



# NORMA TÉCNICA

L6.200

Jan/1978  
9 PÁGINAS

Levantamento de dados sobre agressividade de solos a tubulações, requisitos gerais e amostragem: procedimento

**Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**  
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345  
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP  
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

[http: // www . cetesb . sp . gov . br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

## LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE AGRESSIVIDADE DE SOLOS A TUBULAÇÕES

## REQUISITOS GERAIS E AMOSTRAGEM

## PROCEDIMENTO

<u>SUMÁRIO</u>	<i>Páginas</i>
1 <i>Objetivo</i> .....	1
2 <i>Referências</i> .....	1
3 <i>Definições</i> .....	1
4 <i>Condições gerais</i> .....	2
5 <i>Condições específicas</i> .....	2/3
Anexo A.....	a/1 a a/2
Anexo B.....	b/1 a b/2
Anexo C.....	c/1 a c/2
Anexo D.....	d/1

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma prescreve o procedimento para avaliação das condições de agressividade de solos por onde passam ou poderão passar tubulações metálicas para condução de água de abastecimento público.

2 REFERÊNCIAS2.1 Determinação do pH

Especificação LNEC (Portugal) E-203 - 1967.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Para efeito desta Norma são adotadas as seguintes definições:

3.1.1 Faixa de servidão

Região onde se encontra ou poderá ser instalada a tubulação.

3.1.2 Estação de ensaio

Região delimitada do terreno onde são realizados os ensaios.

3.1.3 Profundidade de tubulação

Distância, na vertical, entre o eixo de simetria da tubulação e o nível do terreno.

## 4 CONDIÇÕES GERAIS

### 4.1 Elementos necessários

4.1.1 O levantamento de dados sobre agressividade de solos, pressupõe a necessidade dos seguintes elementos:

- a) Trajetos reais ou prováveis da tubulação através de plantas, esquemas ou informações verbais;
- b) Mapas da região indicando sistemas que utilizam corrente elétrica contínua tais como:
  - estradas de ferro;
  - bondes;
  - indústrias;
  - estaleiros, etc.
- c) Cota máxima do lençol freático, se disponível;
- d) Aparelhos com precisão mínima de 3% para as duas determinações geofísicas indicadas em 4.2.1.(a) e 4.2.1.(b).

### 4.2 Atividades necessárias

4.2.1 Em cada uma das estações de ensaio serão determinadas as seguintes características do solo:

- a) Resistividade aparente, segundo Anexo A;
- b) pH, segundo Anexo B;
- c) Existência de correntes dispersas, segundo Anexo C.

### 4.3 Condições Requeridas

#### 4.3.1 Aspecto das estações de ensaio

4.3.1.1 Durante a fase dos trabalhos de campo, para obtenção dos dados de avaliação da agressividade do solo, as estações de ensaio devem visivelmente manter-se sob suas condições naturais. Isto é, não devem estar sob inundações ou secas anormais.

#### 4.3.2 Aferição dos aparelhos de medição

4.3.2.1 Os aparelhos de medição devem ser aferidos ao fim de cada dia normal dos trabalhos de levantamento de dados. Estas aferições devem ser efetuadas com utilização de padrões ou instrumentos para estes fins.

## 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 5.1 Distância entre estações de ensaio

5.1.1 A distância mínima entre duas estações de ensaio consecutivas deve ser superior a 5 vezes a profundidade média da tubulação existente ou a ser enterrada naquele trecho.

## 5.2 Repetição dos ensaios

5.2.1 Repetir os ensaios efetuados com um determinado aparelho quando:

5.2.1.1 Em uma aferição forem encontrados erros superiores ao permitido. Neste caso, devem ser repetidos os ensaios efetuados entre esta aferição e a anterior, após um dia no máximo.

5.2.1.2 Em uma estação  $n$  os valores nela encontrados apresentarem quaisquer das seguintes características:

- a) Afastarem-se sensivelmente da média dos valores encontrados nas estações adjacentes a  $n$ ;
- b) Serem no mínimo, 100% superior ao maior dos valores obtidos nas estações  $n-1$  e  $n+1$ ;
- c) Serem, no mínimo, 50% inferiores ao menor dos valores encontrados nas estações  $n-1$  e  $n+1$ .

## 6 RESULTADOS

6.1 Deve ser elaborado um relatório final com os seguintes tópicos:

6.1.1 Planta da situação do trecho estudado e indicação das estações de ensaio.

6.1.2 Tabelas apresentando todos os resultados obtidos em cada estação de ensaio. Tais Tabelas devem ter locais para observações que se fizerem necessárias bem como para indicar resultados de repetição de ensaio.

