



República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Superintendência Regional de Porto Alegre

**PROGRAMA TÉCNICO PARA O GERENCIAMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DE PORTO ALEGRE**

PROTEGER

**CARACTERIZAÇÃO DA PLUMA POLUIDORA GERADA PELO
DEPÓSITO MUNICIPAL DE LIXO DA ZONA NORTE
DE PORTO ALEGRE - RS**

Execução

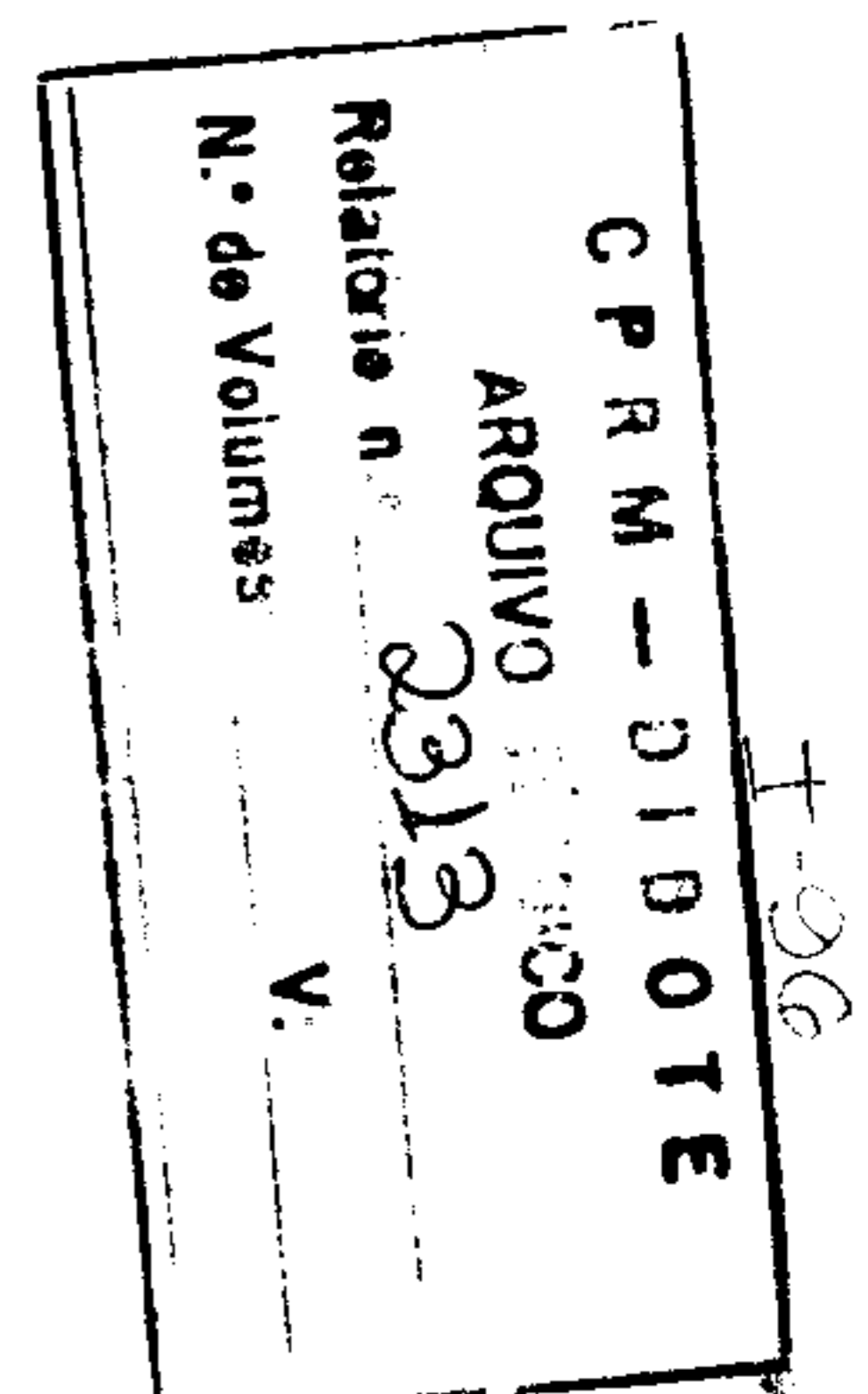
Geól. Antonio Flavio Uberti Costa - CPRM ✓
Eng. Civil Carlos Alberto Ferlin - METROPLAN ✓
Téc. Mineração Odilon Corrêa - CPRM ✓
Estag. geologia Toni Eerola ✓

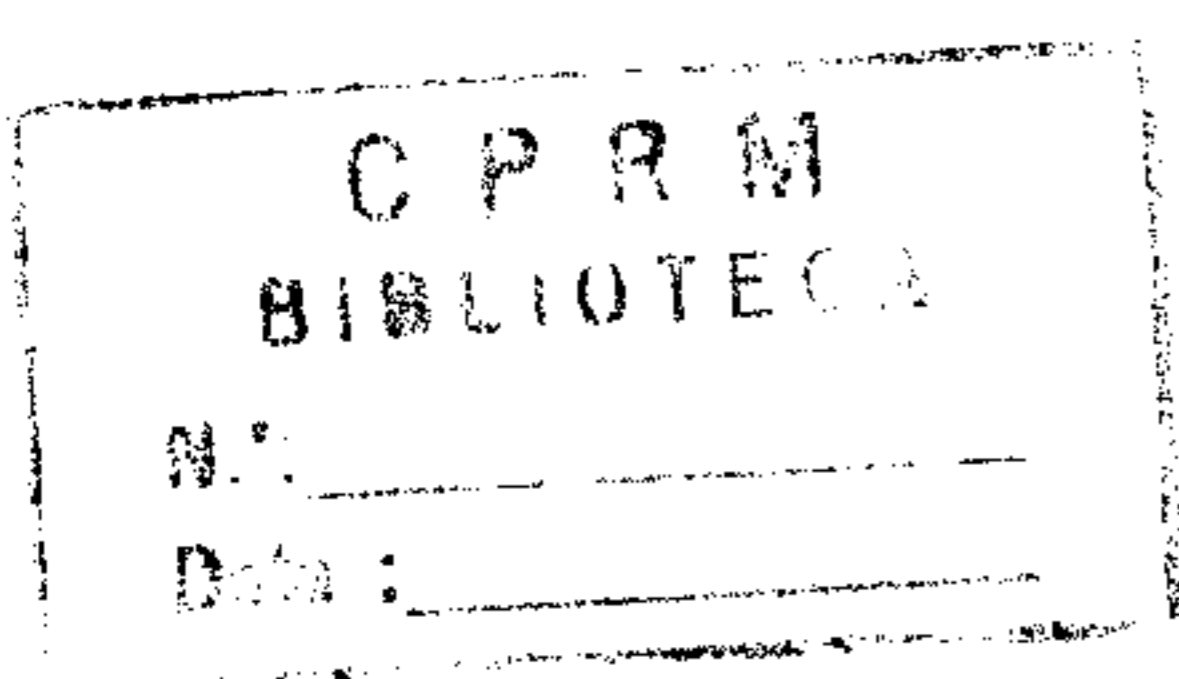
Elaboração do Texto

Geól. Antonio Flavio Uberti Costa - CPRM ✓
Eng. Civil Carlos Alberto Ferlin - METROPLAN ✓

PHL
014053
2007

**Série Degradação Ambiental - Porto Alegre
Volume 02
1994**





EQUIPE TÉCNICA

PROJETO CARACTERIZAÇÃO DA PLUMA POLUIDORA GERADA PELO DEPÓSITO MUNICIPAL DE LIXO DA ZONA NORTE DE PORTO ALEGRE - RS

*Eduardo Camozzato/
Luiz Fernando Fontes de Albuquerque*
Gerente de Recursos Minerais

Vitório Orlandi Filho
Coordenação Técnica - CPRM

Nanci Begnini Giugno
Coordenação Técnica - METROPLAN

Antonio Flavio Uberti Costa - CPRM
Chefe do Projeto

Luís Edmundo Giffoni
Serviço de Editoração Regional CPRM

Geól. Antonio Flavio Uberti Costa - CPRM
Eng. Civil Carlos Alberto Ferlin - METROPLAN
Téc. Mineração Odilon Corrêa - CPRM
Estag. geologia Toni Eerola

Ficha Catalográfica

C837 Costa, Antonio F.U.

Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre - RS / Antonio F.U.Costa; Carlos A.Ferlin. - Porto Alegre: CPRM / METROPLAN, 1994.

1 v.; il. - (Série Degradação Ambiental - Porto Alegre - Volume 02)

"Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre - **PROTEGER**".

1. Planejamento Territorial Regional - Rio Grande do Sul

2. Poluição do Solo - Geofísica - Rio Grande do Sul

I. Ferlin, Carlos A.

II. Título

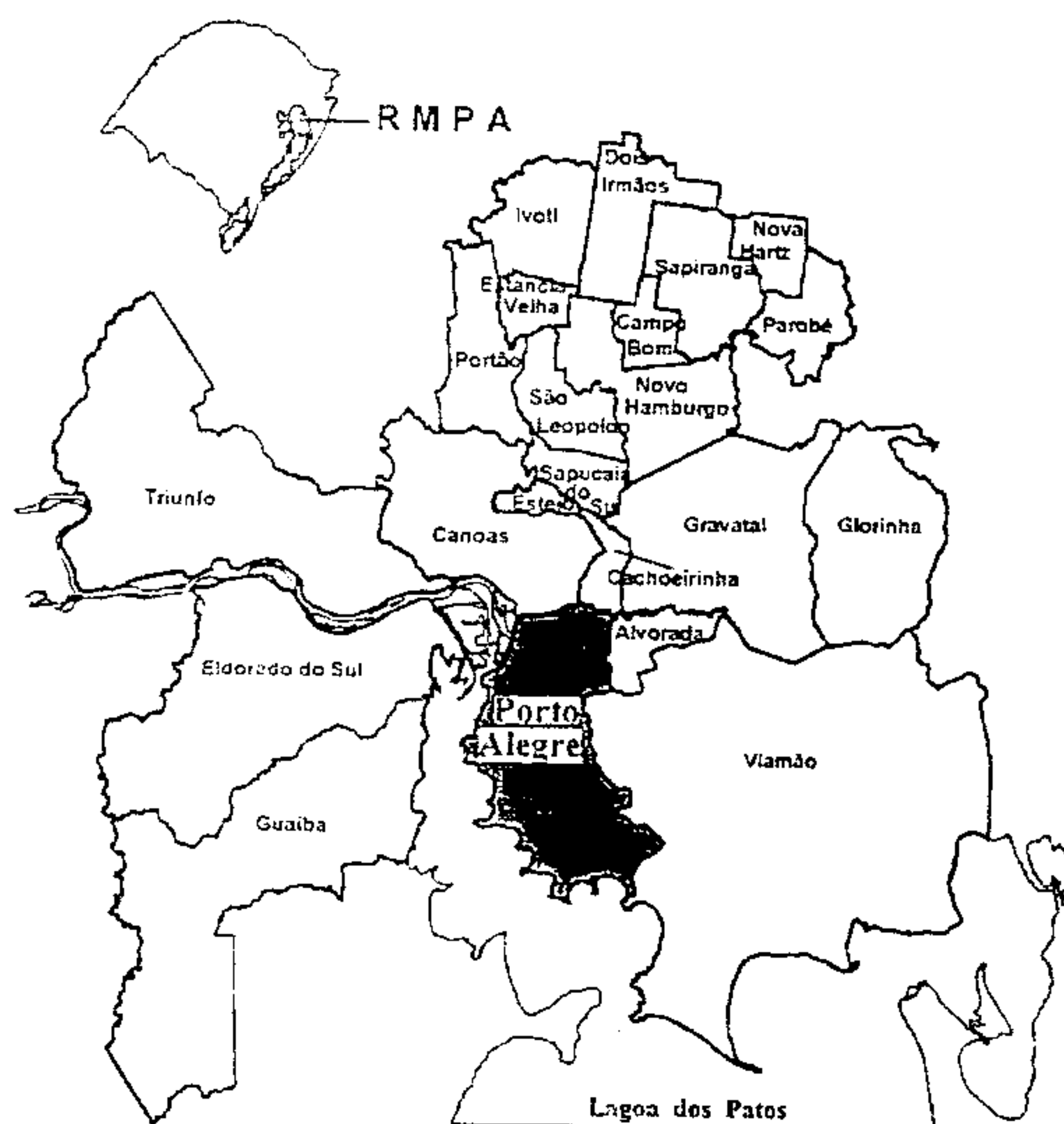
CDU 711.2 (816.5)

628.396:550 (816.5)

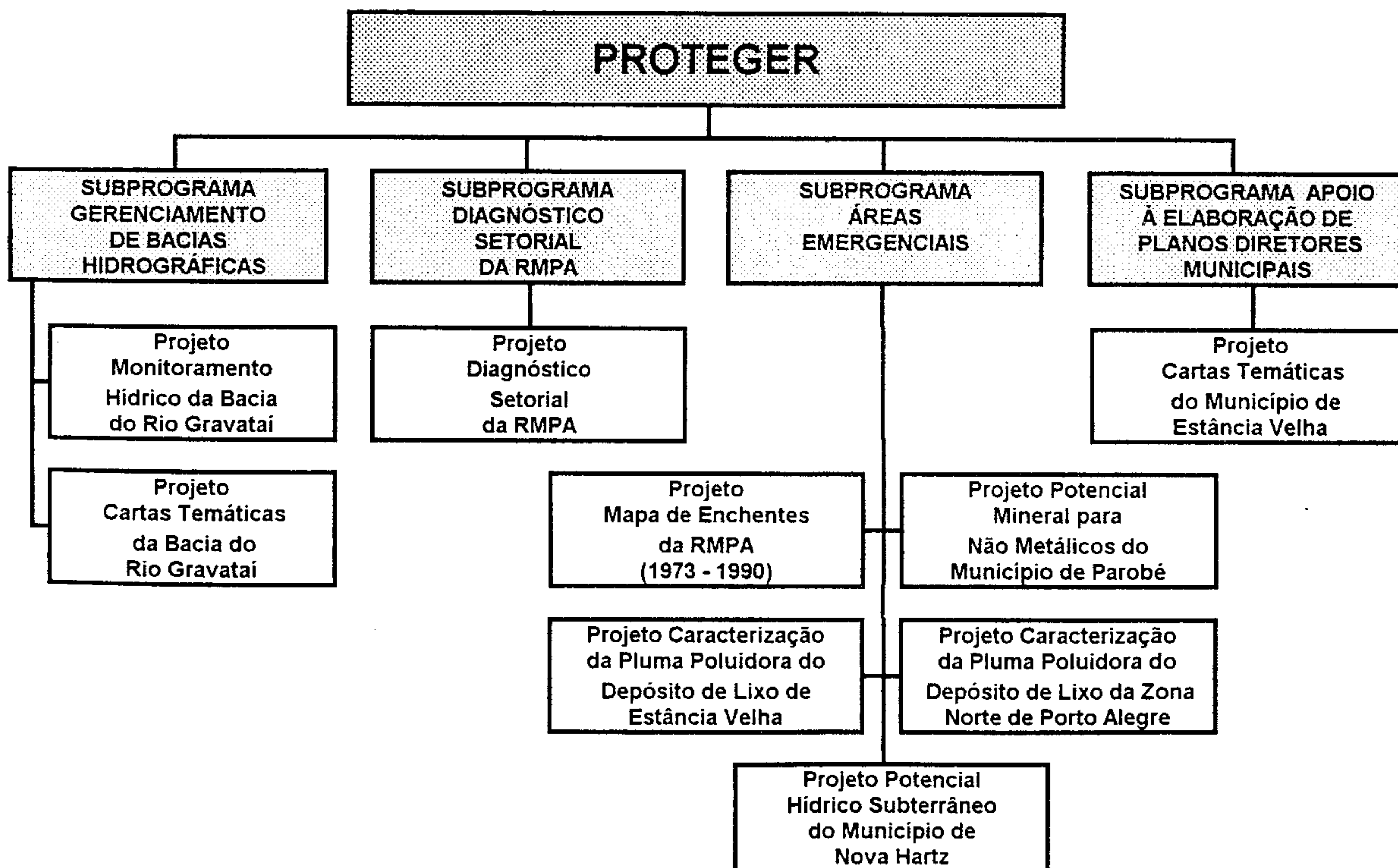
Ilustração da capa: imagem multiespectral do satélite LANDSAT TM-5, de 16/09/90, abrangendo o Delta do Jacuí e Estuário do Guaíba.

O PROTEGER

Com o objetivo de incorporar efetivamente as características do meio físico ao planejamento regional e urbano, a COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM e a FUNDAÇÃO DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO E REGIONAL - METROPLAN, através de convênio firmado em 1991, vem desenvolvendo o PROGRAMA TÉCNICO PARA O GERENCIAMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE - PROTEGER. Este programa está assentado no conhecimento dos diferentes atributos do meio físico: declividade, geologia, geomorfologia, pedologia, formações superficiais e hidrogeologia, entre outros, e contou com a participação de uma equipe técnica multidisciplinar. A correlação deste conhecimento com os requisitos locacionais das atividades antrópicas, tais como, habitação, indústria, mineração, disposição de resíduos, agricultura, torna-se a base sobre a qual são definidas as ações preventivas, em especial de planejamento do uso do solo e as ações corretivas, notadamente obras de saneamento e de controle de riscos



A primeira fase do PROTEGER teve seu desenvolvimento através de quatro subprogramas, aos quais estão vinculados nove projetos :



Como resultado desta primeira fase, foram elaborados trinta e nove Cadernos Técnicos e setenta e nove cartas e mapas temáticos que se encontram à disposição dos interessados nos escritórios da CPRM e METROPLAN.

Este Volume apresenta os resultados obtidos com execução do levantamento geofísico realizado pelo projeto **CARACTERIZAÇÃO DA PLUMA POLUIDORA GERADA PELO DEPÓSITO MUNICIPAL DE LIXO DA ZONA NORTE DE PORTO ALEGRE - RS**, objetivando subsidiar as ações para solucionar ou minimizar a poluição produzida pelo depósito de lixo municipal.

Este projeto faz parte do subprograma *Áreas Emergenciais* do *Programa Técnico de Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre - PROTEGER*.

Originalmente este volume foi editado através de uma série regional de publicações do GATE intitulada *Série GATE - Resíduos Sólidos*, sob a designação de *Caderno Técnico 02*. Posteriormente, visando sua inserção nas séries nacionais do GATE, passou a constituir o *Volume 02 da Série Degradação Ambiental - Superintendência Regional de Porto Alegre*.

C P R M - P R O T E	
ARQUIVO	
Relatório n.º	_____
N.º de Volumes	V: _____

1. INTRODUÇÃO	1
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS	4
2.1 Aspectos Regionais	4
2.2 Aspectos Locais	4
3. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DISPOSTOS	5
4. ESTUDOS GEOFÍSICOS	6
4.1 Metodologia Geofísica	6
4.2 Etapas de Desenvolvimento do Projeto	7
4.3 Resultados Obtidos	7
4.3.1 Detecção e Delimitação da Pluma Poluidora Janeiro/92	7
4.3.2 Confirmação da Pluma Poluidora - Junho/92 e Outubro/92	8
4.3.3 Evolução da Pluma Poluidora no Período Janeiro/92 a Junho/92	8
4.3.4 Evolução da Pluma Poluidora no Período Junho/92 a Outubro/92	8
4.3.5 Evolução da Pluma Poluidora no Período Janeiro/92 a Outubro /92.....	9
4.3.6 Análise das Sondagens Elétricas Verticais	9
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
• ANEXOS	
1- DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	
2- FIGURAS	
3- TABELAS	
4- QUADRO	

1 - INTRODUÇÃO

A geração de resíduos está intrinsecamente ligada a vida humana, desde seu processo vital até as suas atividades produtivas e de consumo.

Estes resíduos apresentam as mais variadas características, requerendo manejos específicos para acondicionamento, transporte e disposição, de acordo com o tipo de material.

Os resíduos urbanos municipais apresentam, provavelmente, a composição mais diversificada entre os demais tipos de resíduos. Na sua composição são encontrados entre outros: papéis, latas, madeiras, plásticos, vidros, restos de alimentos, resíduos ambulatoriais, materiais contaminados por óleos minerais, por pesticidas, por desinfetantes, etc.

Segundo diagnósticos realizados pela METROPLAN, estima-se que, atualmente, na Região Metropolitana de Porto Alegre-RMPA, sejam produzidos diariamente 3.500 toneladas de resíduos, das quais 1.600 toneladas são coletadas pelos serviços municipais de limpeza.

A **Tabela 1**, constante do Anexo 3, apresenta a estimativa de produção "per capita" de resíduos urbanos para o Rio Grande do Sul.

A **Tabela 2**, constante do Anexo 3, apresenta as populações e as áreas dos municípios da RMPA.

A disposição correta destes resíduos requer um volume considerável de recursos, tanto no que diz respeito a aquisição de áreas, como em gastos para a disposição adequada, no que se refere a técnicas, materiais e equipamentos empregados.

A prática corriqueira de manejo de resíduos sólidos é a disposição em áreas de baixo valor monetário, a partir do simples lançamento de resíduos, realizando, em alguns casos, uma cobertura com solo.

O emprego de resíduos sólidos para o aterramento de depressões, voçorocas, banhados, zonas de várzeas etc, é freqüente

e tem sido equivocadamente considerada uma boa alternativa para a solução do problema de disposição, e para a retificação topográfica destes locais.

A inexistência de pesquisas ligadas a disposição de resíduos e os respectivos efeitos ao meio ambiente contribuiu para a prolongada duração do conceito descrito no parágrafo anterior, que se encontra arraigado como procedimento seguro e correto.

Com a ampliação da produção industrial e o crescimento populacional verificado nas últimas décadas, a geração de resíduos também foi ampliada e, em decorrência, os problemas oriundos do desconhecimento dos efeitos de disposição inadequada.

A contaminação de aquíferos subterâneos, utilizados como mananciais para o suprimento de água potável para comunidades, despertou o interesse de pesquisadores para o estudo de sítios contaminados por resíduos.

Constatou-se que os problemas, outrora ignorados, são de grande monta e que o número de locais e a extensão das áreas contaminadas extrapola os limites das áreas que receberam resíduos.

Na RMPA, existem no momento aproximadamente 30 locais de disposição de resíduos urbanos, dos quais 23 encontram-se em operação.

A maioria esmagadora destes sítios foi selecionada considerando apenas o custo da terra, ignorando a existência ou não de condições técnicas para esta finalidade.

A exemplo do Brasil e de vários outros países, os estudos relacionados ao monitoramento de sítios de disposição de resíduos constituem matéria recente e em constante aprimoramento técnico.

As metodologias usualmente empregadas para o monitoramento de tais áreas foram desenvolvidas enfatizando os aspectos de coleta de amostras de líquidos e sólidos.

dos, em subsuperfície. Isto se justifica porque a coleta de amostras representa a principal fase do monitoramento e é a atividade que requer o maior volume de serviços complementares e tempo de execução.

Face às dificuldades e custos para a coleta de amostras, em subsuperfície, o número de pontos analisados dificilmente permite uma delimitação contínua e bem definida de uma zona de contaminação em subsuperfície.

Esta incerteza na delimitação da zona contaminada pode conduzir a um superdimensionamento ou subdimensionamento de obras e serviços para a recuperação do sítio de disposição.

Constata-se então, a necessidade do desenvolvimento de metodologias de delimitação de zonas contaminadas, em subsuperfície, que gerem resultados confiáveis, que permitam a realização de uma rede densa de pontos amostrados, com uma conseqüente

delimitação precisa e que sejam executáveis com rapidez.

Neste sentido, pesquisas recentes, visando o emprego de métodos de prospecção geológica, para a determinação de zonas contaminadas, vêm sendo desenvolvidas, verificando-se bons resultados para os métodos geofísicos elétricos e eletromagnéticos.

A partir dos conhecimentos adquiridos com tais pesquisas e da possibilidade de execução e teste de tais métodos, dentro do programa PROTEGER, foram concebidos dois projetos de monitoramento de plumas poluidoras geradas por depósitos de resíduos, localizados no município de Estância Velha e na Zona Norte do município de Porto Alegre.

Este relatório apresenta os resultados dos levantamentos geofísicos realizados na área do Depósito Municipal de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre/RS (Figura 1).

