\sigma_{adm} = 4,14$ kgf/cm <sup>2</sup>

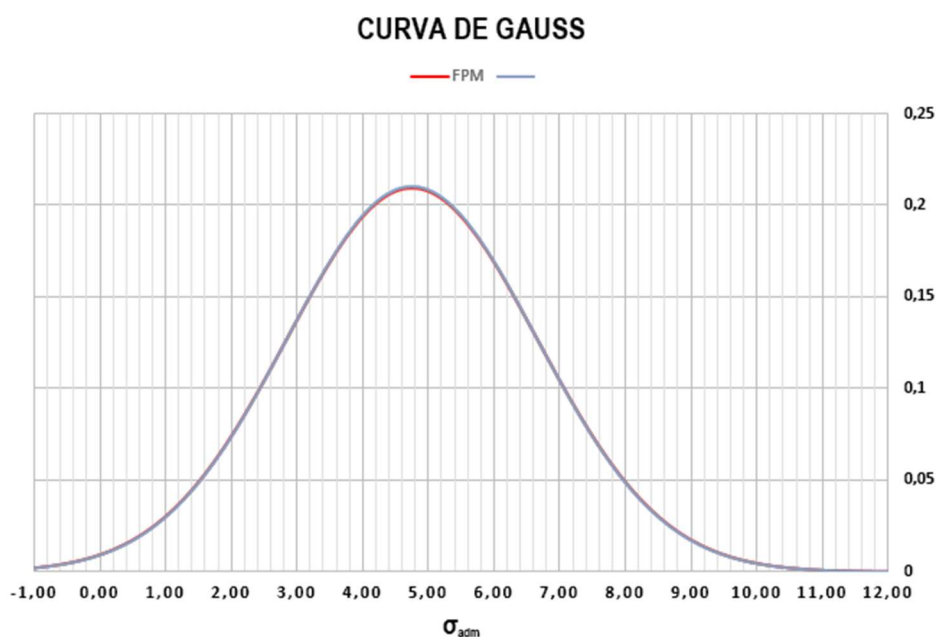
$$\sigma_{adm} = 414,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,14 \text{ kgf/cm}^2$$

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

$$\text{Média global dos métodos: } \sigma_{adm} = (4,00 + 4,00 + 4,14) / 3 \approx 4,05 \text{ kgf/cm}^2.$$

$$\text{Adotado} \rightarrow \sigma_{adm} \text{ GERAL} = 405,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,00 \text{ kgf/cm}^2, \text{ a favor da segurança.}$$

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>17/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			





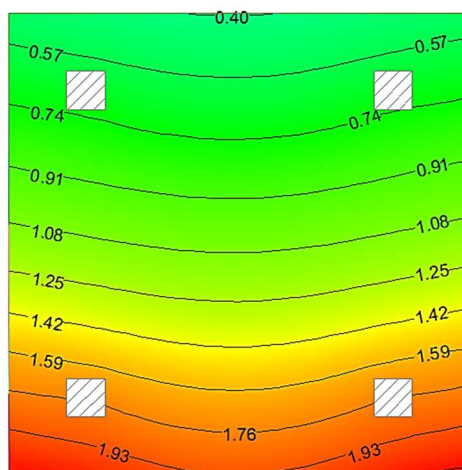
## 5.2.2 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE RESISTENCIA E DEFORMABILIDADE POR CORRELAÇÃO

