

Proc.:	SB 3287/97
Fls.:	165
Ass.:	<i>[assinatura]</i>

metros. Tais informações devem ser utilizadas para aperfeiçoar o modelo teórico da dispersão dos contaminantes no local.

### 4.3 CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO

#### 4.3.1 Métodos utilizados para a determinação da condutividade hidráulica

A água se move através do solo em resposta à diferença de energia (ou potencial) existente entre os vários pontos desse solo. A condutividade hidráulica e a capacidade de retenção de água no solo são propriedades que determinam o escoamento da água no solo.

A condutividade hidráulica (ou permeabilidade) é a propriedade que quantifica a facilidade com que a água se movimenta através dos poros do solo. Numericamente, a condutividade hidráulica é expressa pelo coeficiente de proporcionalidade da equação 3 (equação de Darcy modificada) que descreve o escoamento da água pelo meio poroso.

$$q = -K(\theta) \frac{dH}{dz} \quad (3)$$

Sendo:

$q$ : densidade de fluxo (volume da fase líquida que atravessa a seção do solo transversal ao fluxo em uma unidade de tempo);

$K(\theta)$ : condutividade hidráulica em função da umidade;

$\theta$ : umidade do solo; e

$\frac{dH}{dz}$ : gradiente de potencial total.

O método de ensaio para determinação da condutividade hidráulica utilizado nesse trabalho é o da carga constante (KLUTE, DIRKSEN, 1986), baseado na aplicação direta da equação de Darcy para uma coluna de solo com área de seção transversal uniforme. Ou seja, trata-se da determinação da condutividade hidráulica do meio considerado como isotrópico, sob condições de saturação completa e de fluxo em regime permanente.

O método consiste na determinação do volume de água que atravessa o solo em um período determinado de tempo, após o estabelecimento de regime de fluxo

Proj.:	SB 3789/97
Fls.:	166
Ass.:	g. f. l. z.

permanente, decorrência da imposição da carga hidráulica na amostra, por um período de tempo adequado.

As amostras de solo, com estrutura não-deformada, foram coletadas no campo com a utilização do Amostrador de Uhland Modificado. Em cada ponto foram coletadas cinco sub-amostras, todas situadas em um mesmo horizonte de solo.

Já no Laboratório de Física do Solo e Irrigação do IPT, as amostras foram preparadas e saturadas por capilaridade em uma cuba de saturação, por 48 horas, até que a superfície superior das amostras apresentassem evidência de completa saturação (filme de água em toda a área superior da amostra).

Após constatada a saturação, a amostra é submetida a uma carga hidráulica ( $\Delta h$ ) de 7 cm de água durante 24 horas. Após esse tempo, é medido o volume de água ( $V$ ) que passou pela amostra em intervalo de tempo igual a meia hora. O cálculo da condutividade hidráulica é realizado utilizando-se a equação 4.

$$K = \frac{V L}{A t \Delta h} \quad (4)$$

Sendo:

K: condutividade hidráulica;

V: volume de água coletado no intervalo de tempo considerado;

L: comprimento da amostra de solo;

A: área da superfície perpendicular ao fluxo;

t: tempo decorrido para a coleta do volume de água considerado  
(= 30 minutos); e

$\Delta h$ : diferença de carga hidráulica aplicada ao corpo de prova ensaiado.

#### 4.3.2 Resultados obtidos

Foram amostrados dois pontos, denominados T1 e T2, representativos do solo de alteração do xisto existente no substrato local, a litologia predominante na área analisada. O solo da área em análise apresenta o seguinte perfil característico:

- profundidade de 0 a 0,2 m: horizonte A;
- profundidade de 0,20 a 0,60 m: horizonte B;
- profundidade de 0,60 a 0,80 m: horizonte BC; e
- profundidade maior que 0,80 m: horizonte C.

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Proc.:	S03.3.289/97
Fls.:	16,7
Ass.:	<i>[assinatura]</i>

Parecer Técnico Nº 7 231

O ponto T1 refere-se à porção de topo de morroto enquanto a amostra T2 foi coletada em posição de meia encosta. Ambas, porém, são representativas do horizonte C do solo. Em cada ponto foram coletadas cinco sub-amostras, na profundidade média de 1,5 m. Os resultados dos ensaios laboratoriais para determinação da condutividade hidráulica são mostrados na TABELA 1.

Embora existam poucos dados, nota-se uma concentração de valores de condutividade hidráulica em torno de  $1,0 \times 10^{-03}$  e de  $6,0 \times 10^{-04}$ , com valor médio de  $8,6 \times 10^{-04}$ , ou seja representativo de condições de média permeabilidade, similar àqueles das areias finas siltsosas e argilosas (ABGE, 1996).

Outro aspecto a ser destacado quanto às amostras de solo analisadas é que o material apresentou expansividade, aumentando seu volume em torno de 10-15%, quando foi umedecido para a realização do ensaio de condutividade hidráulica.

PONTO AMOSTRADO	NÚMERO DA AMOSTRA	CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (cm/s)
T1	1709	9,66E-04
	1710	1,04E-03
	1711	6,90E-04
	1712	1,84E-04
	1713	1,23E-03
T2	1714	3,56E-04
	1715	1,04E-03
	1716	1,17E-03
	1717	7,59E-04
	1718	1,18E-03

**TABELA 1 - Condutividade hidráulica (K, em cm/s) em amostras não-deformadas de solo, método de KLUTE, DIRKSEN (1986), carga variável.**

#### 4.4 A REMEDIAÇÃO DE ÁREAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

##### 4.4.1 Aspectos Teóricos

A contaminação é um tema emocional e a percepção de perigo a ela associado pode guardar pouca semelhança com o risco real.

Segundo SIMMONS (1998), cada vez mais a avaliação de locais contaminados tem feito uso da abordagem de avaliação de risco, fundamentando-se

Processo:	SB. 3.281/94
Fls.:	168
Ass.:	<i>[assinatura]</i>

no trinômio "fonte - caminho de propagação - receptor", para determinar se a remediação é ou não necessária e em que grau.

Todos os três elementos, fonte - caminho de propagação - receptor, devem estar presentes para haver risco; a presença de uma fonte de contaminação pode não necessariamente constituir risco se, por exemplo, inexistir ou o caminho de propagação do poluente ou os receptores a serem afetados.

No estudo de antigos aterros de resíduos é freqüentemente útil lembrar que esses são essencialmente um depósito geológico, embora de idade muito recente e de natureza mais especializada. Desse ponto de vista, deve-se buscar o entendimento da origem e das características dos resíduos e da maneira como esses foram ali depositados.

Segundo o USEPA (1982), os materiais dispostos em aterros de resíduos, ou em outros locais de disposição final de resíduos no solo, estão sujeitos a vários processos de transporte que podem levar à contaminação ambiental das áreas circunvizinhas (FIGURA 26). Esses processos de transporte geralmente envolvem a transformação inicial das substâncias presentes nos resíduos para uma fase mais móvel, usualmente por meio de solubilização, volatilização e reações químicas ou biológicas formadoras de produtos solúveis ou gasosos.

Portanto, a primeira abordagem dos estudos de áreas contaminadas deve ser as investigações para obtenção do histórico de operação do local e determinação das fontes de contaminação que estão presentes. A partir desse conhecimento é que se poderá diagnosticar os principais caminhos de migração dos poluentes e efetuar a análise da sensibilidade das áreas circunvizinhas, identificando-se os receptores mais importantes. Água superficial e água subterrânea, contudo, geralmente são peças-chave nessa análise.

Desse modo são reunidos os elementos para a análise de risco propriamente dita. Deve-se ter condições de responder com segurança se a presença de contaminantes é tal que constitua um risco para os vários receptores de modo que seja necessária a etapa remediação. De acordo com os níveis de resposta à

Proc.: SIB 3789/97  
 Fls.: ... 169  
 Ass.: ... [Assinatura]

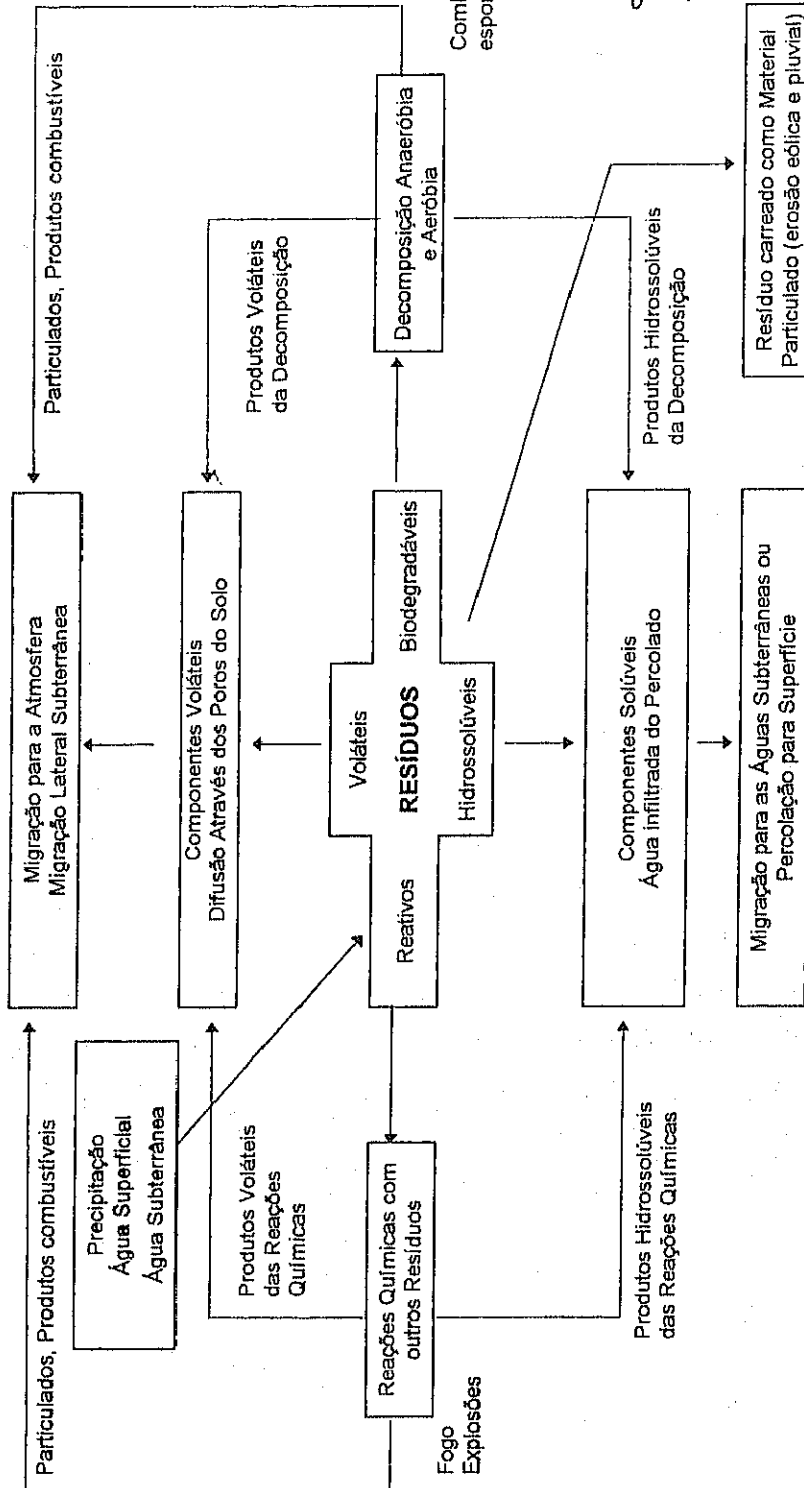


FIGURA 26 - Possíveis caminhos de migração de contaminantes em local de disposição de resíduos sólidos (Fonte: USEPA, 1982).

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Proc.: SB 3789/97.
Fis.: 139.
Ass.: <i>guler</i>

Parecer Técnico Nº 7 231

questão anterior, considerando-se os vários meios afetados, caberá o planejamento da etapa de remediação, necessariamente envolvendo detalhadas investigações diretas e análises laboratoriais, além das avaliações econômicas das alternativas de ações a executar.

Um aspecto ressaltado nesse sentido diz respeito ao alto custo das análises químicas. Segundo vários autores, tornou-se aparente nos últimos anos que a adoção de uma ampla campanha de amostragem e análise não é de forma alguma apropriada, particularmente no estágio inicial dos estudos. Assim, a tendência corrente é de favorecer a aplicação de técnicas de caracterização mais rápidas e mais abrangentes, principalmente as geofísicas (MARSH, GARNHAM, 1996, *apud* BENTLEY, 1996).

Quanto às técnicas de tratamento de áreas contaminadas por resíduos, essas podem ser grosso modo classificadas nos seguintes tipos:

- a) químicas: como a oxidação *in situ*, mudança de pH, visando transformar as substâncias nocivas em substâncias menos tóxicas e ou menos solúveis, mediante uso de reatores *in situ* e barreiras ativas, por exemplo;
  - b) físicas: compreendem técnicas como a lavagem do solo (mistura de solventes aquosos ou orgânicos ao solo, em reatores, para a remoção de substâncias aderidas às partículas finas do solo, tais como hidrocarbonetos, pesticidas, cianetos, metais pesados, etc.) e tratamentos térmicos para remoção (incineração, volatilização e pirólise) ou para inertização do poluente (plasma, vitrificação).
- No entanto, a remoção e o aterramento ainda são as técnicas mais freqüentes na remediação de locais de disposição de resíduos; e
- c) biológicas: compreendem as técnicas da chamada biorremediação e envolvem a promoção de condições ótimas de umidade e temperatura de modo a intensificar o desenvolvimento de microrganismos tanto nativos como alóctones especialmente inseridos para a degradação de contaminantes específicos. Essas técnicas podem, ainda, ser aplicadas *in situ* ou *ex situ* (em leitos de irrigação do solo e reatores especialmente preparados).

Proc.: SB 3789/92
Fls.: 17
Ass.: [assinatura]

A fase inicial do planejamento da remediação de uma área contaminada (USEPA, 1982) envolve as etapas apresentadas na FIGURA 27 e discutidas a seguir.

a) etapa 1: compilação de informações acerca da contaminação das águas subterrâneas e superficiais, da biota e do solo.

Poços para abastecimento humano e animal devem ser preliminarmente analisados para se detectar eventual contaminação, definindo ou não a existência de emergência sanitária;

b) etapa 2: coleta de informações sobre os meios afetados, incluindo os seguintes aspectos:

- características do lixo: quantidade, composição química, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, biodegradabilidade, radioatividade, solubilidade, volatilidade;
- clima: precipitação, temperatura e evapotranspiração;
- características de superfície: permeabilidade dos solos e do material de cobertura, umidade, declividade, vegetação;
- características de subsuperfície: profundidade do lençol freático, permeabilidade, profundidade do topo rochoso, direções de fluxo subterrâneo e pontos de descarga do aquífero;
- principais receptores: residências, instalações comerciais, áreas naturais, habitats críticos, áreas de cultivo (pomares, hortas, etc.) e pesca; e
- condições de uso do solo local: determinação de condições necessárias à manutenção da segurança local, proteção de equipamentos, proteção do uso indevido do solo da área, etc.

