

   		CÓDIGO: NT-01-TU15-010.	REV. 0
CLIENTE		FOLHA 1 de 26	DATA 15/04/09
OBRA	METROPOLITANO DE LISBOA – PROLONGAMENTO DA LINHA AZUL 75º TROÇO: AMADORA ESTE – REBOLEIRA E TÉRMINO	CLIENTE	CÓDIGO .....
PROJECTISTA		APROVAÇÃO .....	EMITENTE
TÍTULO DO DOCUMENTO	Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	ELABORAÇÃO	T. Galçoni / P.França
		APROVAÇÃO	JCA-CAC
		COORDENAÇÃO	José Carlos Andrade

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA :

DOCUMENTOS RESULTANTES:

Desenhos:

REV.	DATA	DESCRIÇÃO E / OU FOLHAS ATINGIDAS	ELAB.	APROV.
0	15/04/2009	Emissão inicial.	TG / PF	JCA / CAC
REVISÕES				

   		CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 		NT-01-TU15-010.	0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres		FOLHA 2 de 26	
		DATA 15/04/09	
		ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França	

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DO AQUEDUTO DAS ÁGUAS LIVRES .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>GEOLOGIA NAS PROXIMIDADES DO AQUEDUTO .....</b>	<b>7</b>
3.1	Perfil Geológico .....	7
3.2	Parâmetros Considerados .....	8
3.3	Parâmetros para o Betão .....	9
<b>4.</b>	<b>ESTIMATIVA DOS ASSENTAMENTOS COM AUXÍLIO DO PROGRAMA FLAC .....</b>	<b>10</b>
4.1	Considerações sobre as Análises Realizadas .....	10
4.2	Sistema de Unidades Utilizado .....	10
4.3	Modelo Constitutivo .....	11
4.4	Dimensões da Malha .....	11
4.5	Fases de Cálculo .....	11
4.6	PARÂMETROS UTILIZADOS Nas Análises .....	12
4.7	Resultados obtidos: .....	13
4.7.1	Análise 1 .....	13
4.7.2	Análise 2 .....	16
4.7.3	Análise 3 .....	19
4.8	Bacias Obtidas com as Análises Realizadas .....	22
<b>5.</b>	<b>ESTIMATIVA DOS ASSENTAMENTOS COM MÉTODO DE PECK .....</b>	<b>23</b>
5.1	Considerações Sobre o MÉTODO DE PECK .....	23
5.2	Bacia de Assentamentos (Método de Peck) .....	24
<b>6.</b>	<b>BACIAS DE ASSENTAMENTOS (COMPARATIVO FLAC X PECK) .....</b>	<b>25</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	NT-01-TU15-010. 0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA 3 de 26 DATA 15/04/09 ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França

## 1. INTRODUÇÃO

No presente documento são apresentados os principais estudos desenvolvidos para avaliação dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via do 75º Troço nas proximidades do Aqueduto das Águas Livres. Neste documento são apresentados apenas os assentamentos estimados para a superfície onde está apoiada a estrutura que abriga o aqueduto, a estimativa dos possíveis danos na estrutura do aqueduto será objecto de documento específico.

A estimativa dos deslocamentos foi realizada com auxílio do programa de análise numérica FLAC e com auxílio do Método de Peck (método semi-empírico).

O programa FLAC (Fast Lagrangian Analysis of Continua), versão 5.0 de responsabilidade da Itasca trata-se de um programa bidimensional que utiliza o método das diferenças finitas para simular o comportamento do maciço e outros materiais que desenvolvem um fluxo plástico quando alcança o limite elástico.

As análises com o programa FLAC foram realizadas considerando modelo elástico-linear plástico-perfeito com superfície de plastificação coincidente com o critério de ruptura de Mohr-Coulomb. Foram realizadas três análises: **Análise 1**, **Análise 2** e **Análise 3**. Todas as análises contemplam o mesmo peso específico ( $\gamma$ ), a mesma coesão ( $c'$ ), o mesmo ângulo de atrito ( $\phi$ ) e o mesmo coeficiente de Poisson ( $\nu$ ) para os distintos materiais existentes na zona onde o túnel está inserido. O que difere as análises é o módulo de Young ( $E$ ) considerado nos processamentos. A **Análise 1** contempla o mesmo módulo de Young apresentado no relatório geológico-geotécnico e adotado nas demais memórias de cálculo do trecho. A **Análise 2** contempla um panorama conservador, onde o módulo de Young foi reduzido pela metade. Por fim, a **Análise 3** contempla um panorama mais conservador ainda, onde o módulo de Young foi reduzido por quatro.

Como é possível observar nos resultados, todas as análises realizadas com o programa FLAC conduziram a recalques na superfície (na base da estrutura que abriga o aqueduto) inferiores a 1mm.

Adicionalmente às análises numéricas foi realizada uma estimativa adicional dos assentamentos com auxílio do método empírico de Peck. Apesar do Método de Peck ter sido desenvolvido inicialmente

   	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    4    de    26 DATA      15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P. França

para maciços exclusivamente de solos, a sua utilização em maciços rochosos para túneis urbanos com coberturas reduzidas tem sido empregada com boa aproximação da realidade.

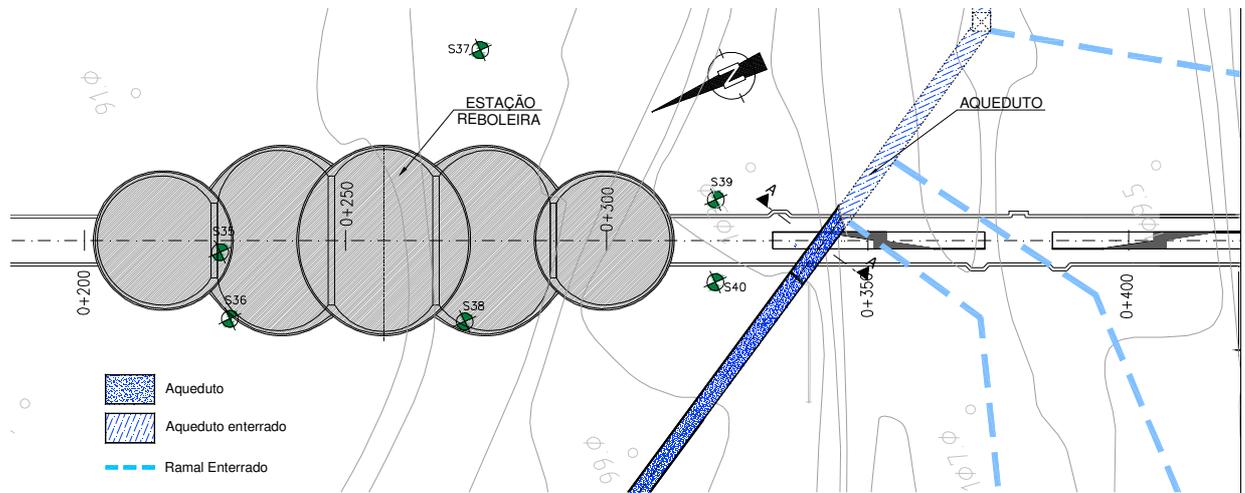
A perda de solo esperada para o túnel de via do 75º Troço nas proximidades do Aqueduto das Águas Livres é inferior a 0,1%; no entanto, a favor da segurança esta perda de solo (0,1%) foi adoptada para uma avaliação mais conservadora dos assentamentos na superfície (na base da estrutura que abriga o aqueduto). O assentamento máximo considerando o Método de Peck é da ordem de 3mm.

Considera-se que, a favor da segurança, que a curva de assentamentos obtida com o Método de Peck deve ser utilizada na avaliação de danos na estrutura do aqueduto.

	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	NT-01-TU15-010. 0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA 5 de 26 DATA 15/04/09 ELABORAÇÃO T. Galçoni / P. França

## 2. LOCALIZAÇÃO DO AQUEDUTO DAS ÁGUAS LIVRES

Na figura 1 está apresentada uma ilustração em planta do Aqueduto das Águas Livres sobre o túnel de via. Na figura 2 está apresentada uma ilustração em perfil.



**Figura 1** Localização em planta do Aqueduto das Águas Livres sobre o túnel de via

CLIENTE:

NT-01-TU15-010.