SPT 24

N	Tipo de Solo	Descrição	qc (kPa)	Índice de Deformabilidade (MPa)			Ângulo de Atrito (°)			Coesão de Intercepto (kPa)		
				Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo	Médio
1	Areia	Compacto	24000	48,0	96,0	72,0	33	40	37	11	25	18
2	Areia siltoosa	Compacto	19200	38,4	76,8	57,6	32	40	36	11	26	18
3	Areia silto-argilosa	Compacto	16800	33,6	67,2	50,4	32	39	35	11	26	19
4	Areia argilosa	Compacto	14400	28,8	57,6	43,2	31	38	35	11	26	19
5	Areia argilo-siltosa	Compacto	12000	24,0	48,0	36,0	30	37	34	12	27	19
6	Silte	Duro	9600	38,4	57,6	48,0	30	37	34	23	54	39
7	Silte arenoso	Compacto	13200	52,8	79,2	66,0	32	39	35	22	52	37
8	Silte areno-argiloso	Compacto	10800	43,2	64,8	54,0	31	38	34	23	53	38
9	Silte argiloso	Duro	5520	22,1	33,1	27,6	29	36	32	24	55	40
10	Silte argilo-arenoso	Duro	6000	24,0	36,0	30,0	30	36	33	23	55	39
11	Argila	Duro	4800	28,8	38,4	33,6	28	34	31	33	76	55
12	Argila arenosa	Duro	8400	50,4	67,2	58,8	30	37	33	31	72	52
13	Argila areno-siltosa	Duro	7200	43,2	57,6	50,4	29	35	32	32	74	53
14	Argila siltoosa	Duro	5280	31,7	42,2	37,0	28	34	31	32	75	54
15	Argila silto-arenosa	Duro	7920	47,5	63,4	55,4	29	36	33	31	73	52

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>18/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			



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

$$\sigma_{\text{trab.máx}} = 212,00 \text{ kN/m}^2 \approx 2,12 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{\text{adm GERAL}} = 400,00 \text{ kN/m}^2 \approx 4,00 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow \text{Ok!!}$$

### 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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>19/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

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



DEGREDO - R.E. L. - 01 30m³ / 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	-	0,24	-	-	56.000	22.400
2	16	30	15	3,00	16,00	0,21	16,00	16,00	60.000	24.000
3	8	38	13	2,53	8,00	0,18	8,00	8,00	50.000	20.000
4	15	53	13	2,65	15,00	0,16	15,00	15,00	53.000	21.200
5	23	76	15	3,04	23,00	0,14	23,00	23,00	60.000	24.000
6	23	99	17	3,30	23,00	0,13	23,00	23,00	66.000	26.400
7	26	125	18	3,57	26,00	0,12	26,00	26,00	71.000	28.400
8	38	163	20	4,08	38,00	0,11	38,00	38,00	80.000	32.000
9	38	201	22	4,47	38,00	0,10	38,00	-	80.000	32.000
10	38	239	24	4,78	38,00	0,09	38,00	-	80.000	32.000
11	33	272	25	4,95	33,00	0,09	33,00	-	80.000	32.000
12	32	304	25	5,07	32,00	0,08	32,00	-	80.000	32.000
13	35	339	26	5,22	35,00	0,08	-	-	80.000	32.000
14	40	379	27	5,41	40,00	0,07	-	-	80.000	32.000
15	37	416	28	5,55	37,00	0,07	-	-	80.000	32.000
16	37	453	28	5,66	37,00	0,07	-	-	80.000	32.000
17	30	483	28	5,68	30,00	0,06	-	-	80.000	32.000
18	30	513	29	5,70	30,00	0,06	-	-	80.000	32.000
19	30	543	29	5,72	30,00	0,06	-	-	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	0,05	-	-	80.000	32.000
22	3	342	16	3,11	3,00	0,05	-	-	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 v. 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 = 34,00  
 Kv - kN/m³ = 80.000,00  
 Tensão adm. média (kgf/cm²) = 5,20      Tensão trab. (kgf/cm²) = 0,30  
 N<sub>SPT.médio</sub> = 26,00

Cota de assentamento C.A. (m) = 1,00      Fator de forma α (BARATA-1993) = 1,80  
 B - largura (m) = 6,00      B - Bulbo de tensões (m) - Recalque - E.L.S. = 10,80  
 L - comprimento (m) = 6,00      Z - zona de plastificação (m) - Ruptura - E.L.U. = 9,00  
 L/B = 1,00      Cota de assentamento Z (m) = 12,00  
 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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>20/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