Essa etapa geralmente é executada concomitantemente à etapa 3; e

c) etapa 3: identificação, para cada meio afetado, do conjunto de medidas de remediação que poderá ser aplicado, de acordo com as características do local.

Proc.: SB 3289/97  
 Fls.: 173  
 Ass.: *[Assinatura]*

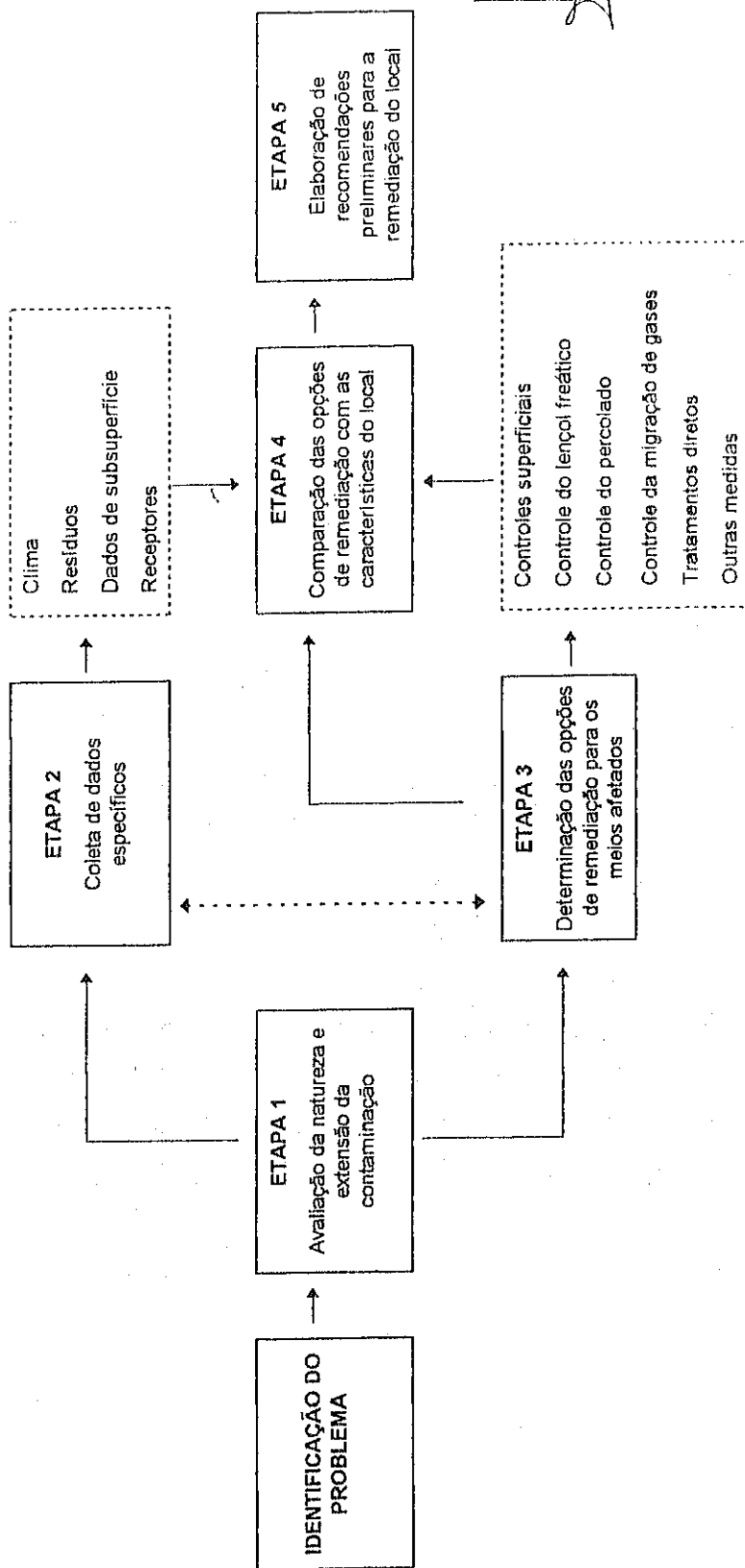


FIGURA 27 - Etapas para definição de ações para remediação em local de disposição de resíduos sólidos (Fonte: USEPA, 1982).



Proc.: SB 3289/97
Fls.: 173
Ass.: <i>[assinatura]</i>

Essas técnicas, direta ou indiretamente, tratarão o meio contaminado, ou ainda, controlarão a propagação da contaminação exteriormente aos seus contornos atuais (controlando o transporte do poluente no meio afetado).

Os meios a serem analisados incluem a água superficial, a água subterrânea, o ar (tanto na atmosfera como nos poros do solo), o solo e sedimentos, os próprios resíduos, as redes de água e esgoto e a biota;

O teor de um composto químico qualquer liberado para o ambiente dependerá da quantidade disponibilizada e dos processos envolvidos em seu deslocamento (IPT, 1998):

- processos de transporte: tendem a distribuir o resíduo pelos meios citados anteriormente, dependendo da afinidade do composto por um desses compartimentos; e
- processos de transformação: ocorrem no interior de cada fase e alteram quimicamente o composto, diminuindo, não-alterando ou mesmo aumentando sua toxicidade.

Esses processos ocorrem a taxas específicas para cada contaminante e para cada compartimento ambiental. A soma desses processos e de suas interações determinarão o destino ambiental do contaminante e os seus possíveis impactos negativos à biota;

- d) etapa 4: cada técnica deve ser avaliada e classificada em ordem relativa de prioridade para aplicação, de acordo com as condições de exeqüibilidade, efetividade e custos de aplicação. É conveniente a seleção de uma ou duas técnicas mais apropriadas; e
- e) etapa 5: formalização de um plano preliminar de medidas de remediação.

As ações definitivas somente serão implementadas após análises detalhadas dos impactos ambientais instalados, dos custos da remediação e da implementabilidade das medidas ante as condições e recursos disponíveis.

A elaboração de um Plano Preliminar para as Ações de Remediação também será útil para a antevisão de problemas quando da aplicação das medidas previstas e também para a familiarização das equipes (técnica, de

Proc.:	50.3287/97
Flg.:	171
Ass.:	<i>[assinatura]</i>

fiscalização, etc.) com as opções das medidas de remediação e de suas vantagens e desvantagens intrínsecas.

Na TABELA 2 estão sumarizadas as técnicas mais usuais para a remediação de uma área de disposição de resíduos, considerando-se os vários meios afetados.

#### 4.4.2 Considerações Preliminares para a Remediação do Lixão do Alvarenga

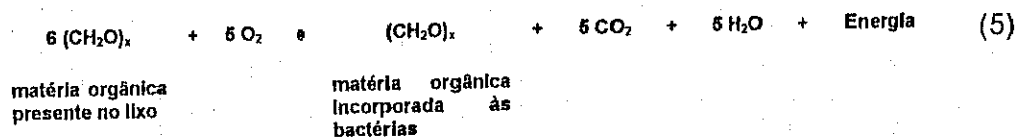
A discussão aqui apresentada é de caráter preliminar e deverá ser complementada com informações adicionais para que se possa definir o conjunto final de medidas a implementar, de acordo com as especificidades locais (situação ambiental, capacidade de investimento e recursos humanos e materiais disponíveis).

Para a seqüência dos trabalhos visando as atividades de remediação da área do lixão do Alvarenga, algumas ações passíveis de aplicação estão sumarizadas na TABELA 3 e detalhadas a seguir.

##### a) geração de gás, odores e fumaça

Após a disposição do lixo, os microorganismos nele presentes iniciam a decomposição desse material.

Segundo ROBINSON (1986), a decomposição inicialmente ocorre em ambiente aeróbio, sendo simplificada pela equação 5.



Após o oxigênio ser totalmente consumido, se inicia o segundo estágio da decomposição, ou seja, a decomposição em ambiente anaeróbio, que abrange dois sub-estágios.

No primeiro sub-estágio ocorre a quebra das moléculas maiores e mais complexas de matéria orgânica presente no lixo, gerando moléculas mais simples (incluindo hidrogênio, amônia, gás carbônico e ácidos orgânicos).

A equação 6 ilustra simplificada a geração dos ácidos orgânicos.

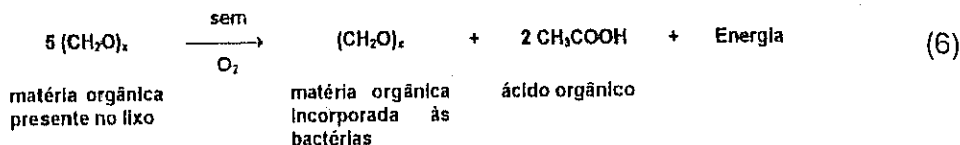
TÉCNICAS DE REMEDIAÇÃO	MEIOS AFETADOS					REDES DE ÁGUA E ESGOTO
	ÁREA SUPERFICIAL	LENÇOL FREÁTICO	AR (ATMOSFERA + SOLO)	SOLO E SEDIMENTO CONTAMINADOS	RESÍDUOS PERIGOSOS	
Impermeabilização / capeamento superficial	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX
Nivelamento do terreno	XXXXX	XXXXX		XXXXX		
Revegetação	XXXXX	XXXXX		XXXXX	XXXXX	
Drenagem pluvial	XXXXX	XXXXX				
Bacias de infiltração	XXXXX					
Bacias de decantação / sedimentação	XXXXX					
Controle do percolado <sup>(1)</sup>	XXXXX	XXXXX		XXXXX		
Tratamento da água superficial contaminada	XXXXX					
Barreiras impermeáveis <sup>(2)</sup>		XXXXX				
Barreiras reativas		XXXXX			XXXXX	
Barreiras hidráulicas (bombeamento)		XXXXX				
Biorrecuperação			XXXXX			
Barreiras para gás			XXXXX			
Sistemas de ventilação induzida			XXXXX			
Sistemas de coleta e tratamento de gases			XXXXX			
Disposição de sedimentos dragados				XXXXX	XXXXX	
Técnicas de escavação subaquosa				XXXXX	XXXXX	
Escavação mecânica					XXXXX	
Aterro de resíduos					XXXXX	
Incineração					XXXXX	
Oxidação por vapor d'água					XXXXX	
Encapsulamento					XXXXX	
Lavagem do solo					XXXXX	
Solidificação <i>in situ</i> / <i>ex situ</i>					XXXXX	
Neutralização / detoxificação						XXXXX
Raspagem, fluxagem, dragagem, sucção						XXXXX
Deteção / reparo de vazamentos						XXXXX
Remoção / substituição de redes de água						XXXXX

1: coleta, recirculação, tratamento  
 2: cortinas de cimento, barreiras de argila compactada, paredes do tipo diafragmas, paredes de geomembranas, paredes de estacas-prancha, cortinas de injeção

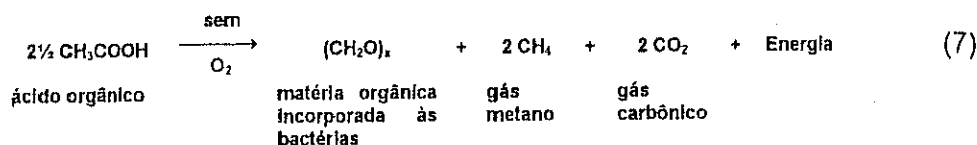
TABELA 2 - Medidas para a recuperação de áreas de disposição de resíduos (Fonte: USEPA, 1982)

MEIO AFETADO	IMPACTOS	MEDIDAS DE REMEDIAÇÃO
Ar	geração de gases / odores	drenos de gás (sistema passivo) / queimadores
	geração de fumaça	capeamento superficial
Lixo	erosão	nivelamento do terreno / capeamento superficial / drenagem superficial
	risco de escorregamento	análise de estabilidade de taludes de lixo para definição das ações corretivas mais apropriadas
	disposição inadequada de entulho	disciplinamento da recepção e disposição / fiscalização
	visual antiestético	vegetação / cortina vegetal
Solo	contaminação do solo	capeamento superficial / drenagem superficial / remoção de moradias
	erosão de solo contaminado	capeamento superficial / drenagem superficial / vegetação
Água superficial	contaminação de curso d'água	cobertura do lixo / tratamento do percolado (lagoa de estabilização / wetland) / drenagem superficial
	contaminação da represa Billings	tratamento dos percolados do aterro
Água subterrânea	contaminação da água subterrânea	cobertura do lixo / drenagem superficial / barreira impermeável a jusante do aterro / tratamento do percolado / drenos de gás / barreira hidráulica
	utilização de água contaminada	orientações para não-utilização / remoção de moradias / fornecimento de água potável / fechamento de poços rasos
	microvetores	controle sanitário de animais sinantrópicos / capseamento
Biota	macrovetores	cercamento da área / fiscalização
	contaminação de organismos aquáticos	tratamento dos percolados do aterro e sedimentos de fundo / orientações aos usuários

TABELA 3 - Medidas de remediação recomendadas para serem avaliadas para aplicação no lixão do Aivarenga.



No segundo sub-estágio da decomposição anaeróbica, as bactérias presentes utilizam-se dos produtos gerados no primeiro sub-estágio da fase anaeróbica para formar metano e outros produtos, conforme simplificada e ilustrado pela equação 7.



A completa mineralização da matéria orgânica presente no lixo, com o conseqüente término da geração de chorume e gás, demanda tempo bastante variável para a sua conclusão. Fatores complexos, como a disponibilidade dos diversos compostos degradáveis e a manutenção de condições favoráveis ao crescimento e à atividade dos microorganismos decompositores, são as principais variáveis intervenientes nesse processo.

Assim, de acordo com a condição climática local e a maneira como o lixo foi disposto, serão gerados, em maior ou menor quantidade, percolato (contendo os ácidos orgânicos) e os gases metano e dióxido de carbono. A tendência natural desses subprodutos é a migração para o subsolo, no caso do percolato, e para a atmosfera, no caso dos gases, uma vez que no lixão do Alvarenga inexistem barreiras impermeabilizantes tanto basais quanto em superfície.

A remediação desses impactos - gases, odores e fumaça - pode ser obtida pelo capeamento superficial dos locais que receberam a deposição e a instalação de drenos de gás, acoplados a queimadores. No caso da queima provocada, a fiscalização no local tende a ser efetiva para eliminação;

Proc.:	SB.3789/97
Fls.:	128
Ass.:	<i>[assinatura]</i>

**b) estabilização da massa de lixo**

A estabilização da massa de lixo depositada envolverá dois aspectos diferenciados.

Um deles refere-se à minimização do surgimento de feições erosivas e pode ser obtida pela instalação de um adequado sistema de drenagem de águas pluviais (estruturas tanto de coleta como de dissipação). Tal sistema deverá ser projetado de modo a prevenir que as águas escoem sobre a massa de lixo, minimizando, portanto, a geração de percolado.