0



TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

FOLHA 6 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França

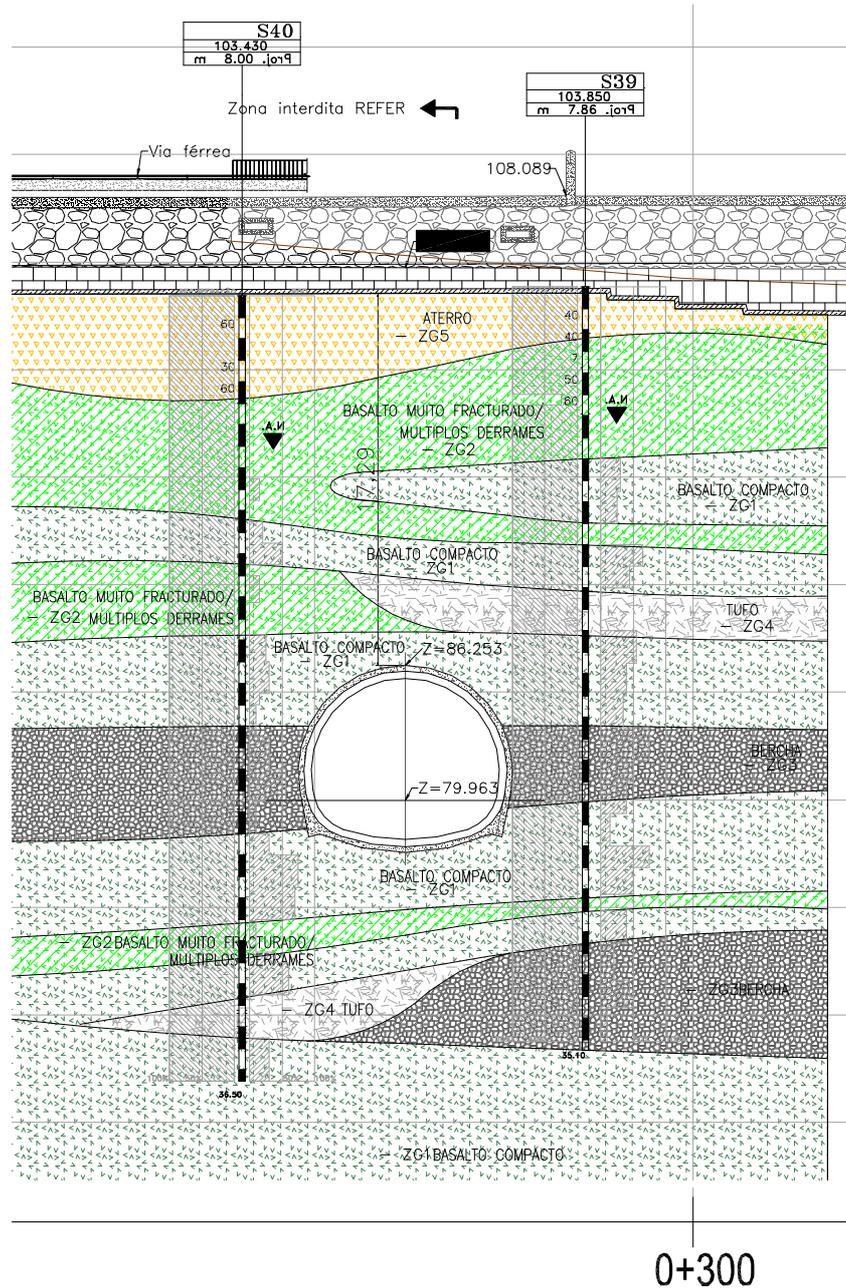


Figura 2 Localização em perfil do Aqueduto das Águas Livres sobre o túnel de via

CLIENTE:

NT-01-TU15-010.

0



TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

FOLHA 7 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França

### 3. GEOLOGIA NAS PROXIMIDADES DO AQUEDUTO

#### 3.1 PERFIL GEOLÓGICO

Apresenta-se a seguir o perfil geológico considerado na análise.

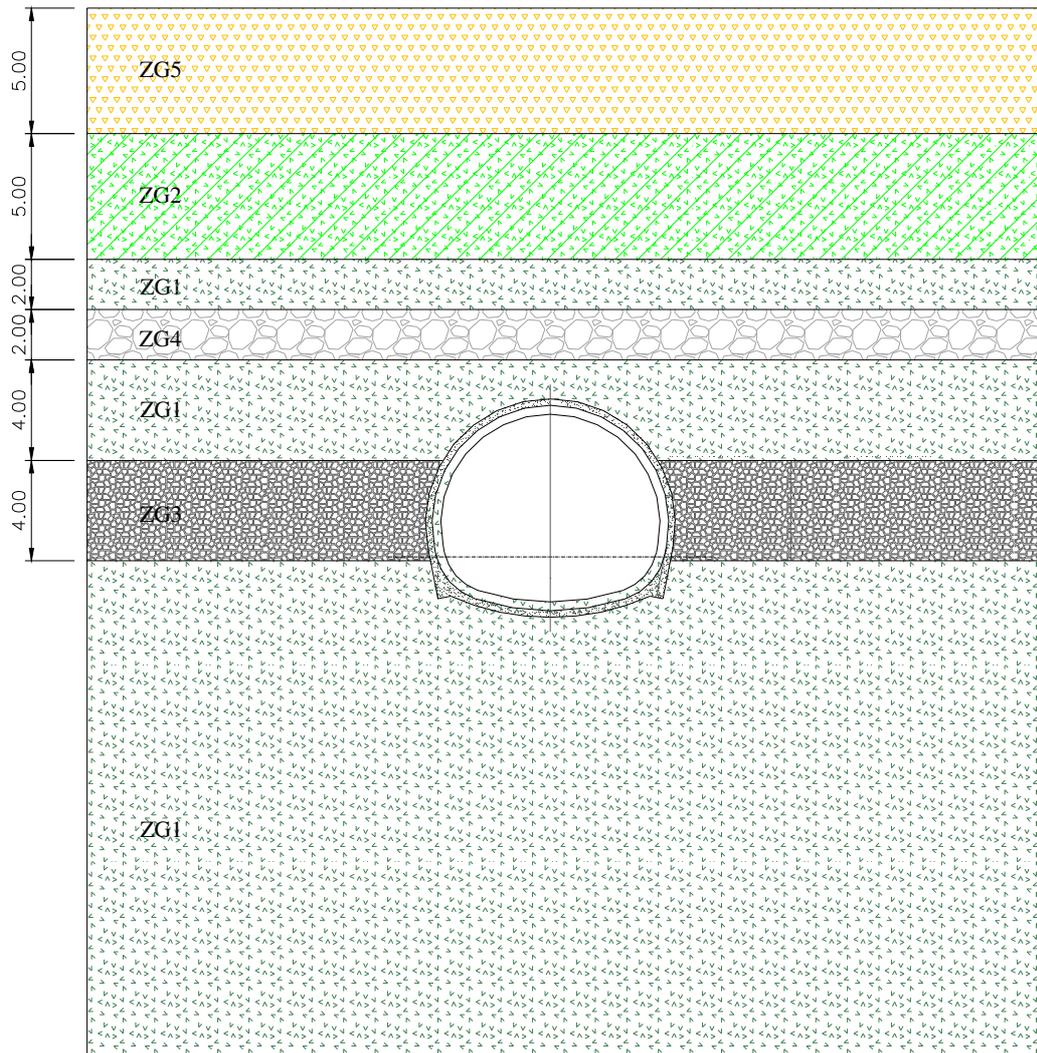


Figura 1 Perfil geológico

   	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    8    de    26 DATA    15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P. França

### 3.2 PARÂMETROS CONSIDERADOS

Apresentam-se abaixo os parâmetros geotécnicos de cada diferente estrato. Estes parâmetros foram utilizados nos estudos realizados para toda a extensão do túnel de via do 75º troço (apresentado no documento NT-01-TU15-010-0). Excepcionalmente para estudo do troço nas proximidades do Aqueduto das Águas Livres, à favor da segurança, foram utilizados módulo de deformabilidade diferenciados de acordo com o descrito da tabela 2 do item 4.6.