6.1.3 Gráficos indicando a variação de cada grandeza no tempo e espaço, quando conveniente.

---

/Anexo A

A-3.2 Ligar o aparelho e fazer as leituras de resistência (R) em ohm.

A-3.3 Fazer medições de resistividade para um mínimo de 3 profundidades espaçadas, sendo recomendadas as seguintes:

- a) À 0,5 m da superfície do solo;
- b) Na profundidade média da tubulação existente ou a ser enterrada;
- c) 1,5 vezes a profundidade média da tubulação existente ou a ser enterrada.

#### A-4 Resultados

##### A-4.1 Fórmula e cálculos

Para o cálculo da resistividade ( $\rho$ ) aparente, a uma profundidade a, usar a seguinte fórmula:

$$\rho = 2\pi a R$$

onde: a = profundidade desejada (cm)  
R = resistência em ohm

Expressar os resultados em ohm x cm.

##### A-4.2 Relatório do ensaio

Elaborar um relatório fornecendo para cada estação de ensaio, os valores de resistividade às várias profundidades ensaiadas.

Atender as prescrições constantes do capítulo 6 desta Norma.

---

/Anexo B

ANEXO BDETERMINAÇÃO DO pHB-1 Objetivo

Este método tem por finalidade indicar o procedimento para determinação do pH de solos.

B-2 Reagentes

B-2.1 Água desionizada (pH = 7).

B-2.2 Solução tampão de pH = 4, preparada da seguinte forma: Dissolver 5,106 g de ftalato ácido em água destilada e perfazer o volume de 500 cm<sup>3</sup> com água destilada.

B-2.3 Solução tampão de pH = 9,2, preparada da seguinte forma: Dissolver 9,54 g de tetraborato de sódio (borax) em água destilada e perfazer o volume de 500 cm<sup>3</sup> com água destilada.

NOTA: Eventualmente poderão ser usadas soluções tampões de pH, formuladas a partir de outros reagentes, e com valores de pH diferentes dos citados. Estes fatos dependerão do tipo de aparelho de medição de pH a ser utilizado e da disponibilidade de reagentes, além da reprodutibilidade do método.

B-3 Aparelhagem

Aparelho para a determinação eletrométrica de pH, do tipo portátil, provido de um eletrodo de vidro e de um eletrodo de calomelano como referência. Deverá ser capaz de fornecer leituras de pH de 3,0 a 10,0, no mínimo. A escala deve permitir leituras com precisão de  $\pm 0,05$  unidade de pH, e corrigidas a 25°C.

B-4 Amostragem e amostras

B-4.1 Retirar do local, à profundidade desejada, uma amostra mínima de 1 kg do solo e ensaiar.

B-4.2 O dispositivo empregado para a coleta desta amostra deve ser tal que não possibilite a obtenção de material a não ser aquele do local e profundidade desejada.

B-4.3 Colocar esta amostra em recipiente perfeitamente limpo e com o auxílio de uma bagueta, homogenizar a mesma.

B-4.4 Do material homogenizado, retirar com espátula ou colher uma porção para ensaio de aproximadamente 100 cm<sup>3</sup> e colocar esta num becker ou copo de 200 cm<sup>3</sup>, perfeitamente limpo.

B-4.5 Adicionar um volume tal de água desionizada, à porção de ensaio, a ponto de encharcar totalmente este material, agitando com bagueta. Majorar o volume

de água até se observar sobrenadantes.

B-4.6 Deixar em repouso, à temperatura ambiente, por um mínimo de 4 horas e um máximo de 12 horas.

B-4.7 Proceder à medição do pH.

#### B-5 Execução do ensaio

B-5.1 Imediatamente antes da determinação do pH, calibra-se o potenciômetro, com as soluções tampões e segundo o processo indicado pelo fabricante.

B-5.2 Agitar a suspensão de solo, lavar o eletrodo com água destilada, e mergulhar o mesmo na solução agitada.

B-5.3 Efetuar um mínimo de duas determinações de pH, na mesma suspensão, com breve agitação, antes da obtenção da leitura.

B-5.4 As leituras de pH da mesma suspensão, não devem diferir de mais de 0,2 unidades de pH e devem atingir um valor constante, após transcorrido 1 minuto.