DEGREDO - R.E. L. - 01 30m³ / 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	0,24	-	-	29.200	11.680
	2	10	17	9	1,70	10,00	0,21	10,00	10,00	34.600	13.840
	3	16	33	11	2,20	16,00	0,18	16,00	16,00	44.000	17.600
	4	21	54	14	2,70	21,00	0,16	21,00	21,00	54.000	21.600
	5	20	74	15	2,96	20,00	0,14	20,00	20,00	59.000	23.600
	6	24	98	16	3,27	24,00	0,13	24,00	24,00	65.000	26.000
	7	29	127	18	3,63	29,00	0,12	29,00	29,00	72.000	28.800
	8	26	153	19	3,83	26,00	0,11	26,00	26,00	76.000	30.400
	9	34	187	21	4,16	34,00	0,10	34,00	-	80.000	32.000
	10	31	218	22	4,36	31,00	0,09	31,00	-	80.000	32.000
	11	33	251	23	4,56	33,00	0,09	33,00	-	80.000	32.000
	12	35	286	24	4,77	35,00	0,08	35,00	-	80.000	32.000
	13	32	318	24	4,89	32,00	0,08	-	-	80.000	32.000
	14	35	353	25	5,04	35,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	15	30	383	26	5,11	30,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	16	30	413	26	5,16	30,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	17	30	443	26	5,21	30,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	18	30	473	26	5,26	30,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	19	30	503	26	5,29	30,00	0,06	-	-	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	0,05	-	-	80.000	32.000
	22	30	593	27	5,39	30,00	0,05	-	-	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 =	34,00
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. (n) =	1,00	Fator de forma $\alpha$ (BARATA-1993) =	1,80
B - largura (m) =	6,00	B - Bulbo de tensões (m) - Recalque - E.L.S. =	10,80
L - comprimento (m) =	6,00	Z - zona de plastificação (m) - Ruptura - E.L.U. =	9,00
L/B =	1,00	Cota de assentamento Z (m) =	12,00
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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>21/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

DEGREDO - R.E. L. - 01 30m³ / 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	-	0,24	-	-	40.000	16.000
	2	7	17	9	1,70	7,00	0,21	7,00	7,00	34.600	13.840
	3	13	30	10	2,00	13,00	0,18	13,00	13,00	40.000	16.000
	4	27	57	14	2,85	27,00	0,16	27,00	27,00	57.000	22.800
	5	33	90	18	3,60	33,00	0,14	33,00	33,00	72.000	28.800
	6	30	120	20	4,00	30,00	0,13	30,00	30,00	80.000	32.000
	7	35	155	22	4,43	35,00	0,12	35,00	35,00	80.000	32.000
	8	28	183	23	4,58	28,00	0,11	28,00	28,00	80.000	32.000
	9	30	213	24	4,73	30,00	0,10	30,00	-	80.000	32.000
	10	33	246	25	4,92	33,00	0,09	33,00	-	80.000	32.000
	11	30	276	25	5,02	30,00	0,09	30,00	-	80.000	32.000
	12	26	302	25	5,03	26,00	0,08	26,00	-	80.000	32.000
	13	36	338	26	5,20	36,00	0,08	-	-	80.000	32.000
	14	30	368	26	5,26	30,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	15	35	403	27	5,37	35,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	16	30	433	27	5,41	30,00	0,07	-	-	80.000	32.000
	17	30	463	27	5,45	30,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	18	30	493	27	5,48	30,00	0,06	-	-	80.000	32.000
	19	30	523	28	5,51	30,00	0,06	-	-	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	0,05	-	-	80.000	32.000
	22	30	613	28	5,57	30,00	0,05	-	-	80.000	32.000



Pode-se obter o valor do coeficiente de reação horizontal ( $K_h$ ) a partir do coeficiente de reação vertical ( $K_v$ ) 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 = 34,00  
 $K_v - \text{kN/m}^3 = 80.000,00$   
Tensão adm. média (kgf/cm²) = 5,20      Tensão trab. (kgf/cm²) = 0,30  
 $N_{\text{SPT.medio}} = 26,00$

Cota de assentamento C.A. (m) = 1,00      Fator de forma  $\alpha$  (BARATA-1993) = 1,80  
B - largura (m) = 6,00      B - Bulbo de tensões (m) - Recalque - E.L.S. = 10,80  
L - comprimento (m) = 6,00      Z - zona de plastificação (m) - Ruptura - E.L.U. = 9,00  
L/B = 1,00      Cota de assentamento Z (m) = 12,00  
Significância = 0,50

Tensão admissível média dos métodos (kgf/cm²) 4,14      Kv - kN/m³ 80.000,00  
Tensão admissível corrigida (kgf/cm²) 4,00      Kv - kN/m³ 80.000,00  
 $N_{\text{SPT.medio}}$  24,00