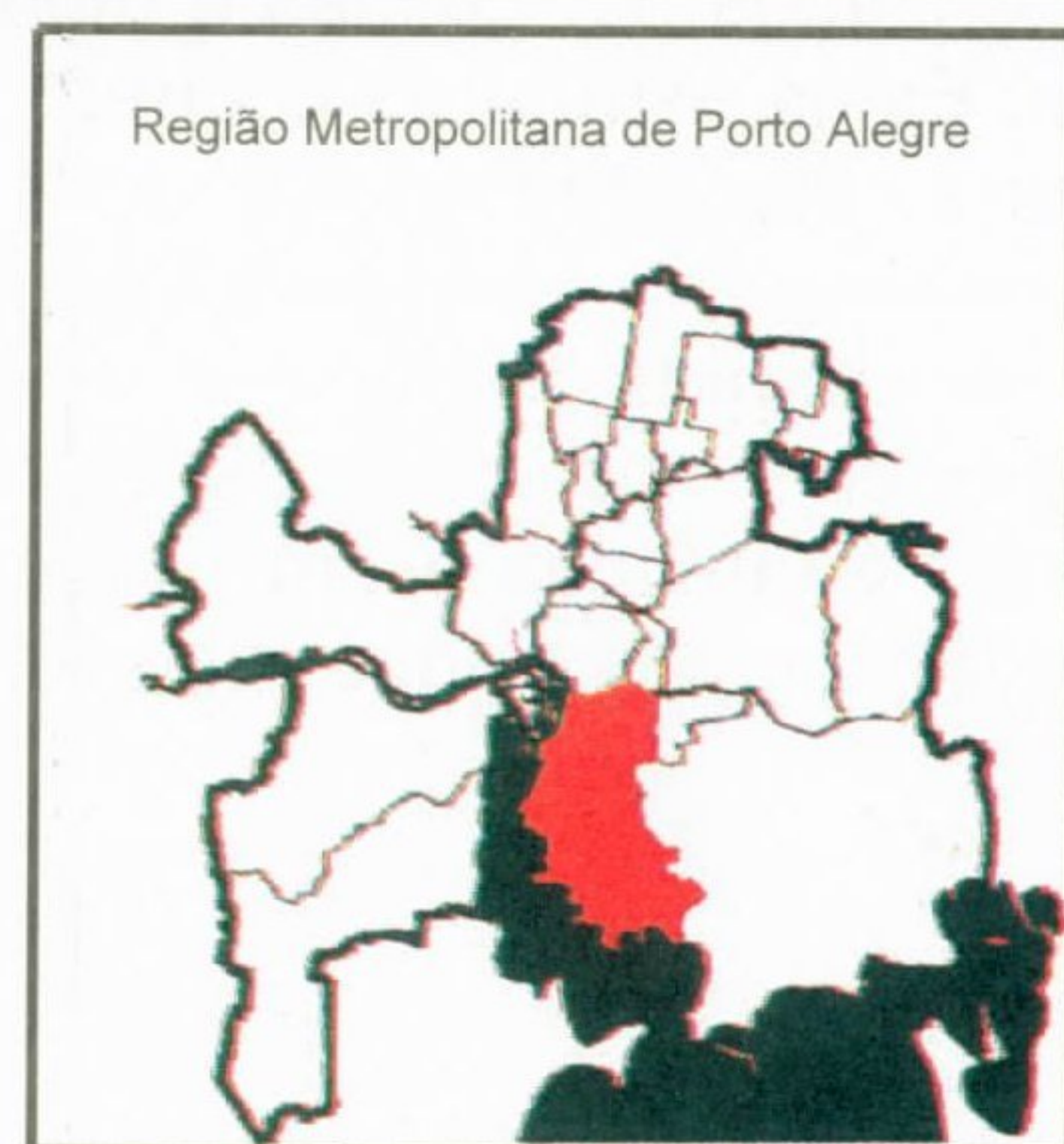
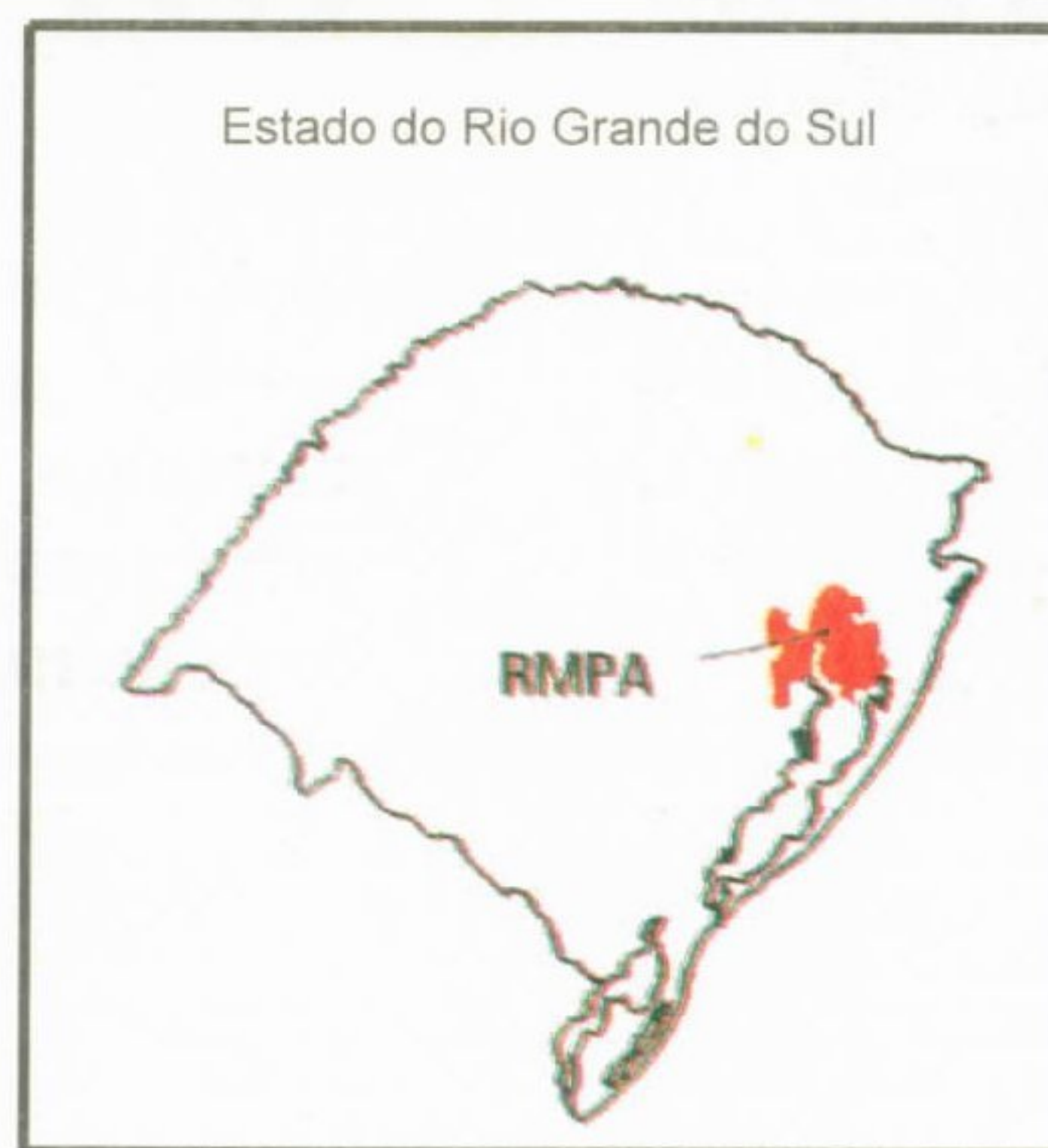
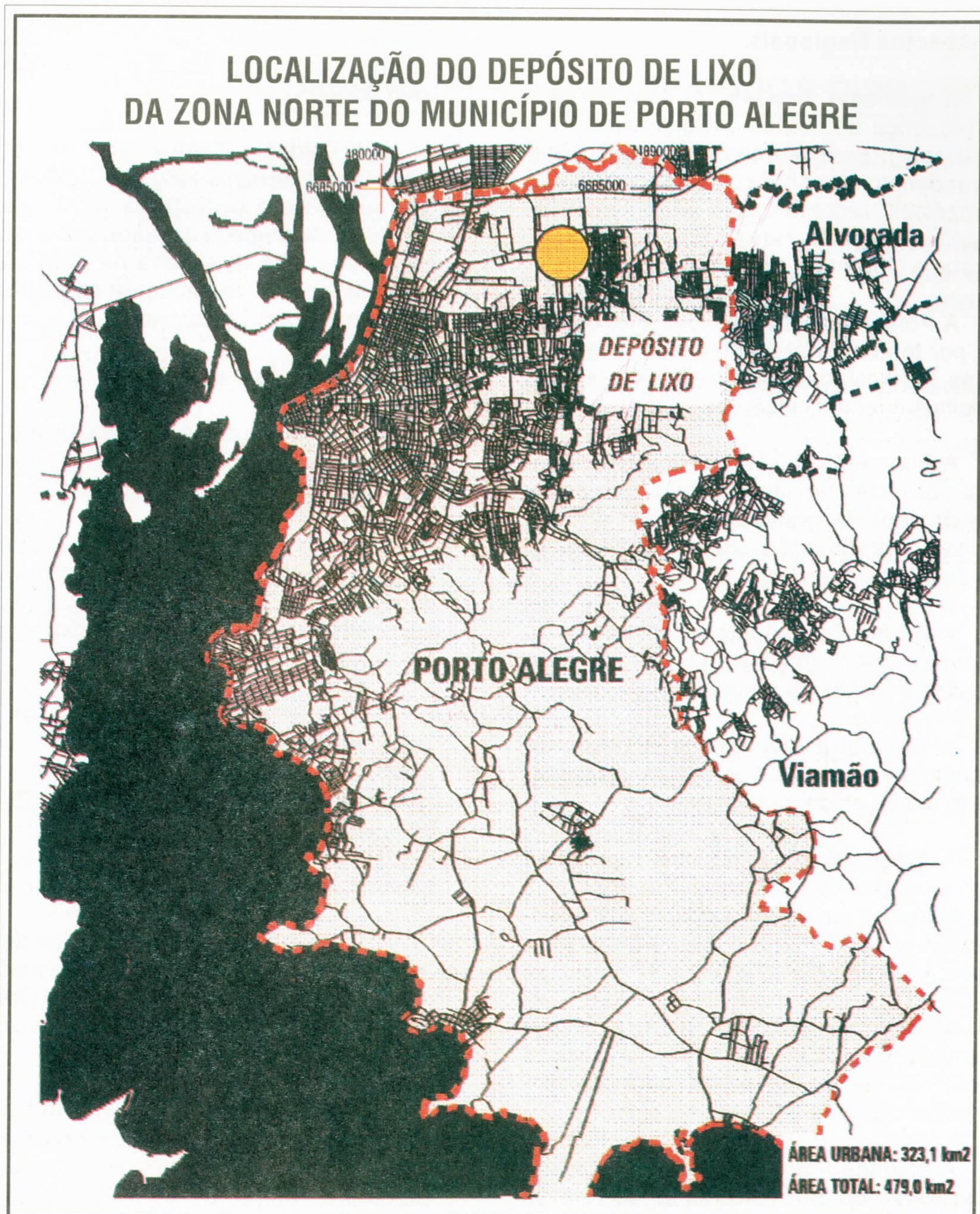


Figura 1

2-ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

2.1 Aspectos Regionais

A geologia regional é caracterizada pela presença de rochas cristalinas (granitos e gnaisses), pertencentes ao Escudo Sul-Riograndense, e por coberturas sedimentares fanerozóicas, representadas na região pelas formações Estrada Nova, Rosário do Sul, Gravataí e Cobertura Quaternária.

A Formação Estrada Nova é caracterizada por lentes de arenitos muito finos, vermelhos, intercalados com lentes de lamitos vermelhos e lentes calcáreas.

A Formação Rosário do Sul é caracterizada por fácies fluviais composta por arenitos vermelhos de granulação média a muito fina, com estratificação cruzada e intercalações de siltitos avermelhados.

A Formação Gravataí é caracterizada por areias finas argilosas vermelhas, com matacões e seixos na parte basal.

A Cobertura Quaternária é composta por sedimentos atuais e subatuais depositados em planícies de inundação.

A geomorfologia regional apresenta quatro unidades denominadas: Patamares da Serra Geral, Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava do Sul, Planície Alúvio-Coluvionar e Planície Lagunar.

A unidade Patamares da Serra Geral é constituída por platôs de topo ondulado e plano, com bordas íngremes, que apresentam forma côncava e fortes declividades.

A unidade Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava do Sul constitui-se de relevos caracterizados por colinas e morros arredondados. Estas estruturas ocorrem nas chamadas terras altas de Porto Alegre e Viamão.

A unidade Planície Alúvio-Coluvionar está presente nos sopés da Serra Geral, das Coxilhas Graníticas e em planícies de inundação dos cursos d'água mais importantes. A

melhor representação desta unidade é a Coxilha das Lombas, no município de Viamão/RS.

A unidade Planície Lagunar é representada por terraços lacustres, que se verificam a leste e a sudeste da região de Porto Alegre. Esta unidade se caracteriza por uma área plana, não dissecada na qual predominam sítios de acumulação de sedimentos, na forma de terraços lacustres.

2.2 Aspectos Locais

A área estudada está localizada sobre a várzea do rio Gravataí, distando aproximadamente 2 km do referido curso d'água.

A geomorfologia local é caracterizada por zonas planas e baixas, em cotas variando entre 1 e 2,5m, com ocorrência freqüente de banhados e inundações provocadas por enxurradas.

Com estas características, as áreas circunvizinhas ao depósito de lixo são utilizadas para lavoura orizícola, através da instalação e operação de um sistema de drenagem artificial, que, nas épocas de maior demanda de irrigação, emprega águas servidas provenientes do depósito de lixo.

A geologia local apresenta-se de forma bastante heterogênea, sendo formada por um pacote espesso e aleatório (20m) de lentes de argilas expansivas, siltes e areia, de origem aluvionar.

Abaixo deste pacote aluvionar verifica-se a ocorrência de rochas do embasamento cristalino, em que a camada do topo, numa espessura entre 6 a 10m, encontra-se alterada.

A camada de solo superficial, sobre a qual foram lançados os resíduos, é constituída por uma lâmina de argila-silto-arenosa, orgânica, de consistência mole a muito mole, em cores que variam de cinza a preta, numa espessura variando entre 5 e 10m.

3 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DISPOSTOS

A disposição de resíduos, na área em questão, foi iniciada em 1985 com a finalidade de aterrar um lote baixo e alagadiço, para posterior instalação de um pavilhão industrial (**Foto 1**).

No presente momento, a área ocupa aproximadamente 50ha, com uma espessura de resíduos da ordem de 10m.

No período de 1985 - 1990 o depósito recebeu resíduos das mais variadas origens, não tendo sido realizado qualquer cadastro e/ou controle de produtos.

A partir de 1990 a Prefeitura Municipal de Porto Alegre, através do Departamento Municipal de Limpeza Urbana-DMLU deu início a elaboração e implantação de um plano de recuperação ambiental para a área em questão (**Foto 2**).

Prevê-se que as obras do referido plano estejam concluídas em meados de 1994, momento, a partir do qual, somente os serviços de monitoramento terão continui-

dade, cessando-se a disposição de resíduos no local.

A parcela mais significativa corresponde aos resíduos domésticos, que atualmente significa, 720 ton/dia e são coletadas pelo DMLU.

São fundamentalmente representados por alta carga orgânica, sólidos, óleos e graxas, sulfetos, sulfatos, cloretos, nitrogênio além de alguns metais pesados.

A percolação de líquidos por uma massa de resíduos, normalmente água da chuva e água proveniente da redução de umidade do resíduo disposto, lixivia materiais formando assim um líquido de coloração normalmente escura, de elevada carga orgânica e extremamente agressivo ao meio ambiente.

O **Quadro 1**, constante do Anexo 4, apresenta faixas de concentrações de substâncias normalmente verificadas em lixiviados coletados e analisados de aterros e sanitários.

4 - ESTUDOS GEOFÍSICOS

O desenvolvimento dos estudos geofísicos requereu a implantação de um sistema de referências planimétricas para a localização das estações de medição.

Estas estações foram dispostas a cada 50 metros, ao longo de linhas pré-definidas cobrindo uma área de 2.000m (norte-sul) por 1.400m (leste-oeste), num total de 280 ha.

A planta topográfica, apresentando a área estudada, destacando a topografia local, o cadastro das estações de medição e o levante final do projeto de recuperação ambiental da área, promovido pelo DMLU, achase a disposição no Gabinete de Informática e Cartografia - GIC da METROPLAN.

Baseado no fato de que a condutividade elétrica das rochas varia de acordo com a condutividade elétrica das águas subterrâneas e que esta depende da quantidade de substâncias (inorgânicas e/ou orgânicas) nelas dissolvidas, métodos elétricos tem sido utilizados para detectar, delimitar e monitorar a pluma poluidora das águas subterrâneas, provocada por depósitos de lixo industrial e doméstico.

Seitz et al (1972), Stollar et al (1975), Kelly (1976), Urisch (1983), entre outros, utilizaram o método eletrorresistividade (sondagem elétrica vertical e caminhamento elétrico), em diversas áreas, para determinar a poluição das águas subterrâneas. Klefstad et al (1975) abordou as limitações deste método quanto a sua resolução e precisão. Asch et al (1988) desenvolveu procedimento visando otimizar a resolução da eletrorresistividade, utilizando arranjos subsuperficiais. Buselli et al (1988) empregou métodos TEM - Eletromagnéticos Domínio do Tempo, com resultados mais precisos. No Brasil, Ellert et al (1988) e Ellert et al (1990) utilizaram métodos geofísicos no estudo da poluição de águas subterrâneas, com exemplos práticos de aplicações nos aterros sanitários de Santo André, São José dos Campos e São Carlos, no Estado de São Paulo.

4.1 Metodologia Geofísica

Foram empregados os métodos eletrorresistividade (sondagem elétrica

vertical) e o eletromagnético EM34-3, fabricado pela GEONICS LTD.

A sondagem elétrica vertical permite determinar a variação da resistividade elétrica com a profundidade, sob um mesmo ponto do terreno. A informação permite obter a espessura de diferentes camadas geoeletricas, que são correlacionadas com a geologia. Trata-se de uma técnica antiga, bastante utilizada na solução de diferentes problemas geológicos. Consiste na transmissão de uma corrente elétrica I ao terreno, através de um circuito de dois eletrodos, na superfície, afastados de uma distância AB ; e na medição de uma diferença de potencial AV entre dois eletrodos, afastados de uma distância MN . A resistividade elétrica (p ou p_a) é obtida através da expressão p ou $p_a = k \cdot (\Delta V / I)$, sendo resistividade verdadeira (p) se o terreno for homogêneo, e aparente (p_a) se o mesmo for heterogêneo. A constante geométrica (k) depende do arranjo entre os eletrodos $AMNB$. A profundidade alcançada aumenta com o afastamento dos eletrodos de corrente AB .

O condutímetro EM34-3 (McNEILL, 1980a e b) compõe-se de duas bobinas (transmissora e receptora) conectadas por cabos de diferentes comprimentos (Foto 3). A transmissora emite um campo magnético primário H_p , que induz, em subsuperfície, correntes elétricas, que geram um campo magnético secundário H_s . A combinação deste dois campos, H_p e H_s , é medida pela receptora. Sob certas condições, definidas tecnicamente como "operação com baixos valores de indução", admite-se que a relação entre os módulos dos dois campos seja dada por $H_s = k \cdot H_p$, onde k depende da frequência do campo, da permeabilidade magnética no vácuo, do espaçamento entre bobinas e da condutividade elétrica do meio.

O equipamento permite a leitura direta da condutividade elétrica, em miliSiemens (milimho) por metro.

A profundidade de investigação depende da distância entre as bobinas e do seu arranjo; as bobinas coplanares podem ser mantidas verticais, sendo o dipolo horizontal,

ou em um plano horizontal, com o dipolo vertical. Para 10, 20 e 40m de espaçamento entre as bobinas, as profundidades médias alcançadas, com bobinas verticais, são 7,5, 15 e 30m, respectivamente e 15, 30 e 60m, com bobinas coplanares horizontais. As profundidades médias alcançadas correspondem aos níveis onde a influência das rochas, em subsuperfície, sobre os valores medidos, ainda é significativa.

Fazendo-se medições em uma rede com malha adequada, pode-se gerar mapas da variação lateral da condutividade, para diferentes níveis alcançados. Através dos resultados destes mapas, após a amarração com resultados de análises físico-químicas de amostras de água coletadas em piezômetros (Foto 4), define-se a extensão lateral e em profundidade da pluma de poluição.

4.2 Etapas de Desenvolvimento do Projeto

Os trabalhos foram desenvolvidos em três etapas de aquisição de dados: Janeiro/92, Junho/92 e Outubro/92.

As medições feitas com o EM34-3 utilizaram arranjo de bobinas coplanares verticais, com os três espaçamentos possíveis: 10, 20 e 40m, permitindo definir a variação da condutividade elétrica para os três níveis crescentes de alcance em profundidade: 7,5, 15 e 30m, respectivamente.

Na primeira etapa, realizada em Janeiro/92, foram realizadas 05 sondagens elétricas verticais e 213 medições com o EM34-3 para cada espaçamento entre as bobinas. As medições foram executadas sobre uma malha irregular, com estações a cada 50m, formando um retângulo de 1050 por 2100m, que engloba a área menor do depósito de lixo (Figura 2a).

Nas etapas seguintes (Junho/92 e Outubro/92), a malha foi ampliada para oeste (Figura 2b), com a finalidade de melhorar a delimitação da pluma detectada na primeira fase.

Ao todo, foram realizadas 353 medições por espaçamento entre bobinas, em cada etapa, sendo que em Junho/92 executou-se 07 sondagens elétricas verticais e em Outubro/92, oito sondagens. Destas oito son-

dagens de Outubro/92, quatro foram realizadas em pontos onde executou-se sondagens a percussão, tipo SPT, nos quais dispõe-se de perfil geológico local. Visou-se, com isto, estabelecer correlações entre os resultados das sondagens elétricas e a geologia local.

Os mapas de isocontornos de condutividade elétrica permitiram identificar zonas anômalas, associadas ao depósito de lixo e à pluma de poluição das águas subterrâneas, em cada nível alcançado. A repetição das medidas, nas três etapas, possibilitou o monitoramento da evolução da pluma, durante o projeto.

Visando-se correlacionar os resultados geofísicos com os reais níveis de contaminação verificados na área em estudo, foram avaliados os resultados de análises físico-químicas de amostras de água coletadas em piezômetros construídos e operados pelo DMLU - Departamento Municipal de Limpeza Urbana.

Na comparação realizada foram empregadas análises físico-químicas realizadas em amostras coletadas nas segundas quinzenas de junho e outubro de 1992.

4.3 Resultados Obtidos

4.3.1 Detecção e Delimitação da Pluma Poluidora - Janeiro/92

Na primeira etapa, os três níveis de profundidade estudados, claramente, evidenciam a relação entre os valores anormalmente elevados de condutividade elétrica e o depósito de lixo (Figuras 3a,b,c). No nível mais superficial, 7,5m (Figura 3a), os valores normais situam-se abaixo de 50mS/m e os valores dentro do depósito entre 50 e 300 mS/m.

A curva de 50mS/m praticamente delimita o depósito. A exceção ocorre na borda oeste, entre os paralelos 1681500 e 1682250, onde os valores elevados estendem-se além dos limites do depósito, definindo uma grande pluma de poluição das águas subterrâneas, no sentido provável do fluxo das águas subterrâneas.

Essa zona anômala atinge valores mais elevados, até 100 mS/m, próximo a borda oeste do depósito, entre os paralelos

1681500 e 1682200. Na porção norte da área, a pluma presumível desvia-se de sua direção geral noroeste, avançando para nordeste, talvez por encontrar material mais permeável à percolação das águas. No nível intermediário, 15m (**Figura 3b**), os valores anômalos situam-se acima de 60 mS/m, e definem uma pluma semelhante a do nível mais superficial. Apenas observa-se um estreitamento, paralelos 1681500 e 1682100, da faixa de valores mais elevados junto a borda oeste do depósito. No nível mais profundo, 30m (**Figura 3c**), os valores anômalos, acima de 70 mS/m, delimitam uma provável pluma poluidora, semelhante às anteriores.

A faixa anômala junto à borda oeste do depósito, que nos outros níveis apresenta os valores mais elevados, a profundidade maior, torna-se bem menos intensa, limitando-se aos paralelos 1681600 e 1682100. No nível mais profundo, surge na porção noroeste da área estudada, uma anomalia mais intensa, sugerindo um fluxo mais acentuado dos poluentes pela base do aterro, junto ao embasamento cristalino.

A primeira etapa delimitou uma grande faixa de valores anômalos, associada ao depósito de lixo, que, muito provavelmente, indicam a extensão da pluma poluidora na área, para os três níveis mapeados. O levantamento de Janeiro/92 não permitiu definir os limites da pluma a oeste e a norte.

As **Figuras 4a,b,c** correspondem a uma visão tridimensional dos valores de condutividade elétrica anômalos nos três níveis mapeados. Uma análise dessas três figuras permite identificar, no interior do depósito de lixo, a área onde a contaminação atinge maiores profundidades em torno de 1681550 / 186200.

4.3.2 Confirmação da Pluma Poluidora - Junho/92 e Outubro/92

As **Figuras 5a,b,c e 7a,b,c** correspondem aos mapas de condutividade elétrica para os três níveis alcançados, obtidos nos levantamentos de julho/92 e novembro/92, respectivamente. Comparando-se os mapas obtidos nas três etapas (**Figuras 3a,b,c; 5a,b,c, e 7a,b,c**), confirma-se a presença dos valores elevados de condutividade, sob

o depósito, e a oeste do mesmo, na direção e sentido do fluxo das águas subterrâneas, refletindo a poluição destas nos períodos de medição. As **Figuras 6a,b,c e 8a,b,c** permitem visualizar mais claramente as anomalias geofísicas detectadas. A expansão da malha geofísica para oeste, nas etapas 2 e 3, não foi suficiente para definir o limite da pluma. Confirma-se na borda oeste do depósito, ao sul do paralelo 1681500, a presença de valores baixos, indicando área limite. Essa faixa coincide com células já recuperadas pelo plano de melhorias do Departamento Municipal de Limpeza Urbana.

4.3.3 Evolução da Pluma Poluidora no Período Janeiro/92 a Junho/92

De um modo geral, verifica-se uma diminuição dos valores anômalos no nível mais superficial (**Figura 9a**) e aumentos menos intensos nos níveis mais profundos (**Figura 11c**). As **Figuras 9a, 9b e 9c** correspondem à evolução da pluma no nível mais superficial, 7,5m. A figura 9a apresenta a área onde a redução mais acentuada, acima de 10 mS/m, coincide com a pluma. A **Figura 9b** apresenta locais onde houve aumento intenso de condutividade elétrica, variação acima de 10 mS/m, praticamente restritos ao depósito; e a **Figura 9c** mostra a variação positiva no período, acima de 2 mS/m. As **Figuras 10a, b, c** apresentam as mesmas variações, relativas ao nível intermediário, 15m. São observados reduções acentuadas em alguns pontos (**Figura 10a**) e aumentos incipientes em outros (**Figura 10c**). As **Figuras 11a, b, c**, apresentam a evolução da poluição no nível mais profundo, 30m. Observa-se um avanço da poluição, pouco intenso, porém bem definido, na borda norte do depósito (**Figura 11c**).

4.3.4 Evolução da Pluma Poluidora no Período Junho/92 a Outubro/92

As **Figuras 12a, 13a e 14a** correspondem a variação negativa que os valores de condutividade apresentam nos níveis 7,5, 15 e 30m, respectivamente. Verifica-se uma forte redução no interior do depósito, em torno do paralelo 1682000, apenas no nível mais superficial (**Figura 12a**). A variação negativa observada no período anterior (janeiro a junho), neste não se repete.

As Figuras 12b, 13b e 14b apresentam a variação positiva mais intensa da condutividade elétrica no período, acima de 10 mS/m, nos níveis 7,5, 15 e 30m, respectivamente. Nos três, observa-se uma variação acentuada somente no interior do depósito, entre os paralelos 1681300 e 1681900.

As condições da área ao redor do depósito, nas duas etapas, apresentavam-se totalmente distintas. Em junho, a área encontrava-se quase toda alagada. Isso obrigava a suspensão em torno de 0,5m das bobinas transmissora e receptora do EM34-3 para as medições.

Em outubro, o terreno encontrava-se seco, e as bobinas eram colocadas em contato direto com a superfície. Essa diferença de altura do equipamento, por si só, resulta em valores medidos, no mesmo ponto, com diferenças de até 3 mS/m: ao serem elevadas as bobinas, os valores diminuem. Por esse motivo, não tem sentido analisar a variação menos intensa dos valores medidos nesse período.

4.3.5 Evolução da Pluma Poluidora no período Janeiro/92 a Outubro/92.

O depósito de lixo da zona norte de Porto Alegre apresenta-se bastante complexo no que se refere à evolução dos valores de condutividade elétrica. Provavelmente, devido a sua extensão, em torno de 400m de largura por 1.400m de comprimento, já no seu interior, nos três níveis mapeados, alternam-se zonas de intensa variação positiva com zonas de forte variação negativa dos valores medidos (Figuras 15a,b; 16a,b e 17a,b).

Observa-se uma redução acentuada no nível mais superficial, entre os paralelos 1681500 e 1682200, a partir da borda oeste

do depósito, na direção e sentido do fluxo das águas subterrâneas (Figura 15a), intimamente relacionada a pluma detectada. Nos níveis mais profundos, essa redução se reflete, porém em uma área mais restrita, entre 1681900 e 1682100, no nível mais profundo (Figura 17a).

Na parte externa ao depósito, os aumentos observados nos valores medidos são pouco intensos (Figuras 15b,c; 16b,c e 17b,c). Nos três níveis, verifica-se uma provável infiltração, entre os paralelos 1681000 e 1681500, na borda oeste (Figuras 15c, 16c e 17c). Neste local, à época do levantamento, já estava sendo implementado o projeto de recuperação, em execução, pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana.

4.3.6 Análise das Sondagens Elétricas Verticais

Em novembro/92 foram realizadas 08 sondagens elétricas verticais na área do depósito de lixo. Quatro foram executadas em pontos selecionados na malha geofísica para correlação entre os métodos geofísicos: SEV-01 (estaca 15), SEV-02 (estaca 171), SEV-03 (estaca 208) e SEV-04 (estaca 199), cuja localização encontra-se na Figura 2b e na planta topográfica em disponível na METROPLAN.