#### ZG1 (Basalto Pouco Fraturado)

Módulo de Deformabilidade (E): 15000 MPa *(maiores informações no item 4.6)*

Coesão (c): 5000 kPa

Ângulo de Atrito ( $\phi$ ): 30°

Dilatância ( $\psi$ ): 0°

Densidade ( $\gamma$ ): 30 kN/m<sup>3</sup>

#### ZG2 (Basalto Muito Fraturado)

Módulo de Deformabilidade (E): 5000 MPa *(maiores informações no item 4.6)*

Coesão (c): 2000 kPa

Ângulo de Atrito ( $\phi$ ): 25°

Dilatância ( $\psi$ ): 0°

Densidade ( $\gamma$ ): 28 kN/m<sup>3</sup>

#### ZG3 (Brecha)

Módulo de Deformabilidade (E): 2500 MPa *(maiores informações no item 4.6)*

Coesão (c): 150 kPa

Ângulo de Atrito ( $\phi$ ): 35°

Dilatância ( $\psi$ ): 0°

Densidade ( $\gamma$ ): 24 kN/m<sup>3</sup>

#### ZG4 (Tufo)

Módulo de Deformabilidade (E): 160 MPa *(maiores informações no item 4.6)*

Coesão (c): 10 kPa

   	CÓDIGO REV.
CLIENTE: 	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    9    de    26 DATA    15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P. França

Ângulo de Atrito ( $\phi$ ): 25°

Dilatância ( $\psi$ ): 0°

Densidade ( $\gamma$ ): 18 kN/m<sup>3</sup>

### ZG5 (Aterro/Solo Residual)

Módulo de Deformabilidade (E): 80 MPa *(maiores informações no item 4.6)*

Coesão (c): 1 kPa

Ângulo de Atrito ( $\phi$ ): 30°

Dilatância ( $\psi$ ): 0°

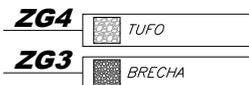
Densidade ( $\gamma$ ): 18 kN/m<sup>3</sup>

#### LEGENDA - UNIDADES

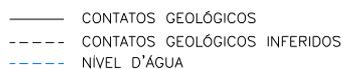
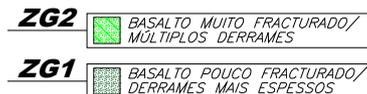
##### SOLOS



##### MATERIAL PIROCLÁSTICO



##### BASALTOS



### 3.3 PARÂMETROS PARA O BETÃO

Foram adoptados os seguintes parâmetros para o betão:

#### **Módulo de Deformabilidade (E):**

10000 MPa (revestimento de primeira fase – betão projectado jovem)

20000 MPa (revestimento de primeira fase – betão projectado maduro)

**Densidade ( $\gamma$ ):** 25 KN/m<sup>3</sup>

**Coefficiente Poisson ( $\nu$ ):** 0,25

**f<sub>ck</sub>:** 25 MPa (revestimento de primeira fase – betão projectado)

	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    10    de    26 DATA      15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P.França

## 4. ESTIMATIVA DOS ASSENTAMENTOS COM AUXÍLIO DO PROGRAMA FLAC

### 4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES REALIZADAS

Foram realizadas análises numéricas bidimensionais com o programa FLAC 2D, versão 5.0. O programa FLAC 2D - Fast Lagrangian Analysis of Continua, é de responsabilidade da Itasca. Trata-se de um programa bidimensional que se utiliza do método das diferenças finitas para simular o comportamento de maciços de solo e rocha ou outro material que desenvolva um fluxo plástico quando atinge um patamar de escoamento. A relação tensão/deformação pode ser linear ou não-linear e a superfície de ruptura pode ser definida segundo vários modelos constitutivos. Caso o campo de tensões for tal que produza a plastificação do material o programa está em condições de produzir deformações permanentes. O cálculo é evolutivo permitindo grandes alterações na geometria e parâmetros do problema. Utiliza-se das equações da dinâmica e um cálculo lagrangiano para a sua resolução.

Conforme mencionado, foram realizadas três análises: **Análise 1**, **Análise 2** e **Análise 3**. Todas as análises contemplam o mesmo peso específico ( $\gamma$ ), a mesma coesão ( $c'$ ), o mesmo ângulo de atrito ( $\phi$ ) e o mesmo coeficiente de Poisson ( $\nu$ ) para os distintos materiais existentes na zona onde o túnel está inserido. O que difere as análises é o módulo de Young ( $E$ ) considerado nos processamentos. A **Análise 1** contempla o mesmo módulo de Young apresentado no relatório geológico-geotécnico e adotado nas demais memórias de cálculo do trecho. A **Análise 2** contempla um panorama conservador, onde o módulo de Young foi reduzido pela metade. Por fim, a **Análise 3** contempla um panorama mais conservador ainda, onde o módulo de Young foi reduzido por quatro. No item 4.6 estão apresentados os parâmetros considerados nas análises.

### 4.2 SISTEMA DE UNIDADES UTILIZADO

O Sistema Internacional de Unidades (SI) foi o utilizado:

Força: kN;

Tensão: kPa;

Comprimento: metro;

Massa Específica: kg/m<sup>3</sup>;

Aceleração: m/s<sup>2</sup>, etc.

   	CÓDIGO	REV.
CLIENTE: 	NT-01-TU15-010.	0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA 11 de 26 DATA 15/04/09 ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França	

### 4.3 MODELO CONSTITUTIVO

Foi utilizado o modelo elástico-linear plástico-perfeito, com a superfície de plastificação coincidente com o critério de ruptura de Mohr-Coulomb. O modelo utilizado apresenta fluxo não associado, ou seja, a superfície de plastificação não coincide com a superfície de Potencial de plastificação.

### 4.4 DIMENSÕES DA MALHA

A partir da experiência da Projectista com análises numéricas e de acordo com as recomendações da literatura, estabeleceu-se o tamanho adequado da malha a ser empregada, que por um lado não deforme os resultados e por outro não seja demasiadamente grande que onere desnecessariamente o tempo de processamento. A seguir é apresentada uma ilustração da malha de diferenças finitas empregada no cálculo.

### 4.5 FASES DE CÁLCULO

**FASE 0** – Definição da malha de diferenças finitas e aplicação das tensões de campo. As tensões verticais são resultados da acção da aceleração da gravidade, as tensões horizontais nas duas direcções são resultados do efeito das tensões verticais afetadas de  $K_0$ . As deformações decorrentes da aplicação das tensões geostáticas são anuladas;

**FASE 01** – Passo de avanço da escavação da secção plena do túnel direito. Esse passo corresponde ao avanço da frente de escavação até o instante imediatamente anterior à instalação do revestimento;

**FASE 02** – Aplicação do revestimento primário no túnel. Considera-se o betão projectado com  $E = 20 \text{ GPa}$

CLIENTE:



CÓDIGO REV.

NT-01-TU15-010. 0

TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

FOLHA 12 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P. França

#### 4.6 PARÂMETROS UTILIZADOS NAS ANÁLISES

Nas tabelas abaixo estão apresentados os parâmetros utilizados nas análises.

**Tabela 1 – Parâmetros comuns a todas as análises**

	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)
ZG5	18	1	30
ZG4	18	10	25
ZG3	24	150	35
ZG2	28	2000	25
ZG1	30	5000	30

**Tabela 2 – Parâmetros diferenciados para cada análise**

	E (MPa)		
	Análise 1	Análise 2	Análise 3
ZG5	80	40	20
ZG4	160	80	40
ZG3	2500	1250	625
ZG2	5000	2500	1250
ZG1	15000	7500	3750

CLIENTE:

NT-01-TU15-010.

