

**CEPOLLINA**  
engenheiros consultores s/s ltda

Parecer Geotécnico

Código Cepollina  
SRC-BSB-081224

Revisão  
2

Folha  
1 de 8



Cliente

Empreendimento / Local  
**Sistema Paranoá**

Contato

**SISTEMA PARANOÁ**  
**PARCER GEOTÉCNICO**

2	03/02/2009	Análise de novas sondagens	MC	MC	MC
1	16/01/2009	Critérios para assentamento da adutora	MC	MC	MC
0	24/12/2008	Emissão inicial	MC	MC	MC
<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição</b>	<b>Exec.</b>	<b>Verif.</b>	<b>Aprov.</b>

rua roque petrella, 314 cep 04581-050 sp fone: 5543 1044 fax: 5532 1726 cepollina@terra.com.br

<b>CEPOLLINA</b> engenheiros consultores s/s ltda	Parecer Geotécnico		
	Código Cepollina SRC-BSB-081224	Revisão 2	Folha 2 de 8

## 1) OBJETIVO

Este relatório visa fornecer subsídios relativos as fundações e questões geotécnicas em geral para o desenvolvimento do para o projeto básico das estruturas.

Os projetos básicos permitirão a elaboração do orçamento da obra que é o principal objetivo nesta fase do trabalho.

Deve ser esclarecido que as informações sobre o perfil do subsolo são restritas, havendo um número muito pequeno de sondagens. Assim, haverá casos de estruturas sobre as quais poderá pairar dúvidas quanto ao tipo de solução de fundação a adotar, e neste caso este relatório optará pela mais conservadora tanto do ponto de vista técnico, como também do ponto de vista de custos.

Em fase de projeto executivo, será obrigatória a execução de extensa campanha de sondagens dentro da área para reavaliar as recomendações abaixo.

## 2) CAPTAÇÃO E ELEVATÓRIA

### 2.1. Perfil do subsolo

Foram feitas, de início e pela firma Reforsolo Engenharia, 4 sondagens a trado e 3 sondagens a percussão.

As sondagens a trado descrevem o perfil do subsolo com sendo constituído por um horizonte superficial de argila com cerca de 2m de espessura, vindo então uma areia argilosa.

Nas sondagens a percussão o material é descrito como sendo essencialmente argiloso, havendo horizontes que ora são mais siltosos, ora mais arenosos.

Com relação a resistência do material investigado, as SP-01 e SP-02 encontrou um solo muito resistente a pouco mais que 6.0m de profundidade enquanto que na SP-03 ele foi encontrado a pouco mais que 2.5m.

O lençol freático foi encontrado a profundidades de 1.1 a 2.3m.

Ocorre que em inspeções visuais se observava indícios que o material rochoso poderia estar próximo da superfície e por isso se julgou que as sondagens disponíveis pudessem não ser representativas.

Decidiu-se então pela execução de uma campanha adicional, constituída por 3 furos que foram feitos pela firma Soltec Engenharia.

Essas 3 sondagens mostraram que a rocha está realmente mais próxima da superfície que as sondagens anteriores indicavam. É possível que aquelas tenham sido feitas em alguma fratura do dorso rochoso e por isso atingiram profundidades um pouco maiores.

O nível de água destas sondagens foi encontrado a cerca de 1m de profundidade.

<b>CEPOLLINA</b> engenheiros consultores s/s ltda	Parecer Geotécnico		
	Código Cepollina SRC-BSB-081224	Revisão 2	Folha 3 de 8

## 2.2. Descrição das estruturas

Consiste de um canal para a tomada de água, caixas para gradeamento, poço de sucção e casa de bombas que inclui a subestação.

## 2.3. Processo construtivo

Será lançada uma ensecadeira dentro do lago para permitir a escavação a céu aberto e em taludes da área onde serão construídos o gradeamento e o poço de sucção.

Prever taludes da ensecadeira com inclinação de 1V:1.5H para o trecho acima do nível de água e de 1V:2.5H para a parte que ficará abaixo do nível de água.

Os taludes de escavação poderão ser feitos com inclinação de 1V:1H.

Recomendamos que seja previsto rebaixamento do ponteiros a vácuo que serão instaladas na metade do perímetro da escavação voltada para o lago. Estas ponteiros serão necessárias para garantir a estabilidade do talude interno da ensecadeira e eventualmente do solo natural, caso seja encontrada alguma falha como sugerem as sondagens feitas inicialmente.

Tendo em vista o resultado das sondagens da Soltec, mas recentes, será necessário prever escavação em rocha. Para a determinação do volume com maior precisão, será preciso um maior número de sondagens, que deverão incluir sondagens rotativas. Entretanto, nesta fase de projeto recomendamos que se considere que 50% do volume ser escavado possa ser feito com desmote a fogo.

Finalizada a execução da estrutura, a cava será reaterrada e a ensecadeira removida.

## 2.4. Fundações e critérios de projeto

### 2.4.1. Estruturas enterradas

As estruturas enterradas (gradeamento e poço de sucção) serão apoiadas diretamente no terreno. Deverá se verificar que as tensões aplicadas ao solo não ultrapassem 0.15 MPa.