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

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>22/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

**Valores sugeridos por Bowles-1997**

Solo	$k_s$ e $k_h$ (kN/m³)
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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>23/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>24/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>25/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>26/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</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:

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

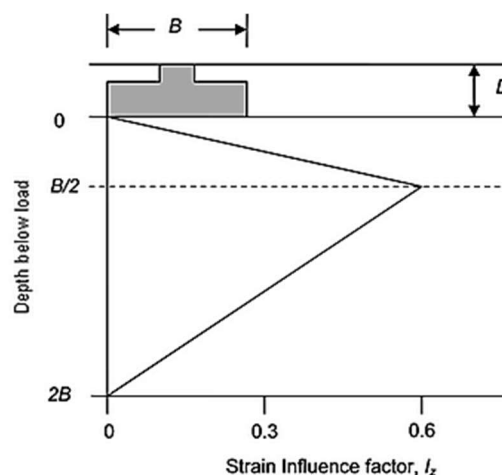
em que:

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

$\sigma$  = carregamento uniforme;



$I_z$  = fator de influência na deformação;

$E_s$  = módulo de deformabilidade.



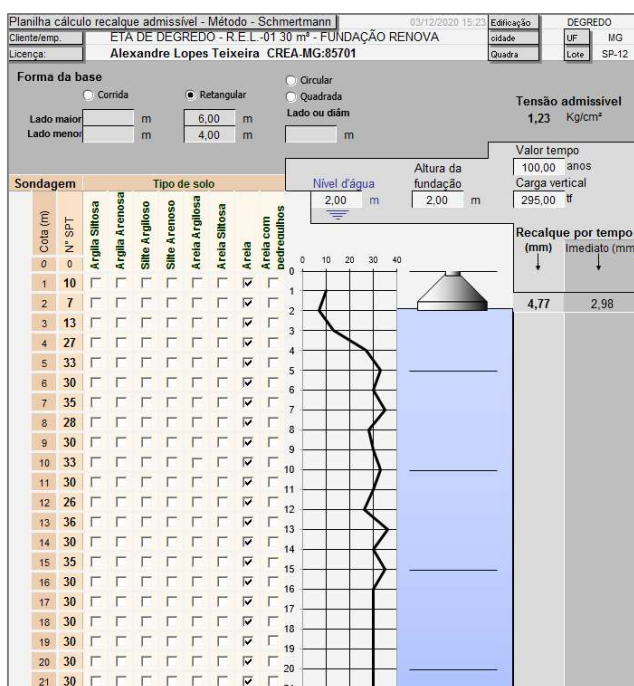
O autor observou que a deformação máxima ocorre a uma profundidade  $Z = B/2$ , onde  $B$  é a menor dimensão da sapata. Após esta profundidade a deformação diminui até praticamente se anular a uma profundidade  $Z = 2.B$

Aplicando o método de *Schmertmann* (1978), baseado no método de camadas e calculado pela elasticidade de cada camada, que 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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>27/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>

### Método de Schmertmman

#### FURO SP-12:





$$s_1 = 4,77 \text{ mm}$$

### 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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) <b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA <b>EX-51417</b>	PÁGINA <b>28/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N044500-O-1MC005</b>	REV. <b>1</b>