#### B-6 Relatório do ensaio

Elaborar um relatório, fornecendo para cada estação de ensaio, os valores de pH, corrigidos para 25°C.

Atender as prescrições constantes do Capítulo 6 desta Norma.

---

/Anexo C

ANEXO CCONSTATAÇÃO DA EXISTÊNCIA OU NÃO DE CORRENTES DISPERSASC-1 Objetivo

Este método tem por finalidade indicar o procedimento para determinar:

- a) Variação ou não do potencial elétrico de uma região do solo em relação a outra região próxima, ou
- b) variação ou não do potencial tubo/solo em relação a uma semi-célula de cobre/sulfato de cobre.

C-2 AparelhagemC-2.1 Voltímetro

Voltímetro com resistência interna, mínima de 100.000  $\Omega/V$ , DC, com precisão indicada em 4.1.1(d) ou um registrador gráfico de potencial com as mesmas características.

Deve possuir, no mínimo, 3 escalas com fundos próximos de 0,1 V; 1 V e 10 V respectivamente.

A resposta deve ser tal que sob tensão igual a do fundo da escala, a mesma seja atingida num intervalo de tempo compreendido entre 2 a 4 segundos.

C-2.2 Eletrodos de referência

Duas semi-células do tipo cobre/sulfato de cobre.

Tais semi-células, devem possuir a seguinte característica: A diferença de potencial entre ambas, não deve ser superior a 1 mV, quando suas bases porosas estiverem imersas numa mesma solução salina (solução diluída de sulfato de cobre), contida num recipiente de paredes constituídas de material eletricamente isolante.

C-3 Execução do ensaioC-3.1 Solo onde a tubulação ainda não foi enterrada

C-3.1.1 Estabelecer estações de ensaio ao longo da faixa de servidão a ser estudada, com espaçamentos não superiores a 500 m, observando o item 5.1.1.

C-3.1.2 Assentar, em cada estação de ensaio, 2 semi-células, de modo que suas bases porosas entrem em contato com o solo úmido. Para isso, remover a parte superior, seca, do solo, até atingir o solo úmido. Adicionar água limpa na superfície úmida a ponto de formar uma lama e assentar a semi-célula.

C-3.1.3 Ligar uma semi-célula ao borne negativo do voltímetro e a outra no positivo, através de fio elétrico flexível, bitola mínima Nº 16 AWG com duplo revestimento.

C-3.1.4 Registrar durante 30 minutos, no mínimo, as diferenças de potencial entre as duas semi-células.

C-3.1.5 Assentar as semi-células em uma direção a mais aproximada de uma perpendicular à anterior e repetir o ensaio.

### C-3.2 Solo onde já existe a tubulação

C-3.2.1 Estabelecer estações de ensaios, ao longo da tubulação, distanciadas de 1.000 m no máximo, observando o item 5.1.1.

NOTA: Em locais em que hajam acessórios da tubulação como registros, válvulas, cavaletes, etc., podem ser localizadas estações de ensaio, visto a facilidade de execução do contato elétrico.

C-3.2.2 Em cada estação de ensaio, assentar uma semi-célula, sobre o tubo, na superfície do solo, atendendo o disposto no item C-3.1.2.

C-3.2.3 Ligar a tubulação ao borne negativo do voltímetro e a semi-célula ao positivo, por meio de fio elétrico flexível, bitola mínima Nº 16 AWG com duplo revestimento.

C-3.2.4 Registrar as diferenças de potencial, durante 2 horas no mínimo.

NOTA 1: Nos casos de oscilações lentas e fracas (amplitudes de até 50 mV e frequência de até 10 inversões do sentido do gradiente de potencial por minuto), anotar o valor máximo e mínimo a cada período de 1 minuto.

NOTA 2: Nos casos de oscilações rápidas e intensas, deve-se usar voltímetro com registro gráfico contínuo de potencial.

## C-4 Resultados

Elaborar um relatório conforme prescrição constantes do capítulo 6 desta Norma, além de:

- a) Tabelas relacionando as estações de ensaio aos valores máximos e mínimos de potências;
- b) Gráficos apresentando as oscilações de potencial, nas estações em que tal ocorrer.

---

/Anexo D

ANEXO DREFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICASD-1 Determinação da resistividade aparente do solo

- E. PARKER, MARSHALL, Pipe Line Corrosion and Cathodic Protection, A Field Manual. Houston, Gulf Publishing Company.
  - PEABODY, A.W., Control of Pipeline Corrosion. Houston, National Association of Corrosion Engineers.
-