Os resultados da interpretação estão resumidos na Tabela 3, constante do Anexo 3. Todas apresentam uma camada pouco resistiva, com espessura na faixa de 20 a 50m, sobreposta a um embasamento mais resistivo. A resistividade medida nos pontos situados sobre o lixo varia de 6,5 a 13 ohm.m (SEV-01, SEV-02 e SEV-04). A resistividade do aterro não contaminado (SEV-03) situa-se na faixa de 22 ohm.m. a resistividade do embasamento, nos quatro casos, varia de 60 a 90 ohm.m.

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados das atividades desenvolvidas sobre a área estudada, fica evidenciado que:

- existe uma forte correlação entre o lixo e os valores elevados de condutividade elétrica;
- detectou-se, dentro da área estudada, uma zona com elevados valores de condutividade, que se desenvolve no sentido SE-NW, acompanhando o sentido do fluxo das águas subterrâneas e caracterizando uma pluma de anomalias de condutividade elétrica;
- a pluma de anomalias de condutividade origina-se do depósito de resíduos, tendo sido detectada nos três níveis de profundidade estudados (7,5m, 15m e 30m), entre os paralelos 1681500 e 1682250, na borda noroeste do mesmo;
- a análise dos valores de condutividade medidos em toda a área estudada indica que esta zona de anomalias é provocada por substâncias que são lixiviadas do depósito de resíduos e carregadas para o subsolo local;
- a comparação realizada entre os resultados das análises físico-químicas de amostras de água coletadas nos piezômetros implantados e operados pelo DMLU, na segunda quinzena de outubro de 1992, indica que as porções norte e noroeste da disposição apresentam concentrações das substâncias pesquisadas superiores às verificadas na porção sul da área estudada (PM1), concordando com os resultados obtidos com a geofísica (Tabela 4 - Anexo 3);
- na comparação dos resultados das análises físico-químicas destacam-se os parâmetros "sólidos suspensos e dissolvidos", "alcalinidade", "cloretos", "condutividade", "ferro total" e "manganês total";
- verifica-se a necessidade de instalação de piezômetros que atinjam o topo do embasamento cristalino (profundidade entre 25 e 35 metros) e se localizem entre os paralelos 1681400 e 1682800 e os meridianos 185300 e 185900;
- verifica-se que os contornos das linhas de isocondutividade determinados nos levantamentos geofísicos apresentam formas que se assemelham às estruturas projetadas e em implantação, no plano de recuperação promovido pelo DMLU.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASCH, T.; MORISON, H.F. 1988. Mapping and Monitoring of Toxic Wastes with Subsurface Electrical Resistivity Arrays. (ASEG/SEG Conference-1988). *Exploration Geophysics* 9 (1/2):226-228. Adelaide.
- BUSSELI, G.; BARBER, C. & ZERILLI, A. 1988. The Mapping of Groundwater with TEM and DC Methods. (ASEG/SEG Conference. Adelaide 1988). *Exploration Geophysics* 19 (1/2):240-243.
- ELLERT, N.; GREENHOUSE, J. & MONIER-WILLIAMS, M. 1988. A geofísica no Estudo da Poluição da água Subterrânea. *AMBIENTE, Revista CETESB de tecnologia, São Paulo*, 2(2):94-100.
- ELLERT, N.; ROSS, S.; MENDES, J.M.B.; MARTIN, E. 1990. Mapeamento Geofísico do Lixão de São Carlos. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 6. Porto Alegre, 1990. *Anais Porto Alegre ABAS*, p. 82-88.
- KELLY, W.E. 1976. Geoelectric Sounding for Delineating Groundwater Contamination. *Ground Water*, 14(1):6-10.
- KLEFSTAD, G.; SANDLEIN, L.V.A.; PALMQUIST, R.C. 1975. Limitation of the electrical Resistivity Methods in Landfills Investigations. *Ground Water*. 13(5):418-427.
- McNEILL, J.D. 1980a. *Eletromagnetic Terrain Conductivity Measurement at Low Induction Numbers*. s.l.: Geonics Limited. TN-6,15 p.
- McNEILL, J.D. 1980b. *EM34-3 Survey Interpretation Techniques*. Geonics Limited, s.l.: TN-8, 15p.
- SEITZ, H.R.; WALLACE, A.T. & WILLIAMS, R.E.1972. Investigation of a Landfill in Granite-loess Terrain. *Ground Water*, 10 (4):35-41.
- STOLLAR, R.L. & ROUX, P. 1975. Earth Resistivity Surveys-A Method for Defining Groundwater Contamination. *Ground Water*, 13 (2):145-150.
- URISCH, D.W. 1983. The Practical Applications of Surface Electrical Resistivity to Detection of Groundwater Pollution. *Ground Water*, 21 (2):144-152.

Documentação Fotográfica



Foto 1 - Depósito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.



Foto 2 - Detalhe da Implantação de Melhorias no Depósito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.



Foto 3 - Aquisição de Dados com o EM34-33



Foto 4 - Piezômetro para Coleta de Amostras de Água para Análise.

Figuras

ÍNDICE DE FIGURAS

- 1 LOCALIZAÇÃO DO DEPÓSITO DE LIXO DA ZONA NORTE DE PORTO ALEGRE
- 2a REDE DO LEVANTAMENTO GEOFÍSICO REALIZADO EM JANEIRO/92
- 2b REDE DO LEVANTAMENTO GEOFÍSICO REALIZADO EM JUNHO E OUTUBRO/92
- 3a MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 10m/6400 Hz - JANEIRO/92
- 3b MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 20m/1600 Hz - JANEIRO/92
- 3c MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 40m/400 Hz - JANEIRO/92
- 4a REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 10m/6400 Hz - JANEIRO/92
- 4b REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 20m/1600 Hz - JANEIRO/92
- 4c REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 40m/400 Hz - JANEIRO/92
- 5a MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 10m/6400 Hz - JUNHO/92
- 5b MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 20m/1600 Hz - JUNHO/92
- 5c MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 40m/400 Hz - JUNHO/92
- 6a REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 10m/6400 Hz - JUNHO/92
- 6b REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 20m/1600 Hz - JUNHO/92
- 6c REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 40m/400 Hz - JUNHO/92
- 7a MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 10m/6400 Hz - OUTUBRO/92
- 7b MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 20m/1600 Hz - OUTUBRO/92
- 7c MAPA DE CONTORNOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 40m/400 Hz - OUTUBRO/92
- 8a REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 10m/6400 Hz - OUTUBRO/92
- 8b REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 20m/1600 Hz - OUTUBRO/92
- 8c REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA ANOMALIA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mS/m) - EM34-3 - 40m/400 Hz - OUTUBRO/92
- 9a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - EM34-3 - 10m/6400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92
- 9b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - 10m/6400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92
- 9c MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA FINA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) - 10m/6400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92

- 10a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
20m/1600 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92
- 10b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
20m/1600 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92
- 10c MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA FINA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE
(mS/m) - 20m/1600 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92
- 11a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92
- 11b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92
- 11c MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA FINA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE
(mS/m) - 40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E JUNHO/92
- 12a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
10m/6400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JUNHO/92 E OUTUBRO/92
- 12b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
10m/6400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JUNHO/92 E OUTUBRO/92
- 13a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
20m/1600 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JUNHO/92 E OUTUBRO/92
- 13b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
20m/1600 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JUNHO/92 E OUTUBRO/92
- 14a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JUNHO/92 E OUTUBRO/92
- 14b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JUNHO/92 E OUTUBRO/92
- 14c MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA FINA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JUNHO/92 E OUTUBRO/92
- 15a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
10m/6400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92
- 15b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
10m/6400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92
- 15c MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA FINA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE -
10m/6400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92
- 16a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
20m/1600 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92
- 16b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
20m/1600 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92
- 16c MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA FINA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE -
20m/1600 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92
- 17a MAPA DA VARIAÇÃO NEGATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92
- 17b MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE (mS/m) -
40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92
- 17c MAPA DA VARIAÇÃO POSITIVA FINA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE -
(mS/m) - 40m/400 Hz - VARIAÇÃO ENTRE JANEIRO/92 E OUTUBRO/92

EM34-3 - REDE GEOFISICA - JANEIRO/92

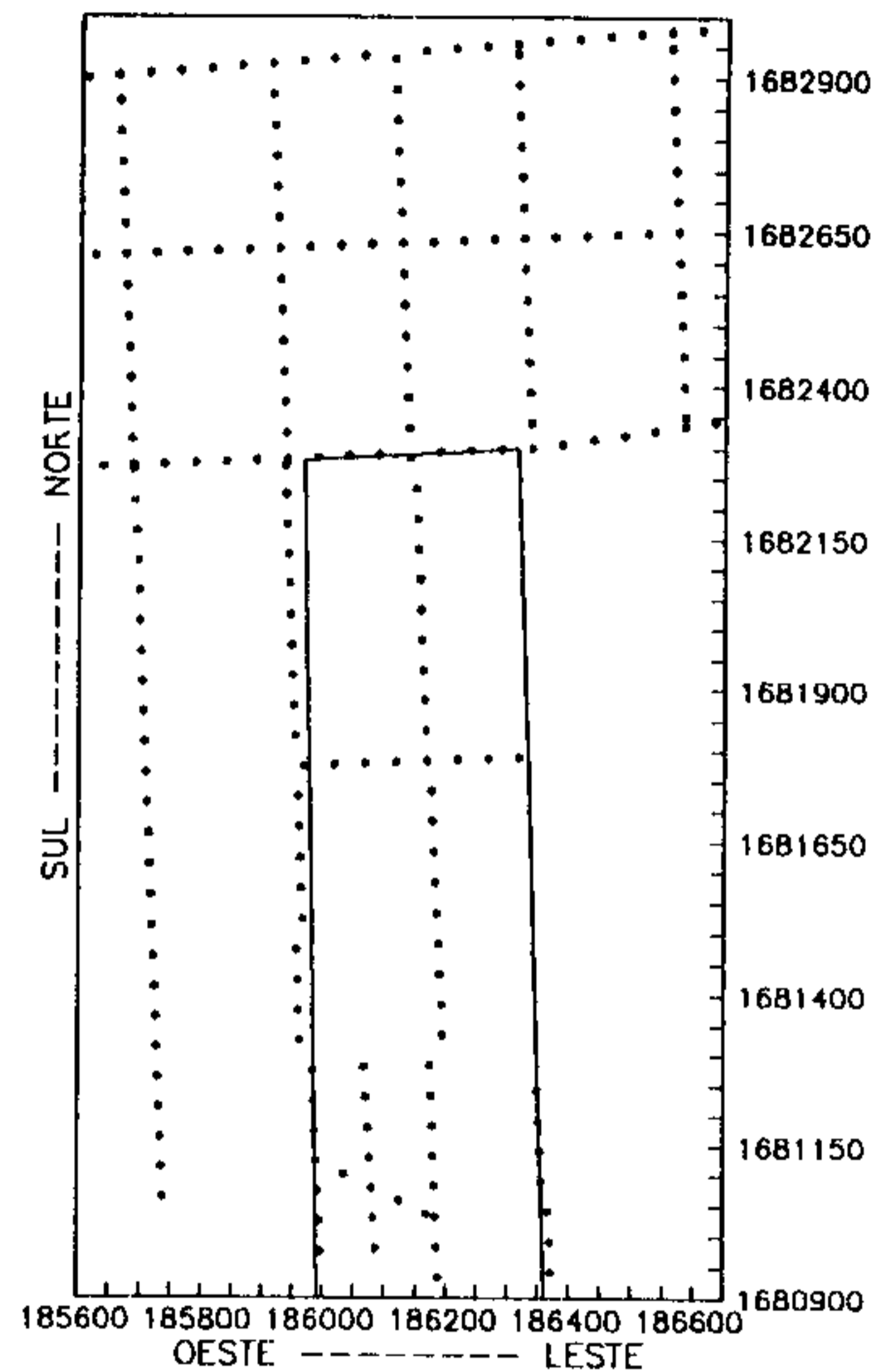


FIGURA 2a - Rede do levantamento geofísico realizado em janeiro de 1992.

Primeira etapa das tres previstas para o Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - REDE GEOFISICA - JUN/OUT/92

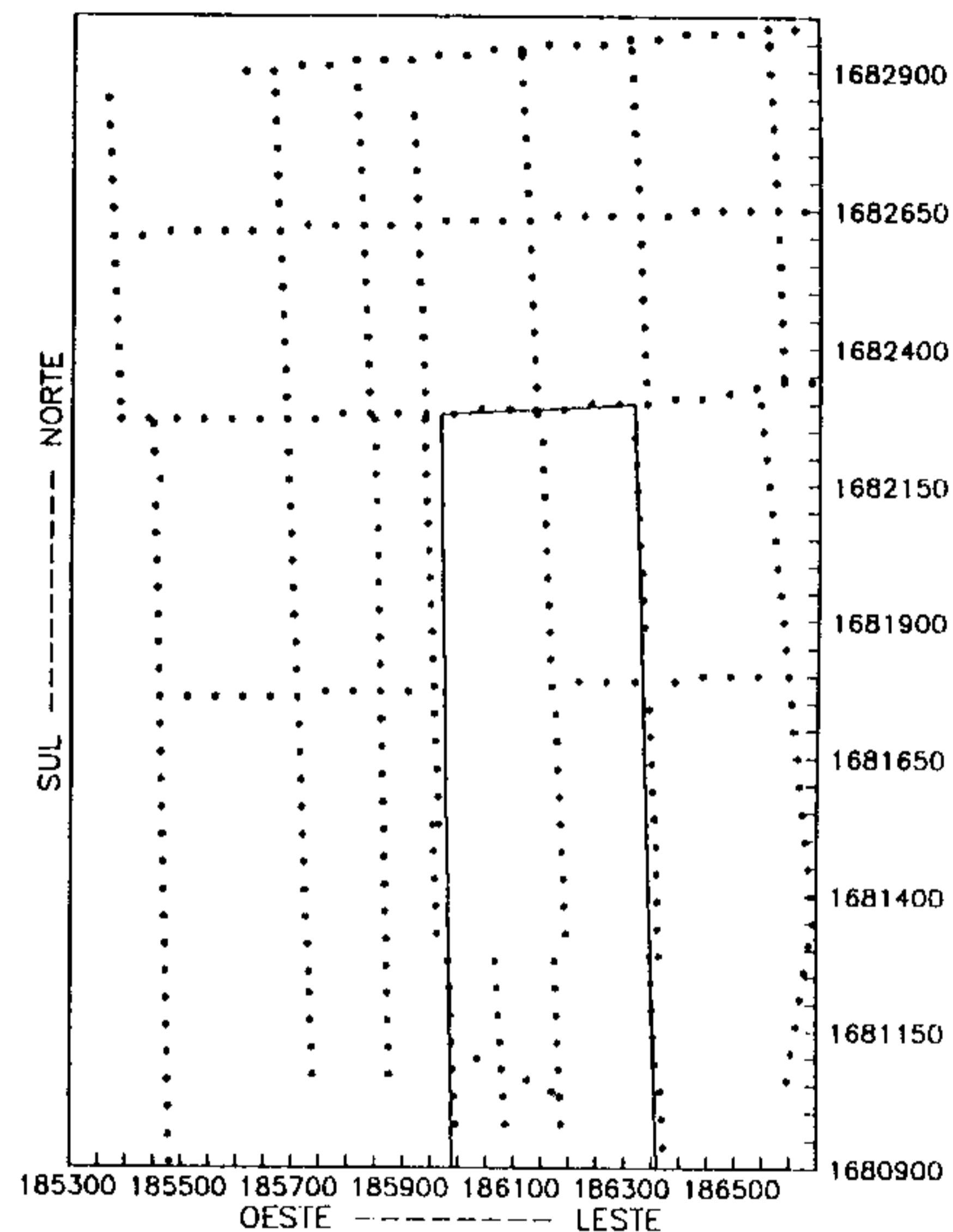


FIGURA 2b - Rede do levantamento geofísico realizado em junho e outubro de 1992.

Segunda e terceira etapa das tres previstas para o Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - 10m/6400 Hz - JANEIRO/92

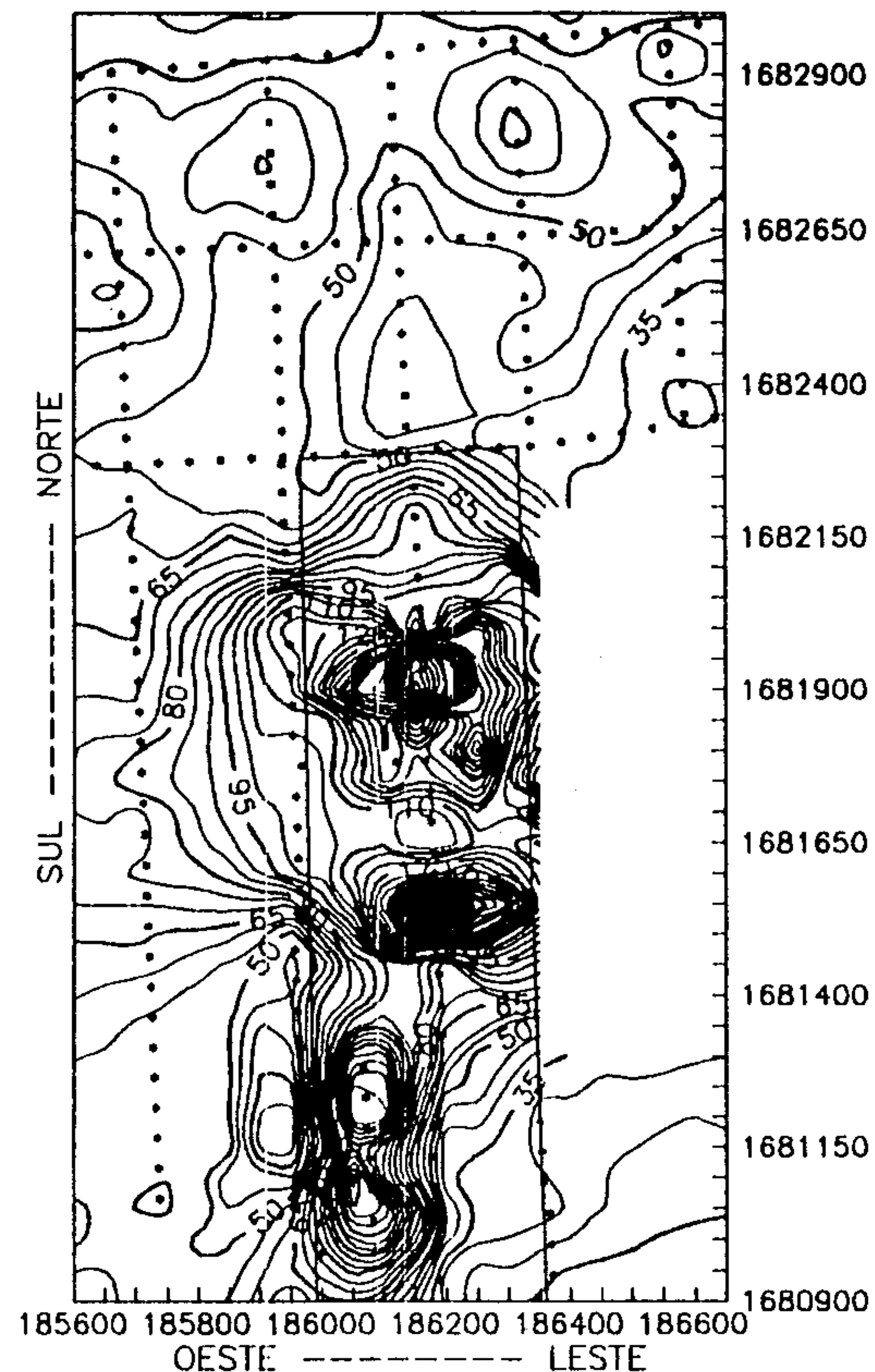


FIGURA 3a - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m). EM34-3 - arranjo 10m/6400Hz. Levantamento em janeiro de 1992. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - 20m/1600 Hz - JANEIRO/92

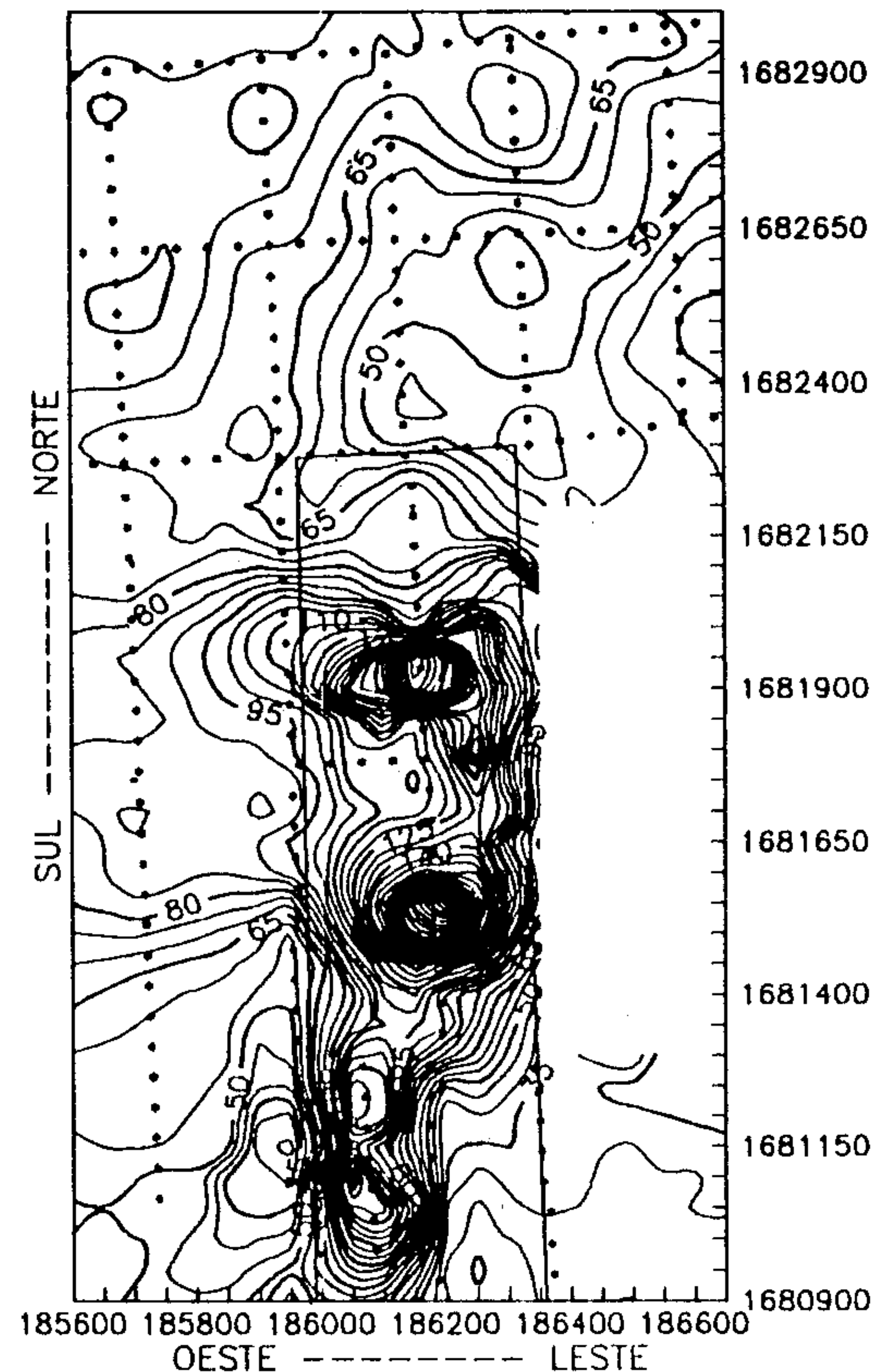


FIGURA 3b - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m). EM34-3 - arranjo 20m/1600Hz. Levantamento em janeiro de 1992. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - 40m/400 Hz - JANEIRO/92

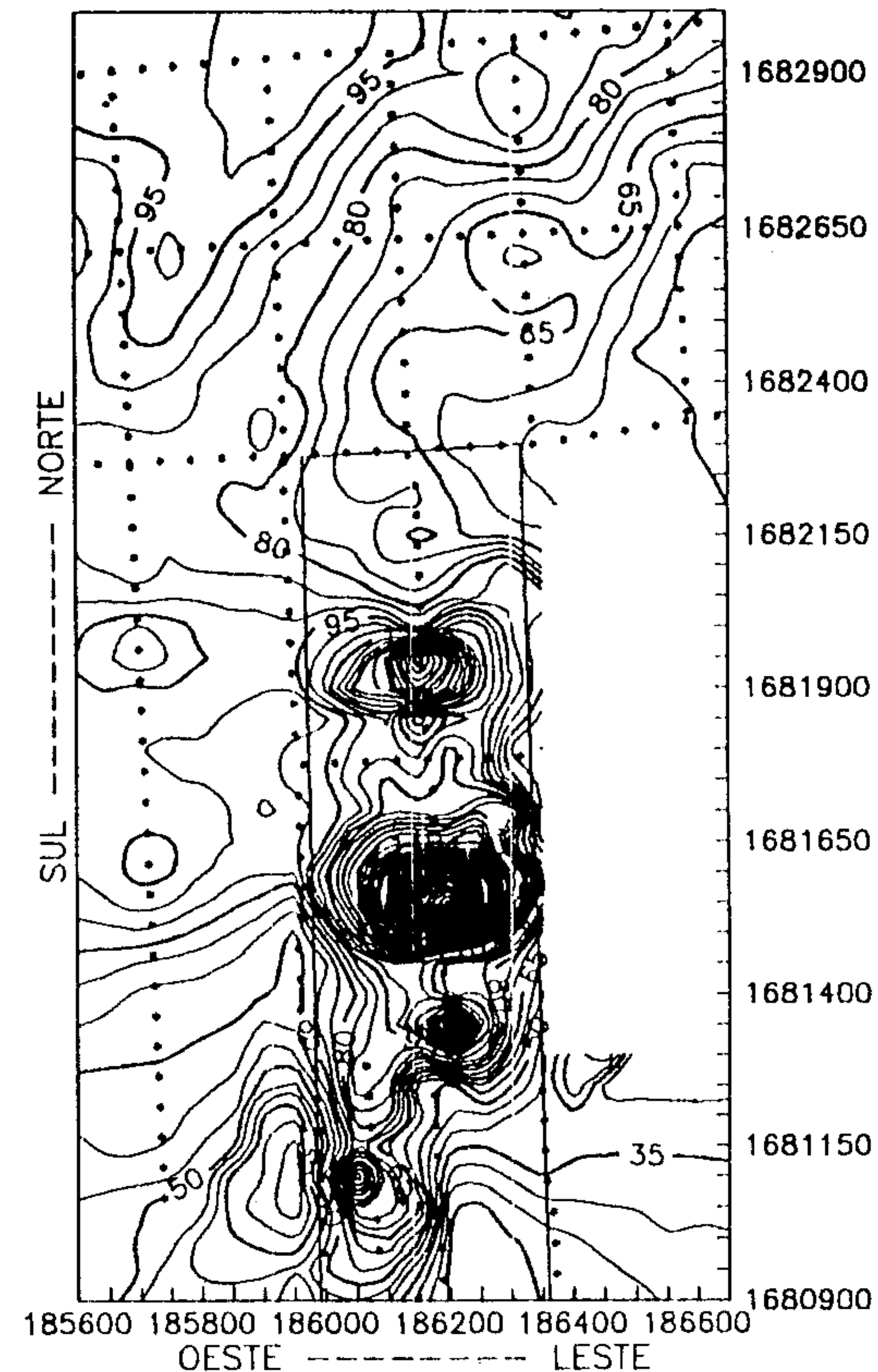


FIGURA 3c - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m). EM34-3 - arranjo 40m/400Hz. Levantamento em janeiro de 1992. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