0



TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

FOLHA 13 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França

## 4.7 RESULTADOS OBTIDOS:

### 4.7.1 Análise 1

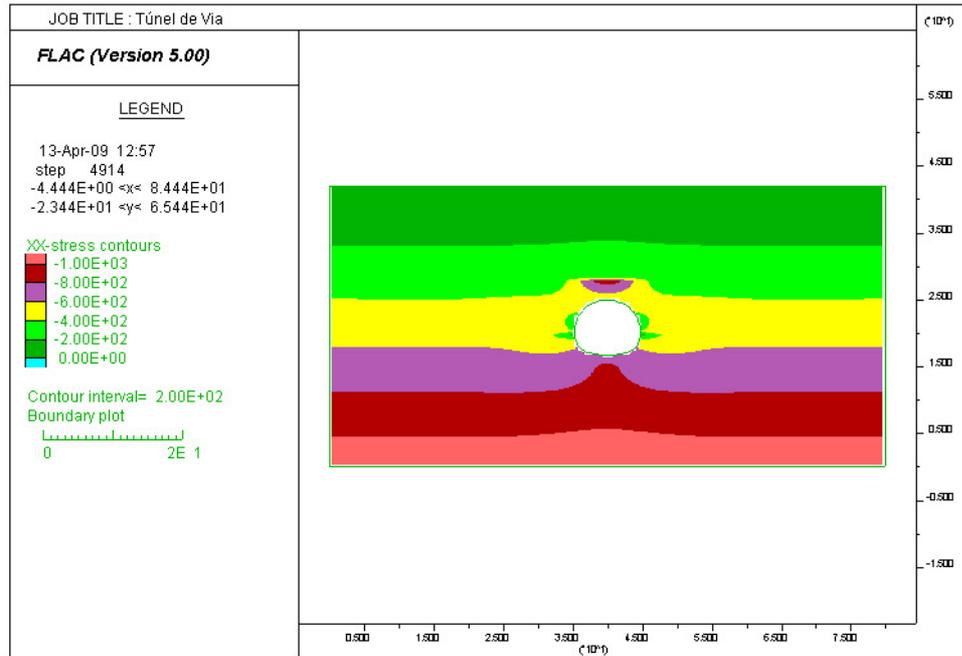


Figura 3 Campo de tensões horizontais

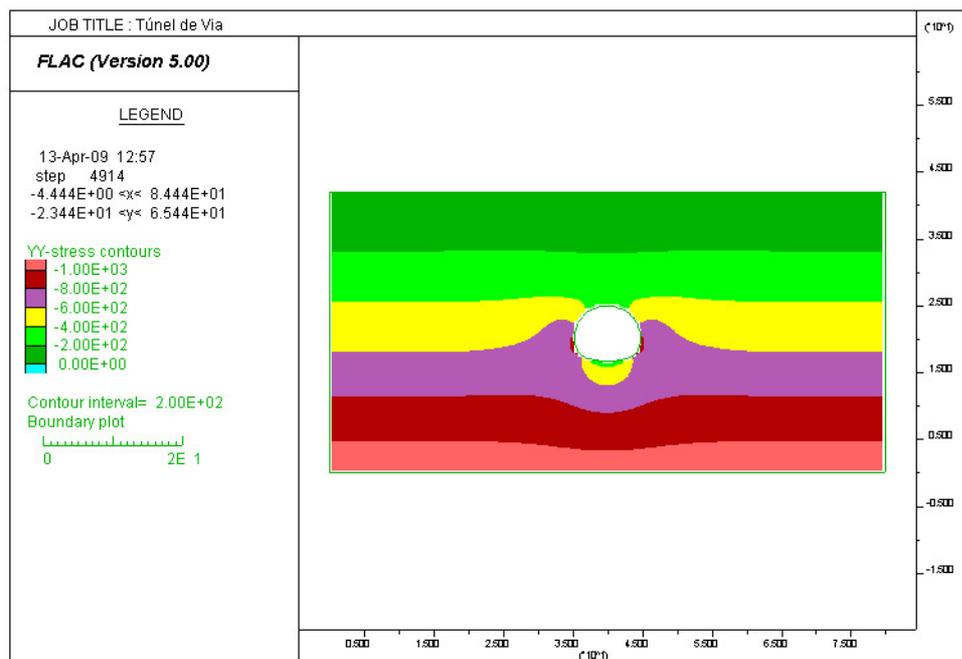


Figura 4 Campo de tensões verticais

CLIENTE:



CÓDIGO

REV.

NT-01-TU15-010.

0

TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

FOLHA 14 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França

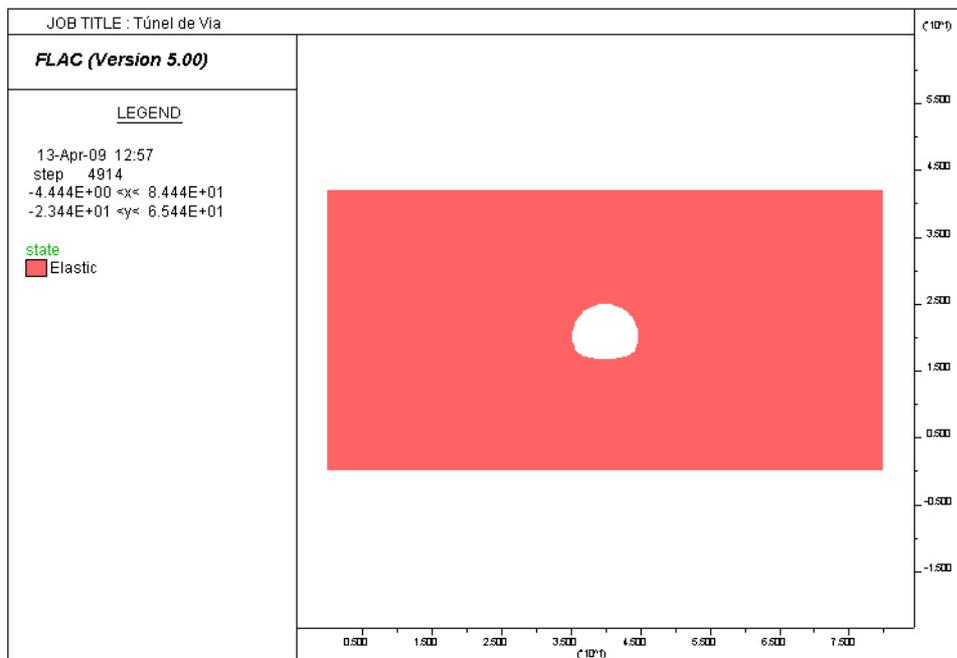


Figura 5 Campo de plastificações

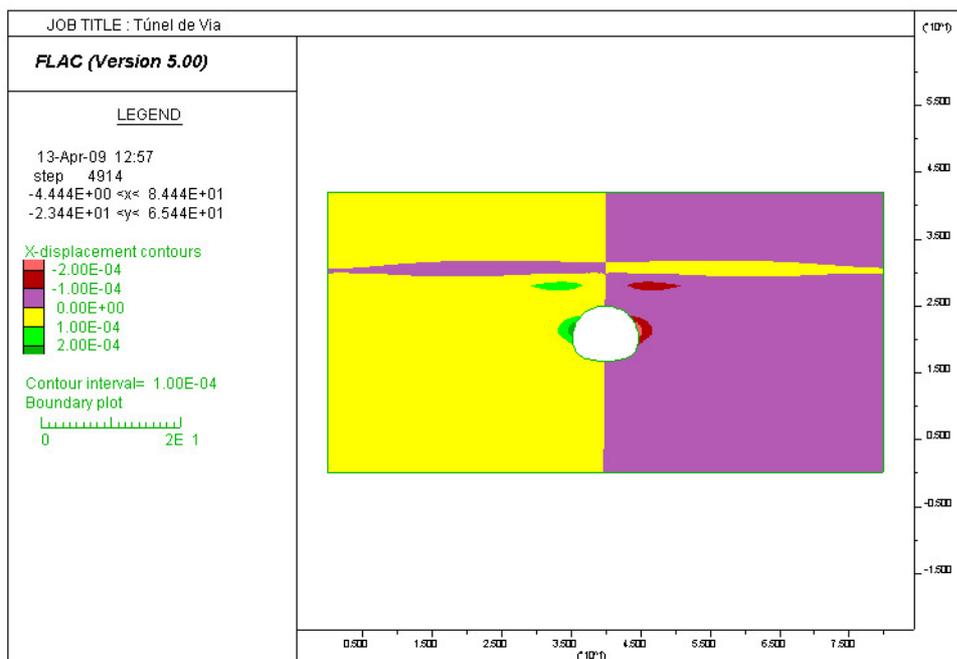
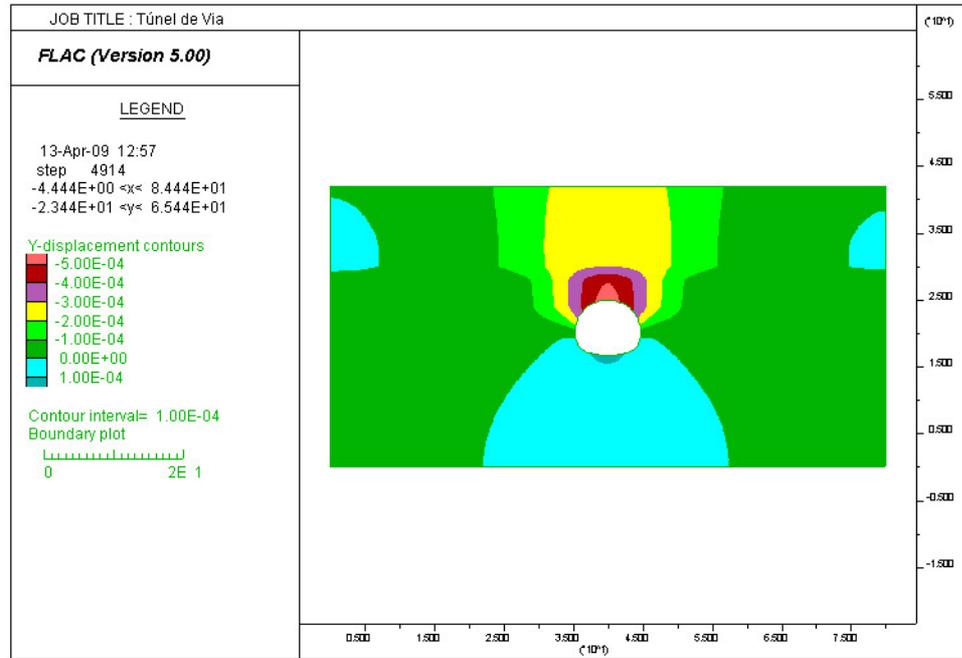


Figura 6 Campo de deslocamentos horizontais

	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    15    de    26 DATA      15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P.França



**Figura 7** Campo de deslocamentos verticais

Como é possível observar, os deslocamentos previstos na superfície são da ordem de (0.2 - 0.3mm).

CLIENTE:

NT-01-TU15-010.