O segundo aspecto refere-se aos taludes de inertes que estão sendo formados pela operação de aterro do município de Diadema. O contínuo alteamento do depósito sobre material parcialmente decomposto, exige urgente análise das suas condições de estabilidade, uma vez que há residências a jusante do aterro, na vertente situada no município de São Bernardo do Campo, que potencialmente poderão ser atingidas, caso haja algum escorregamento maior;

**c) estruturas para isolamento do local**

O perímetro da área do aterro deverá ser cercado, preferencialmente com a utilização de tela metálica ou, opcionalmente, com arame farpado. O local deverá ainda, contar com portão com cadeado e fiscalização constante no local. Com isso ter-se-á condições de eliminar o risco de despejo clandestinos (entulho e outros) e controlar o acesso de pessoas não-autorizadas.

Outra providência necessária é a instalação de cortina vegetal no perímetro da área, minimizando o visual agressivo para moradores e transeuntes;

**d) controle de animais sinantrópicos**

O lixo exposto, por constituir-se em uma forma de alimento, propicia o incremento da população de insetos (mosquitos, baratas e moscas, principalmente) e de roedores (ratos, ratazana e camundongos), potencialmente transmissores de doenças.

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Proc.:	50.3289/97
Fis.:	137
Ass.:	<i>[Assinatura]</i>

Parecer Técnico Nº 7 231

Assim, antes do início das obras maiores no lixão, serão necessárias medidas de combate a esses animais (VIADANA, 1996). No entanto, o combate inadequado poderá resultar em dois inconvenientes sérios:

- fuga de insetos e de roedores para as regiões circunvizinhas (invadindo regiões habitadas); e
- surgimento de população resistente às medidas aplicadas (pela inadequada seleção e ou deficiente aplicação de inseticidas e de raticidas).

Desse modo, para o planejamento e execução das atividades de controle é imprescindível a orientação de especialistas do Centro de Controle de Zoonoses, a quem caberá a identificação dos insetos e dos roedores presentes e a definição dos elementos de controle a aplicar.

Posteriormente, a execução e manutenção das obras de capeamento superficial dos materiais depositados será importante medida para a mitigação desse impacto;

#### e) contaminação do solo e águas subterrânea e superficiais

As ações necessárias à proteção do solo e das águas subterrâneas e superficiais estão estreitamente interligadas.

As ações necessárias abrangem inicialmente a instalação de capeamento superficial e de sistemas de drenagem das águas pluviais, visando minimizar o volume de água que entra em contato e percola pela massa de lixo.

A instalação de vegetação deve ser somada às ações anteriores. As espécies mais aptas são aquelas que, ao mesmo tempo, sejam apropriadas ao uso futuro do local, tenham pequena penetração radicular e possuam alta capacidade de evapotranspiração.

Considerando-se que o lixão do Alvarenga não possui camada de impermeabilização basal, a coleta do percolado que se infiltrou no solo poderá ser efetuada mediante a construção de sistemas de contenção (TRESOLDI, CONSONI, 1998). Dentre esses, aqueles que preliminarmente

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Proc.: 503.3789/97
Fls.: 180
Ass.: <i>[assinatura]</i>

Parecer Técnico Nº 7 231

apresentam maior potencialidade de uso são os drenos e as barreiras impermeabilizantes.

Por se tratar de aquífero freático relativamente raso, os drenos e ou trincheiras drenantes, construídos transversalmente a direção de fluxo, são uma opção a se considerar. As barreiras impermeabilizantes de argila compactada também são eficazes para impedir a migração e aumentar a eficiência dos sistemas de coleta dos contaminantes, porém tem custo relativamente maior.

Uma vez coletado o percolado, deve-se proceder o seu tratamento antes que possa retorna-lo ao meio ambiente. Em uma primeira aproximação, pode-se cogitar que o seu tratamento *in situ* poderá ser efetuado com o emprego de um sistema de lagoas de estabilização em série. Os sistemas de lagoas de estabilização, quando bem projetados, construídos e operados, constituem-se num dos processos mais simples e eficazes de tratamento de efluentes, que pode ser também aplicado para o caso do percolado de aterros de resíduos.

Eventualmente, o sistema de lagoas poderá ser conjugado às seguintes opções:

- reator ou dispositivo que cumpra o papel de barreira reativa (reagentes químicos, microrganismos, carvão ativado, etc.), visando o tratamento de substâncias específicas contidas no percolado; e
- processo de fito-depuração utilizando a porção alagadiça a jusante da área do aterro (*wetland*).

A definição e o dimensionamento do sistema de tratamento mais adequado para tratamento do percolado oriundo do lixão do Alvarenga dependerá de investigações específicas. Todavia, essa medida é essencial, face a atual situação observada no local, ou seja, com o percolado fluindo *in natura* para a represa Billings;



Proc.: SB 3277/97
Fls.: 181
Ass.: <i>[assinatura]</i>

**f) uso do solo na área do aterro**

Nesse aspecto, duas abordagens são necessárias. A primeira delas diz respeito à existência de habitações em áreas que se confundem com o próprio aterro de resíduos. O segundo aspecto se relaciona com a necessidade de definição de um uso futuro para a área.

Para sanar os problemas relacionados aos usos não-conforme com uma área de aterro, são necessárias as seguintes ações:

- remoção de residências situadas na posição de fundo do vale, junto ao córrego que corta o anfiteatro;
- fornecer água potável às demais residências da circunvizinhança que se utilizam de água subterrânea (para uso geral e dessedentação humana e animal);
- promover o fechamento dos poços rasos a jusante e num raio de 200 m nas encostas laterais do vale que contém o aterro;
- efetuar campanha de esclarecimento à população quanto aos riscos de utilização de água subterrânea captada de poços rasos situados nas adjacências do lixão do Alvarenga; e
- efetuar campanha de esclarecimento à população quanto aos riscos de utilização de organismos aquáticos provenientes da represa Billings nas imediações do lixão do Alvarenga.

Quanto ao uso futuro do local, o projeto de recuperação do lixão do Alvarenga deve prever a sua incorporação ao uso urbano do município, de modo a impedir a sua ocupação desordenada.

Na incorporação do local recuperado do lixão, os planejadores devem avaliar as necessidades municipais e utilizar o futuro local para atividades de lazer (parque público, sobretudo devido às condições topográficas da área), apoio aos serviços da prefeitura (viveiro de mudas, almoxarifado, etc.), ou outra utilização de uso não-contínuo, preferencialmente ao ar livre e com o usuário

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Proc.:	SB.3789/97
Fls.:	182
Ass.:	<i>quiter</i>

Parecer Técnico Nº 7 231

ali não permanecendo por períodos muito extensos. Eventuais parcerias com a iniciativa privada devem ser analisadas.

Eventualmente a PMSBC deverá desapropriar áreas contíguas, para melhor adequação do projeto e maior proteção à população circunvizinha.

## 5 CONCLUSÕES

As informações coletadas, sua análise e interpretação permitiram, as conclusões gerais, apresentadas a seguir, acerca do lixão do Alvarenga. Enfatiza-se, no entanto, que a área investigada restringiu-se exclusivamente à vertente do aterro situada no território do município de São Bernardo do Campo.

- a) nos ensaios geofísicos realizados, foi alcançada boa definição na delimitação lateral das zonas de baixa cargabilidade e, principalmente, das de baixa resistividade. Desse modo, foi possível uma segura interpretação das prováveis regiões de maior contaminação no subsolo da área analisada;
- b) a poluição varia inversamente proporcional ao aumento da profundidade. Portanto, predomina a migração dos contaminantes através dos horizontes mais superiores do subsolo, em profundidades menores que 7,5 m;
- c) como subproduto dos ensaios geofísicos efetuados, confirmou-se que a direção geral dos fluxos das águas subterrâneas no local é de norte para sul, ou seja, do lixão para a represa;
- d) as zonas preferenciais de percolação da contaminação estão localizadas na porção oeste do anfiteatro, margem direita do córrego sem-denominação ali existente;
- e) as porções com maior intensidade de contaminação são melhor correlacionáveis àquelas apresentando valores mais baixos de resistividade aparente;
- f) nos locais onde os valores de cargabilidade e, com maior evidência, os de resistividade são mais elevados, a espessura de solo/rocha alterada é menor, refletindo uma maior proximidade do topo rochoso à superfície;

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Proc.: SB. 3787/97
Fls.: 183
Ass.: <i>[assinatura]</i>

Parecer Técnico Nº 7 231

- g) os locais onde foram detectados baixos valores de resistividade são os mais indicados para que se proceda a amostragem de águas subterrâneas do aquífero livre, tanto para efeito de caracterização como para monitoramento;
- h) os ensaios de condutividade hidráulica realizados em amostras não-deformadas de solos da área mostraram valores de permeabilidade medianamente elevados, insuficientes para a contenção do percolado oriundo do aterro de resíduos sem impermeabilização de base;
- i) a ocupação irregular nos entornos da área do aterro já é significativa e apresenta tendência de rápida evolução, exigindo rápida intervenção da PMSBC, tanto para impedir a ocupação como para remover aquelas habitações instaladas em áreas que impliquem risco à população;
- j) parte da população que irregularmente ocupa os entornos do lixão do Alvarenga vem utilizando água contaminada (captada de poços rasos) para usos em dessedentação humana e animal, higiene pessoal, rega, etc.;
- k) a represa Billings está sendo contaminada pelo chorume oriundo do aterro do Alvarenga. A conexão aterro - represa está estabelecida tanto pelas águas superficiais (via córrego que deságua na represa) como por subsuperfície (via aquífero freático cujo região de descarga também é a represa); e
- l) das medidas preliminarmente analisadas para a remediação do lixão do Alvarenga, deve-se implementar de imediato as medidas não-estruturais, que normalmente demandam menos recursos e são de mais rápida implementação. As intervenções estruturais, embora devam ter seus estudos de projeto iniciados de imediato, demandarão avaliações mais detalhadas, inclusive avaliações de custo/benefício, exigindo prazos um pouco maiores para sua implementação.

Prog.:	SB 3281/97
Fis.:	184
Ass.:	<i>[assinatura]</i>

## 6 RECOMENDAÇÕES

Nos trabalhos subseqüentes, recomenda-se que a remediação do lixão do Alvarenga seja fundamentada nos conceitos de análise de risco (conforme exposto no item 4.4.1), obtendo-se as informações necessárias à avaliação segura se as concentrações de contaminantes presentes (nas águas subterrâneas e superficiais, na biota e no solo) constituem ou não um risco para os vários receptores e quais as medidas de remediação necessárias.

À luz dos atuais conhecimentos disponíveis sobre a área, propõe-se o detalhamento do seguinte elenco de medidas ("Plano Preliminar para as Ações de Remediação do Aterro Alvarenga") :

- a) implementar fiscalização do local (coibir ocupação e descargas clandestinas);
- b) fornecer orientações para não-utilização de água de poços rasos e animais aquáticos da represa nas imediações do aterro;
- c) promover o fechamento dos poços rasos a jusante e num raio de 200 m nas encostas laterais do vale que contém o aterro;
- d) fornecer água potável à população atingida (preferencialmente via sistema tradicional de abastecimento público);
- e) definir estratégia de uso futuro da área;
- f) complementar o levantamento planialtimétrico de toda a área do aterro;
- g) proceder análise de estabilidade de taludes de lixo no aterro;
- h) remover moradias situadas sobre áreas contaminadas e proceder as desapropriações eventualmente necessárias;
- i) proceder cercamento da área;
- j) efetuar controle sanitário de animais sinantrópicos na área do aterro e adjacências;
- k) instalar drenos de gás (sistema passivo) e queimadores;

- l) proceder nivelamento da superfície do terreno (evitando erosão e empoçamento de água);
- m) proceder capeamento do lixo;
- n) instalar sistema de drenagem superficial (coleta e dissipação);
- o) instalar vegetação sobre a área do aterro e entornos, observando orientações específicas para cada local;
- p) efetuar detalhamento hidrogeológico que permita definir com maior precisão as características físicas e hidráulicas do aquífero afetado pelo lixão;
- q) definir projeto para instalação do sistema de coleta de percolado migrando pelo subsolo a jusante do aterro (barreira impermeável, trincheira drenante, etc.);
- r) efetuar detalhada caracterização do chorume gerado no aterro, com vista a identificação de eventuais contaminantes perigosos oriundos dos resíduos industriais depositados no local.

A partir das informações obtidas, proceder a análise custo / benefício das opções disponíveis para tratamento do chorume e definir o projeto para o sistema de tratamento do percolado (lagoa de estabilização, wetland, etc.);

- s) efetuar avaliação da contaminação dos sedimentos de fundo da represa Billings nas imediações do aterro e das medidas eventualmente necessárias;
- t) instalar cortina vegetal no perímetro do aterro; e
- u) disciplinar disposição de entulho na região do aterro.

Recomenda-se adicionalmente à Prefeitura do Município de São Bernardo do Campo que aloque equipe técnica especialmente dedicada às atividades de planejamento das ações de remediação do lixão do Alvarenga. Tal equipe estaria encarregada, entre outras, das atividades de detalhamento do plano de trabalho ("Plano de Ações de Remediação do Aterro Alvarenga"), obtenção de recursos para custear as atividades previstas, coordenação das atividades técnicas e fiscalização da implementação das demais ações necessárias.

Proc.: SB 3789/97
Fls.: 186
Ass.: <i>[assinatura]</i>

**BIBLIOGRAFIA**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. 1996. Ensaio de permeabilidade em solos: orientação para sua execução no campo. São Paulo: ABGE. 18pp. (3ª edição)
- BERNARDES, JR., C., PLASCAK, G.M.S., D'AMBROSIO, J.A., DOMINGOS, F.J.. 1986. Avaliação do impacto ambiental provocado por locais de disposição de resíduos sólidos. São Paulo: Cetesb. 28 pp.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 1975. Estudo de águas subterrâneas: região administrativa 1 Grande São Paulo. São Paulo: DAEE. 2v.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1998. Caracterização da contaminação de solo e água em área localizada no Distrito de Samaritá, município de São Vicente, SP. São Paulo: IPT. (IPT. Parecer 7 189).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1996. Subsídios técnicos às atividades de Acompanhamento do Termo de Compromissos N°205/94-MP-PJCS-CMA. São Paulo: IPT. (IPT. Relatório 33 867)
- KLUTE, A., DIRKSEN, A. 1996. Methods of soil analysis. Part 1: physical and mineralogical methods. Madison, Wisconsin, USA. ASA/SSSA.
- MARSH, A.H., GARNHAM, A., 1996. Investigation, hazard assessment and remediation of existing landfills. In: BENTLEY, S.P. (ed.). 1996. Engineering geology of waste disposal. Geological Society Engineering Geology Special Publication N° 11, pp. 3-7.
- PACHECO, A., ESPÍNDOLA, R.S., BATELLO, E.R. MENDES, J.M.B., DEHANINI, J. 1994. A problemática do lixo urbano na região metropolitana de São Paulo - o lixo do Alvarenga e as águas subterrâneas. In: 2º Congresso Latino-americano de Hidrologia Subterrânea. Santiago: pp.127-140.
- ROBINSON, W.D. (ed.) 1986. The solid waste handbook; a practical guide. New York: John Willey & Sons. pp. 264-265.