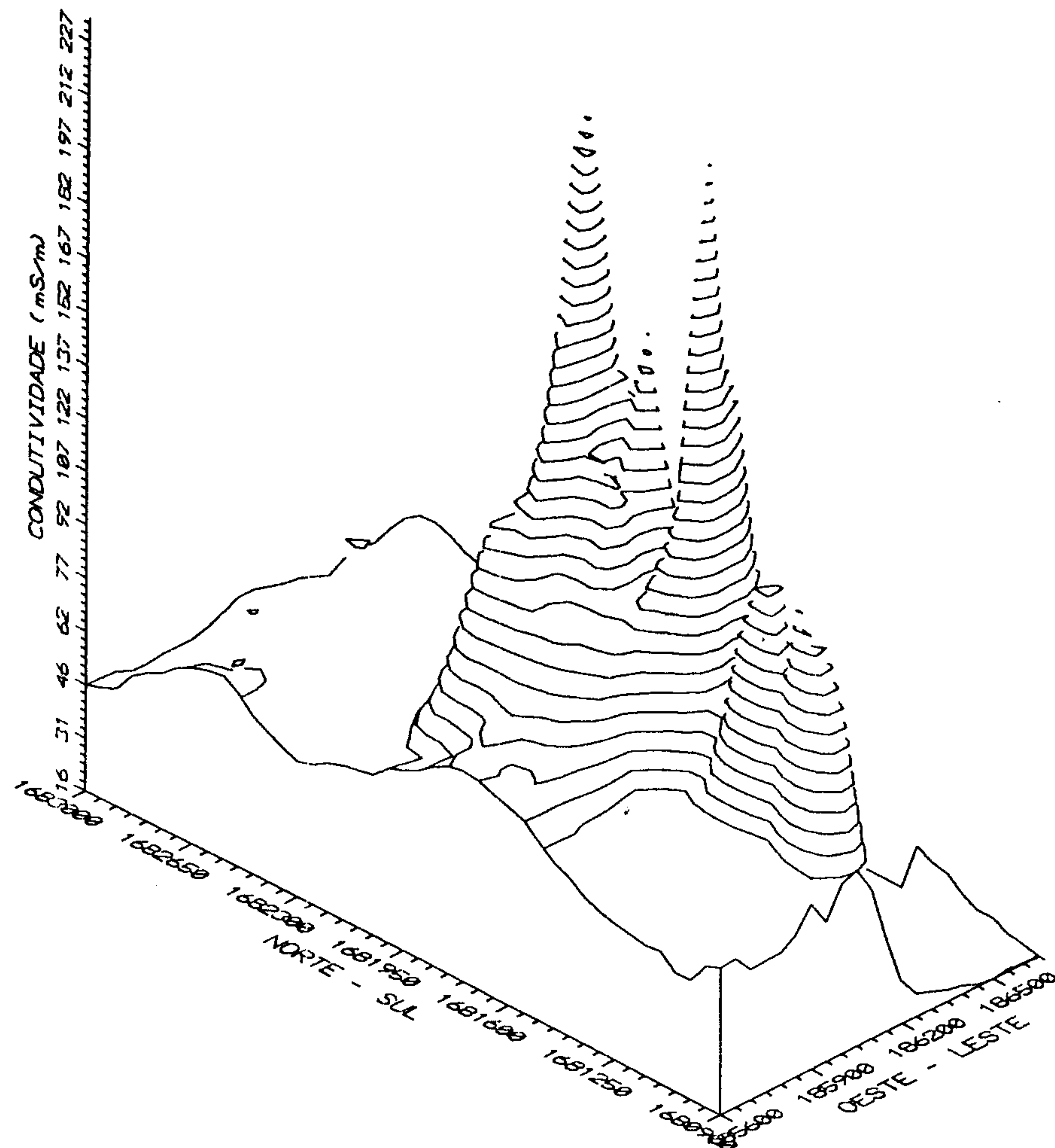


FIGURA 4a - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando o provável contaminação até um nível significativo de 7.5 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convenio CPRM/METROPLAN.

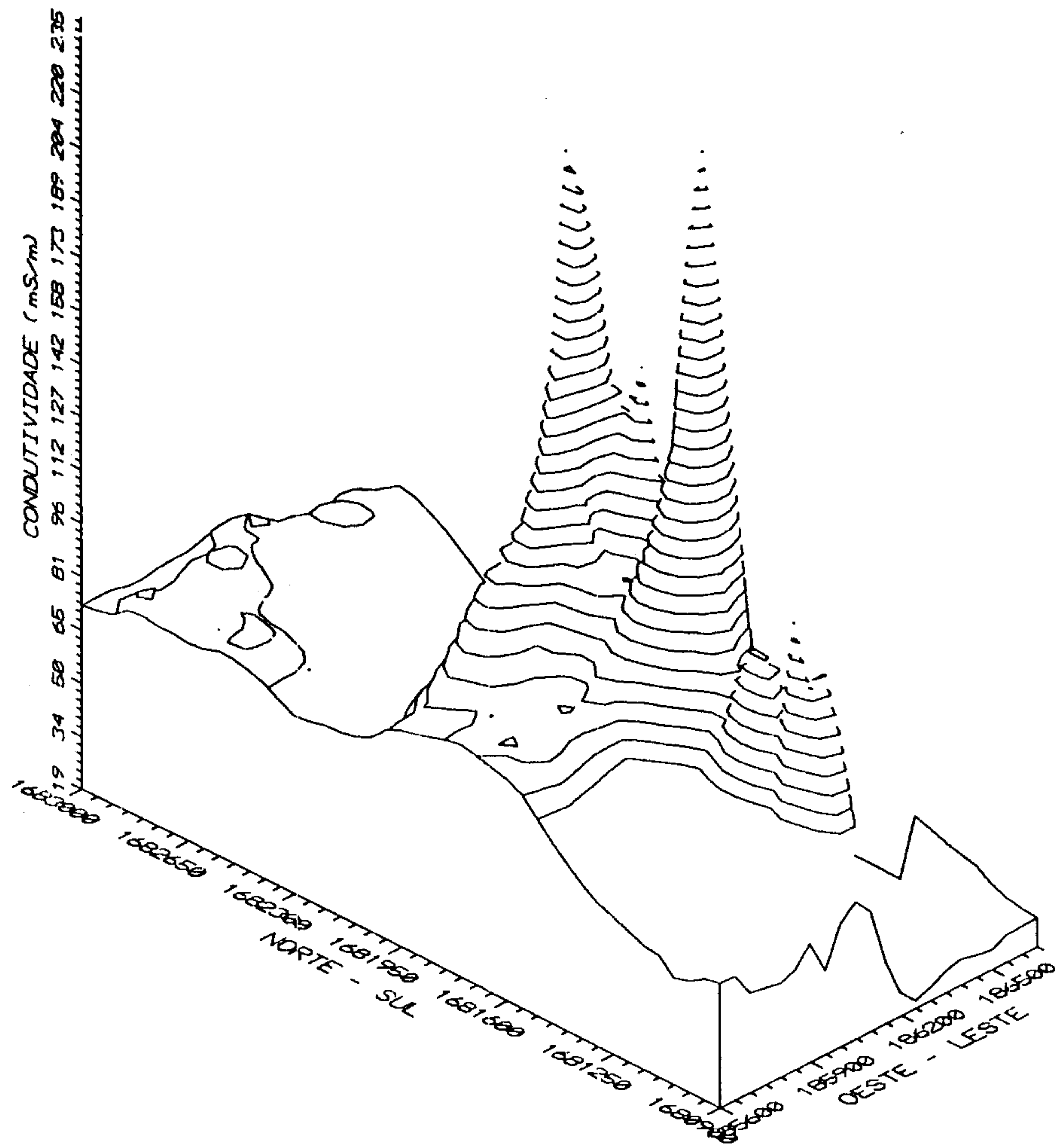


FIGURA 4b - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando a provavel contaminação ate um nível significativo de 15 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convento CPRM/METROPLAN.

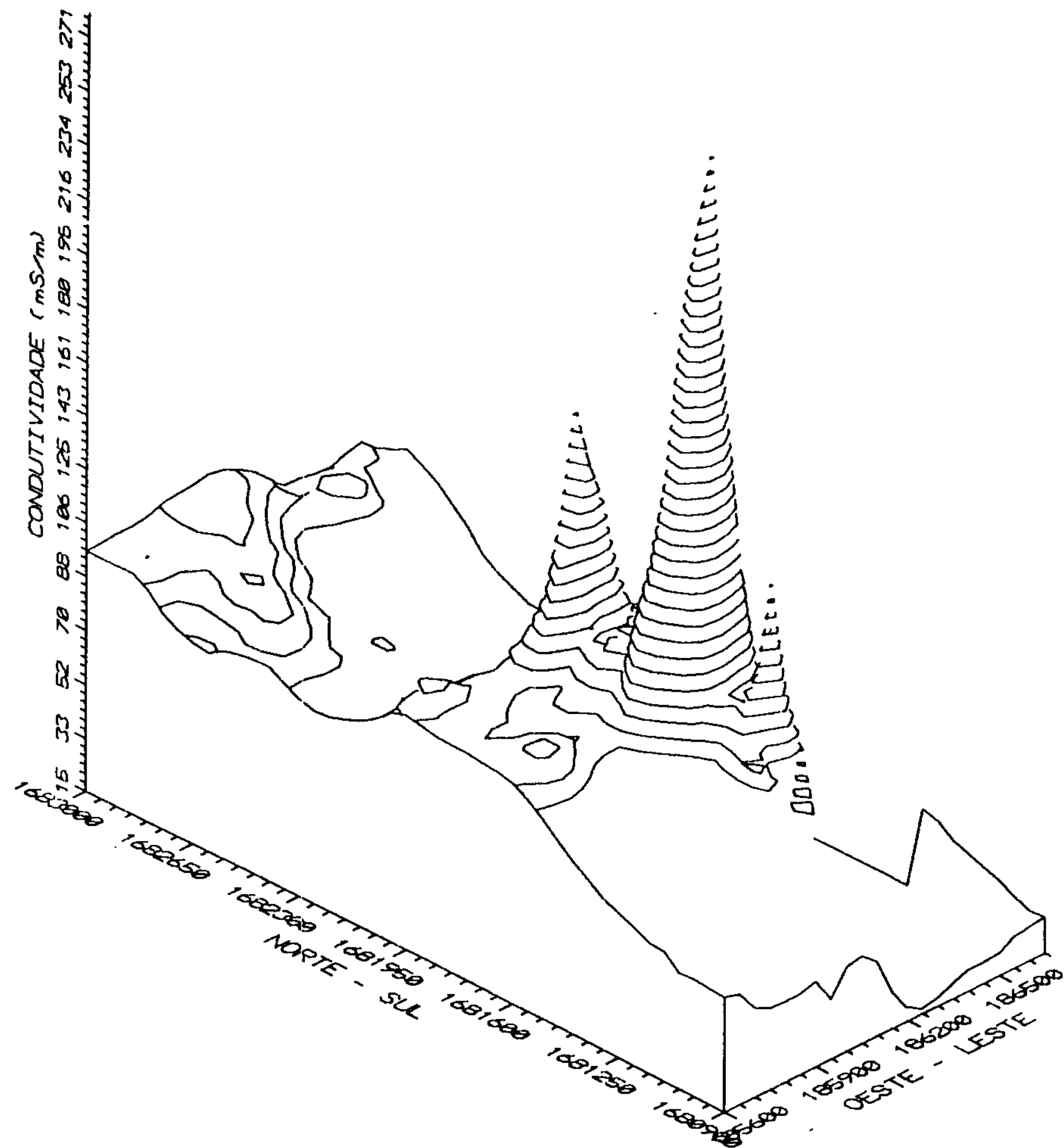


FIGURA 4c - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando a provavel contaminação ate um nível significativo de 30 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convento CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - 10m/6400Hz - JUNHO/92

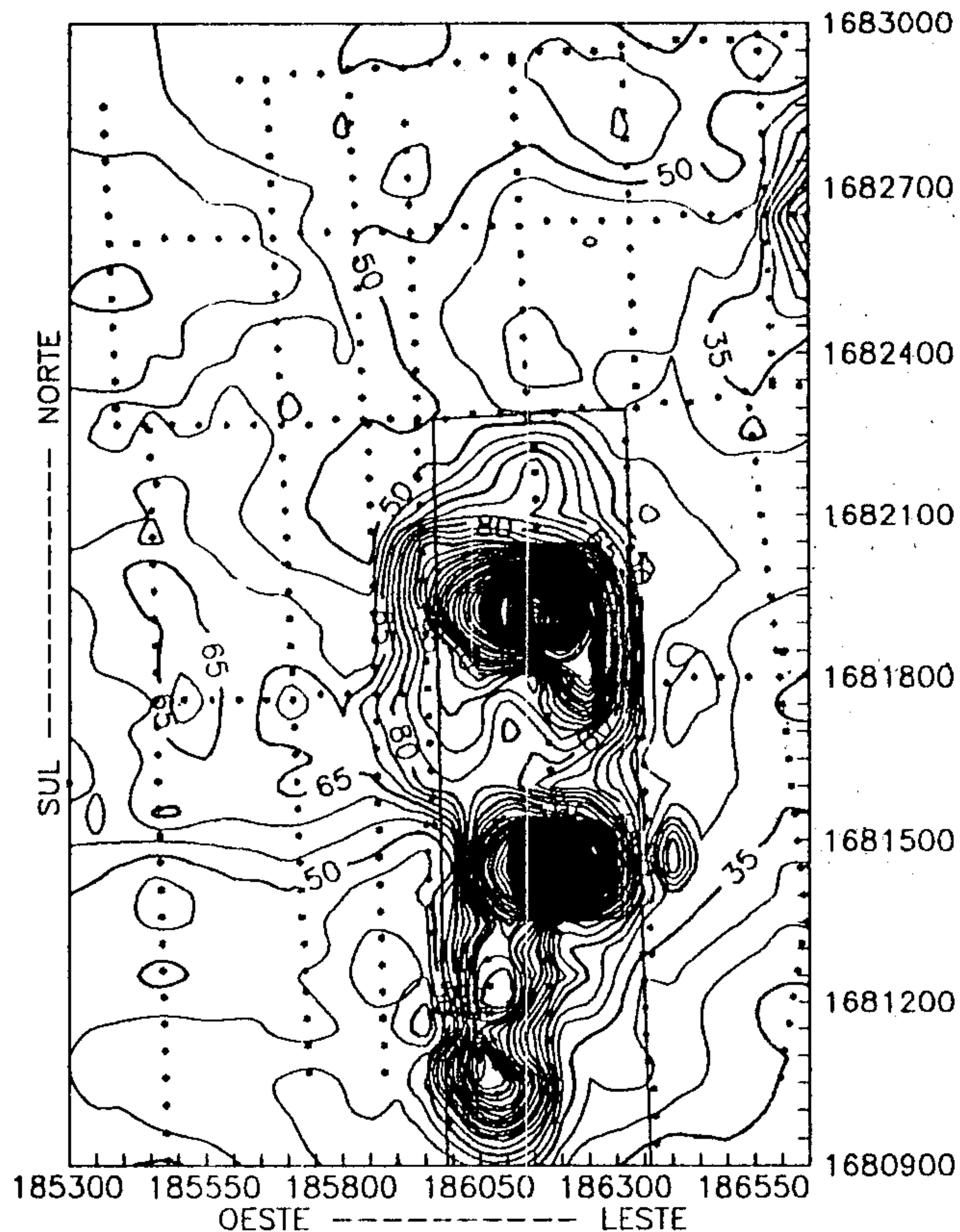


FIGURA 5a - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m).
Levantamento realizado em junho de 1992.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - 20m/1600Hz - JUNHO/92

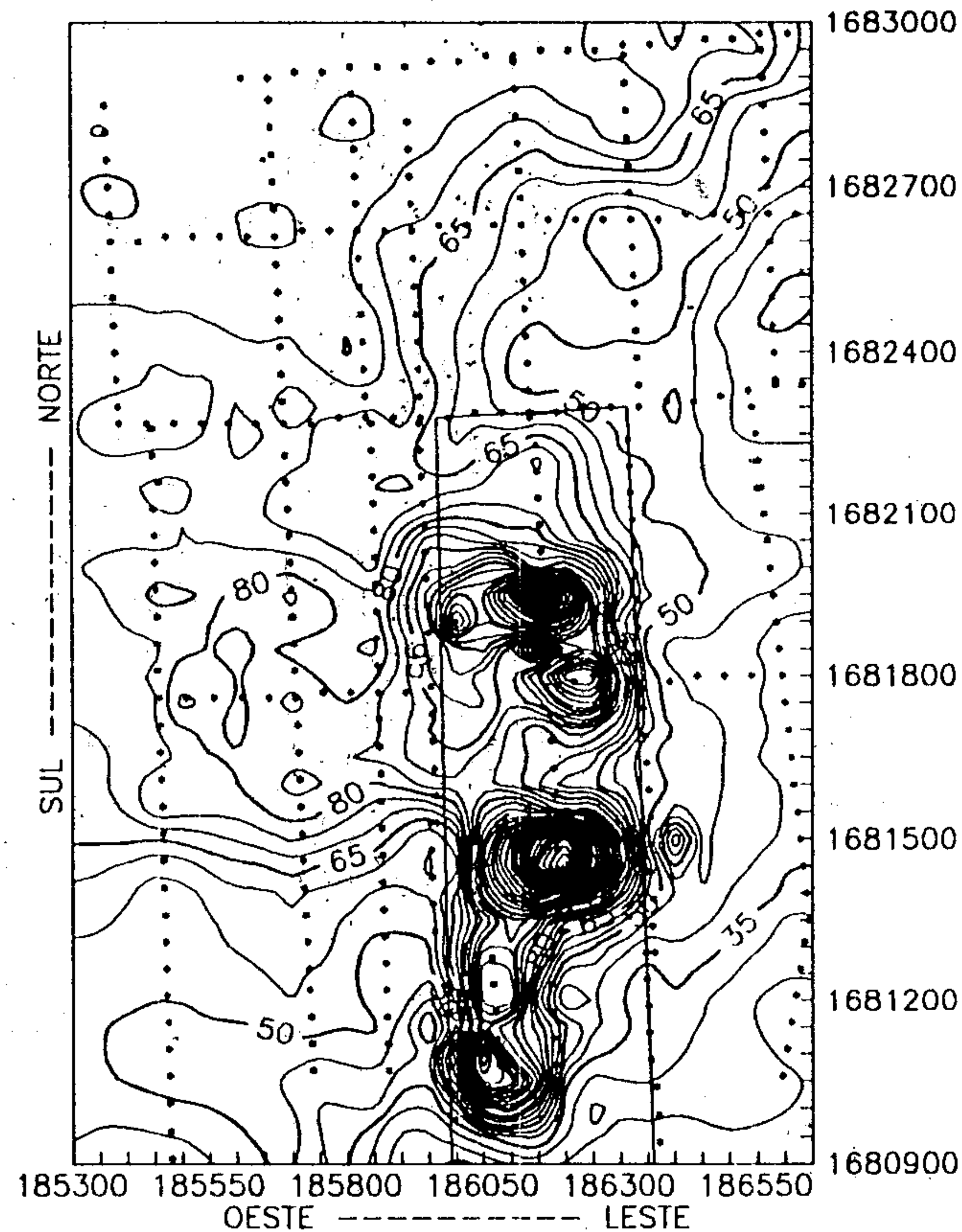


FIGURA 5b - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m).
Levantamento realizado em junho de 1992.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - 40m/400Hz - JUNHO/92

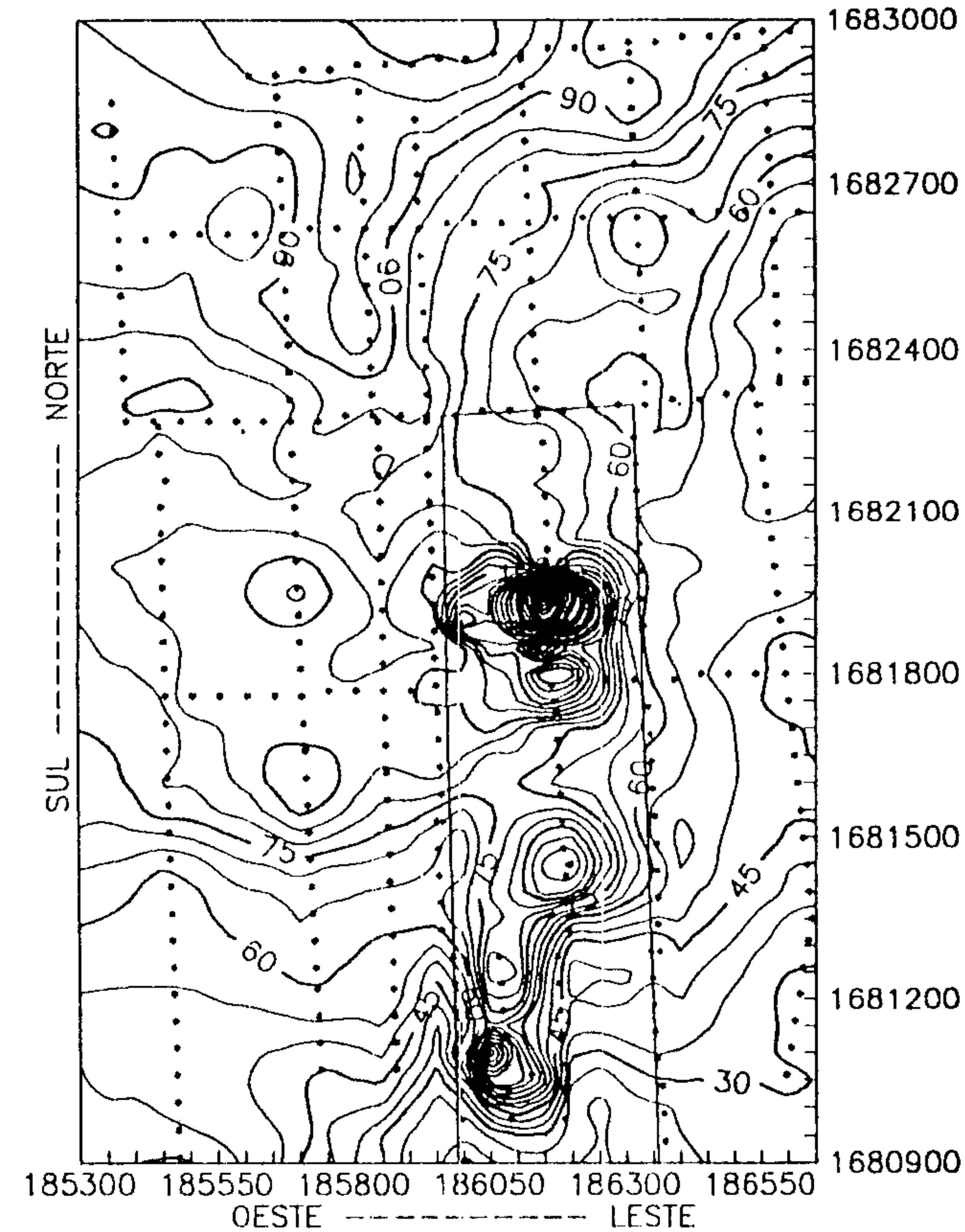


FIGURA 5c - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m).
Levantamento realizado em junho de 1992.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

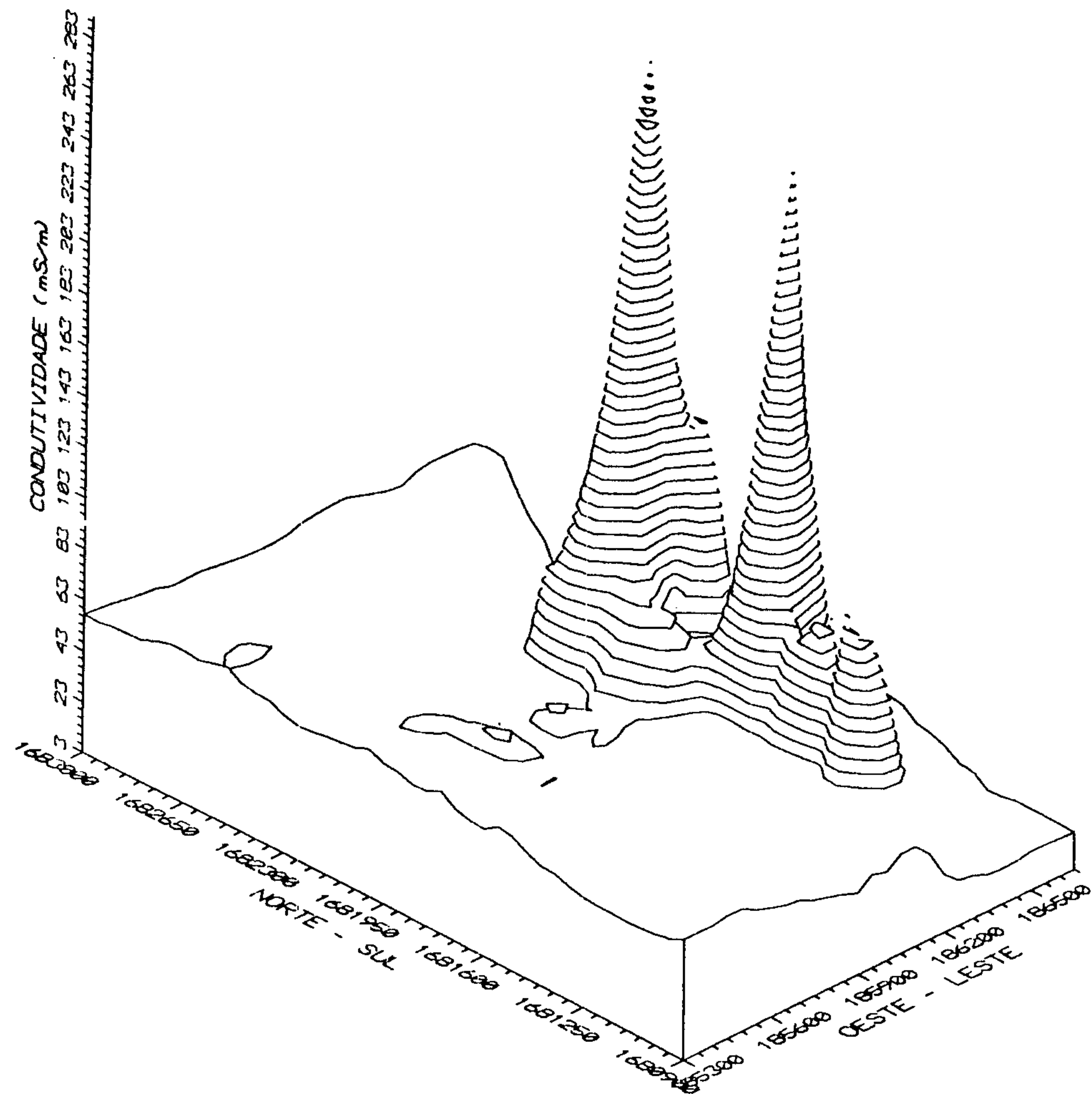


FIGURA 6a - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando a provável contaminação até um nível significativo de 7.5 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convenio CPRM/METROPLAN.