0



TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

FOLHA 16 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P. França

## 4.7.2 Análise 2

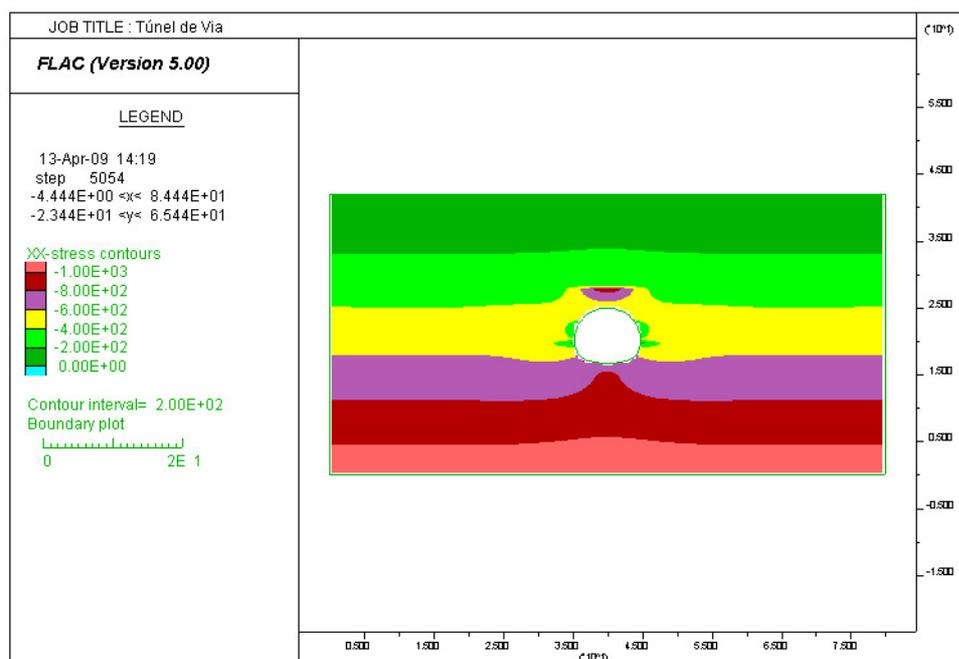


Figura 8 Campo de tensões horizontais

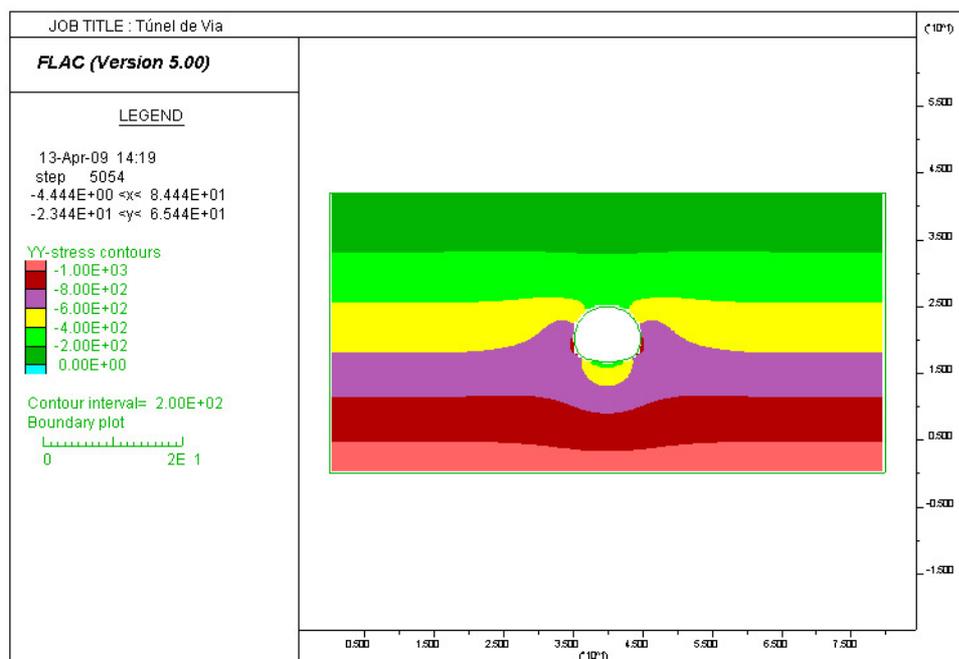


Figura 9 Campo de tensões verticais

CLIENTE:

NT-01-TU15-010.

0



TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

FOLHA 17 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França

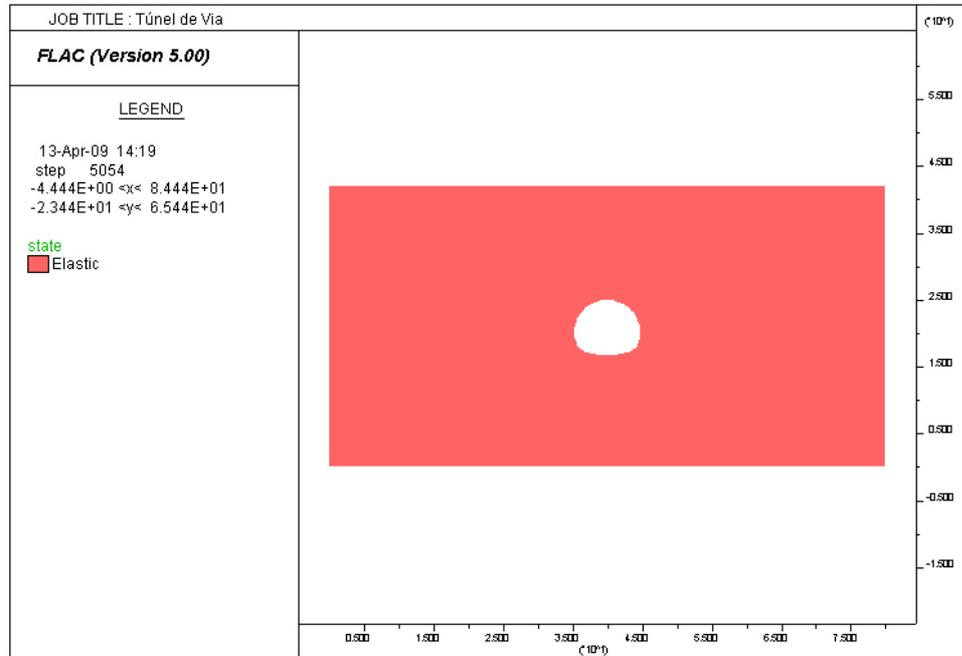


Figura 10 Campo de plastificações

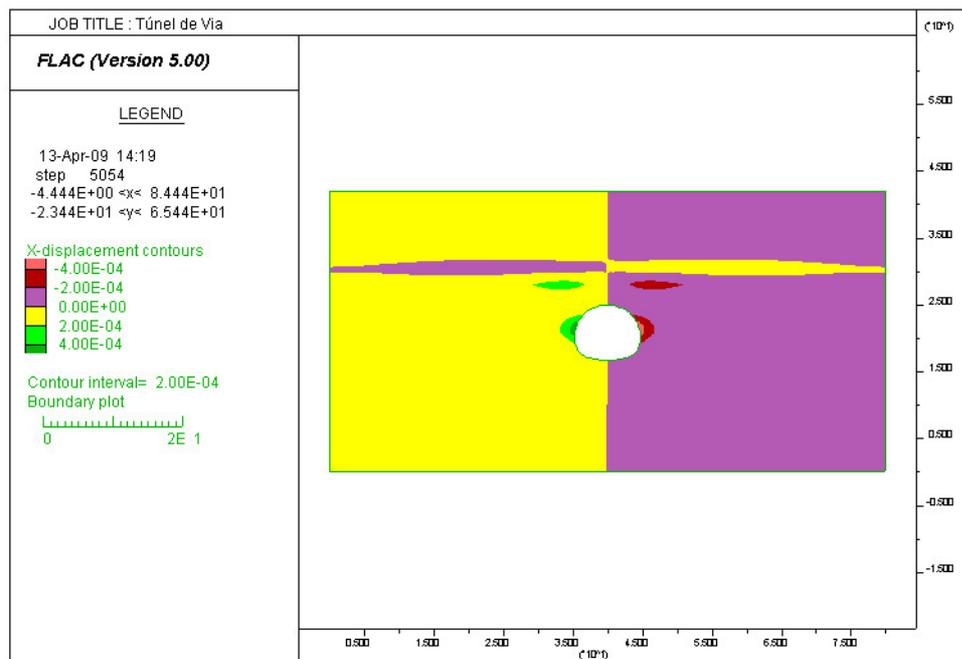
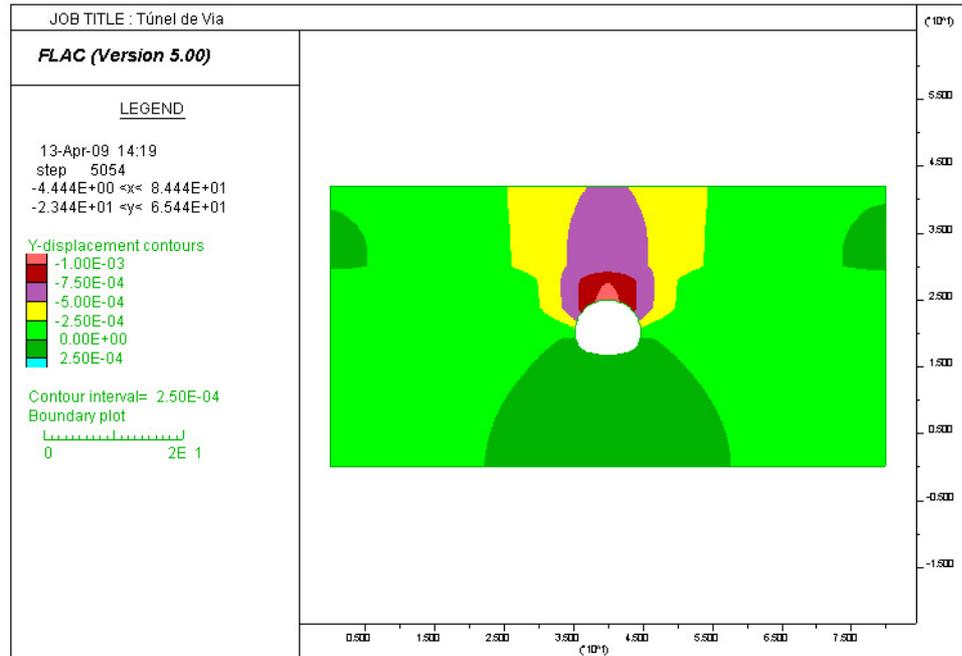