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

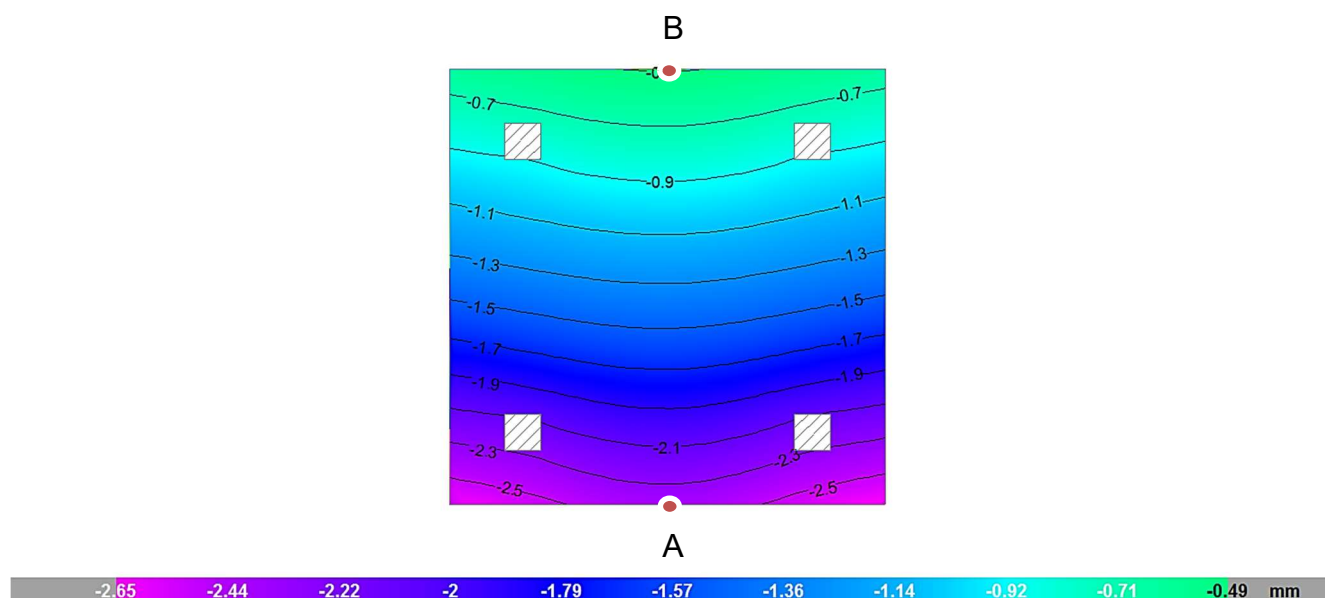


Figura 5.3 – Isovalores – Envoltória de deslocamentos no piso.



$S_A$  - Recalque total ponto A = 2,65 mm;

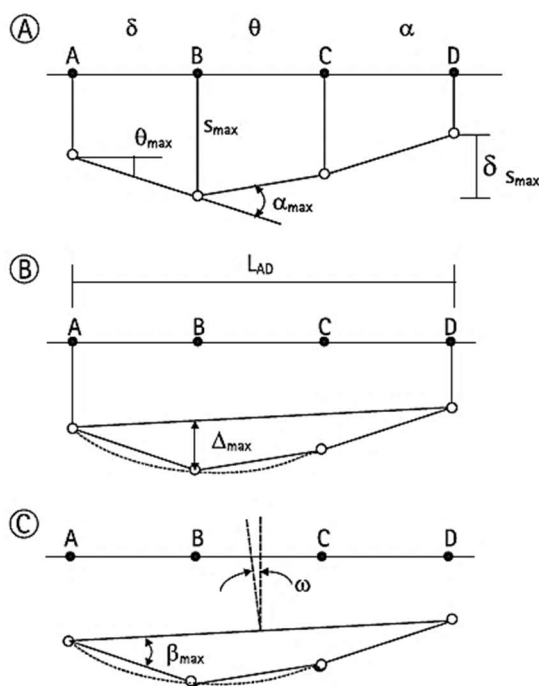
$S_B$  - Recalque total ponto B = 0,49 mm;

Recalque diferencial entre A e B,  $\delta_{AB} = S_A - S_B = 2,16 \text{ mm} \ll 25,00 \text{ mm} \rightarrow \text{O.K!}$ ;

Distorção angular:  $\beta = \delta_{AB} / AB = 2,16 / 6.000 \approx 1 / 2.700 \ll 1/1.000$  (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			
<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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>29/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			