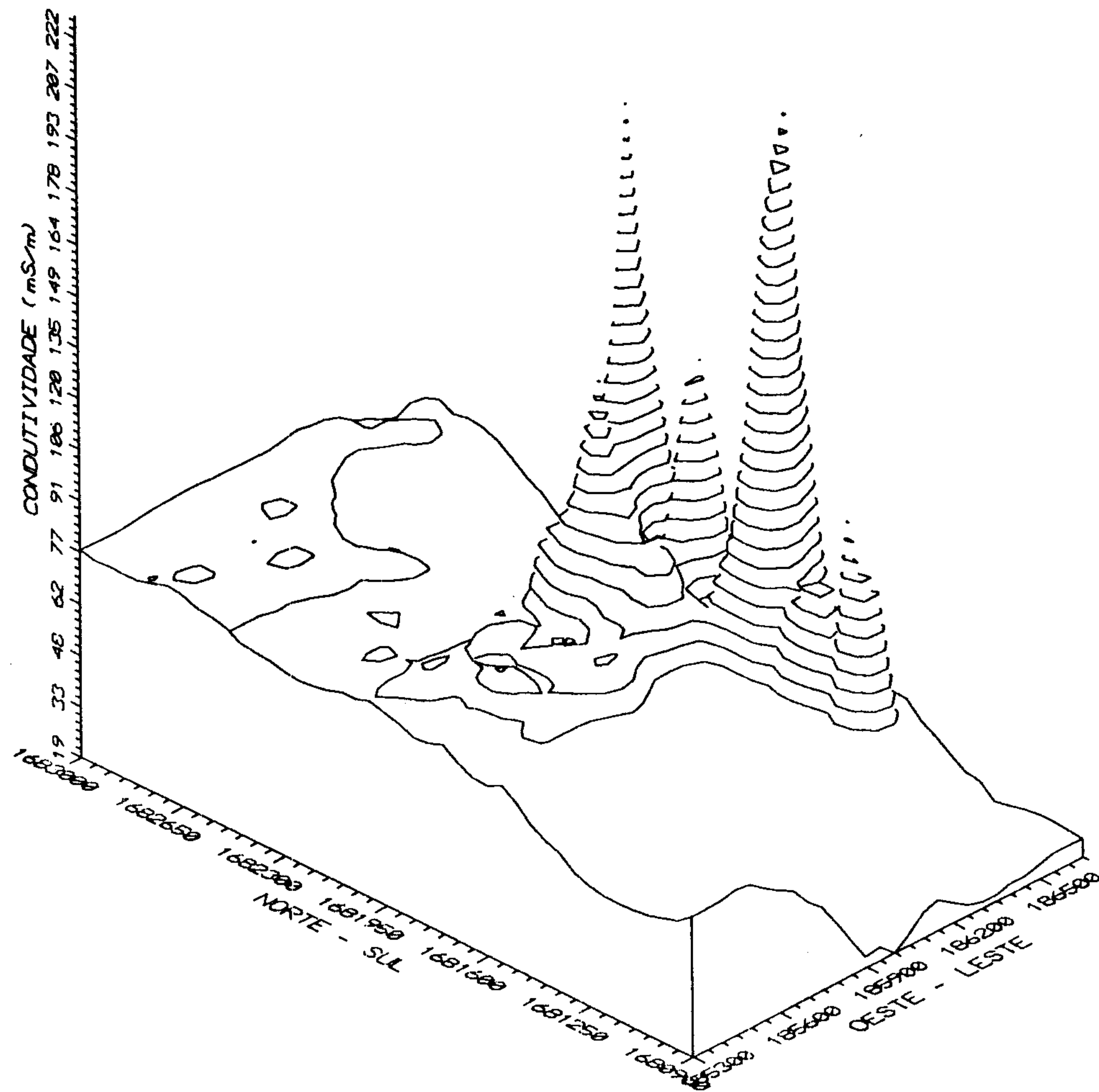


FIGURA 6b - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando a provável contaminação até um nível significativo de 15 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convento CPRM/METROPLAN.

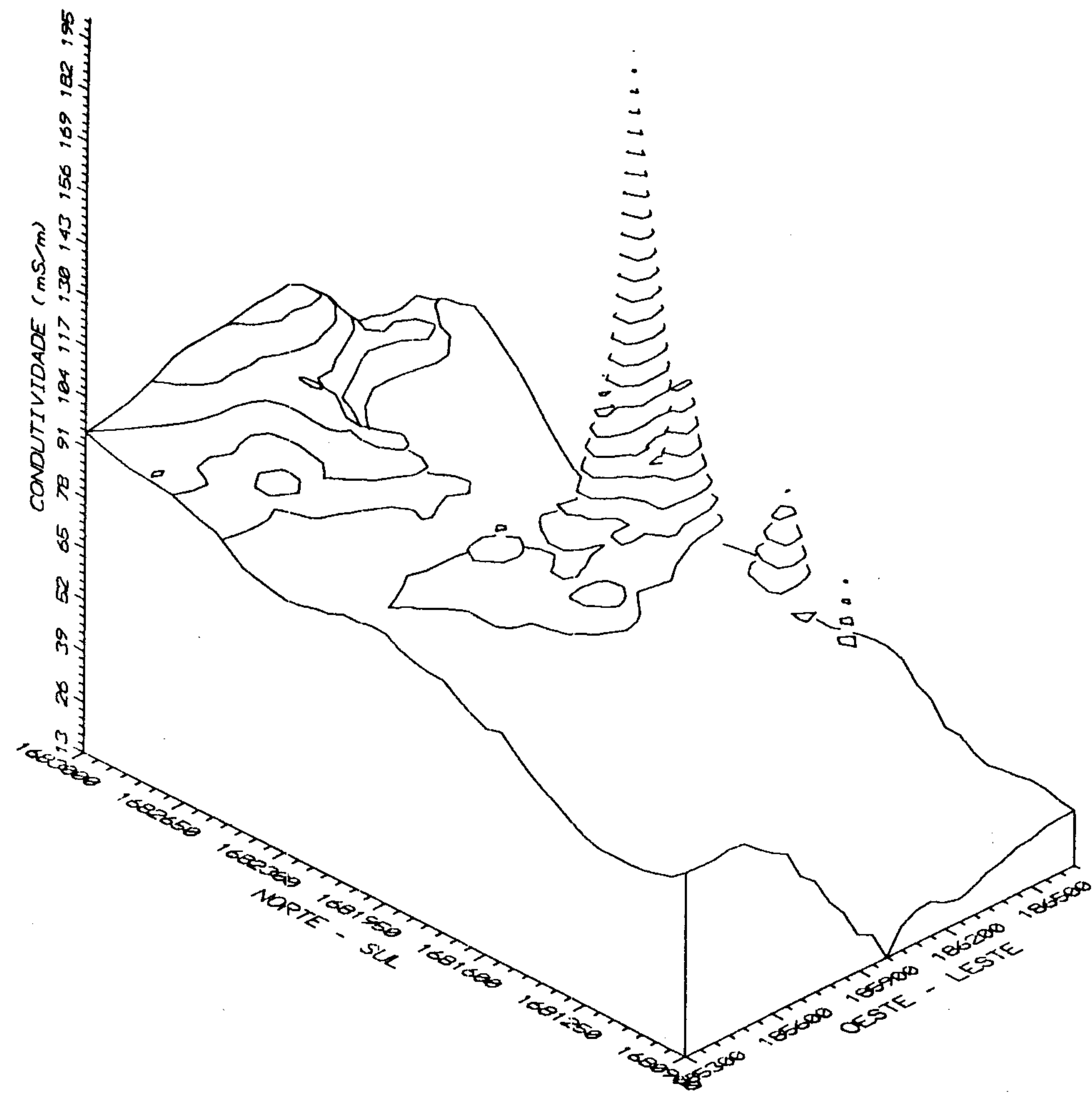


FIGURA 6c - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando o provável contaminação ate um nível significativo de 30 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convento CPRM/METROPLAN.

4-3 - 10m/6400Hz - OUTUBRO/92

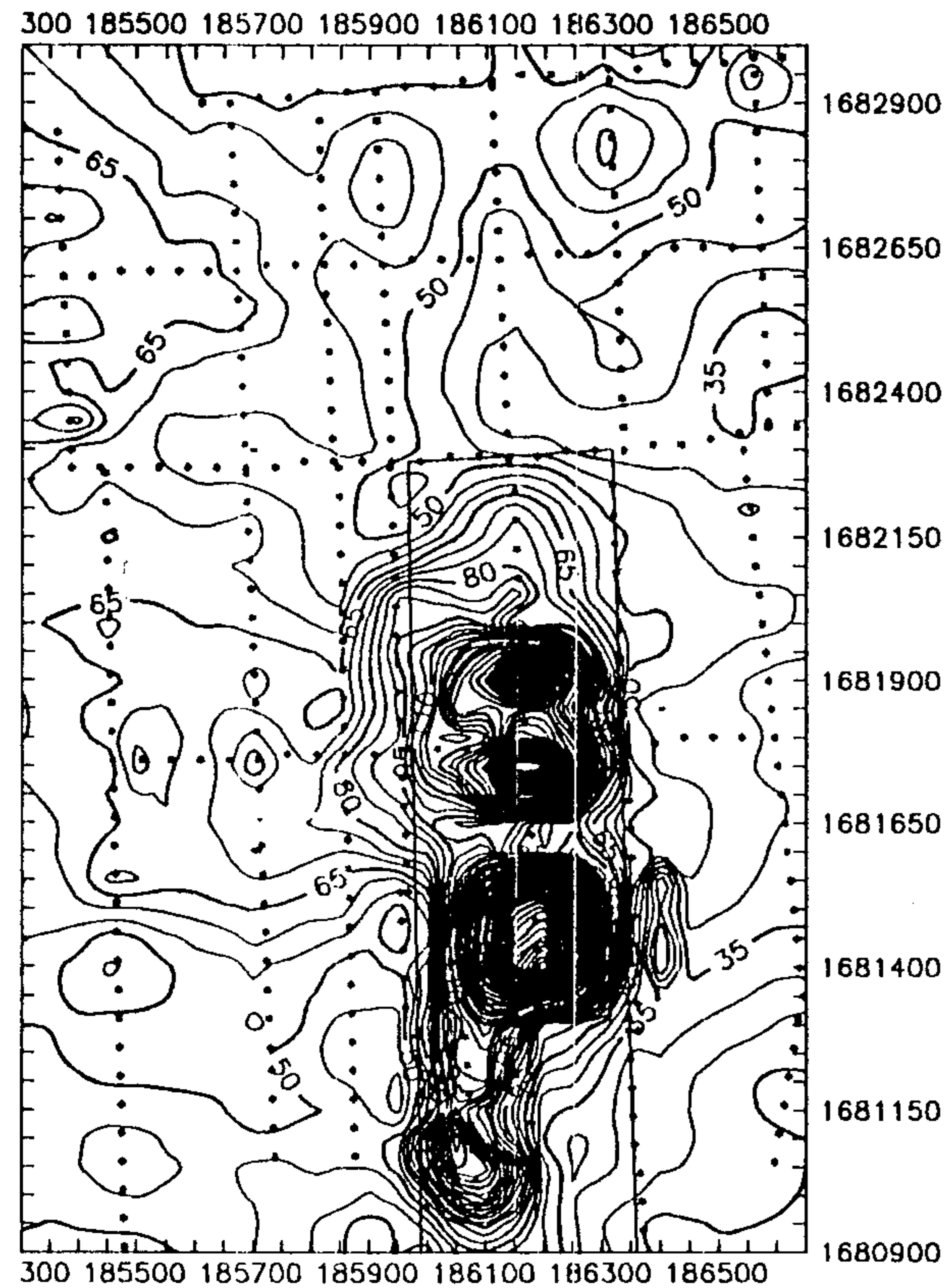


FIGURA 7a - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m). EM34-3 - arranjo 10m / 6400 Hz. Levantamento em novembro de 1992. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - 20m/1600Hz - OUTUBRO/92

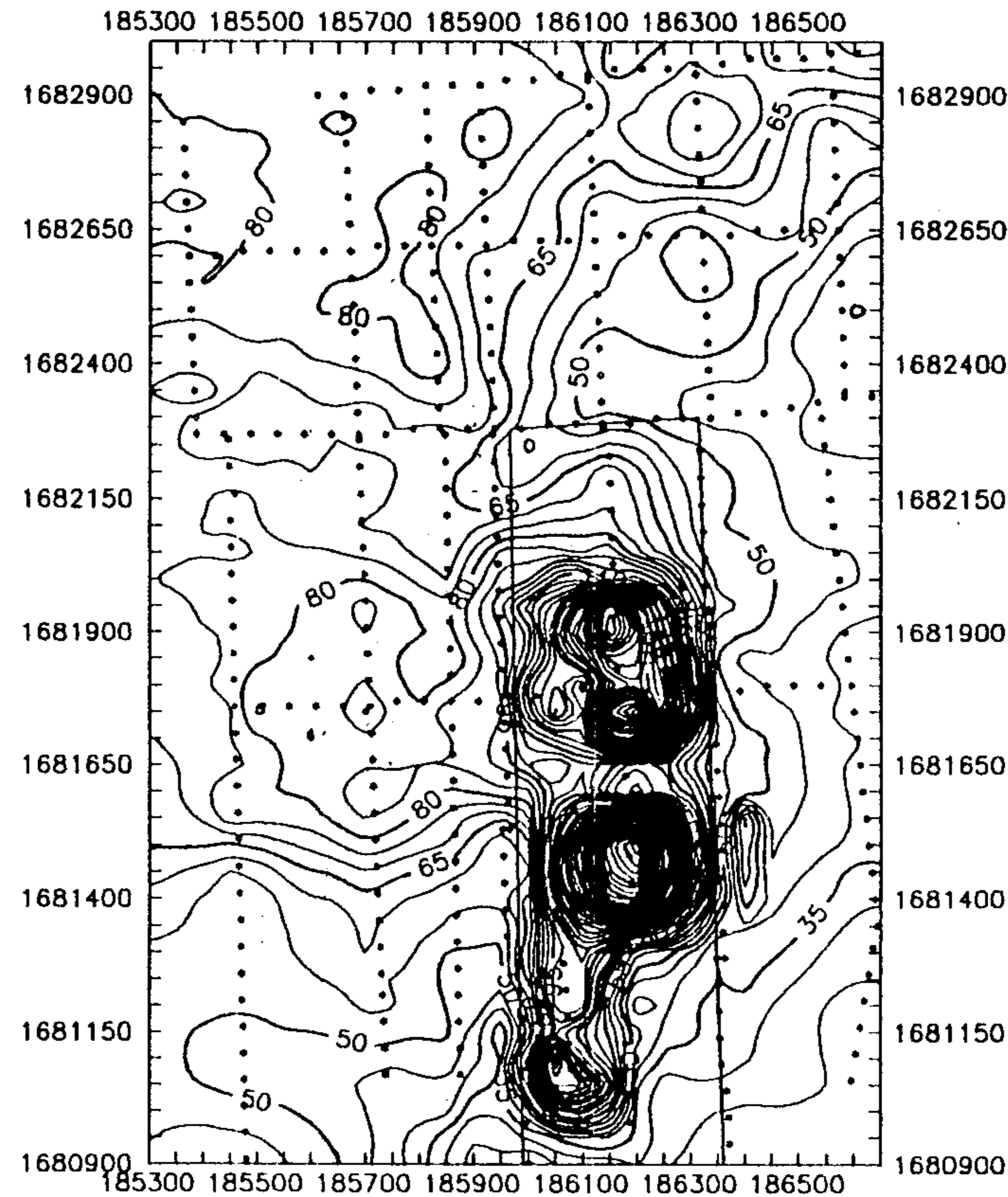


FIGURA 7b - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m). EM34-3 - arranjo 20m / 1600 Hz. Levantamento em novembro de 1992. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

EM34-3 - 40m/400Hz - OUTUBRO/92

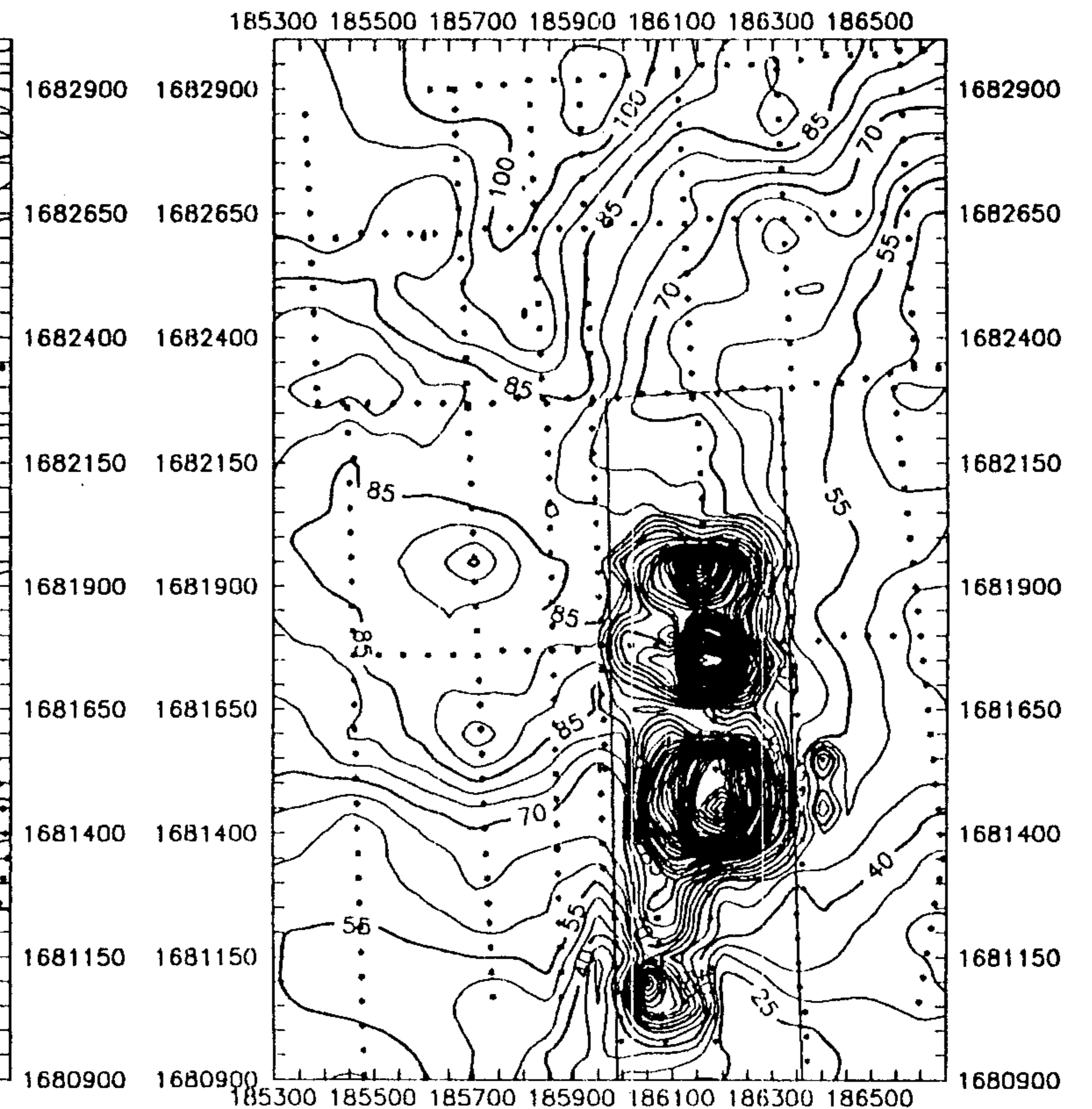


FIGURA 7c - Mapa de contornos de condutividade elétrica (mS/m). EM34-3 - arranjo 40m / 400 Hz. Levantamento em novembro de 1992. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

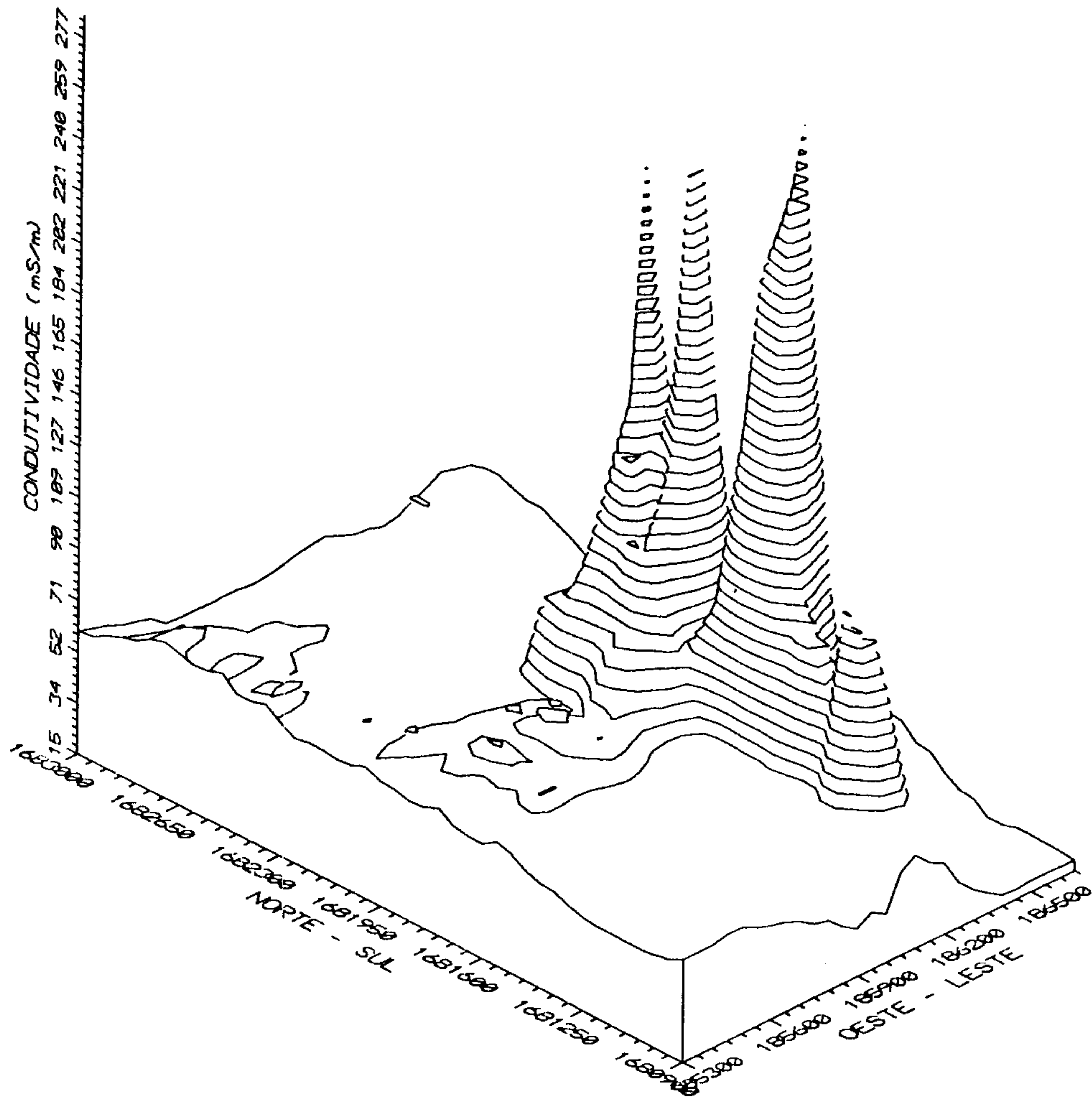


FIGURA 8a - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando a provável contaminação até um nível significativo de 7.5 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convenio CPRM/METROPLAN.

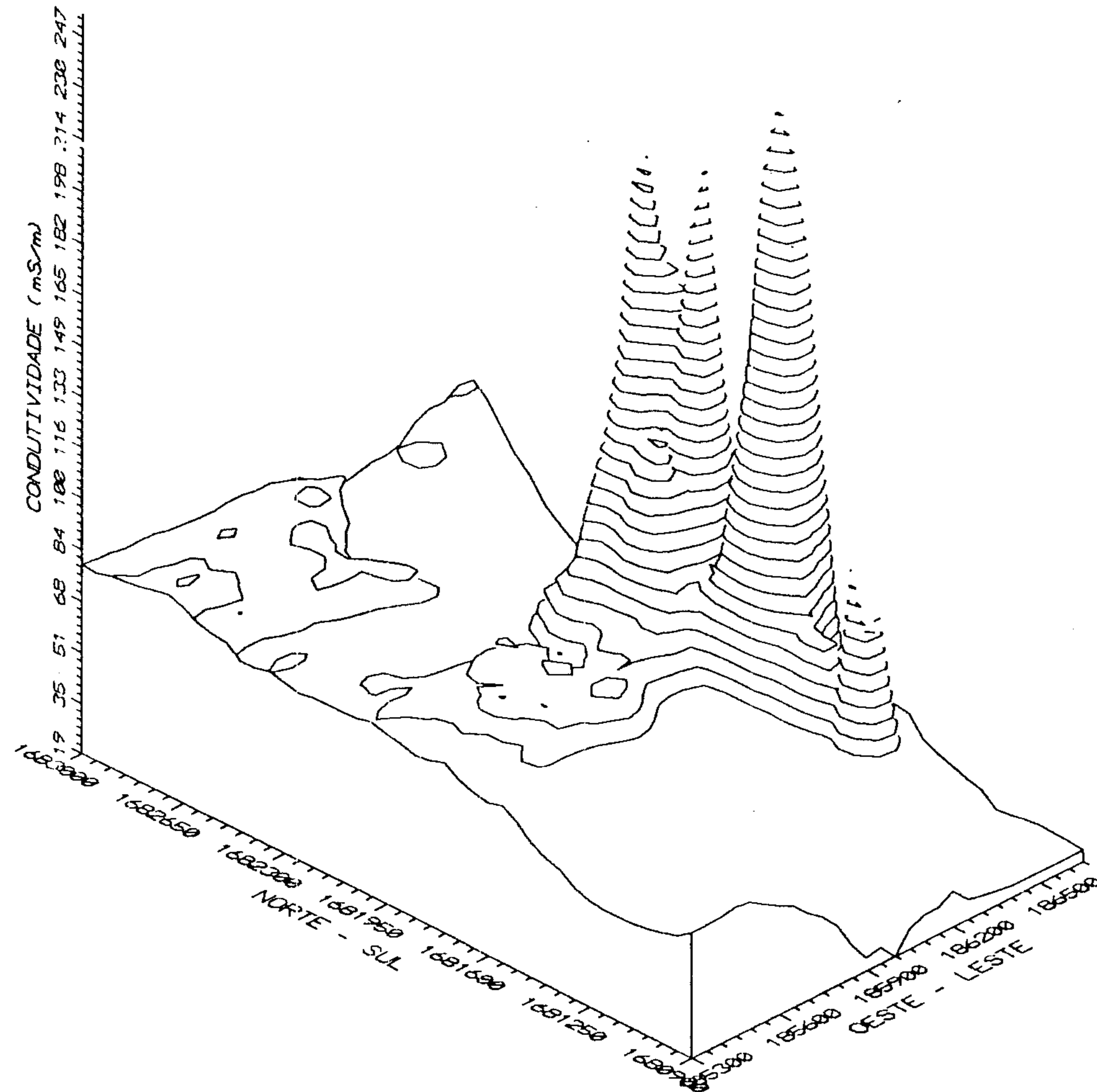


FIGURA 8b - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando a provável contaminação até um nível significativo de 15 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convento CPRM/METROPLAN.