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Proc.: SB. 3289 / 97
Fls.: 187
Ass.: <i>[assinatura]</i>

Parecer Técnico Nº 7 231

SECRETARIA DOS NEGÓCIOS METROPOLITANOS. EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1986. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento na Grande São Paulo: carta de aptidão física ao assentamento urbano, escala 1: 50.000. São Paulo: Emplasa / IPT. Folhas São Paulo (SF.23-Y-C-VI-2) e Riacho Grande (SF.23-Y-C-VI-4).

SIMMONS, E. 1998. An unsolved problem. Wastes Management, p. 16-17. (May)

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1982. Handbook: remedial action at waste disposal sites. 497p. (USEPA Report Nº EPA-625/6-82-006)

VIADANA, R.H.C. 1996. Impactos do lixo no meio ambiente: meios físico, biológico e antrópico. IN: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1996. Disposição de resíduos. São Paulo: IPT/ABGE. (Apostila de Curso)

PROJ.	83 3387/93
Pls.	188
Ass.	<i>[Signature]</i>

## ANEXO 1

### FIGURAS 7 A 25



Proc.: SB 3289/92  
 Fls.: 189  
 Ass.: *[Signature]*

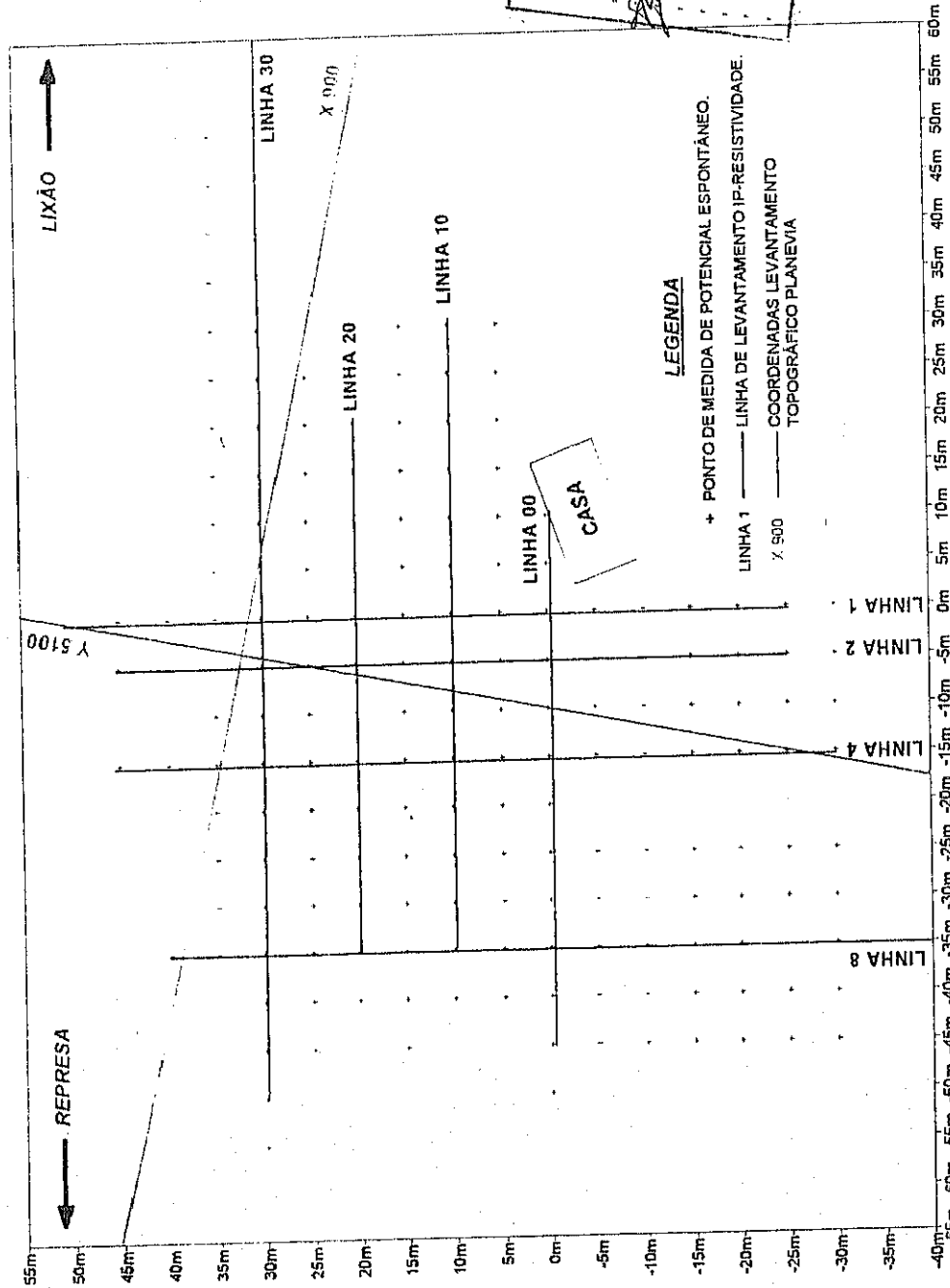
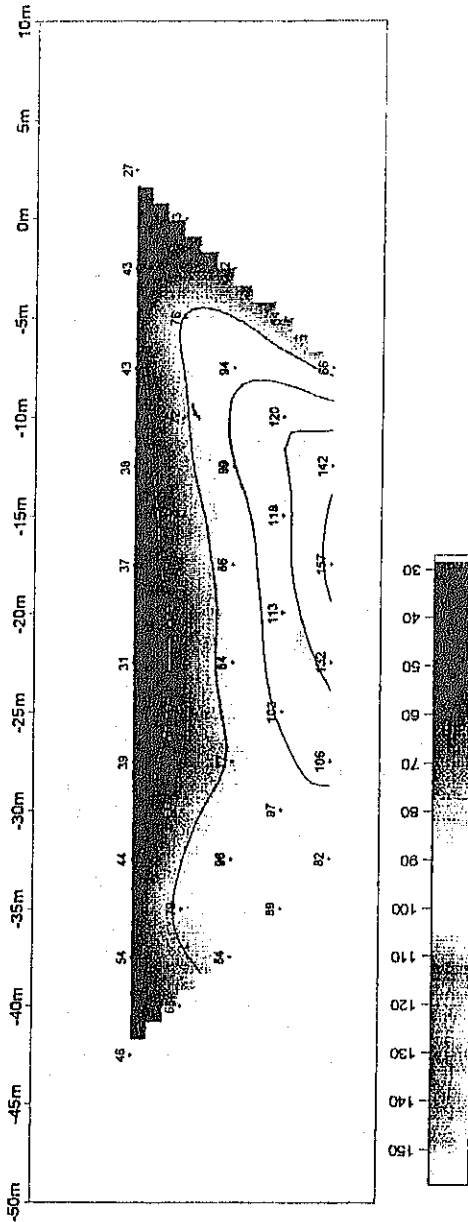


FIGURA 7 - CROQUI DOS LEVANTAMENTOS GEOFISICOS.

Proc.: SB 3789/97  
 Fls.: 190  
 Ass.: *[Signature]*

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
 LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE E POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)  
 LINHA 00 - PARALELA À DRENAGEM  
 PSEUDO-SEÇÃO DE RESISTIVIDADE APARENTE



PSEUDO-SEÇÃO DE CARGABILIDADE APARENTE

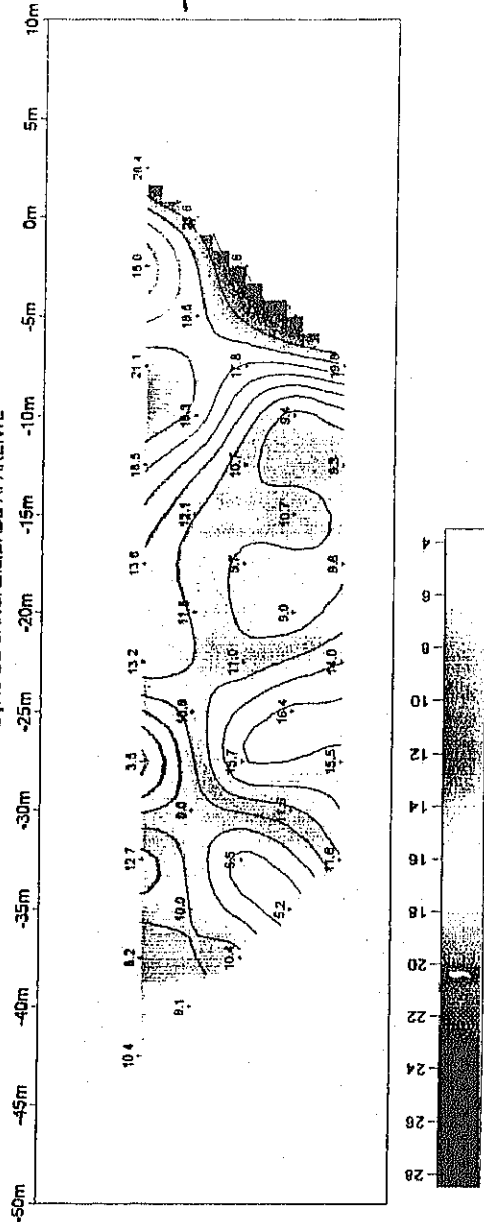


FIGURA 8 - LEVANTAMENTO IP-RESISTIVIDADE DA LINHA 00.

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
 LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE E POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)  
 LINHA 10 - PARALELA À DRENAGEM  
 PSEUDO-SEÇÃO DE RESISTIVIDADE APARENTE

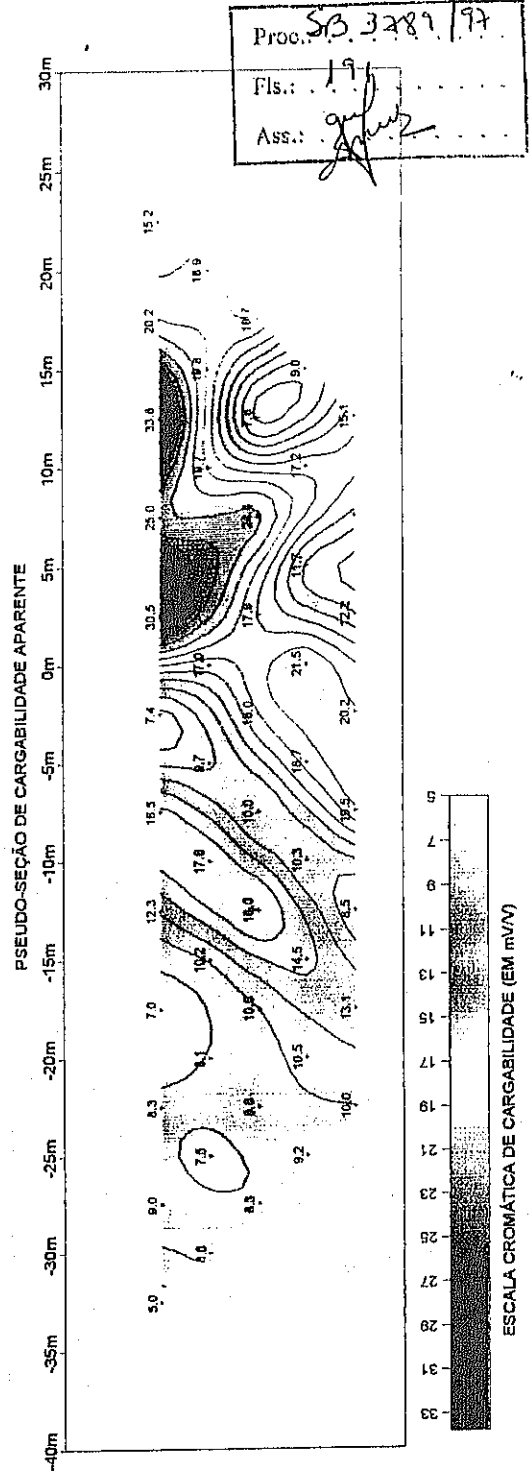
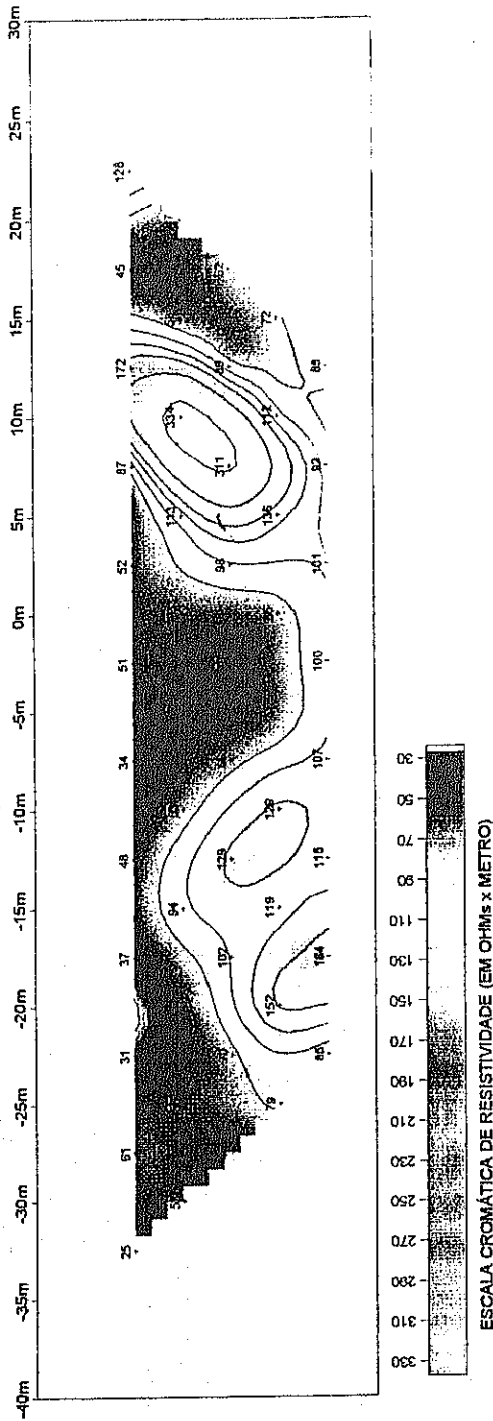
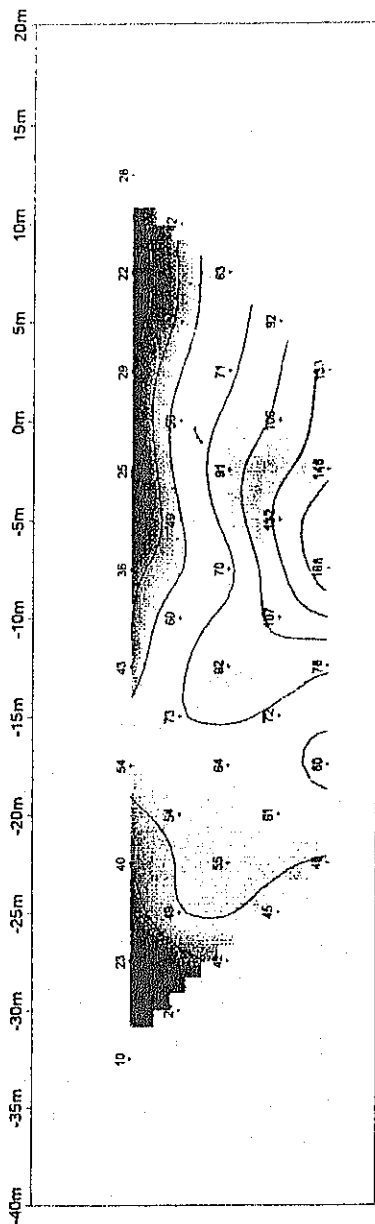