**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;

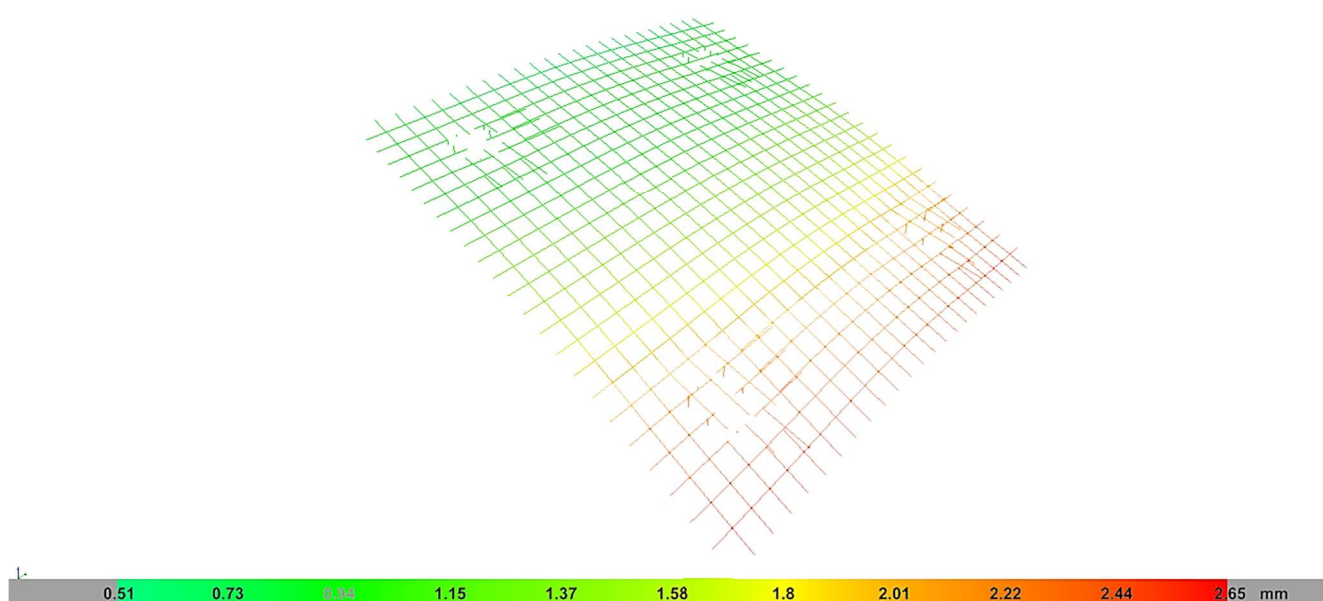
$s_A$  = 2,65 mm,

$s_B$  = 0,49 mm,

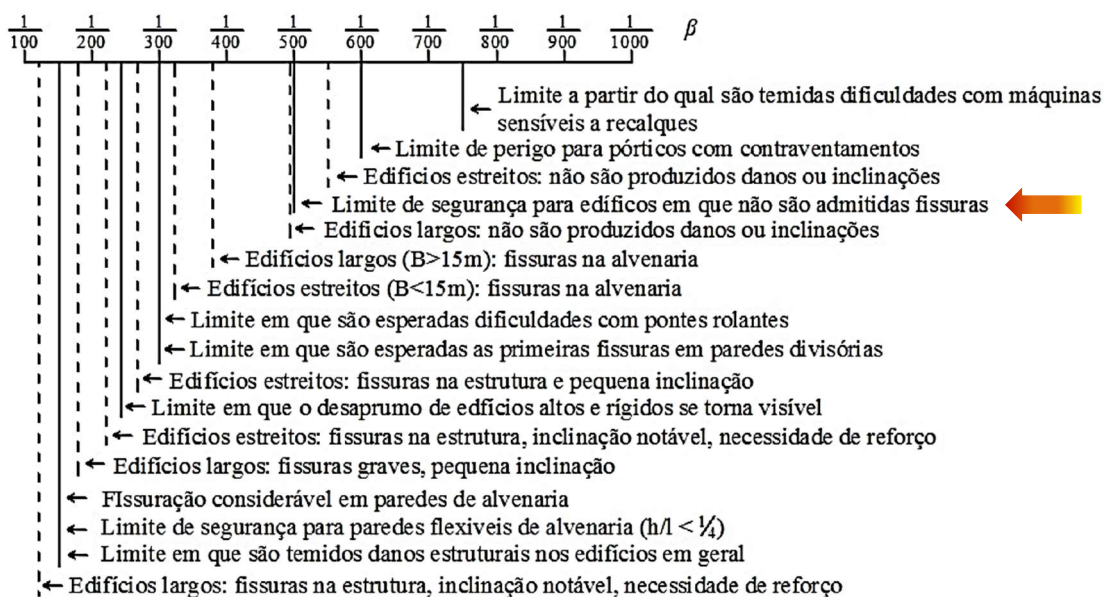
$\delta_{AB}$  = recalque diferencial entre A e B  $\therefore \delta_{AB} = 2,16$  mm;