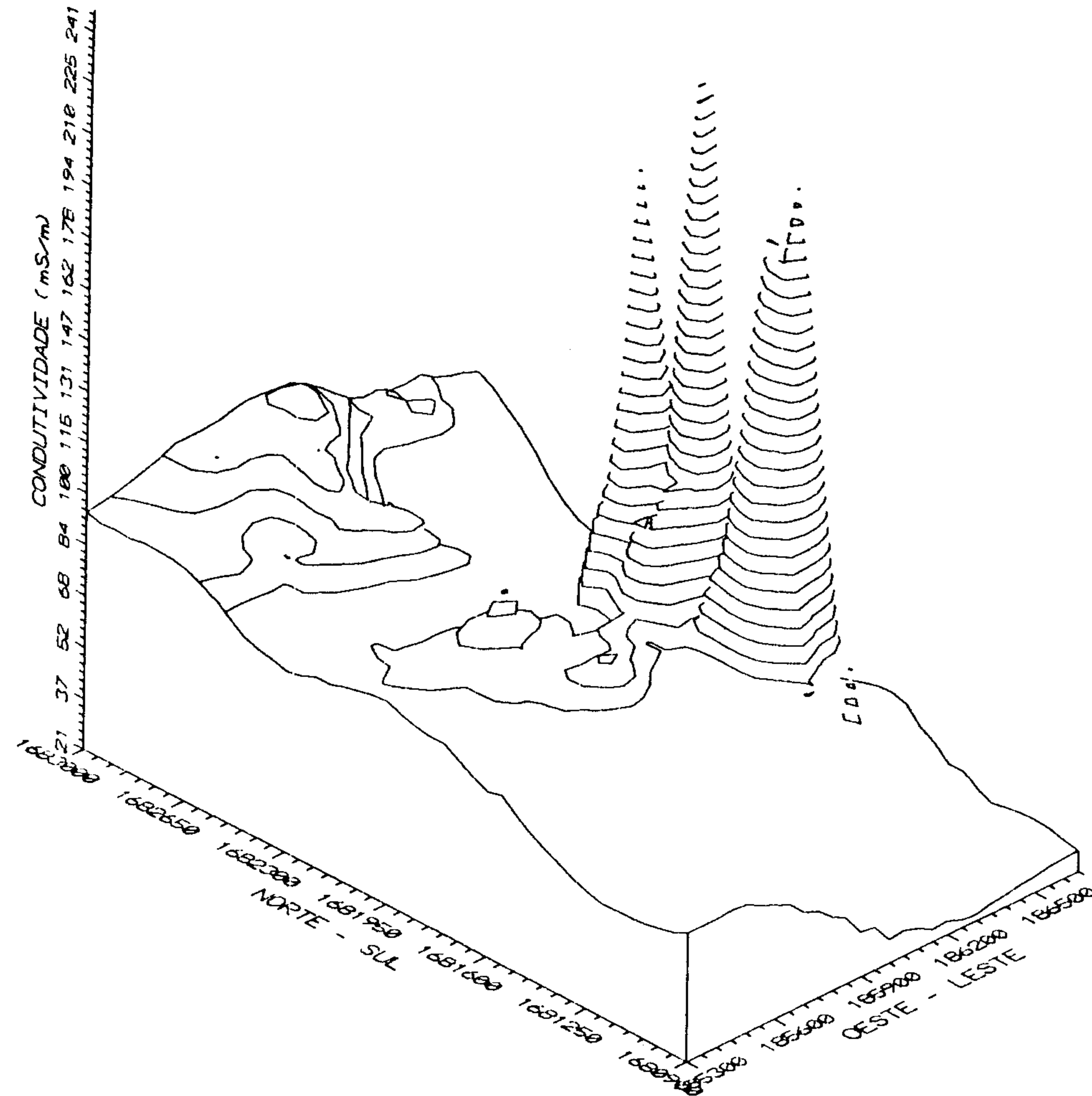


FIGURA Bc - Anomalia de condutividade elétrica (mS/m).
 Contornos representando a provável contaminação até um nível significativo de 30 metros.
 Programa PROTEGER.
 Convento CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

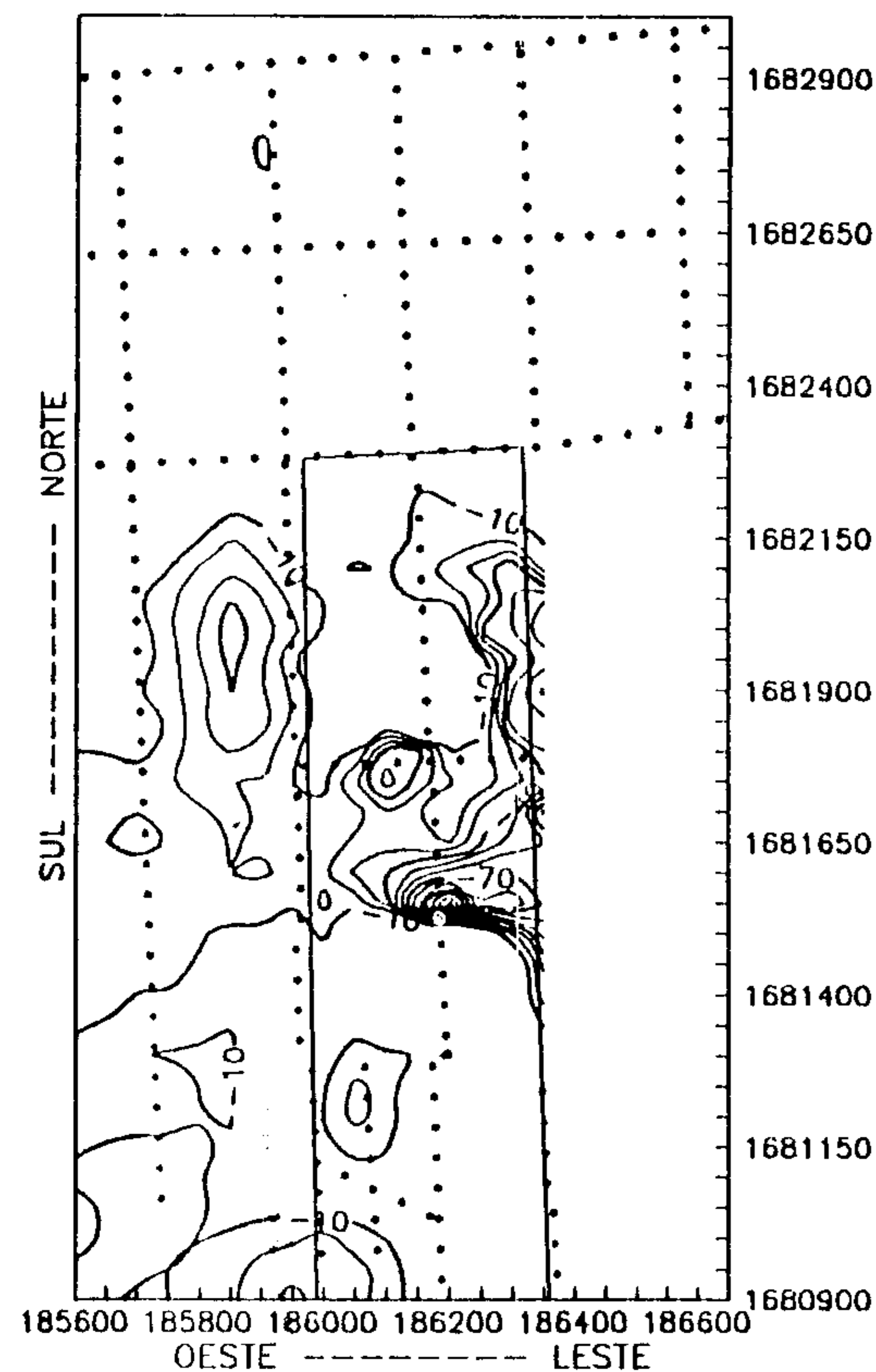


FIGURA 9a - Variacao negativa entre janeiro e junho de 1992 para o nivel 7.5 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

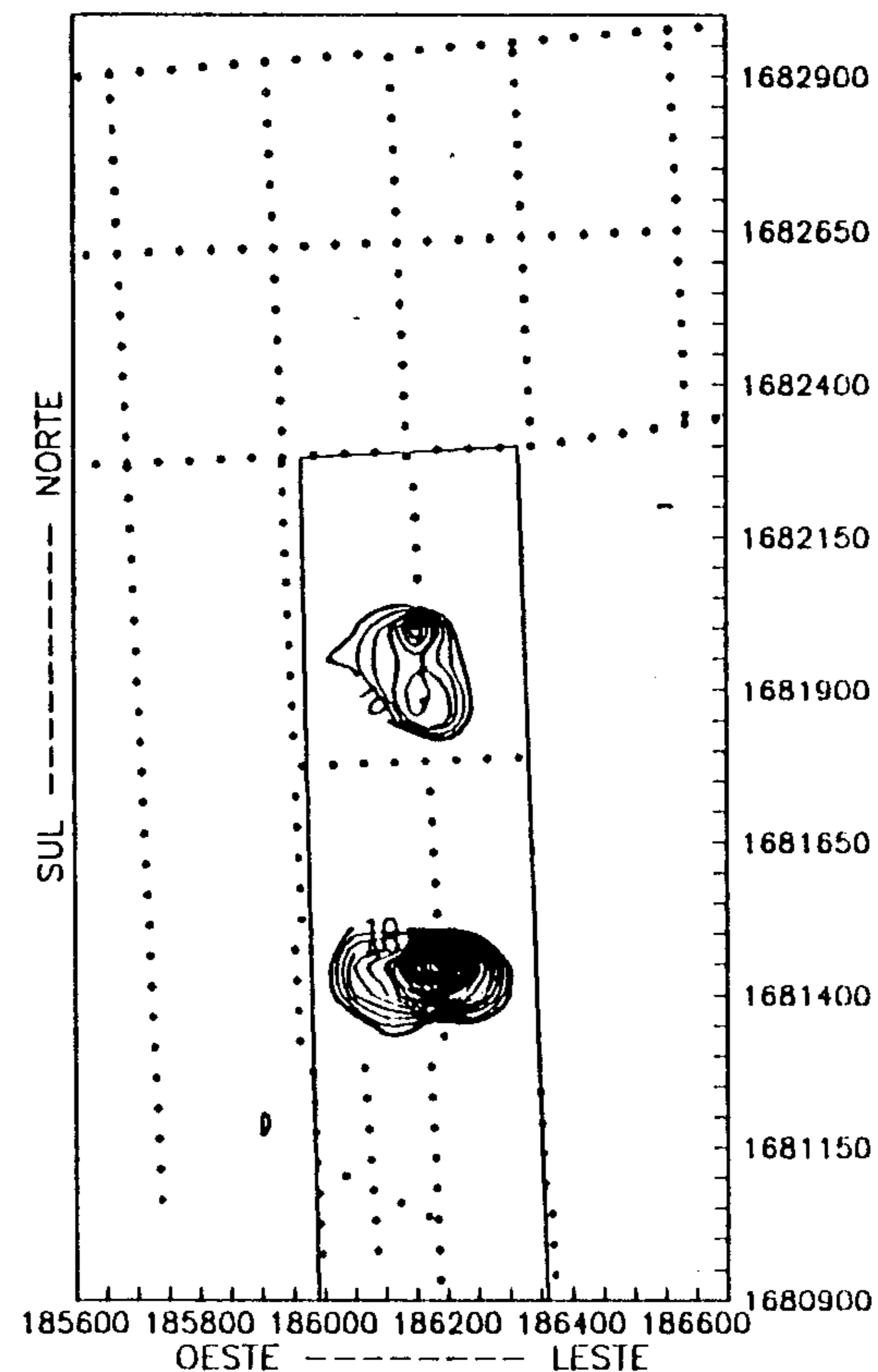


FIGURA 9b - Variacao positiva entre janeiro e junho de 1992 para o nivel 7.5 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

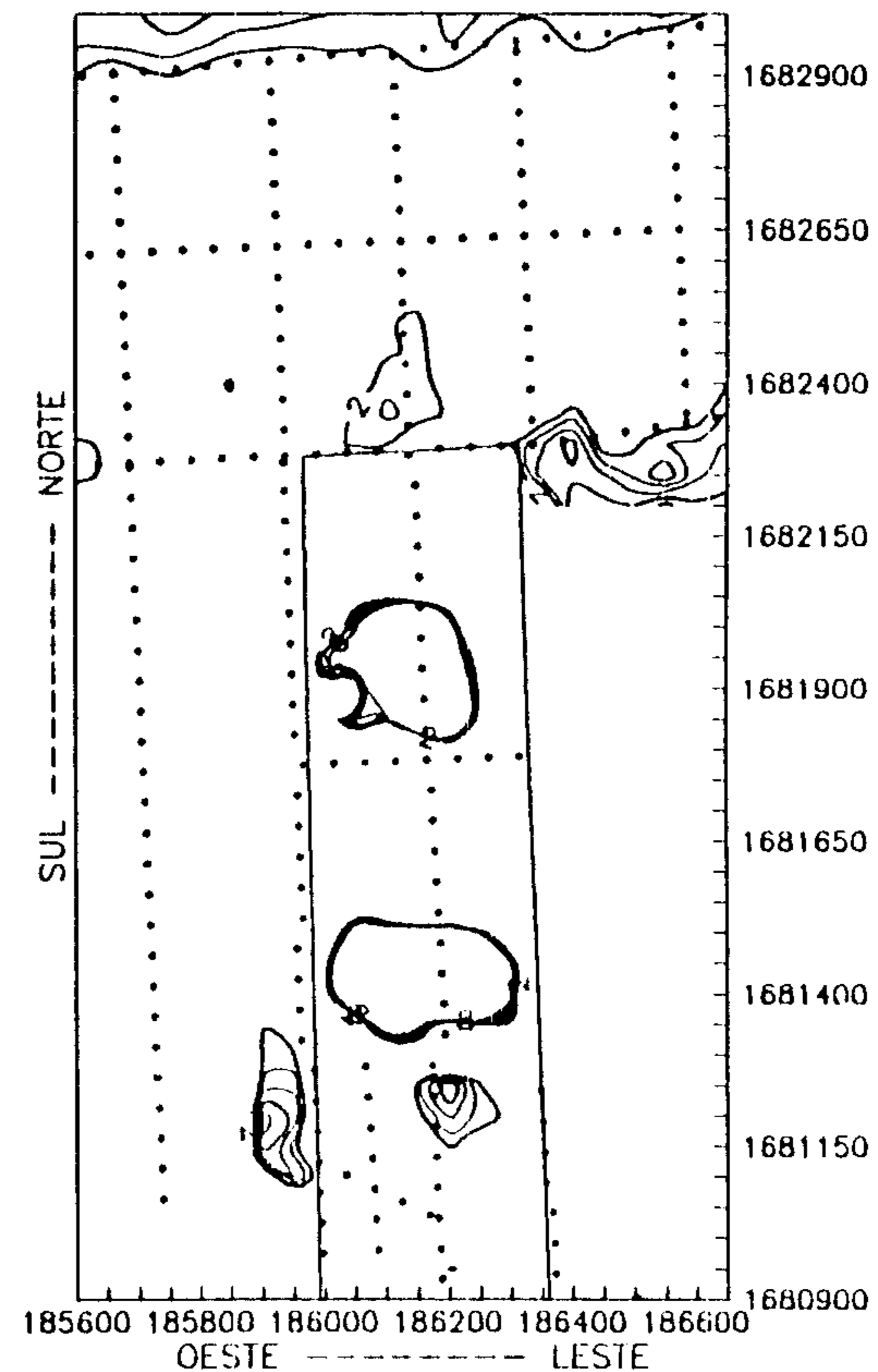


FIGURA 9c - Variacao positiva fina, janeiro a junho de 1992 para o nivel 7.5 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

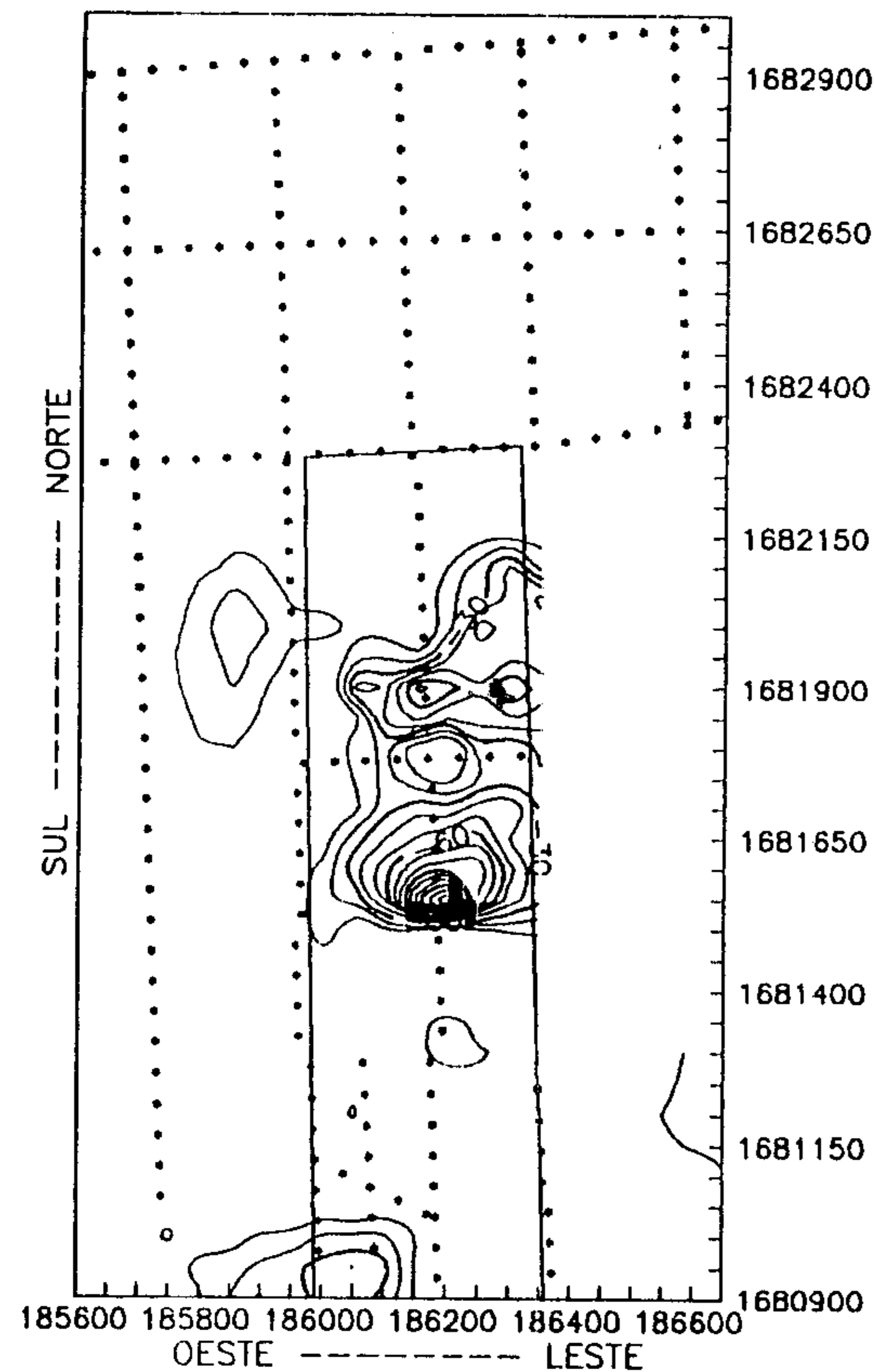


FIGURA 10a - Variacao negativa entre janeiro e junho de 1992 para o nivel 15 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

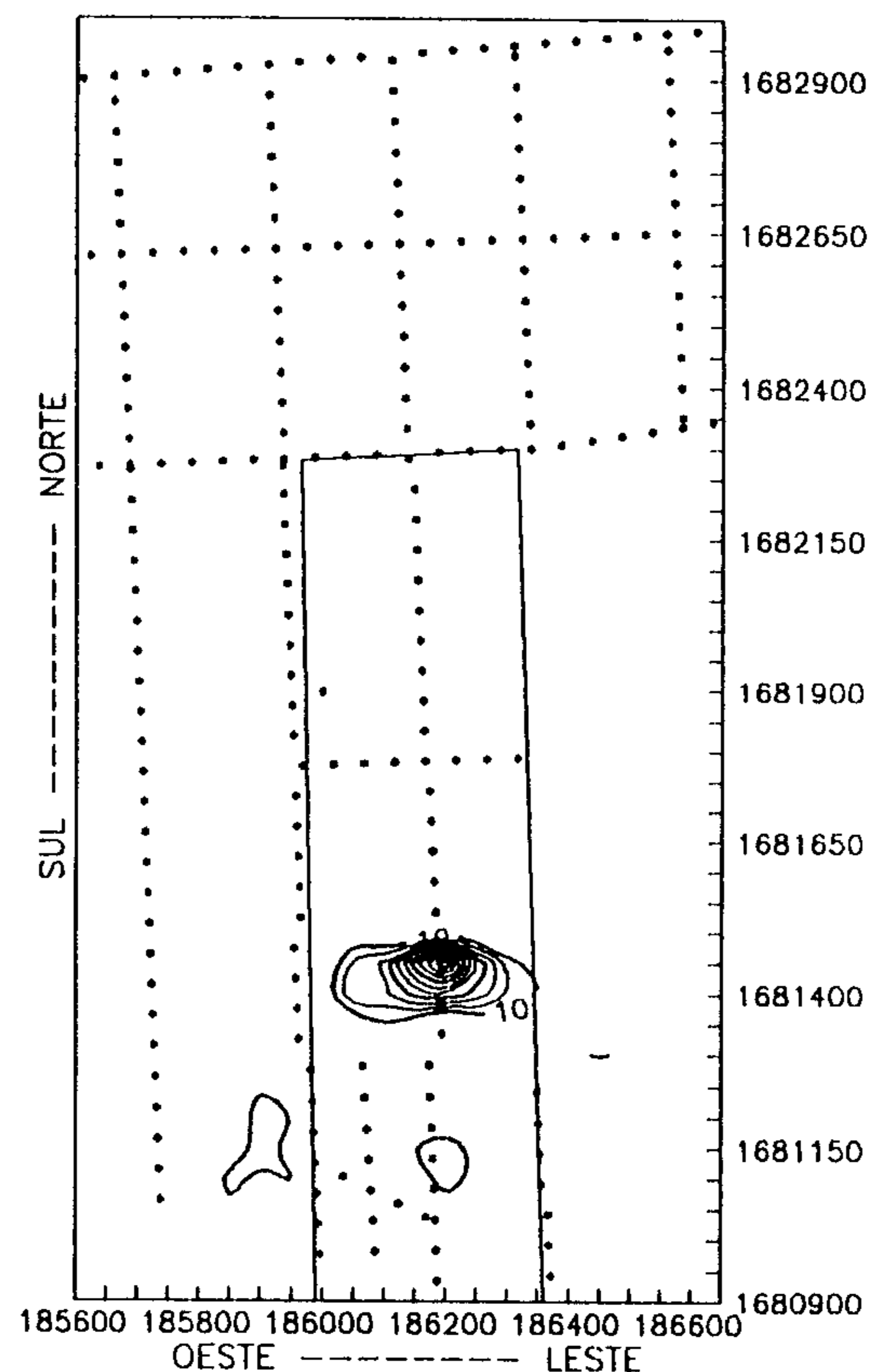


FIGURA 10b - Variacao positiva entre janeiro e junho de 1992 para o nivel 15 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

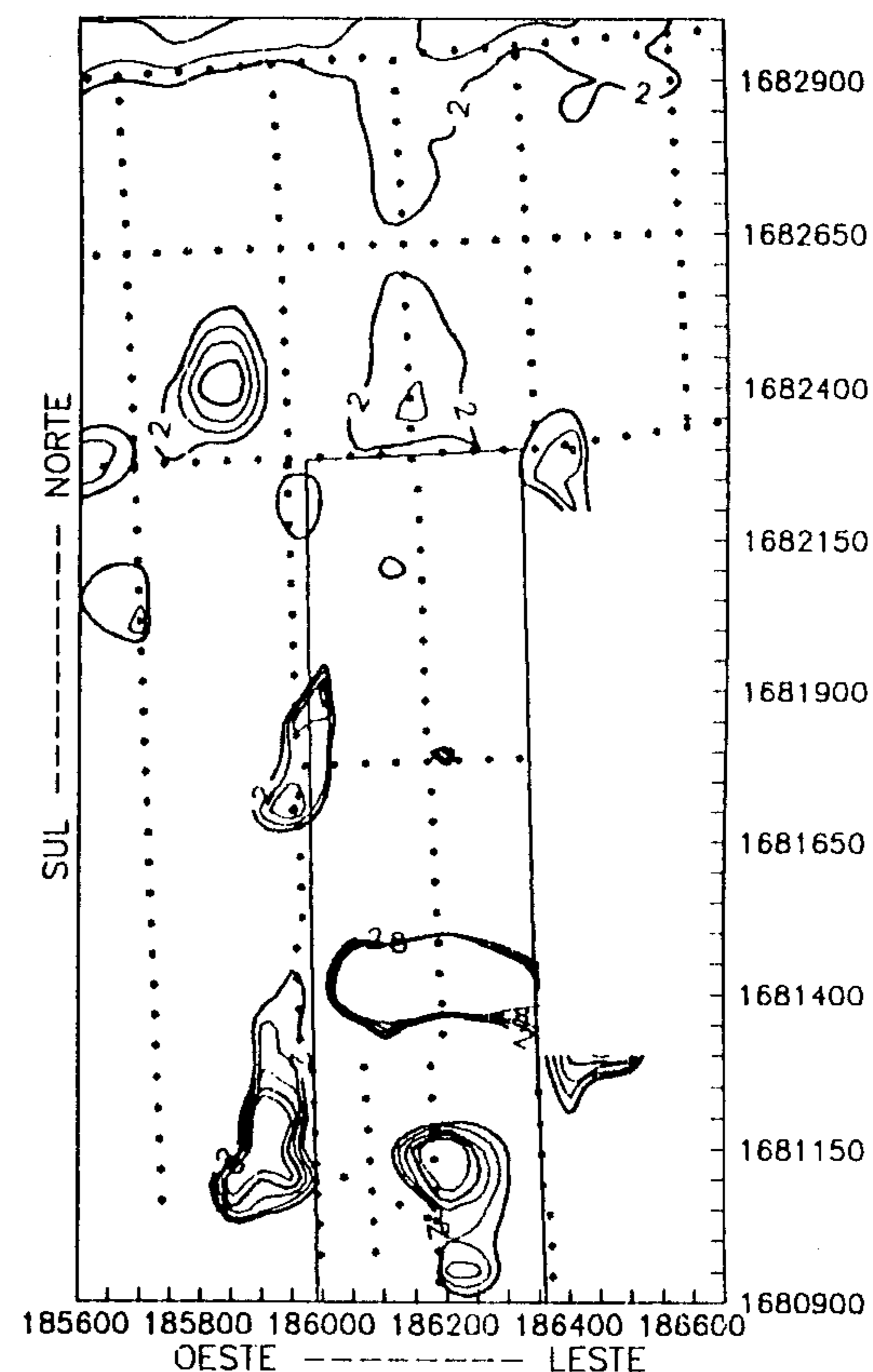


FIGURA 10c - Variacao positiva fina, janeiro a junho de 1992 para o nivel 15 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