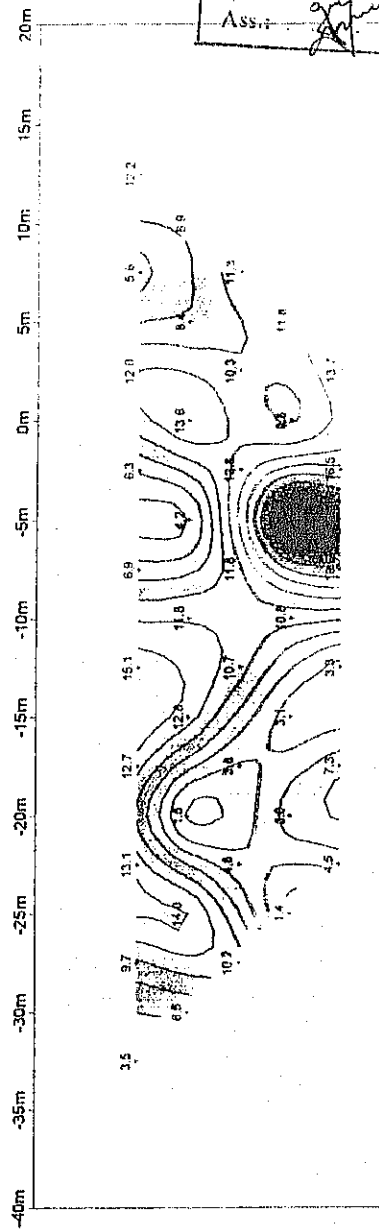
FIGURA 9 - LEVANTAMENTO IP-RESISTIVIDADE DA LINHA 10.

**LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO**  
**LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE E POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)**  
**LINHA 20 - PARALELA À DRENAGEM**  
**PSEUDO-SEÇÃO DE RESISTIVIDADE APARENTE**



ESCALA CROMÁTICA DE RESISTIVIDADE (EM OHMS x METRO)

**PSEUDO-SEÇÃO DE CARGABILIDADE APARENTE**

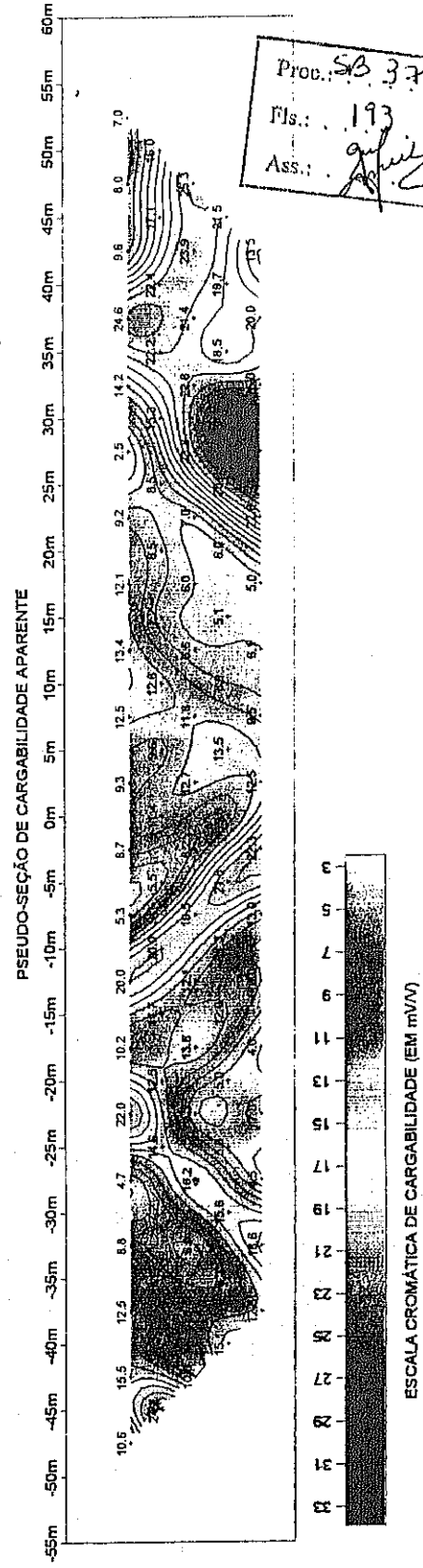
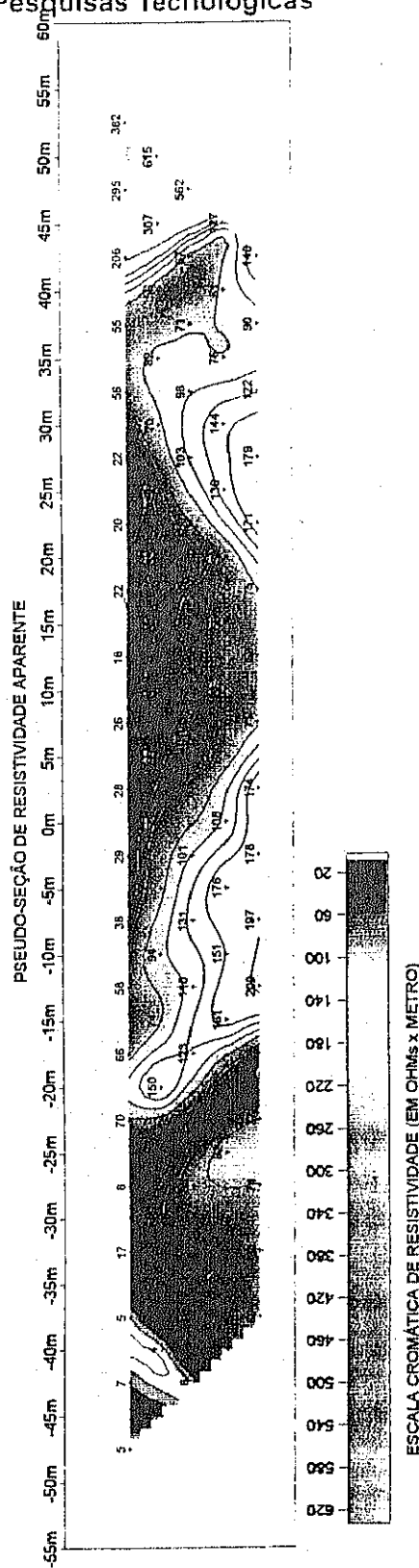


ESCALA CROMÁTICA DE CARGABILIDADE (EM mV/V)

Proc.: SB 3289/97  
 Fls.: 150  
 Ass.: *[Signature]*

FIGURA 10 - LEVANTAMENTO IP-RESISTIVIDADE DA LINHA 20.

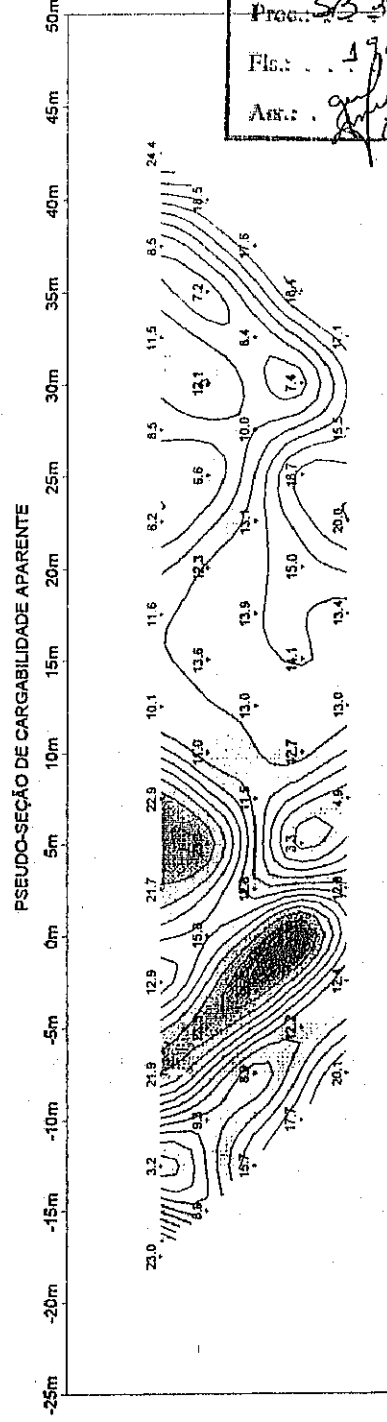
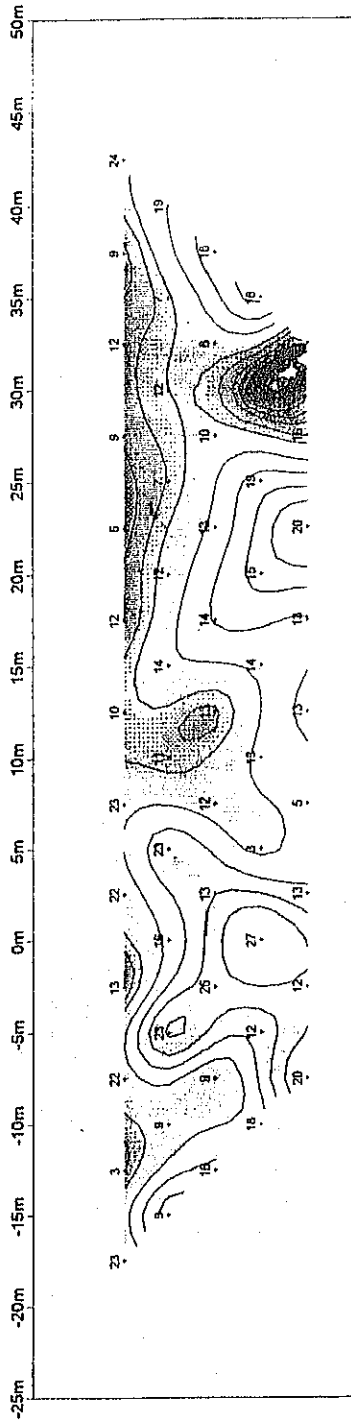
LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
 LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE E POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)  
 LINHA 30 - PARALELA À DRENAGEM



Proc.: SB 3789/92  
 Fls.: 193  
 Ass.: *[Signature]*

FIGURA 11 - LEVANTAMENTO IP-RESISTIVIDADE DA LINHA 30.

**LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO**  
**LEVANTAMENTO DE RESISTIVIDADE E POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)**  
**LINHA 1 - PERPENDICULAR À DRENAGEM**  
**PSEUDO-SEÇÃO DE RESISTIVIDADE APARENTE**

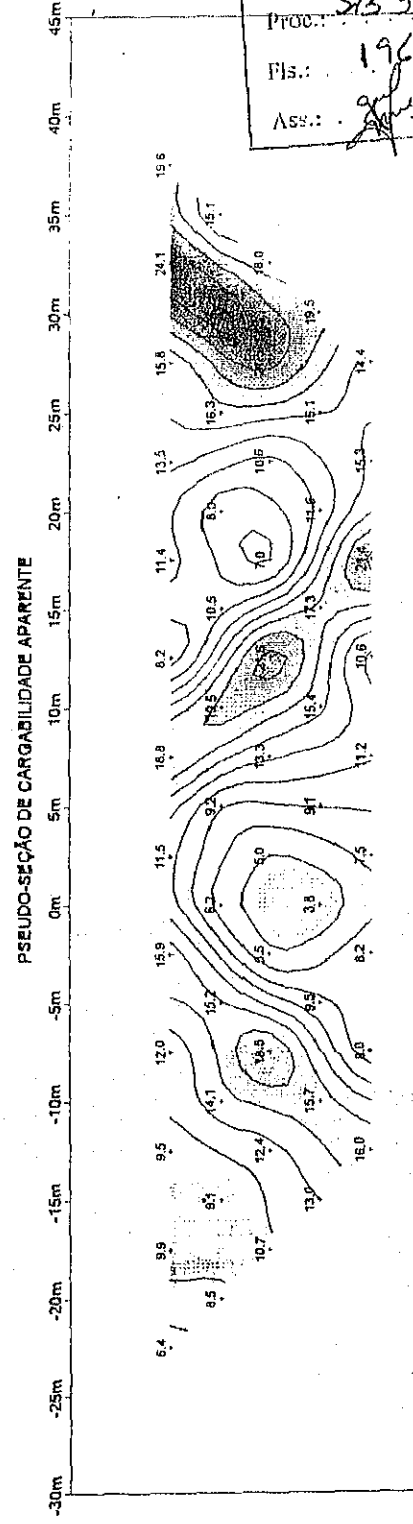
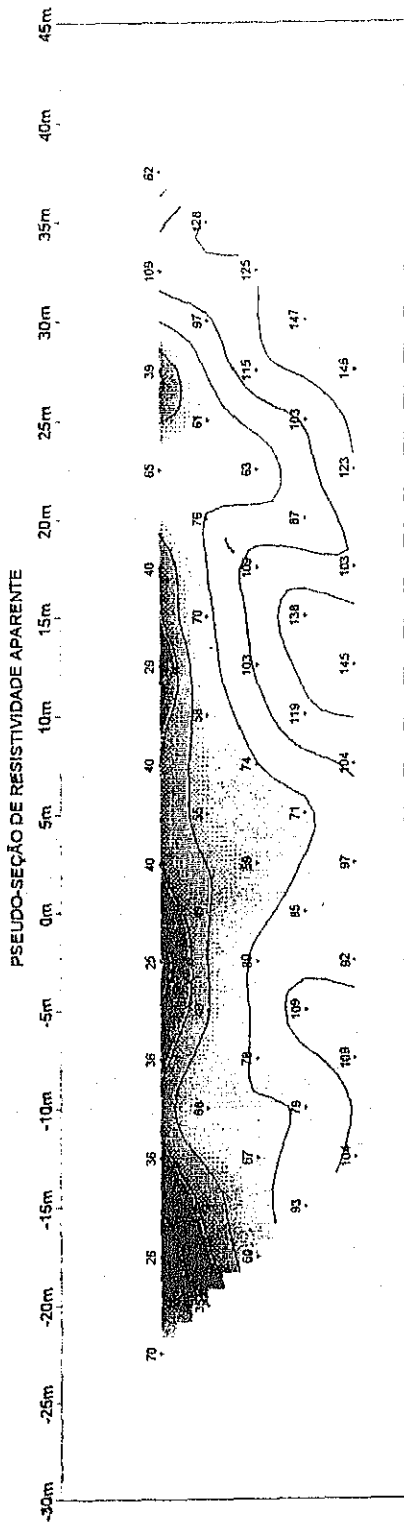


Proc.: SB 3789/97  
 Fls.: 194  
 Ass.: [Signature]

FIGURA 12 - LEVANTAMENTO IP-RESISTIVIDADE DA LINHA 1.



**LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO**  
**LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE E POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)**  
**LINHA 4 - PERPENDICULAR À DRENAGEM**



PROC.: SB 3787/92  
 Fis.: 196  
 Ass.: [Signature]

FIGURA 14 - LEVANTAMENTO IP-RESISTIVIDADE DA LINHA 4.





### LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE

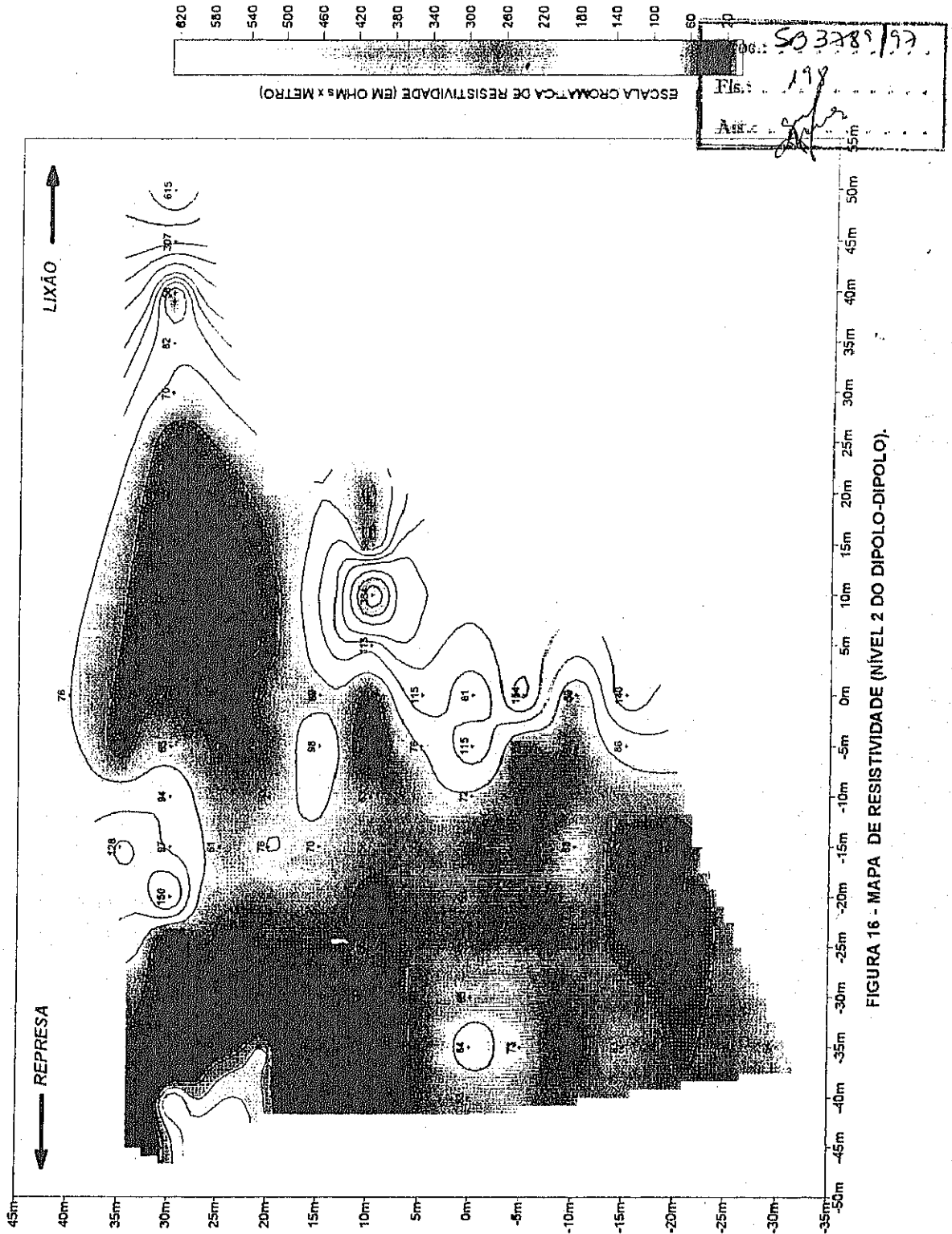
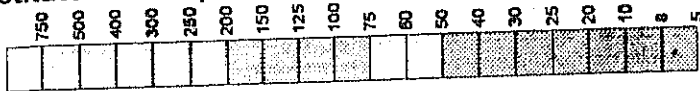


FIGURA 16 - MAPA DE RESISTIVIDADE (NÍVEL 2 DO DIPOLO-DIPOLO).

# IPT

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



ESCALA CROMÁTICA DE RESISTIVIDADE

Parecer Técnico Nº 7 231

Pres.: SB 3789/99  
 Fis.: J99  
 Ass.: [Signature]

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE

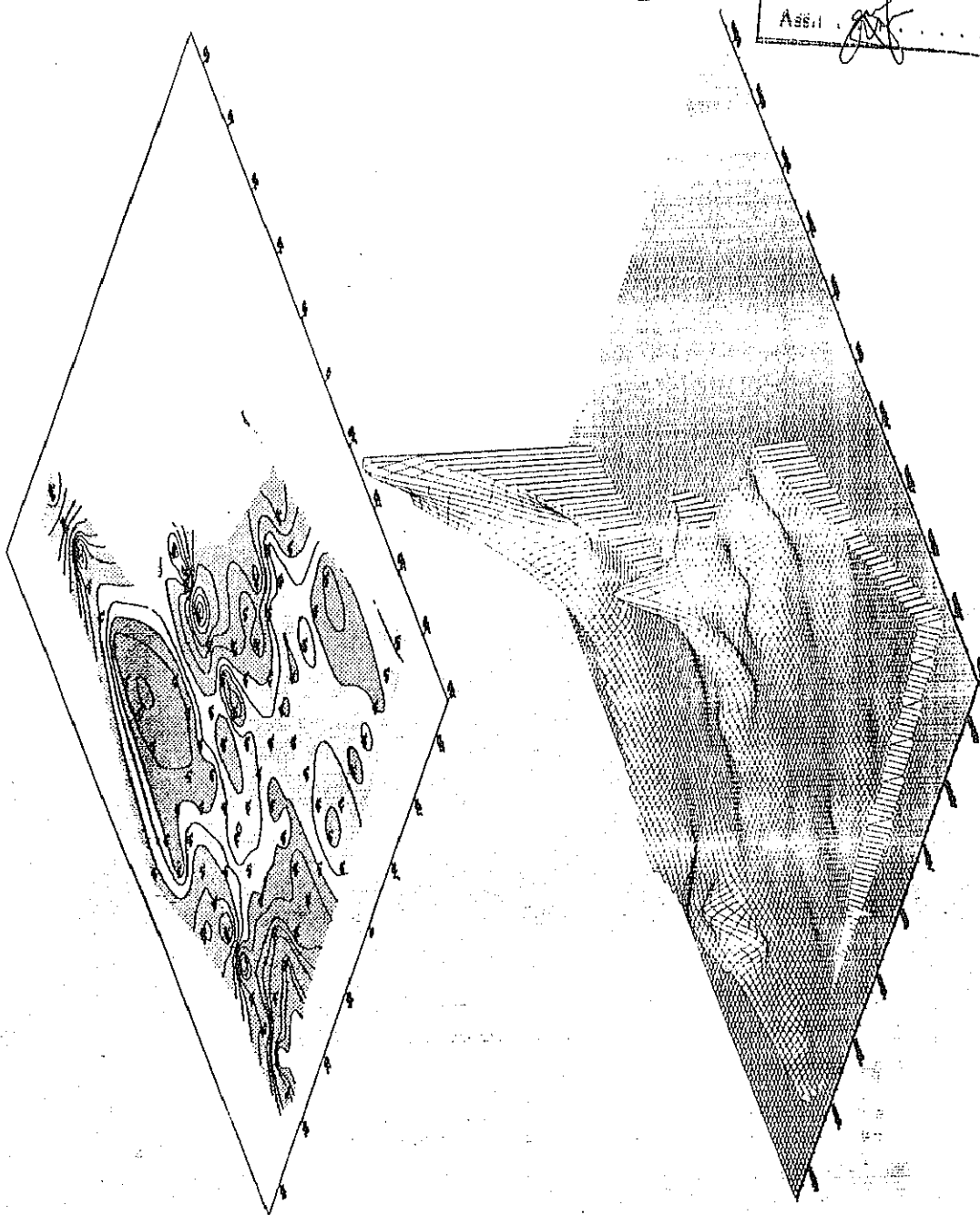
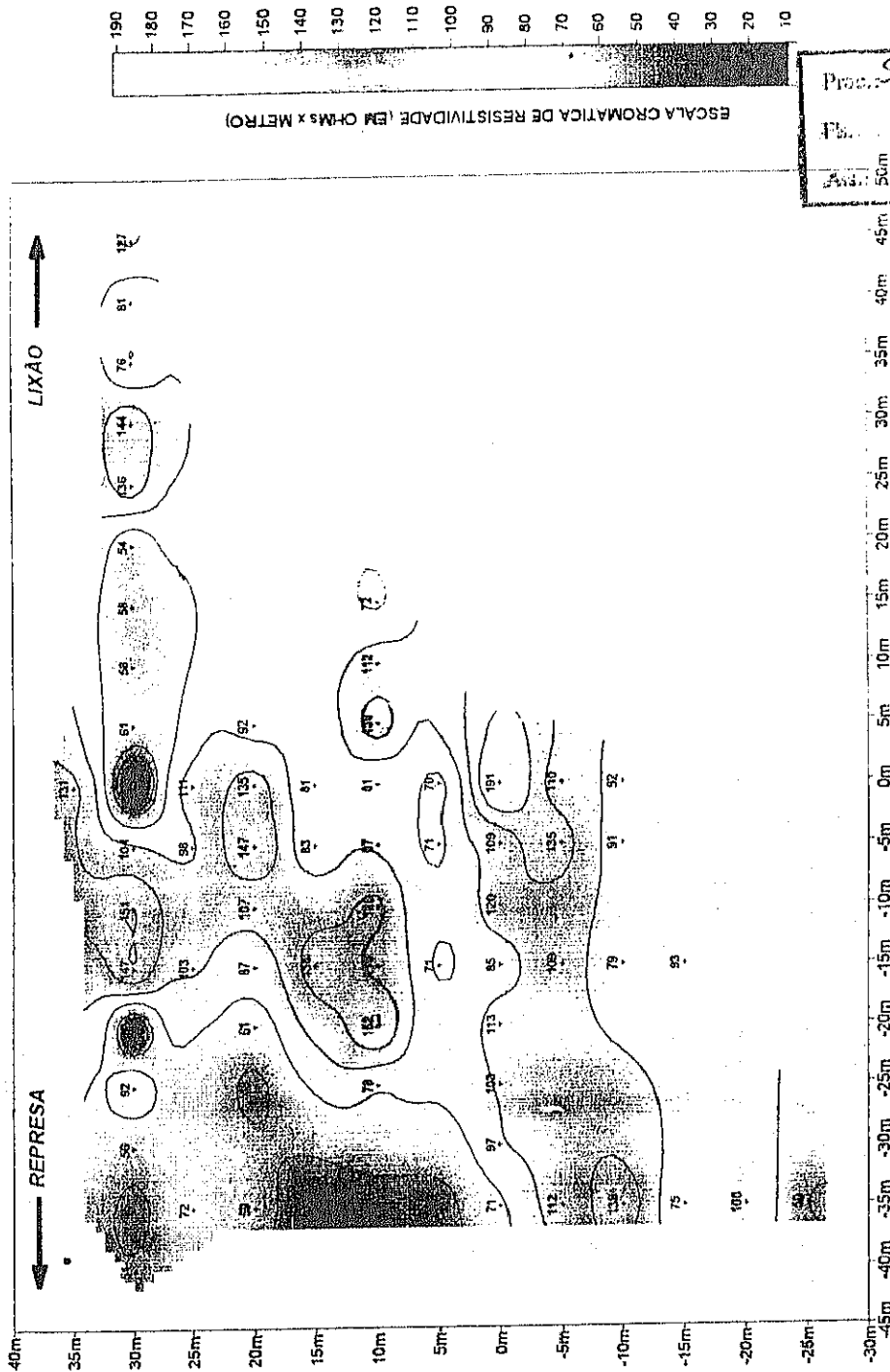
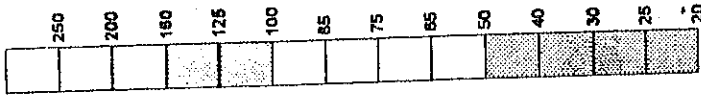


FIGURA 17 - MAPA E BLOCO DIAGRAMA DE RESISTIVIDADE (NÍVEL 2 DO DIPOLO-DIPOLO).



LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE

FIGURA 18 - MAPA DE RESISTIVIDADE (NÍVEL 4 DO DIPOLO-DIPOLO).