Figura 11 Campo de deslocamentos horizontais

	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    18    de    26 DATA      15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P.França



**Figura 12** Campo de deslocamentos verticais

Como é possível observar, os deslocamentos previstos na superfície são da ordem de (0.25 - 0.5mm).

### 4.7.3 Análise 3

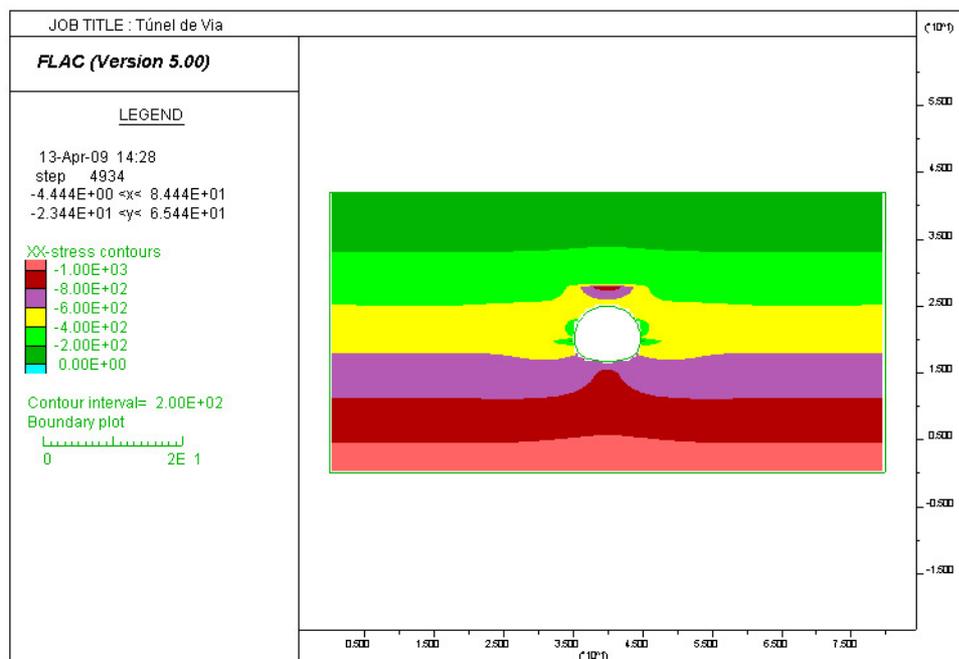


Figura 13 Campo de tensões horizontais

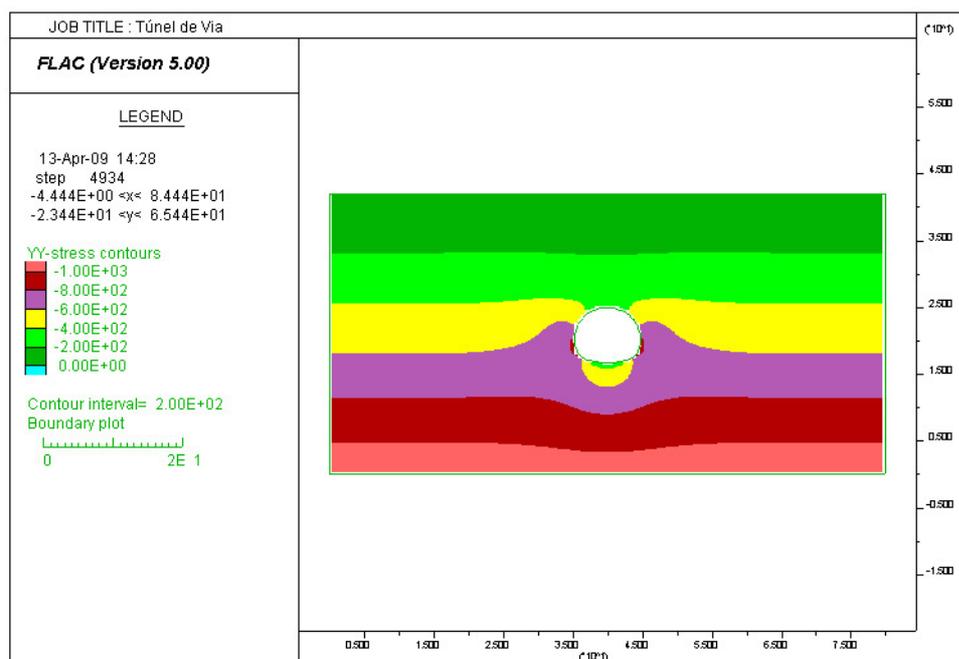


Figura 14 Campo de tensões verticais

CLIENTE:

NT-01-TU15-010.