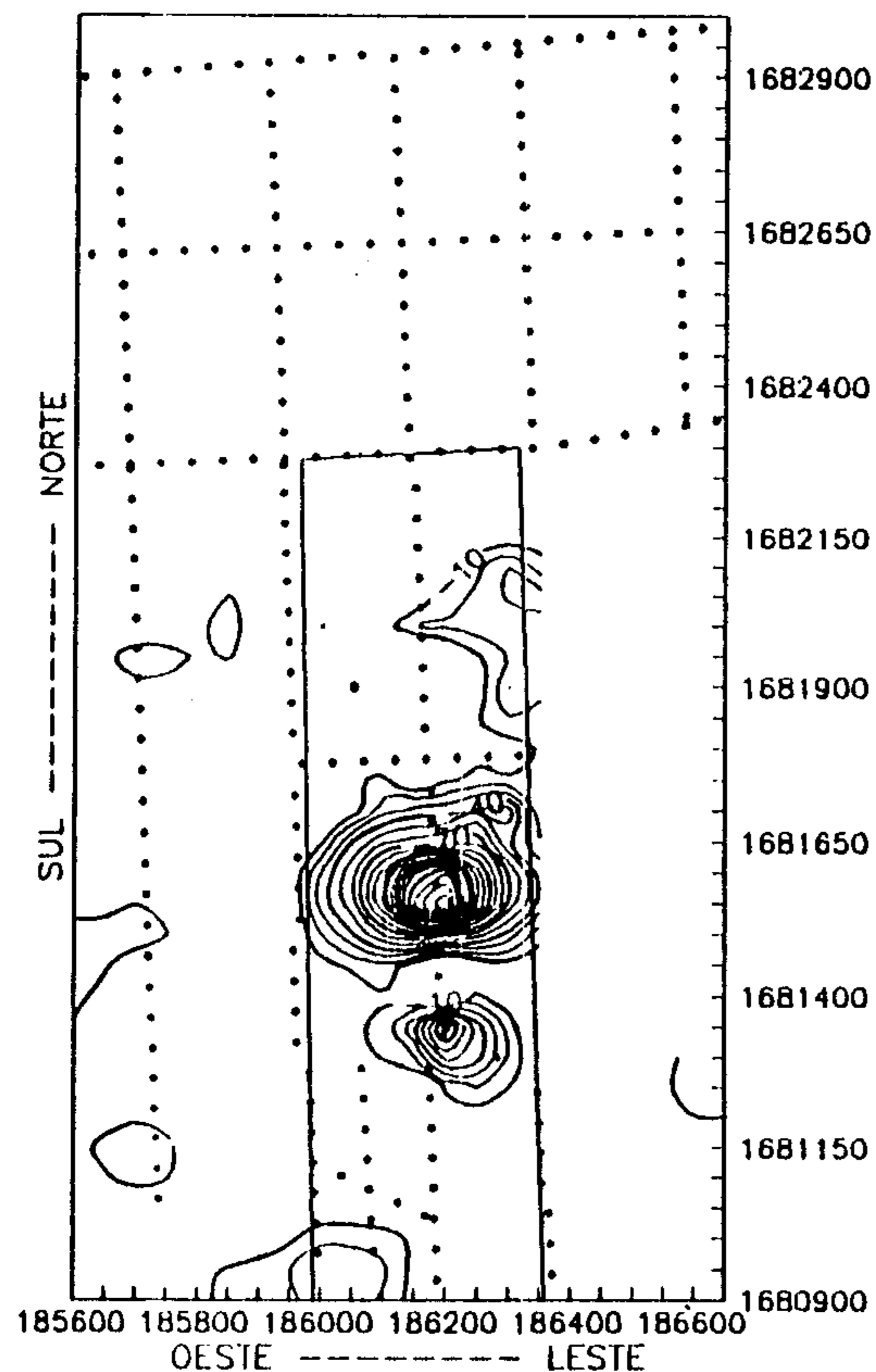


FIGURA 11a - Variacao negativa entre janeiro e junho de 1992 para o nivel 30 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

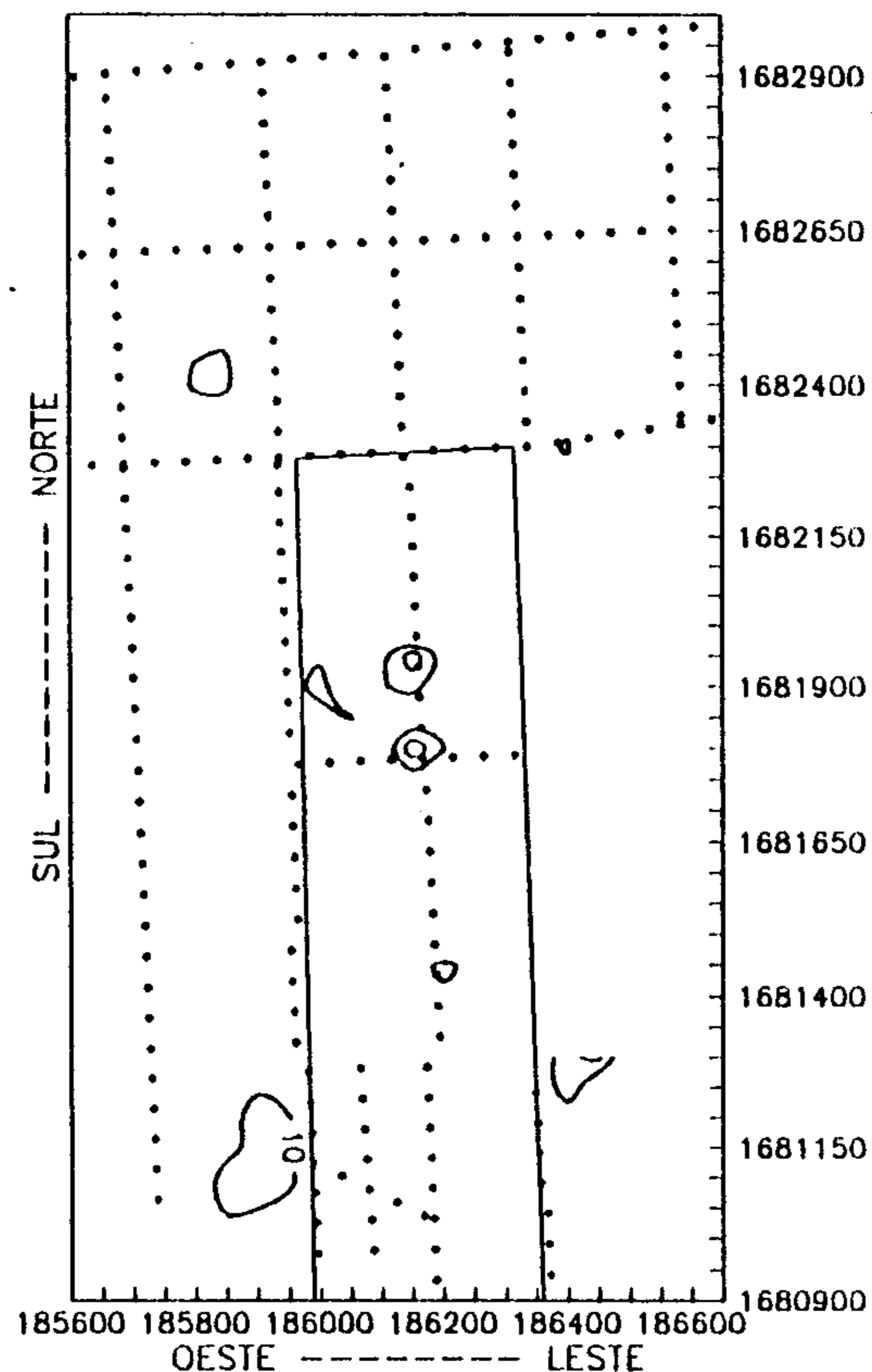


FIGURA 11b - Variacao positiva entre janeiro e junho de 1992 para o nivel 30 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JANEIRO E JUNHO - 1992

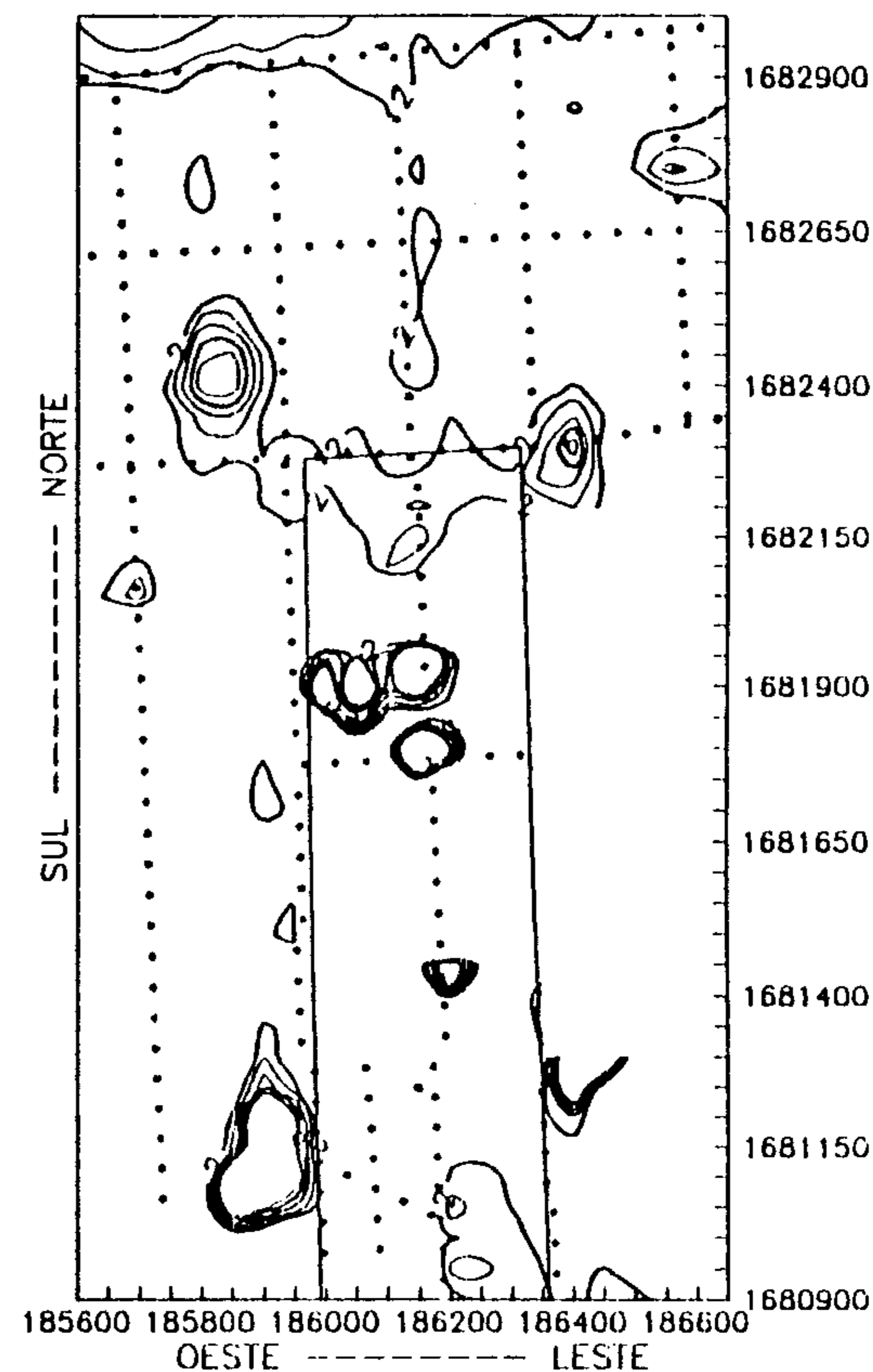


FIGURA 11c - Variacao positiva fina, janeiro a junho de 1992 para o nivel 30 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JUNHO E OUTUBRO - 1992

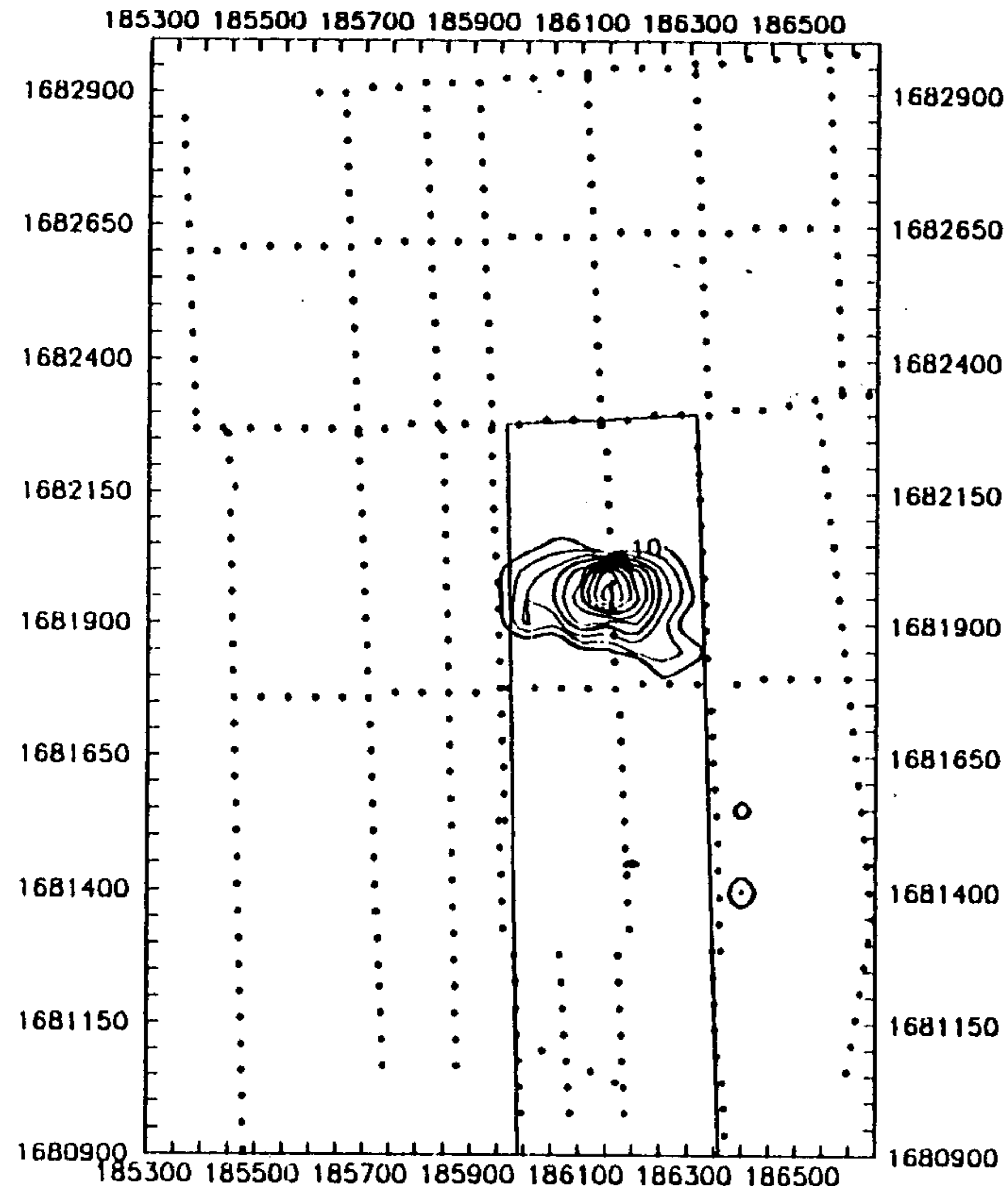


FIGURA 12a - Variacao negativa entre junho e outubro de 1992 para o nivel 7.5 metros.
 Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
 Programa PROTEGER.
 Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JUNHO E OUTUBRO - 1992

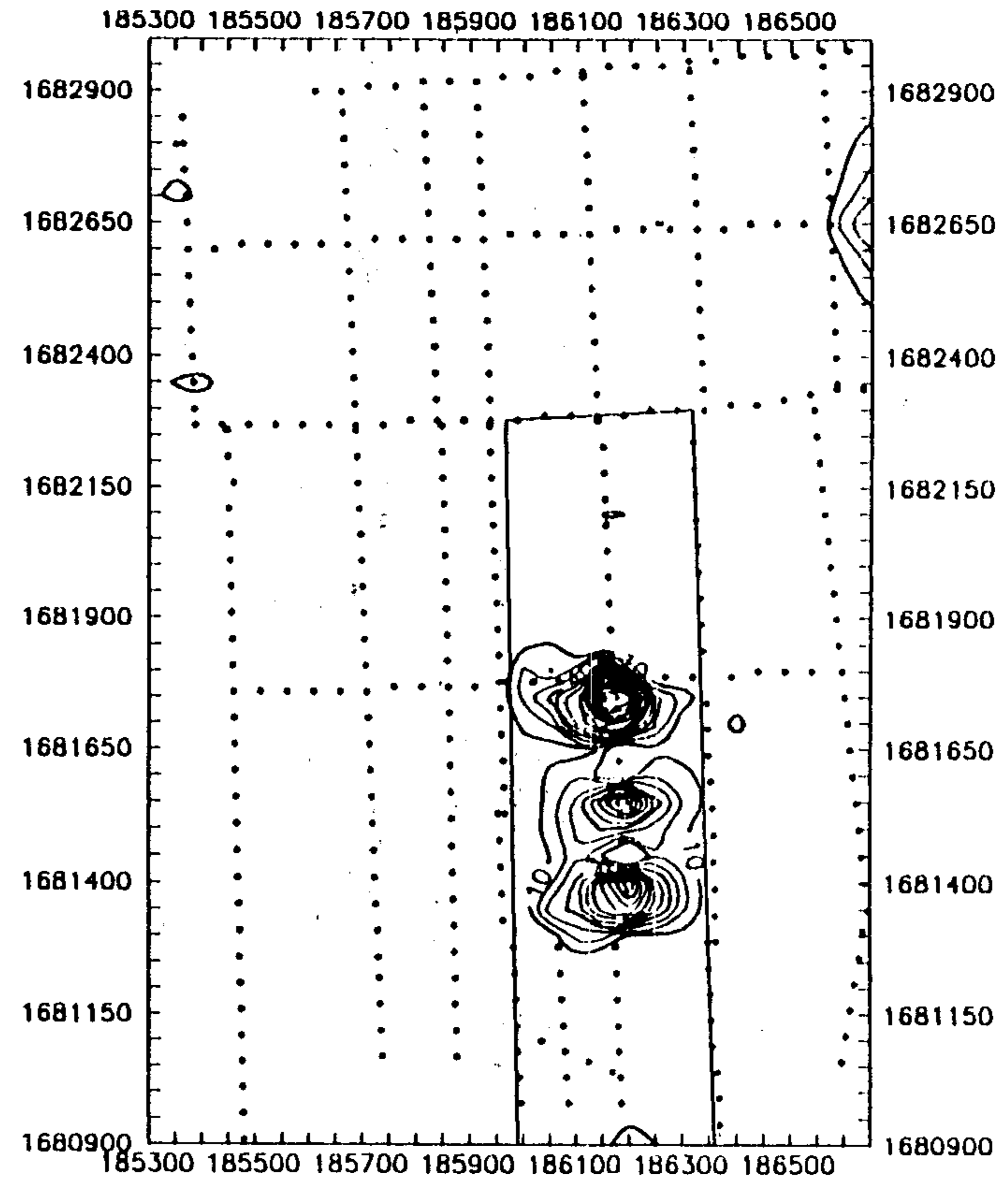


FIGURA 12b - Variacao positiva entre junho e outubro de 1992 para o nivel 7.5 metros.
 Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
 Programa PROTEGER.
 Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JUNHO E OUTUBRO - 1992

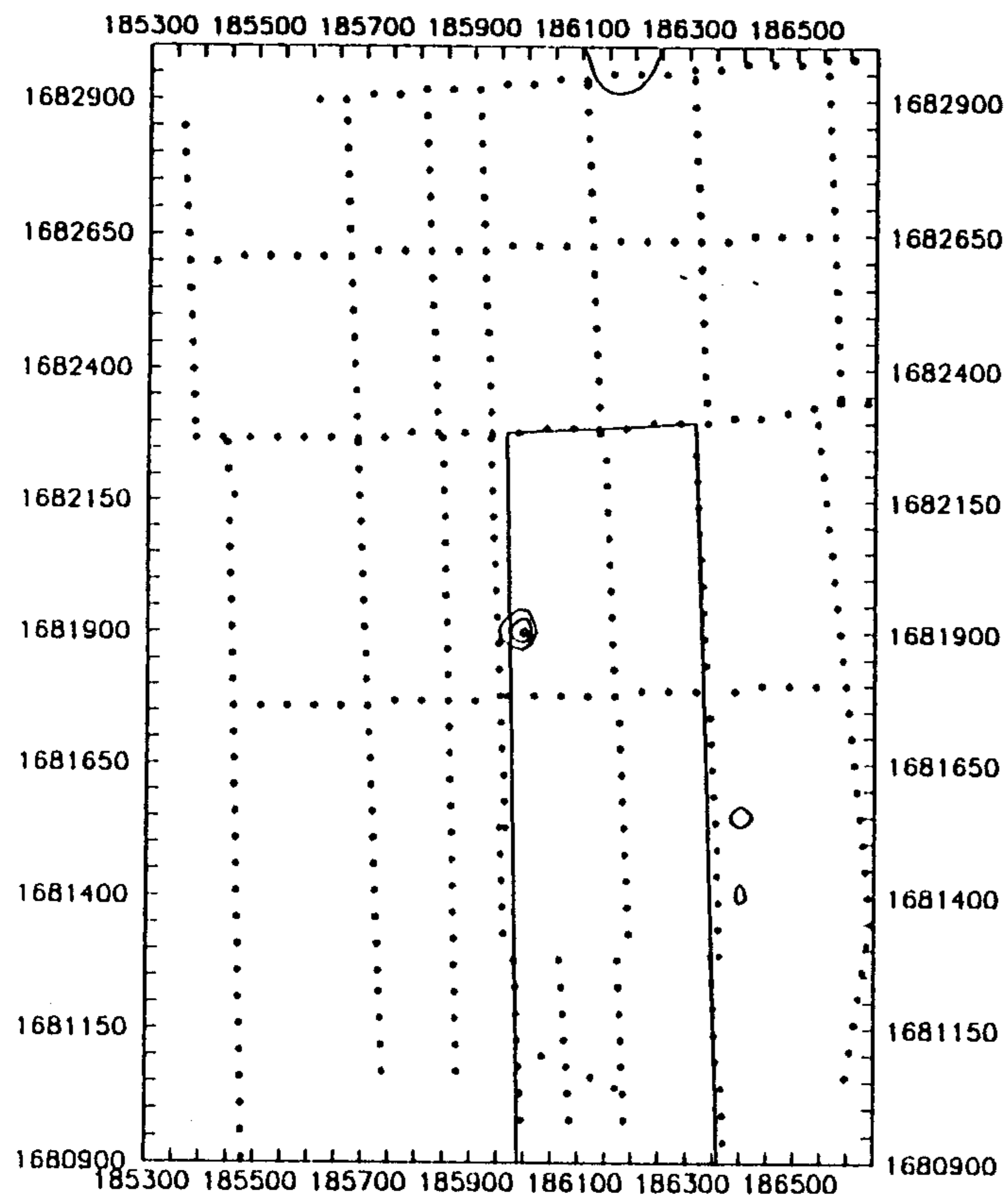


FIGURA 13a - Variacao negativa entre junho e outubro de 1992 para o nivel 15 metros.
 Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
 Programa PROTEGER.
 Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JUNHO E OUTUBRO - 1992

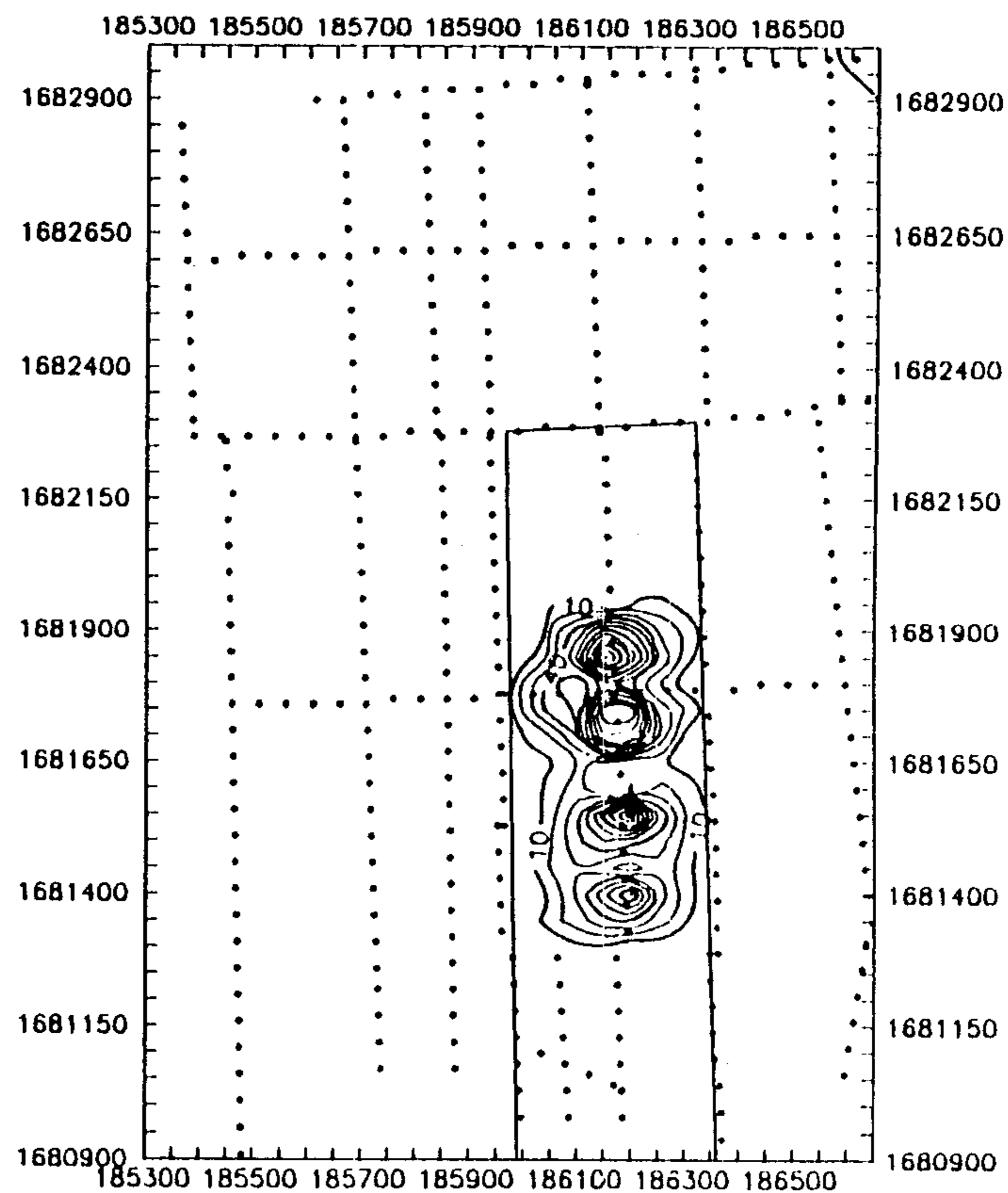


FIGURA 13b - Variacao positiva entre junho e outubro de 1992 para o nivel 15 metros.
 Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
 Programa PROTEGER.
 Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JUNHO E OUTUBRO - 1992