ESCALA CROMÁTICA DE RESISTIVIDADE (EM OHM x METRO)

Projeto	SB 3389/98
Plano	201
Auto	[Signature]

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE

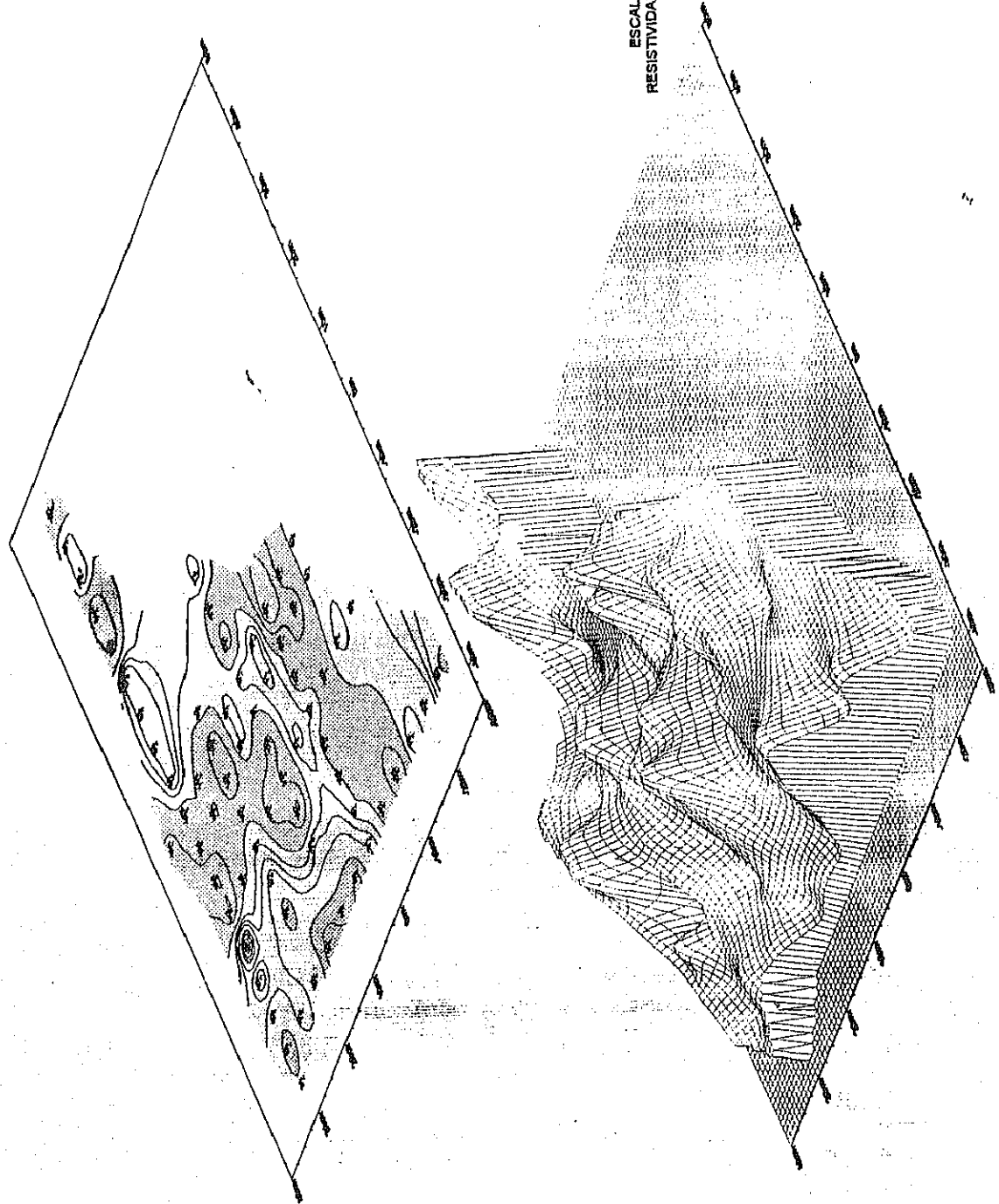


FIGURA 19 - MAPA E BLOCO DIAGRAMA DE RESISTIVIDADE (NÍVEL 4 DO DIPOLO-DIPOLO).

ESCALA CROMÁTICA DE CARGABILIDADE (EM mV/m)

25 23 21 19 17 15 13 11 9 7 5 3 1

Proc.: SB 3789/94  
Fls.: 200  
Ass.: [assinatura]

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
LEVANTAMENTO DE POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)

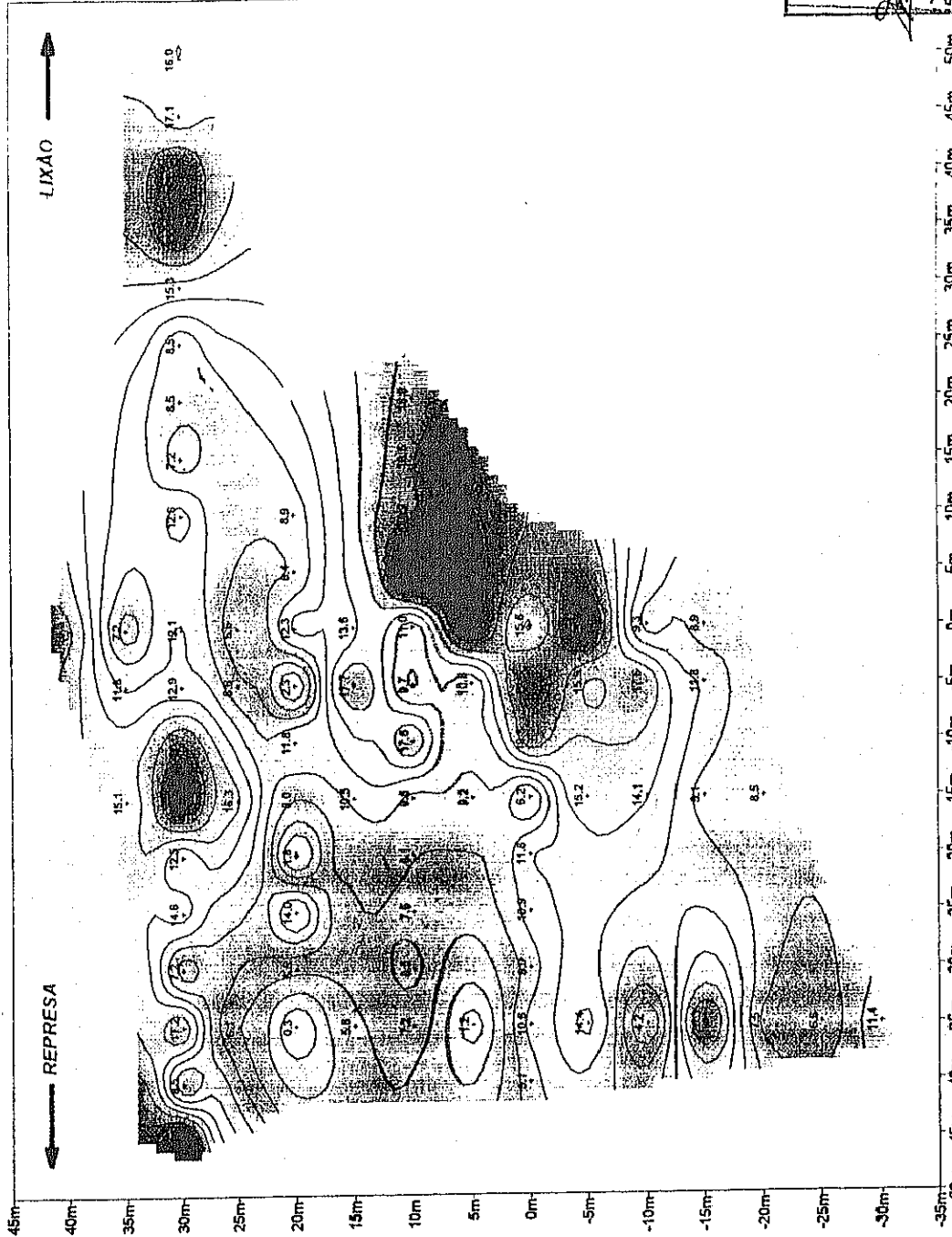
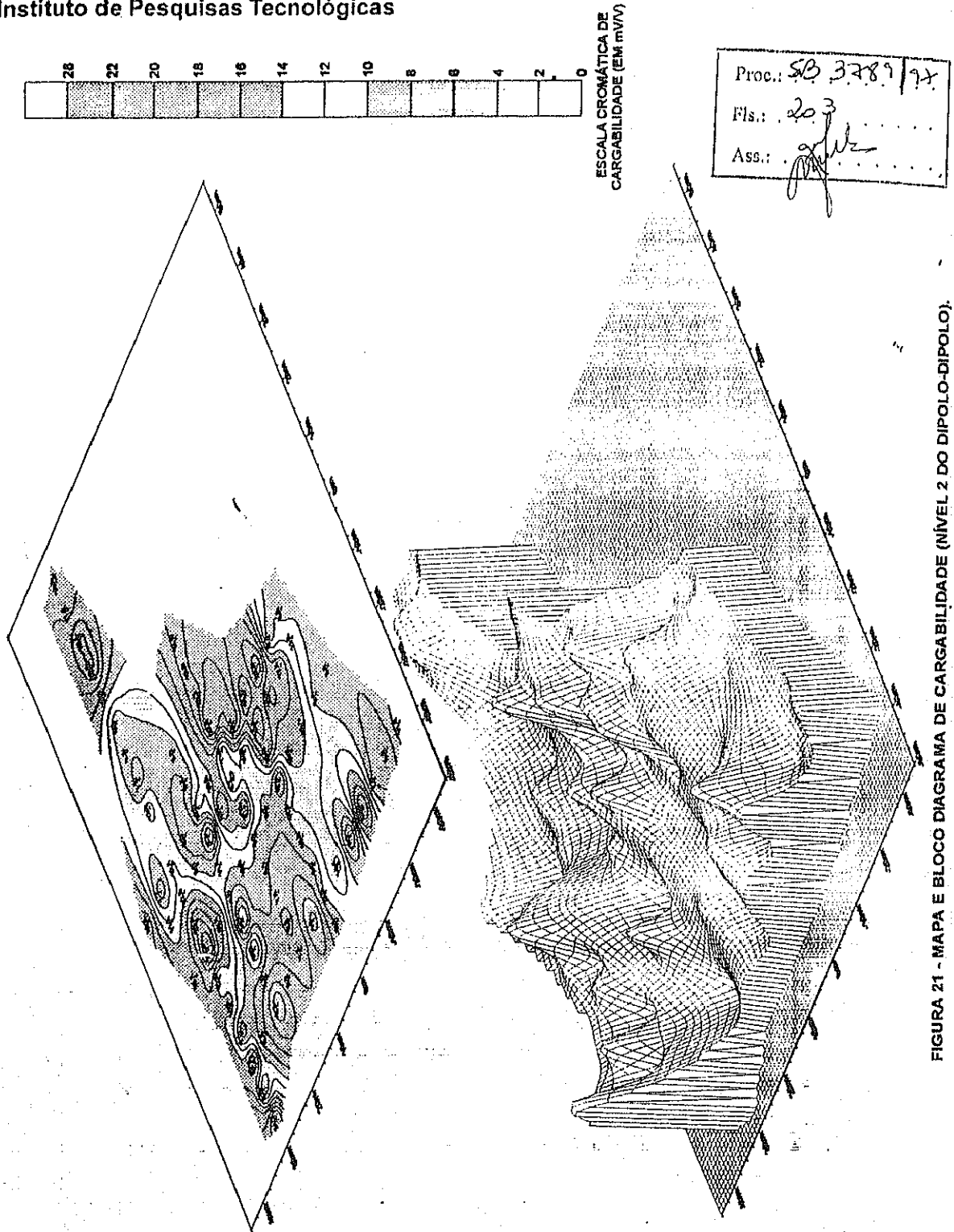
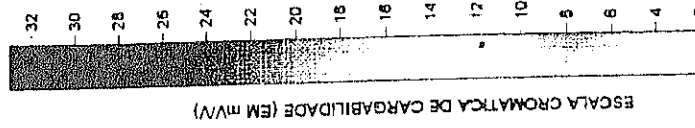


FIGURA 20 - MAPA DE CARGABILIDADE (NÍVEL 2 DO DIPOLO-DIPOLO).

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
LEVANTAMENTO DE POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)





Proc.: SB 3789/97  
 Fls.: 209  
 Ass.: [Signature]

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
 LEVANTAMENTO DE POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)

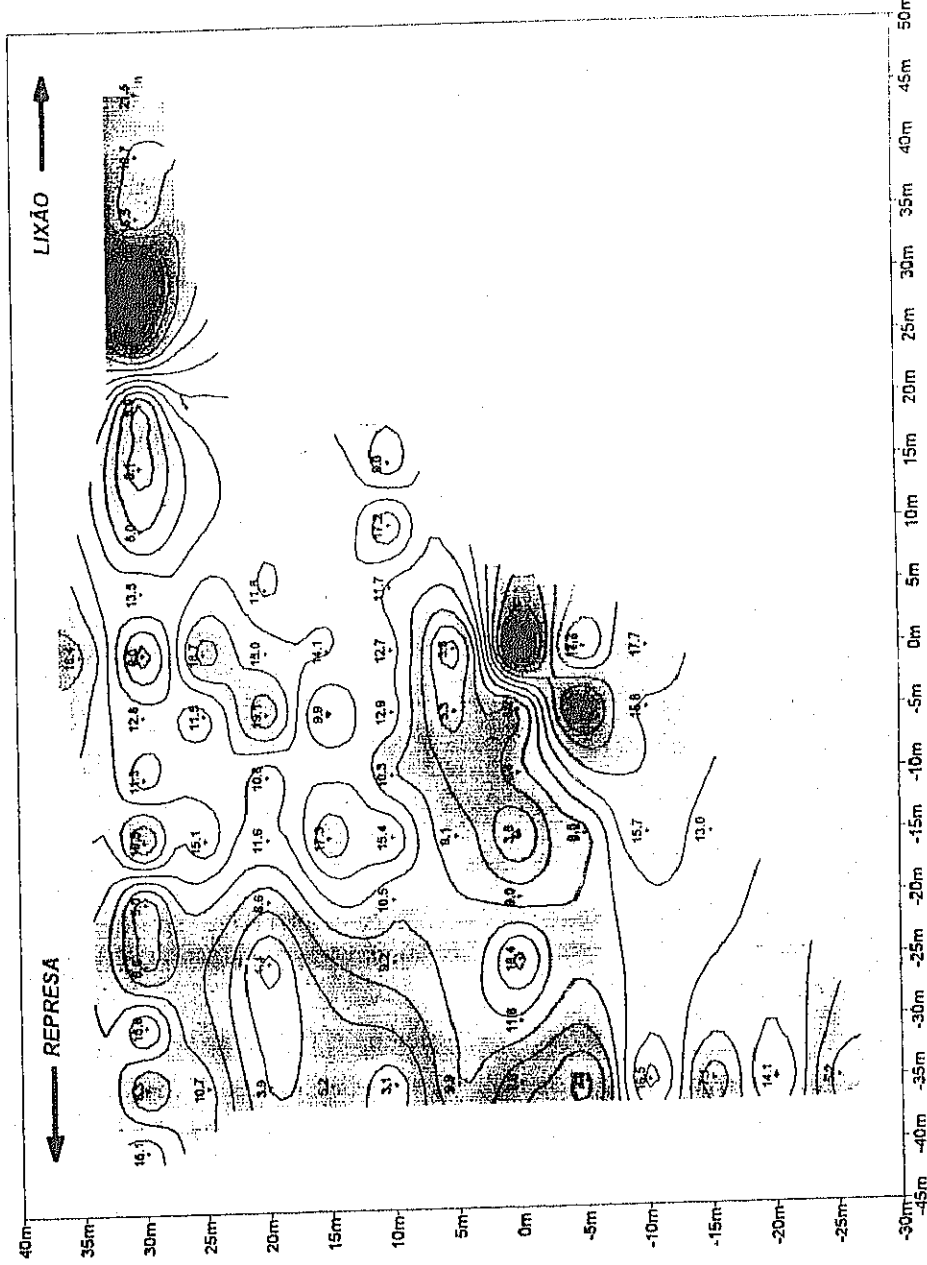


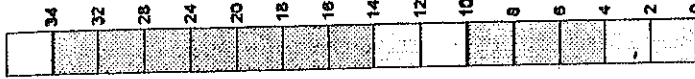
FIGURA 22 - MAPA DE CARGABILIDADE (NÍVEL 4 DO DIPLO-DIPOLO).