Os empuxos de terra serão calculado considerando  $k_0 = 0.5$  e  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$  para o solo acima do nível de água e de  $\gamma' = 8 \text{ kN/m}^3$  para o solo abaixo do lençol freático. Neste caso, ou seja, abaixo do lençol freático, deverá ser considerado também o empuxo de água.

Para a verificação da flutuação deverá se considerar o nível de água na cota 1001.30m. O fator de segurança contra flutuação deverá ser de no mínimo 1.1 sem que seja considerado o atrito do solo (ou cone de arrancamento) devendo-se entretanto considerar o peso do solo sobre eventuais abas externas.

### 2.4.2. Muros de ala

De modo a minimizar o volume de escavação recomendamos que os muros de ala que ficam no início da estrutura, sejam feitos em gabiões, o que permitirá executá-los sobre os taludes escavados. Recomendamos, para fins de orçamento que se considere que a base destas estruturas de contenção

<b>CEPOLLINA</b> engenheiros consultores s/s ltda	Parecer Geotécnico		
	Código Cepollina SRC-BSB-081224	Revisão 2	Folha 4 de 8

tenham uma largura igual a altura a ser arrimada. Recomendamos ainda que elas sejam feitas com uma inclinação de 10% o que favorece a estabilidade.

#### 2.4.3 Casa de bombas e subestação

Deve ser comentado de início as duas campanhas de sondagens mostram diferenças que podem levar a diferentes soluções de fundação para estas estruturas. Pela SP-02 (da Reforsolo) haveria necessidade de emprego de fundações profundas, mas a SP-03 da Reforsolo e as SP-01 a SP-03 da Soltec mostram um terreno firme já a 2m de profundidade que permitira a execução de fundações diretas, através de sapatas, executadas a essa profundidade, mesmo abaixo do lençol freático, que seria controlado por mero esgotamento.

Para o projeto executivo serão necessárias mais sondagens para que esta eventual diferença de resultados seja elucidada e assim as fundações sejam adequadamente projetadas.

Entretanto, meramente para fins de orçamento, recomendamos que se considere, nesta fase de estimativa de custos, que as fundações tenham que ser através de estacas de concreto pré moldadas exceto para os pilares sobre o poço de sucção serão nele apoiados.

Deverão ser adotadas estacas pré moldadas com as características abaixo:

carga até (kN)	seção mínima (cm <sup>2</sup> )	espaçamento mín.entre estacas (cm)
200	289	45
300	415	60
400	531	65
500	616	70
700	855	85

As estacas deverão ser consideradas com 6m.

Também deverão ser consideradas estacas para a portaria e para os acumuladores hidráulicos.

Reiteramos a necessidade de sondagens adicionais (incluindo rotativas) para a elaboração do projeto executivo e concluímos lembrando que muito provavelmente, grande parte das fundações os pilares destas estruturas acabarão sendo projetados sobre sapatas. A consideração de estacas, como acima recomendado é um mero artifício para que garantir que as fundações reais não serão mais onerosas do que o resultado da estimativa feita com as recomendações acima.

### 3) ETA

#### 3.1. Perfil de subsolo

Dispõe-se de 3 sondagens na área da ETA: SP-16, 19 e 24. Não se tem a locação dessas sondagens, mas o perfil de subsolo parece homogêneo, sendo constituído por uma camada superficial de cerca de 3m de uma argila arenosa porosa, com cerca de 3m de espessura, vindo então uma areia variegada muito compacta.

O lençol freático não foi encontrado.

<b>CEPOLLINA</b> engenheiros consultores s/s ltda	Parecer Geotécnico		
	Código Cepollina SRC-BSB-081224	Revisão 2	Folha 5 de 8

Seguem abaixo nossas recomendações para as estruturas da ETA:

### 3.2. Mistura rápida

Trata-se de uma estrutura parcialmente enterrada (3m) que deverá ter os empuxos calculados de acordo com os parâmetros do item 2.4.1, não se devendo considerar a presença do lençol freático.

O processo executivo será através de escavação em taludes com inclinação de 1V:1H.

As fundações serão através de estacas de acordo com as características já especificadas no item 2.4.3. O comprimento estimado é de 8m.

### 3.3. Floculação, Flotação e Filtração

Trata-se de estruturas semelhantes a reservatórios, com galerias entre os grandes tanques.

Neste tipo de estrutura a solução mais adequada em termos econômicos e de prazos é o apoio direto.

O solo local é entretanto muito fofo e não tem capacidade suporte para as tensões que seriam aplicadas. Assim, para viabilizar o apoio direto será necessária uma substituição de solo sob estas estruturas.

Será então feita uma escavação e o solo removido será recolocado na forma de um aterro compactado. As estruturas deverão estar sobre uma camada de no mínimo 3m de espessura de aterro feito em camadas delgadas (25 cm) e compactadas a um grau de compactação de 98% do Proctor Normal.

O fundo da escavação deverá ter uma área correspondente a projeção das estruturas somada de 1m de cada lado e seus taludes terão inclinação de 1V:1H.