$\beta$  =  $\delta_{AB} / AB$  distorção angular entre A e B  $\therefore \beta \ll 1/1.000 \rightarrow$  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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>30/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			





**Figura 5.5 – Envoltória de deformações.**



————— Bjerrum

- - - - - Vargass e Silva

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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>31/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</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

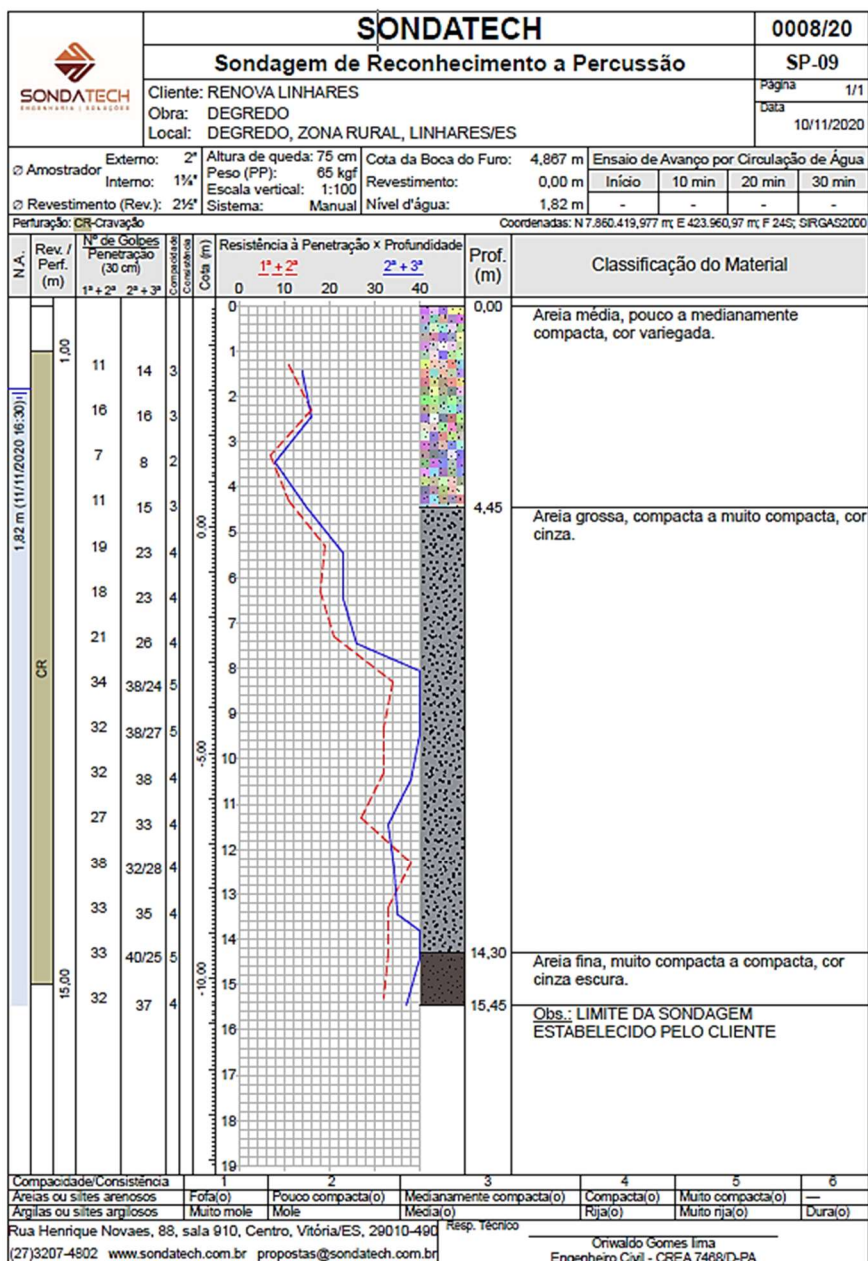
Ressalta-se que as análises geotécnicas preliminares apresentadas neste trabalho consideraram as informações dos furos **SP-09, SP-10 e SP-12** posicionados próximos à área de implantação, conforme coordenadas indicadas no **Anexo**. Ressalta-se, também, que as análises consideram informações tabeladas, 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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>32/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</b>	<b>1</b>			