# IPT

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Parecer Técnico Nº 7 231



ESCALA CROMÁTICA DE CARGABILIDADE (EM mV/V)

Proc.:	30.3789/97
Fls.:	208
Ass.:	<i>[Signature]</i>

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
LEVANTAMENTO DE POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)

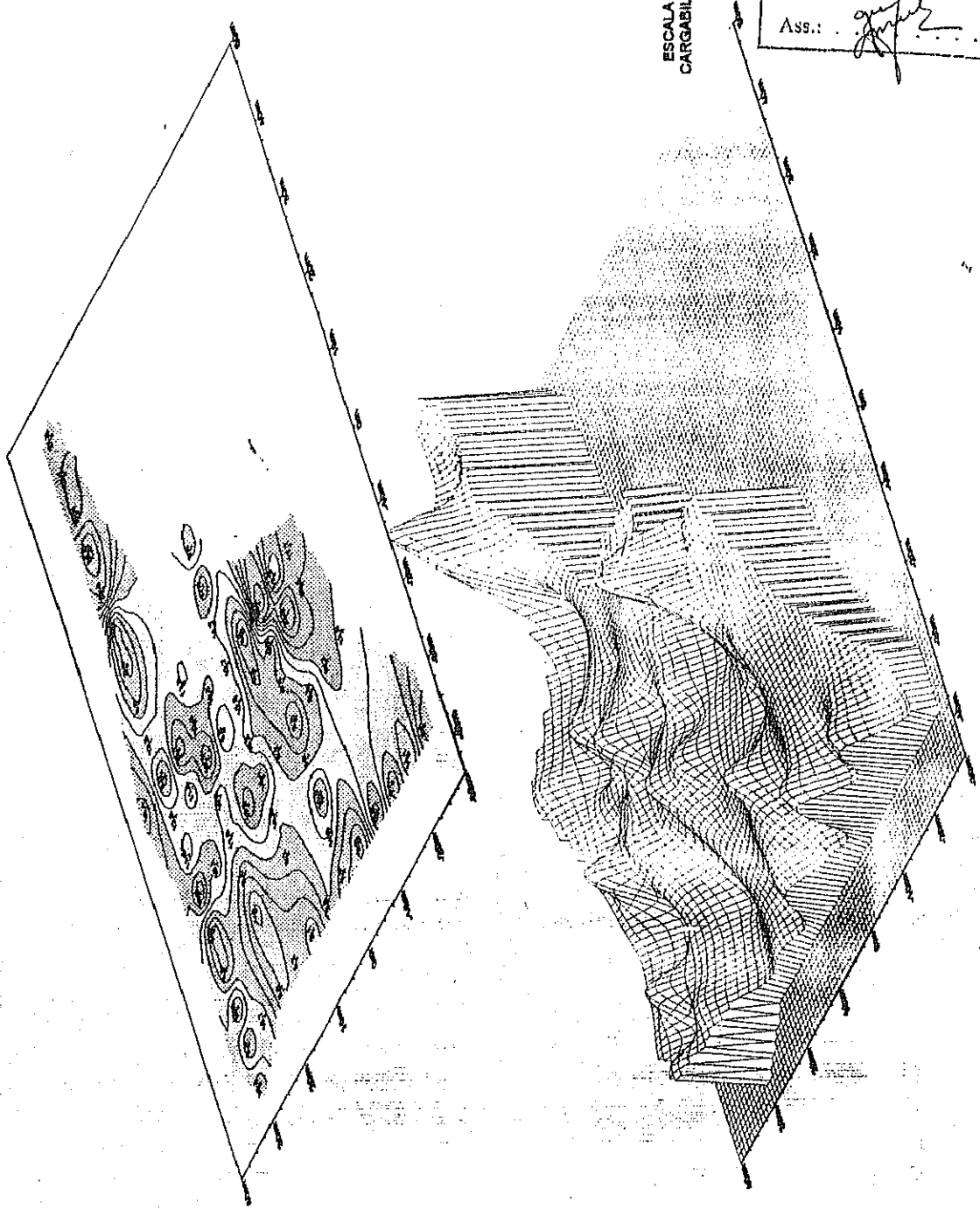
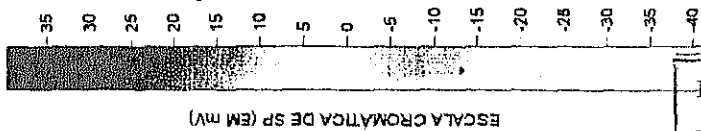


FIGURA 23 - MAPA E BLOCO DIAGRAMA DE RESISTIVIDADE (NÍVEL 4 DO DIPOLO-DIPOLO).



Proc.: 50/1878/97  
 Pls.: [Signature]  
 Ass.: [Signature]

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
 LEVANTAMENTO DE POTENCIAL ESPONTÂNEO (SP)

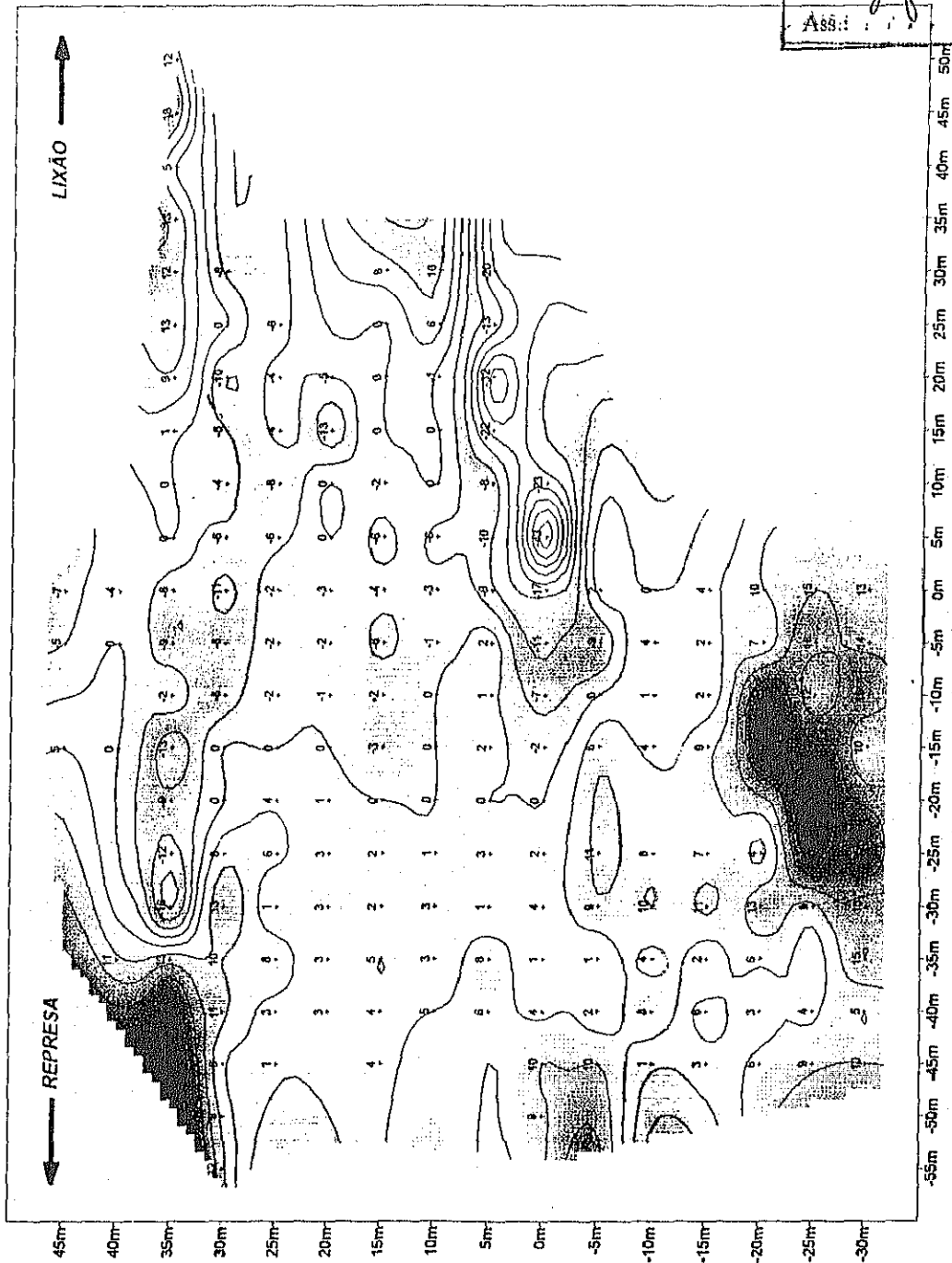


FIGURA 24 - MAPA DE POTENCIAL ESPONTÂNEO.

Proc.º	SB.3789/92
Fls.º	207
Assin.	<i>[Signature]</i>

LIXÃO DO ALVARENGA - SÃO BERNARDO  
LEVANTAMENTO DE POTENCIAL ESPONTÂNEO (SP)

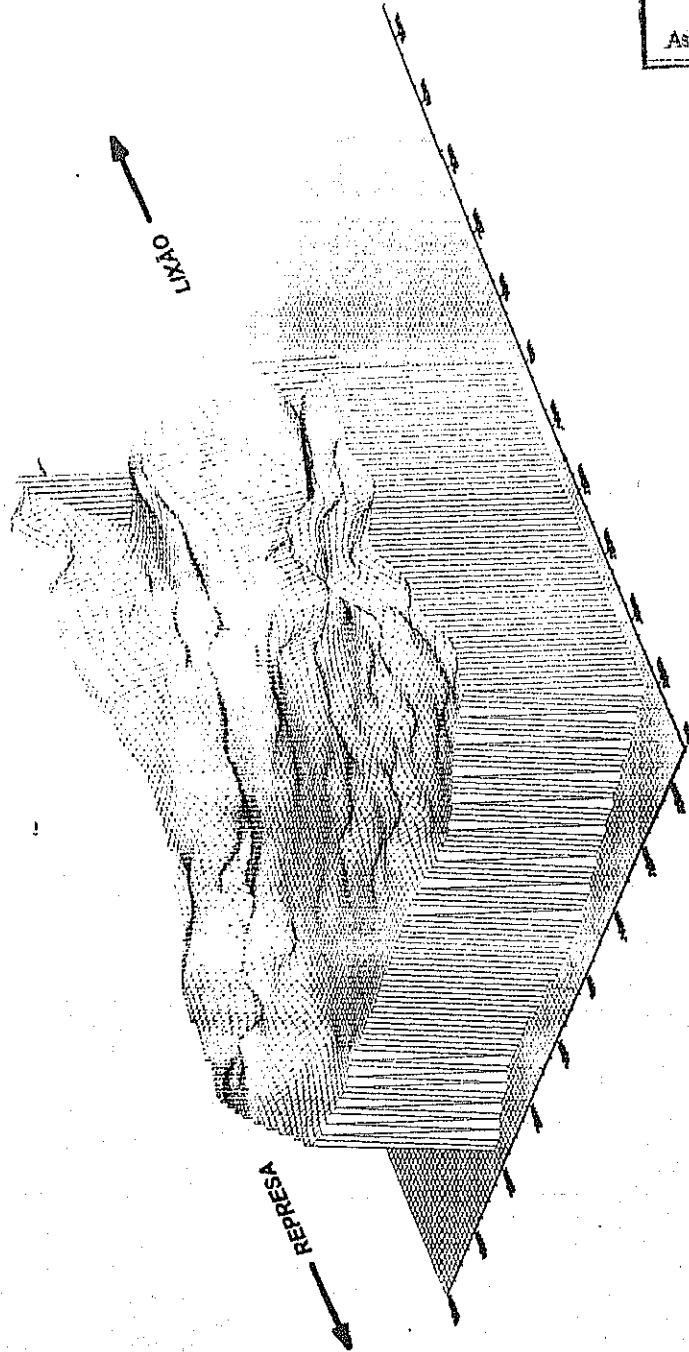


FIGURA 25 - BLOCO DIAGRAMA DE POTENCIAL ESPONTÂNEO.

# IPT

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Proc.	SB 3289/97
Fis.	208
Ass.	Arq.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT - nasceu de um núcleo agregado à Escola Politécnica de São Paulo. Esse núcleo, sob a denominação de Gabinete de Resistência dos Materiais, foi criado pelo Prof. Francisco de Paula Souza, em 1899. No início, os objetivos principais eram de servir de apoio ao ensino dessa Escola e desenvolver um programa de ensaios, visando determinar as principais características físicas, químicas e mecânicas dos materiais em uso corrente nas construções. Em 1931, sob orientação do Prof. Ary Torres, o Gabinete passou a denominar-se oficialmente Laboratório de Ensaios de Materiais. Esse novo nome simbolizava uma significativa reestruturação do antigo Gabinete, caracterizada pela ampliação e renovação do aparelhamento técnico, pelo aumento e seleção do pessoal, pela divisão de trabalho por seções especializadas e, como fator dos mais importantes, pela aplicação progressiva de tempo integral aos seus funcionários.

A rápida expansão das atividades do Laboratório justificou a sua transformação em Instituto de Pesquisas Tecnológicas, anexo à Escola Politécnica, em 1934, quando também foi fundada a Universidade de São Paulo.

O IPT começou, então, a criar novas áreas de capacitação tecnológica, desempenhando um papel sempre crescente em diversos campos: no desenvolvimento da pesquisa tecnológica, na formação de recursos humanos, na organização de um sistema de metrologia legal e de sistemas de padrões industriais, na criação e desenvolvimento de um centro de documentação tecnológica, no controle e proteção de mar-

cas e patentes, e na captação e difusão da informação tecnológica.

O desenvolvimento da industrialização brasileira, acelerado pela II Guerra Mundial, conduziu o País a realizar pesados investimentos em grandes obras como barragens e usinas hidrelétricas, rodovias, pontes, edifícios públicos, conjuntos habitacionais, etc.

Todo esse esforço exigiu ampla participação do IPT e sua transformação em entidade autárquica do Estado de São Paulo, em 1944, possibilitando dinamizar significativamente essa participação, mantendo sempre estreitos vínculos culturais com a Escola Politécnica e a Universidade de São Paulo.

Em resumo, a história do IPT tem como característica marcante um processo de desenvolvimento natural, quer de instalações como de recursos humanos. Cada fase de sua existência significou, antes de mais nada, um processo de acompanhamento do desenvolvimento do País. Em 1976, o IPT passou a ser uma Empresa Pública com a denominação de Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT. Atualmente, os seus recursos instrumentais e humanos distribuem-se por doze Unidades Técnicas: Divisão de Engenharia Civil, Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas, Divisão de Geologia, Divisão de Mecânica e Eletricidade, Divisão de Metalurgia, Divisão de Produtos Florestais, Divisão de Química, Divisão de Tecnologia de Transportes, Centro Tecnológico de Couros e Caçados, Centro de Informática e Telecomunicações, Centro de Informação Tecnológica e Centro de Aprovações Técnicas e Serviços.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT

Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" - CEP 05508-901 - São Paulo - SP  
ou Caixa Postal 7141 - CEP 01064-970 - São Paulo - SP  
Telefone (011) 268-2211 - Fax (011) 869-3353  
<http://www.ipt.br>

Secretaria da Ciência, Tecnologia  
e Desenvolvimento Econômico