0



TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

FOLHA 20 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França

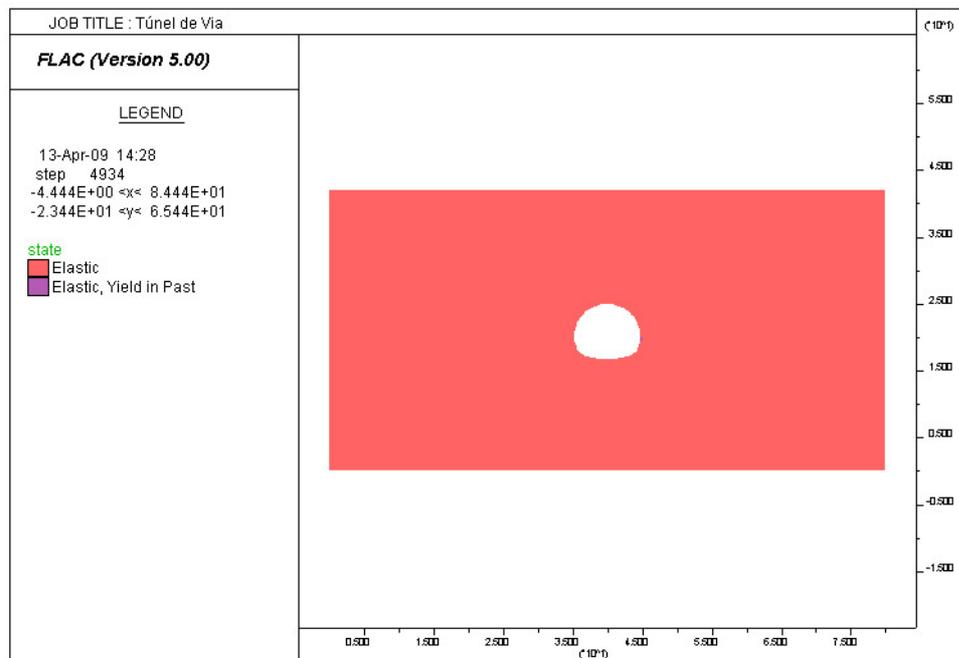


Figura 15 Campo de plastificações

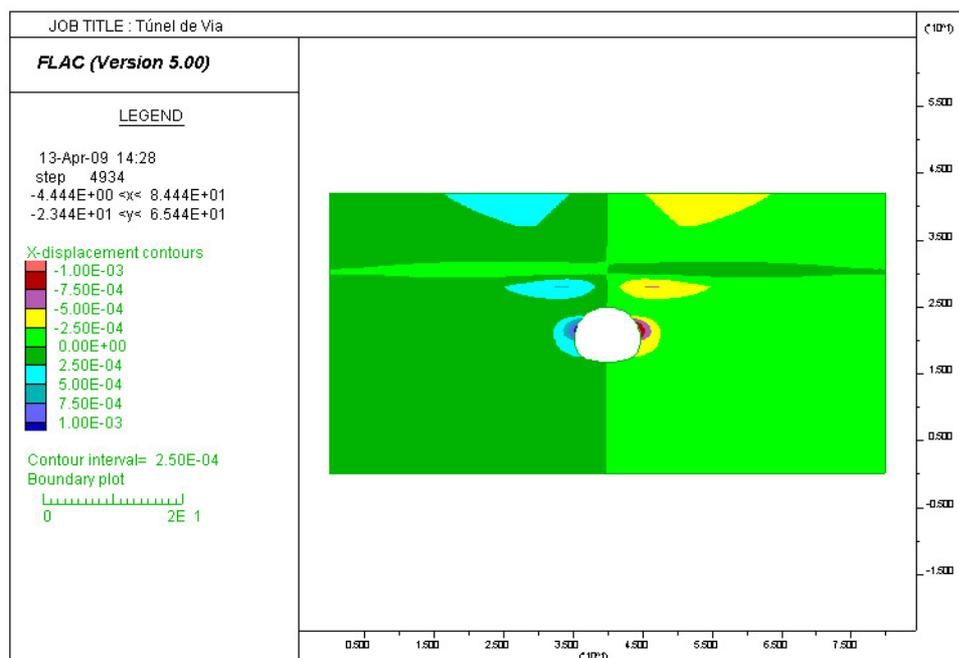
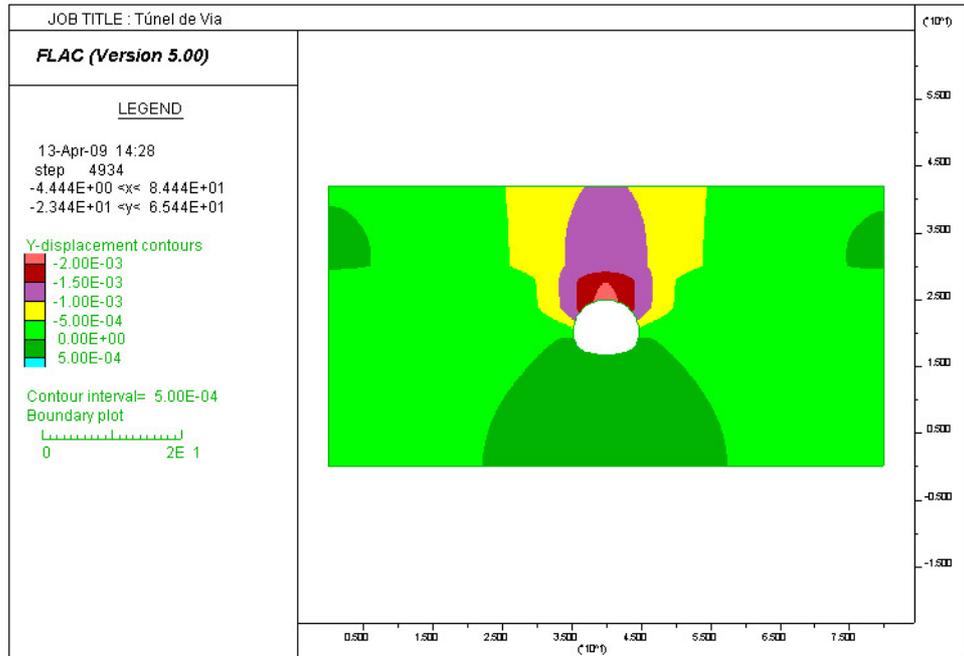


Figura 16 Campo de deslocamentos horizontais

	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    21    de    26 DATA      15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P.França



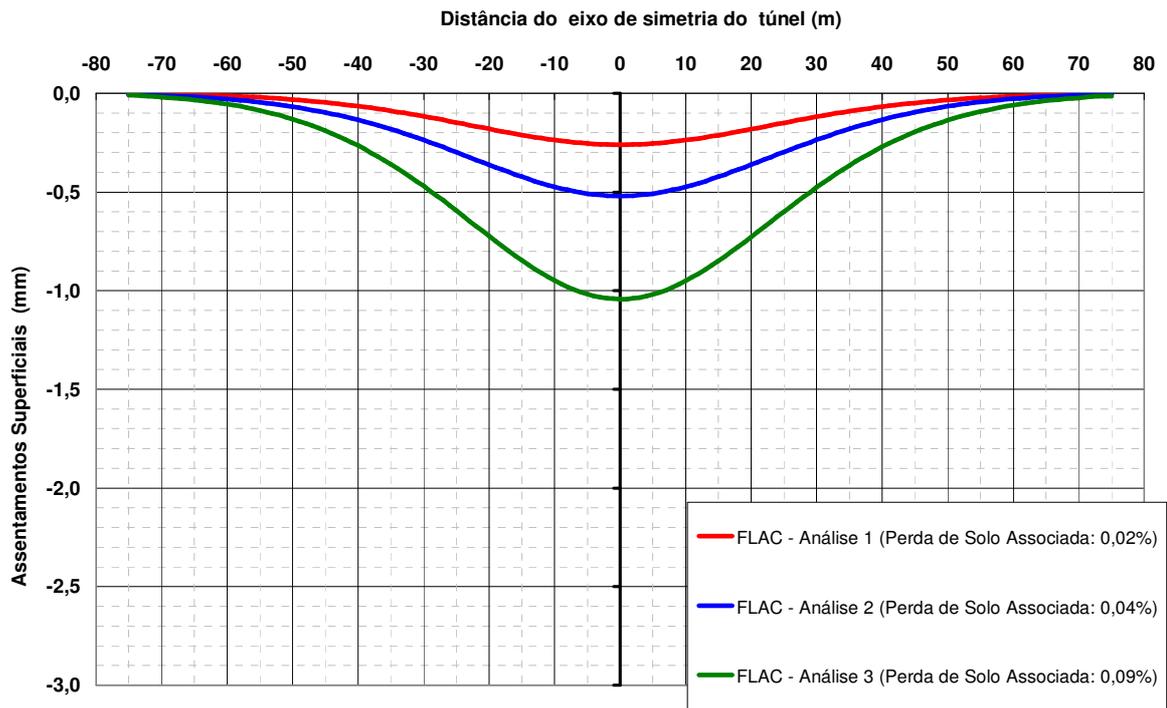
**Figura 17** Campo de deslocamentos verticais

Como é possível observar, os deslocamentos previstos na superfície são da ordem de (0.5 – 1.0mm).

   	CÓDIGO	REV.
CLIENTE:	NT-01-TU15-010.	0
	FOLHA	22 de 26
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	DATA	15/04/09
	ELABORAÇÃO	T. Galçoni / P. França

#### 4.8 BACIAS OBTIDAS COM AS ANÁLISES REALIZADAS

A figura abaixo ilustra as bacias de assentamentos obtidas com as análises realizadas com o programa FLAC.



**Figura 18** Bacias obtidas com as análises realizadas

	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    23    de    26 DATA      15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P.França

## 5. ESTIMATIVA DOS ASSENTAMENTOS COM MÉTODO DE PECK

### 5.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE PECK

Apresenta-se a seguir uma pequena revisão dos métodos empíricos e semi-empíricos relacionados ao cálculo dos assentamentos de superfície devido à escavação de um túnel.