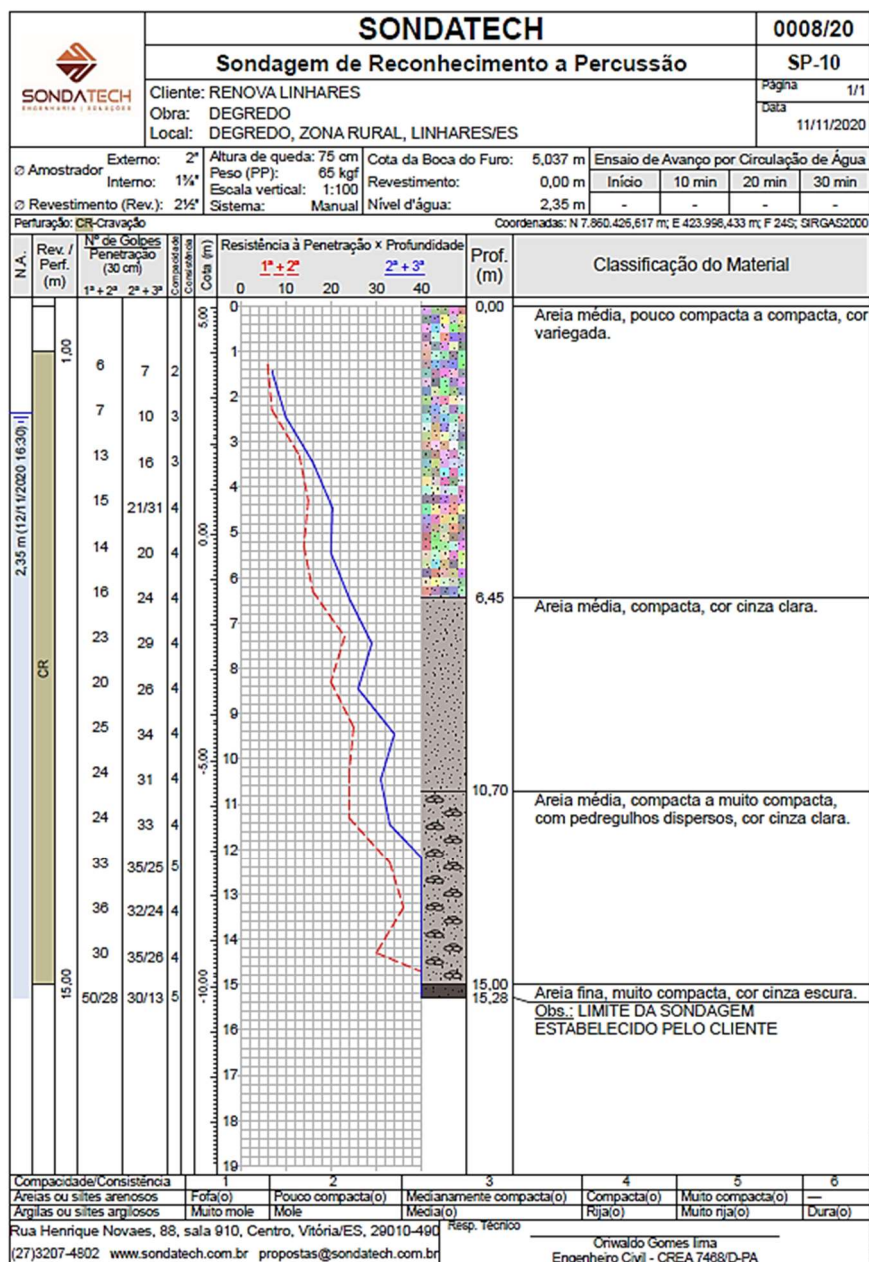
## 8.0 ANEXO



### 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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51417</b>	<b>33/34</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-O-1MC005</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 – REL - 01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) <b>SE04004</b>			
			Nº CONTRATADA <b>EX-51417</b>		PÁGINA <b>34/34</b>	
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N044500-O-1MC005</b>		REV. <b>1</b>	

## BOLETIM DE SONDAGEM – SP-12