Com base nos níveis de implantação é possível dividir a área em duas: floculadores e flotadores teriam a substituição de solo feita até a cota 1097.50m e a na galeria de equipamentos, filtros, galeria de tubulações e canal de água filtrada, a cota do fundo da escavação para a troca de solo será 1096.0m.

### 3.4. Desinfecção com U.V. e caixa de saída de água filtrada.

### 3.5. Casa de operações

Será apoiada em estacas pré-moldadas que terão as características já especificadas no item 2.4.3. Considerar comprimentos de 8m.

### 3.6. Sistema de produtos químicos

Deverão ser consideradas fundações através de estacas pré-moldadas. Com as características acima.

<b>CEPOLLINA</b> engenheiros consultores s/s ltda	Parecer Geotécnico		
	Código Cepollina SRC-BSB-081224	Revisão 2	Folha 6 de 8

As bacias de contenção ao redor dos tanques de coagulantes serão apoiadas diretamente sobre o terreno, entretanto será necessária uma troca de solo com 1m de espessura, sobre a qual a laje será apoiada.

### 3.7. Tanques de ácido fluossilícico

Os tanques e a bacia serão apoiados sobre estacas.

### 3.8. Tanque de contato e elevatória de água de lavagem

Serão apoiados diretamente no terreno, sobre uma troca de solo com 3m de espessura, de acordo com os conceitos expostos no item 3.3.

### 3.9. Reservatórios Pulmão

Trata-se de tanques de aço. Serão apoiados sobre a substituição de solo de acordo com o especificado no item 3.4.

### 3.10. Tanques de lodo e casa de desidratação

Os tanques de lodo poderiam ser apoiados sobre solo trocado, mas como tem uma área pequena a troca de solo é mais trabalhosa (equipamentos pequenos) e portanto mais onerosa.

Recomendamos então que sejam consideradas estacas pré-moldadas com 8m de comprimento. Isto também vale para a casa de desidratação.

### 3.11. Tanque de regularização de água de lavagem e EE de recuperação

Estes tanques tem dimensões maiores que os de lodo. Ademais, estão em área de corte e serão enterrados cerca de 2.5m. Nessas condições, a troca de solo é a solução mais adequada. Julgamos que a substituição de 1.5m já seja suficiente neste caso pois um solo de melhores características geomecânicas será encontrado.

### 3.12. Reservatório de água potável

Considerar que ele será apoiado em estacas. Quando do projeto executivo poderá se decidir por executá-las sobre tubulões escavados manualmente.

### 3.13. Portaria, balança, subestação, gerador de emergência.

Estas edificações e estruturas serão apoiadas sobre estacas pré-moldadas.

## 4) CRITÉRIOS PARA ASSENTAMENTO DA ADUTORA

### 4.1. Rebaixamento de lençol

Nenhuma das sondagens a trado feitas no trajeto da adutora acusou a presença de água, de forma que não será necessário rebaixamento ou esgotamento do lençol freático.

<b>CEPOLLINA</b> engenheiros consultores s/s ltda	Parecer Geotécnico		
	Código Cepollina SRC-BSB-081224	Revisão 2	Folha 7 de 8

#### 4.2. Embasamento

Será composto de envoltória de areia. Esta poderá ser natural ou artificial.

#### 4.3. Escoramento

A profundidade do fundo da vala será de 3.0m na maioria do trecho com pequenos segmentos com uma profundidade de 2.5m.

Os furos a trado não classificam o solo quanto a sua resistência, de forma que é um tanto difícil determinar-se qual o tipo de escoramento que será necessário.

De qualquer forma, com base em experiência, recomendamos que se admita que será necessário o emprego de pontaleamento em todo o comprimento da adutora. Na verdade, o que ocorrerá é que nos trechos onde o solo for mais resistente, não será necessário escoramento até que os segmentos de tubo sejam colocados dentro da vala. Quando os trabalhadores descenderem na vala para executar a emenda dos tubos, então o escoramento será colocado.

#### 4.4. Travessia da DF-025

Recomendamos que se considere a travessia feita através do sistema de túnel linner.

Deve ser observado, entretanto, que a sondagem a trado ST-06 indicou o impenetrável a perfuração (o que não significa, necessariamente, rocha) a 2m de profundidade.

Isto deve ser melhor pesquisado na fase de projeto executivo, pois se houver mesmo rocha, a execução desta travessia em método não destrutivo ficaria muito difícil e onerosa. Uma travessia a céu aberto, desviando parcialmente a pista teria que ser considerada.

#### 4.5. Presença de rocha

Conforme dito acima, o impenetrável a escavação por trado não significa, necessariamente, que se tenha atingido rocha. É possível que se consiga escavar este material com as escavadeiras hidráulicas.

De qualquer forma, face aos dados disponíveis, recomendamos que se considere que em ¼ do comprimento total se tenha que executar escavação em rocha no metro final da vala.

**CEPOLLINA**

Engenheiros consultores s/c ltda

<b>CEPOLLINA</b> engenheiros consultores s/s ltda	Parecer Geotécnico		
	Código Cepollina SRC-BSB-081224	Revisão 2	Folha 8 de 8

Eng. Mario Cepollina