#### **Bacia de assentamento (Peck (1969))**

$$S = S_s e^{-\left(\frac{x^2}{2i^2}\right)}$$

Onde,

S = assentamento a distância x da linha central da bacia de assentamento

S<sub>s</sub> = assentamento máximo (p/ x = 0)

i = coeficiente da curva (tipo distribuição normal)

$$\text{Área da bacia} = V_s = \sqrt{2\pi} \cdot i \cdot S_c$$

Inclinação = dS/dx = 0.61 S<sub>s</sub>/i (máximo em x = i, assentamento diferencial crítico)

#### **Relação largura de bacia de assentamento versus relação profundidade/largura do túnel** **Bacia Superficial ( Schmidt (1969) )**

$$\frac{i}{a} = k \left( \frac{z}{2a} \right)^n$$

Onde,

z - profundidade do eixo do túnel

a - raio do túnel

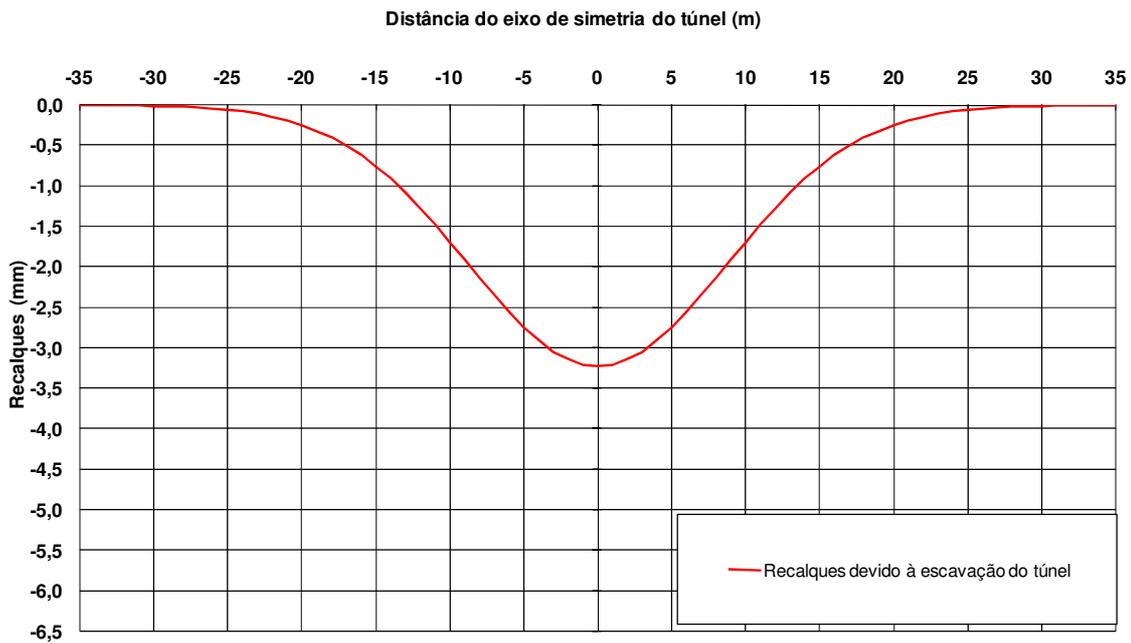
k - coeficiente próximo à unidade

n - aproximadamente 0.8

	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    24    de    26 DATA      15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P.França

## 5.2 BACIA DE ASSENTAMENTOS (MÉTODO DE PECK)

Apresenta-se abaixo um gráfico com estimativa de assentamentos de acordo com o Método de Peck considerando perda de solo de 0,1%.



**Figura 19** Bacia de assentamentos (perda de solo: 0,1%)

Como é possível observar, o deslocamento máximo previsto pelo Método de Peck é da ordem de 3mm.

CLIENTE:

NT-01-TU15-010.

0



TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres

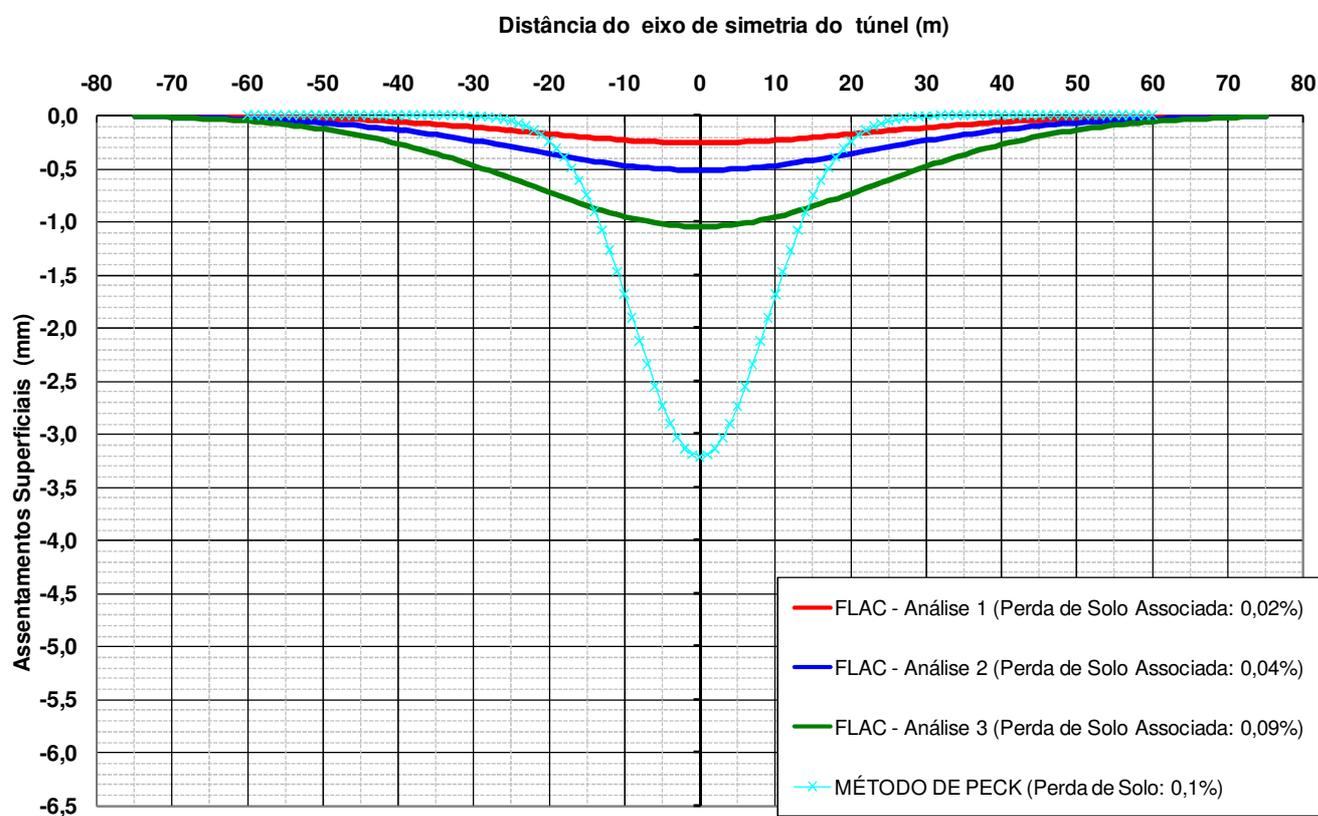
FOLHA 25 de 26

DATA 15/04/09

ELABORAÇÃO T. Galçoni / P.França

## 6. BACIAS DE ASSENTAMENTOS (COMPARATIVO FLAC X PECK)

O gráfico abaixo apresenta um comparativo entre as bacias de assentamentos obtidas com as análises numéricas realizadas com o programa FLAC e com o Método de Peck. Como é possível observar, as bacias obtidas com as análises numéricas indicaram uma zona de influência maior (mais larga). A bacia obtida com o Método de Peck (considerando perda de solo de 0,1%) indicou uma bacia mais fechada e com assentamento máximo maior (da ordem de 3mm).



**Figura 20** Bacias de assentamentos obtidas com auxílio do programa FLAC e com o Método de Peck

Considera-se que, a favor da segurança, que a curva de assentamentos obtida com o Método de Peck deve ser utilizada na avaliação de danos na estrutura do aqueduto.

   	CÓDIGO REV.
CLIENTE:  	NT-01-TU15-010.      0
TÍTULO: Estimativa dos assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via nas proximidades do Aqueduto de Águas Livres	FOLHA    26    de    26 DATA      15/04/09 ELABORAÇÃO    T. Galçoni / P.França

## 7. CONCLUSÃO

No presente documento foram apresentadas estimativas de assentamentos induzidos pela escavação do túnel de via do 75º Troço nas proximidades do Aqueduto das Águas Livres. Foram apresentadas estimativas com auxílio do programa computacional FLAC e com auxílio do Método de Peck (método semi-empírico).

As análises realizadas com o programa FLAC indicaram que não ocorrem plastificações no entorno da escavação que possam indicar risco de estabilidade das escavações do túnel e que as deformações na superfície são muito pequenas (assentamentos inferiores a 1mm).

A estimativa realizada com o Método de Peck indicou um aspecto mais fechado da curva de assentamentos e assentamentos da ordem de 3mm.

Neste documento foram apresentados apenas os assentamentos estimados para a superfície onde está apoiada a estrutura que abriga o aqueduto, a estimativa dos possíveis danos na estrutura do aqueduto será objecto de documento específico.

Considera-se que, a favor da segurança, que a curva de assentamentos obtida com o Método de Peck deve ser utilizada na avaliação de danos na estrutura do aqueduto.