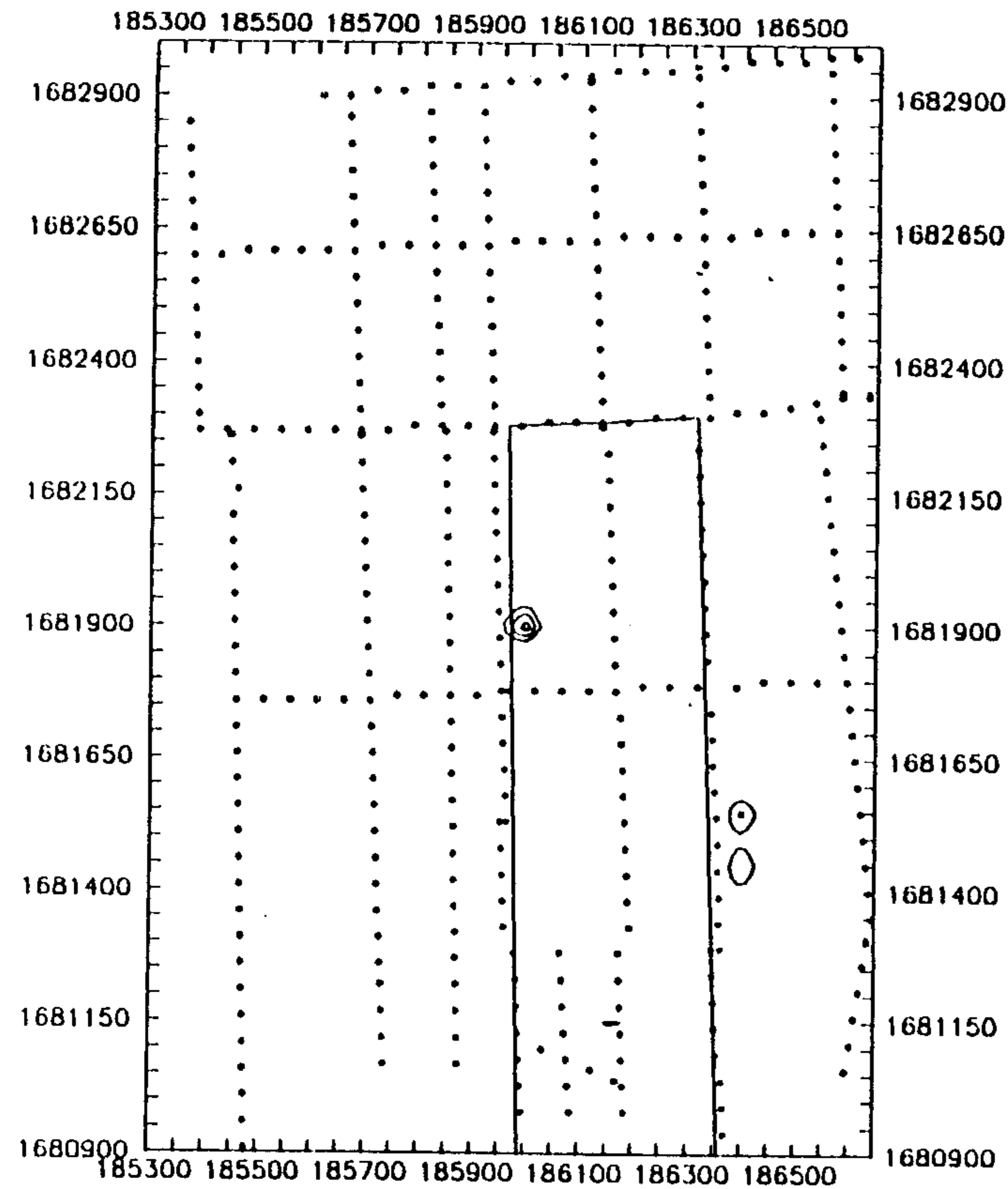


FIGURA 14a - Variacao negativa entre junho e outubro de 1992 para o nivel 30 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

VARIACAO ENTRE JUNHO E OUTUBRO - 1992

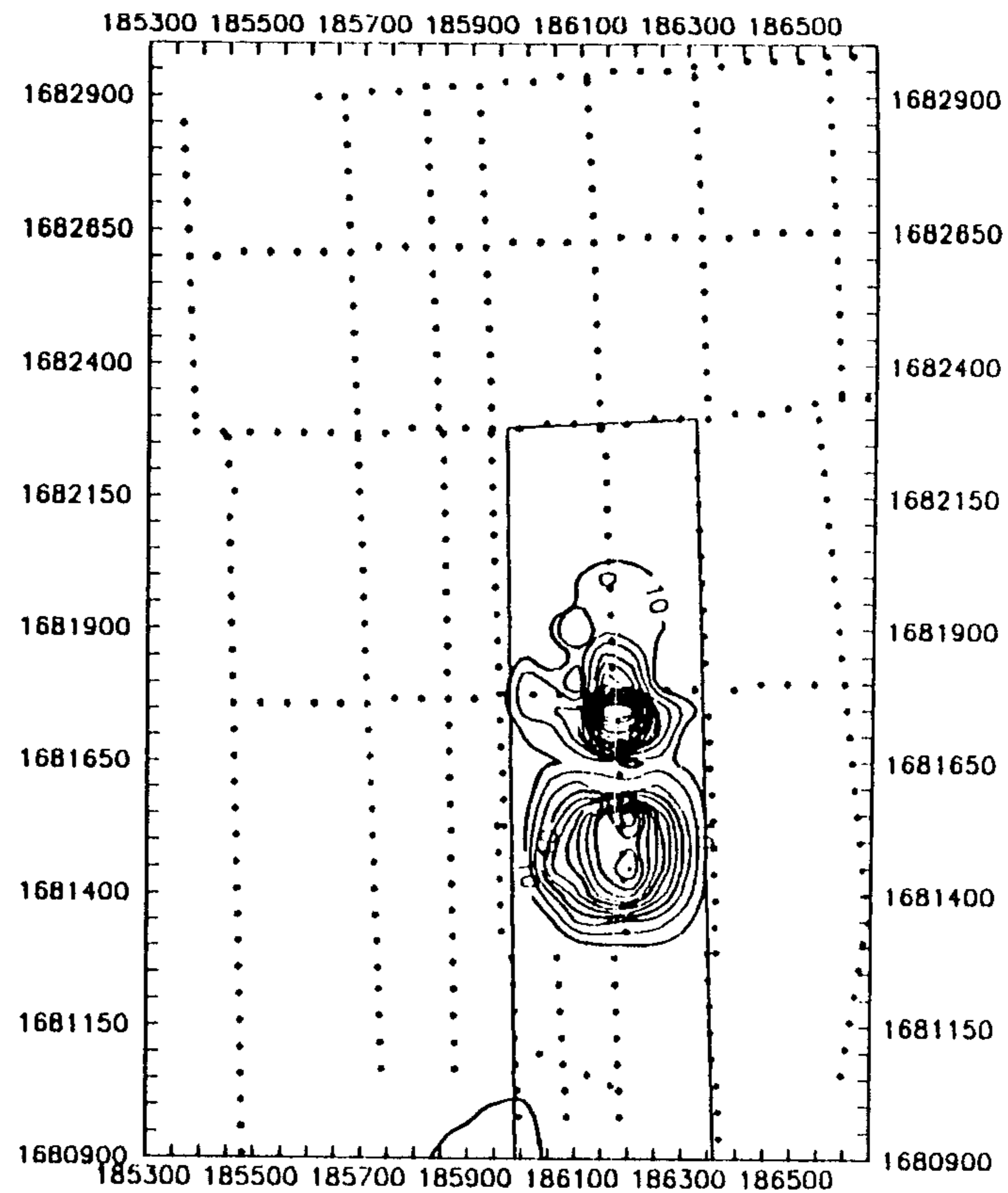


FIGURA 14b - Variacao positiva entre junho e outubro de 1992 para o nivel 30 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

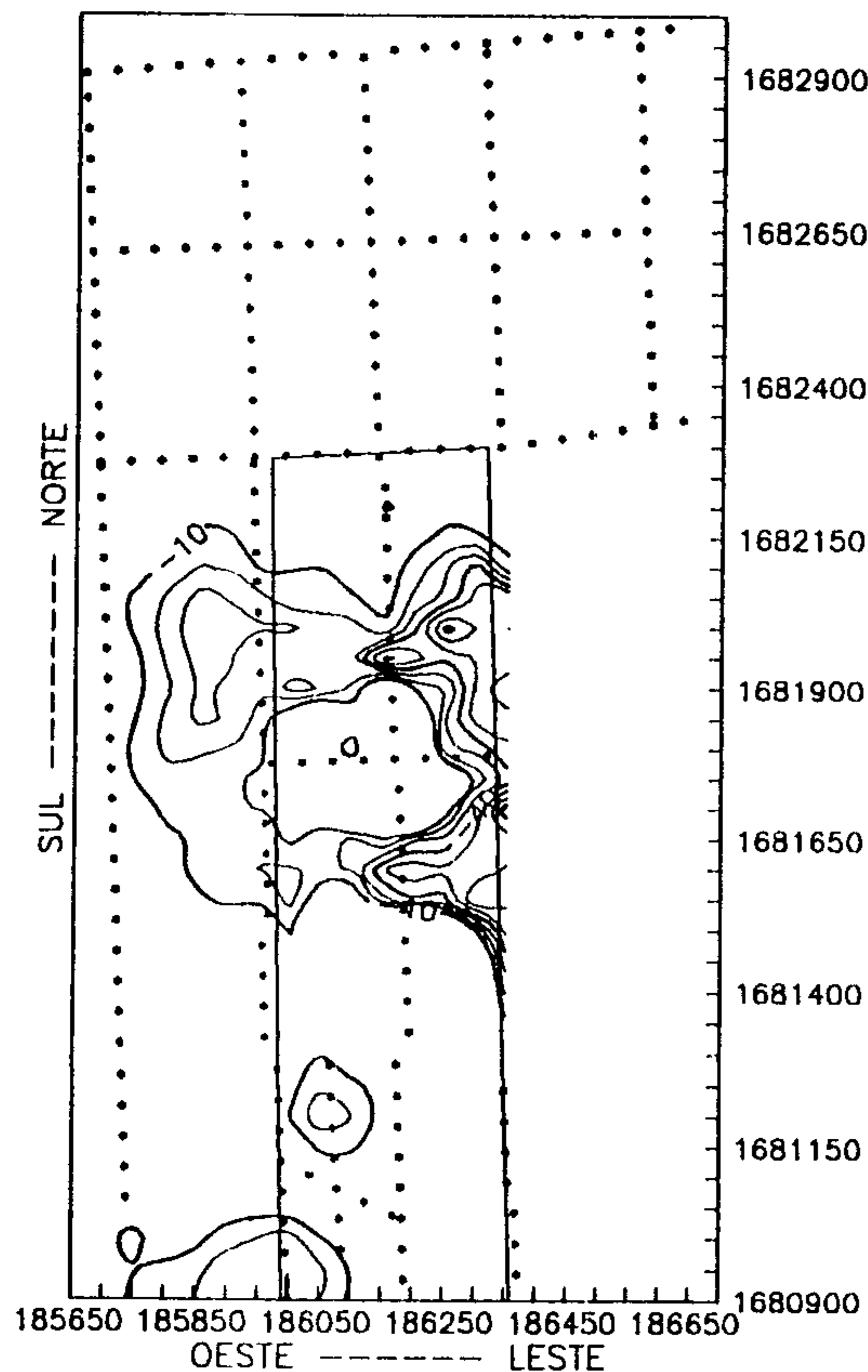


FIGURA 15a - Variacao negativa entre janeiro e outubro de 1992 para o nivel 7.5 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

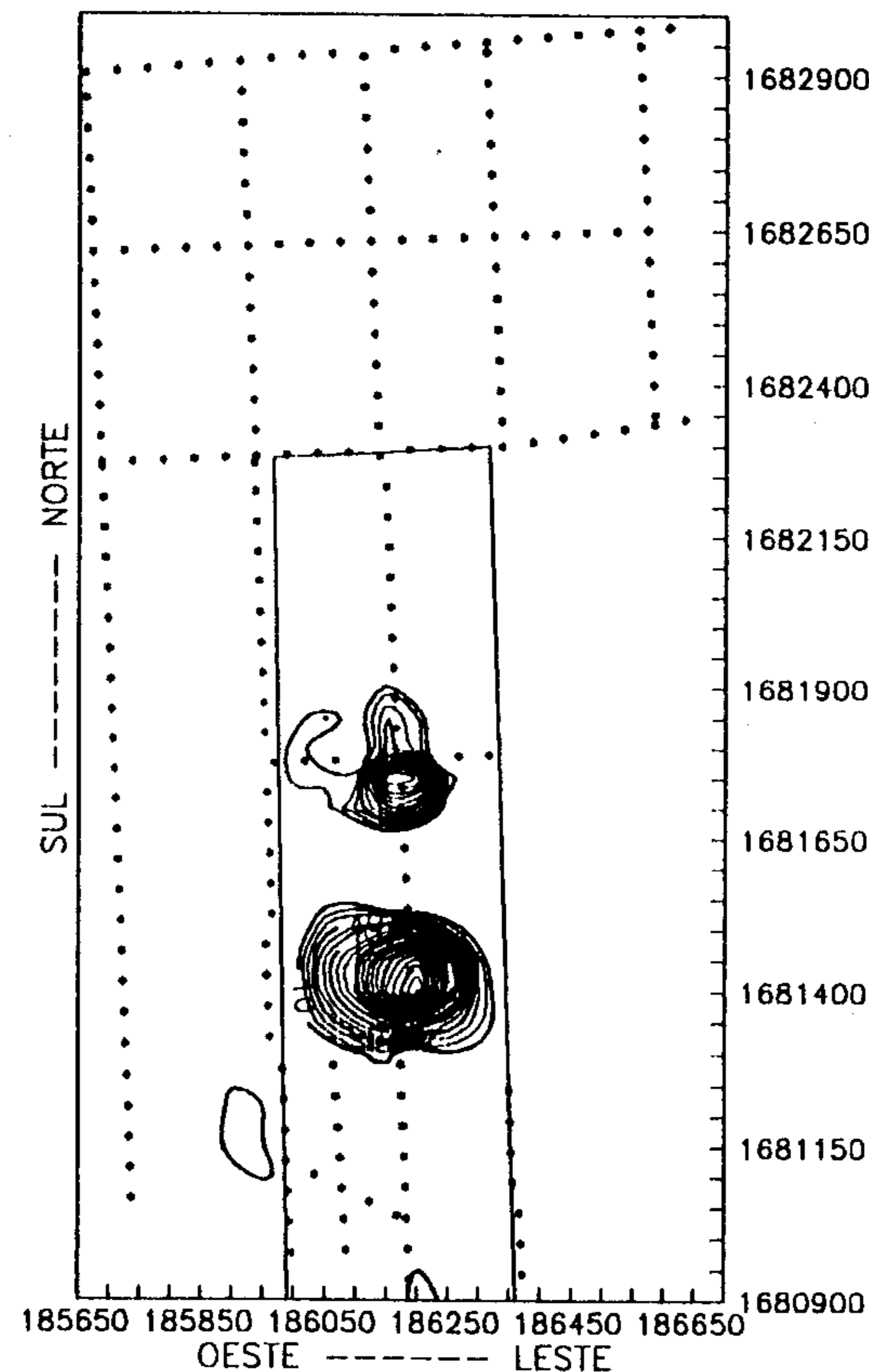


FIGURA 15b - Variacao positiva entre janeiro e outubro de 1992 para o nivel 7.5 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

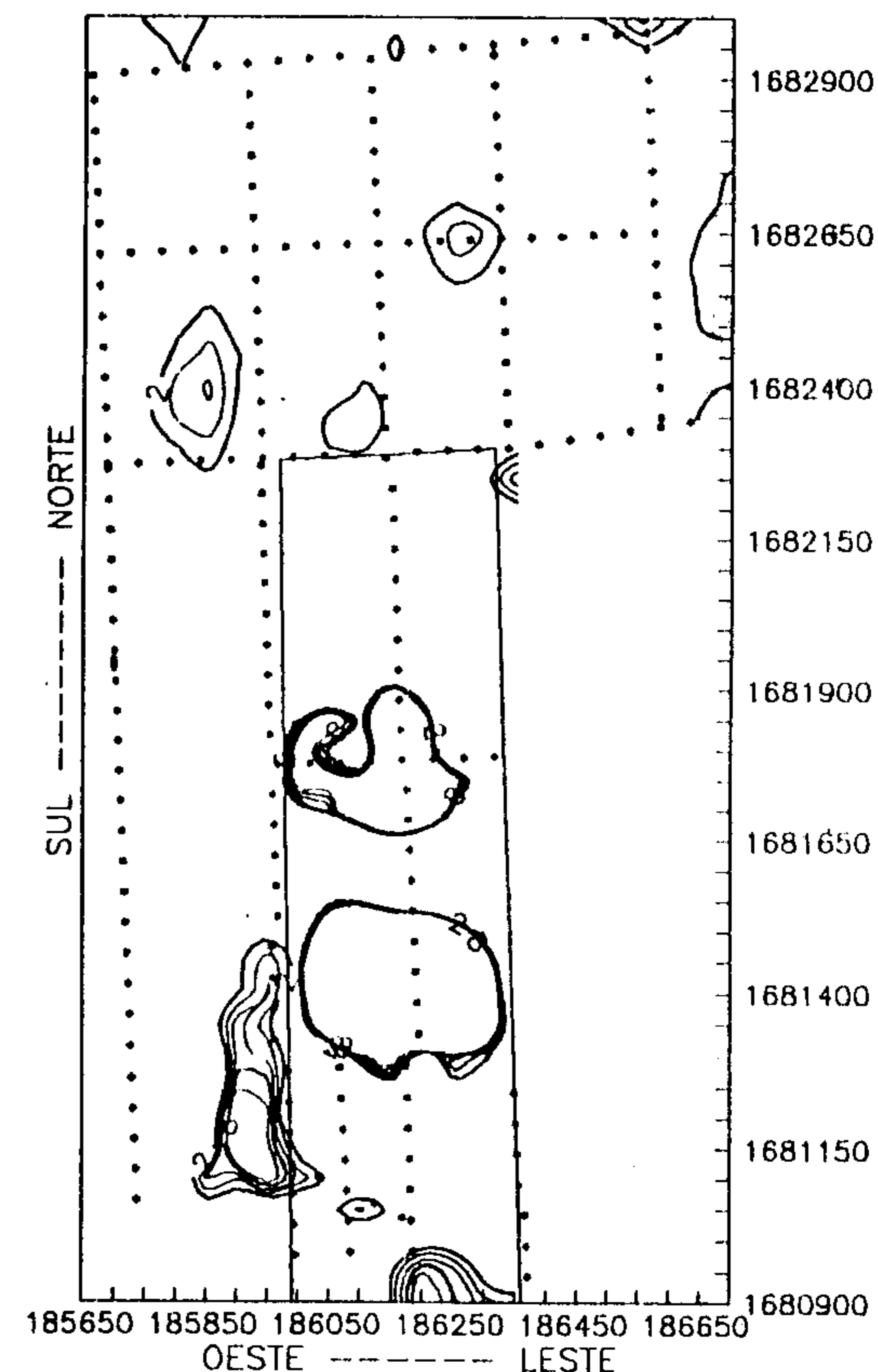


FIGURA 15c - Variacao positiva fina, janeiro a outubro de 1992 para o nivel 7.5 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

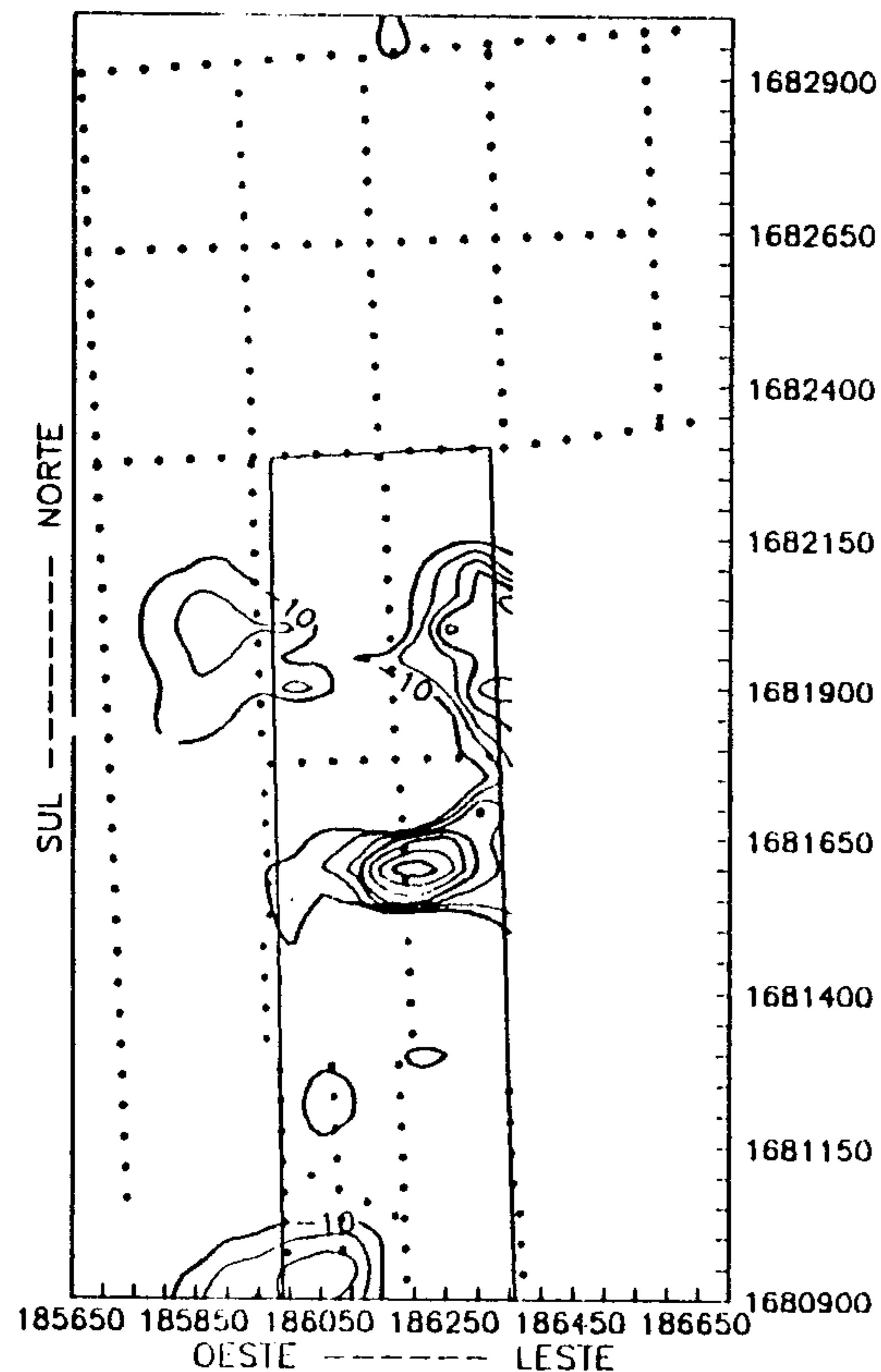


FIGURA 16a - Variacao negativa entre janeiro e outubro de 1992 para o nivel 15 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

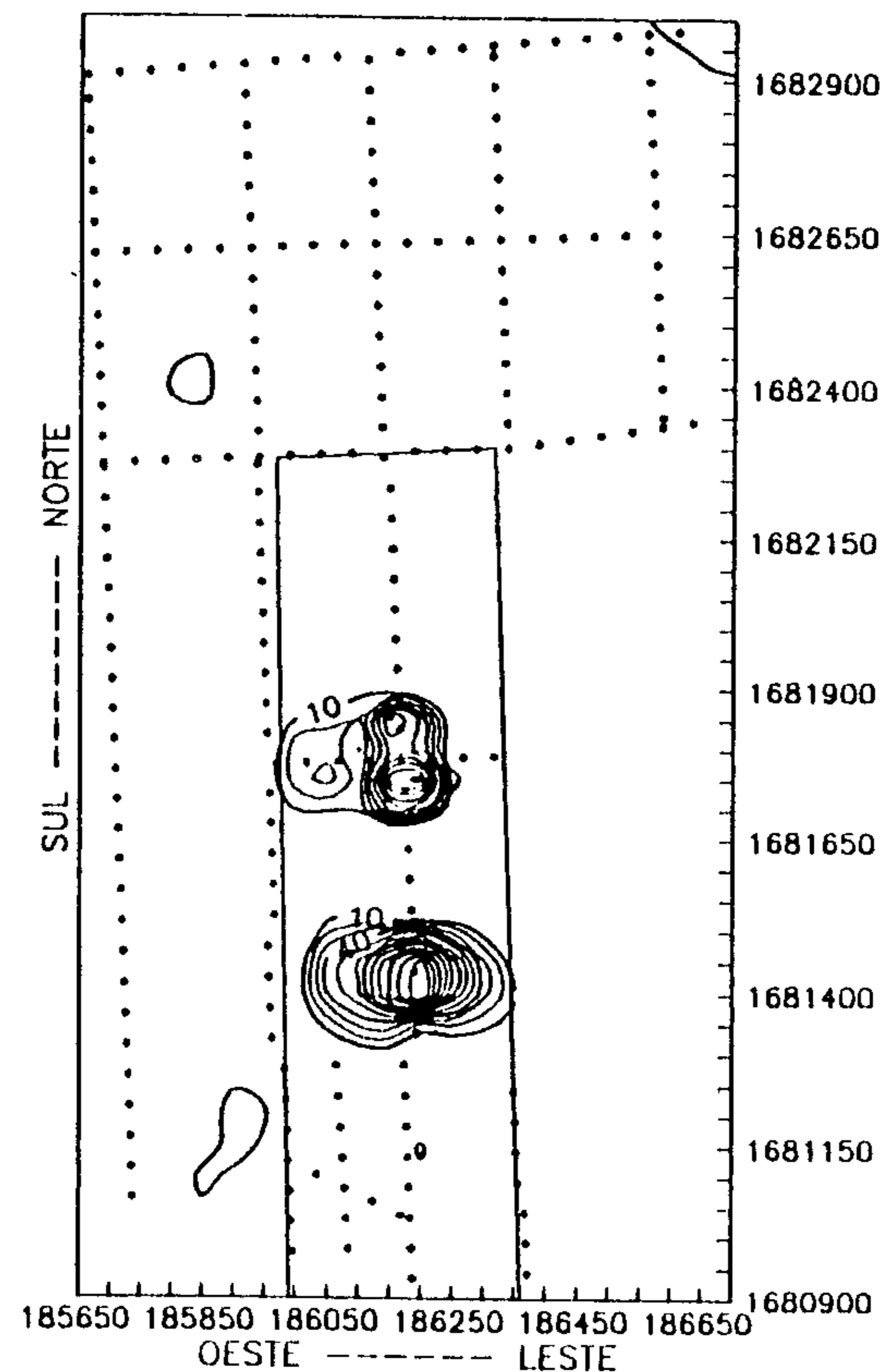


FIGURA 16b - Variacao positiva entre janeiro e outubro de 1992 para o nivel 15 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

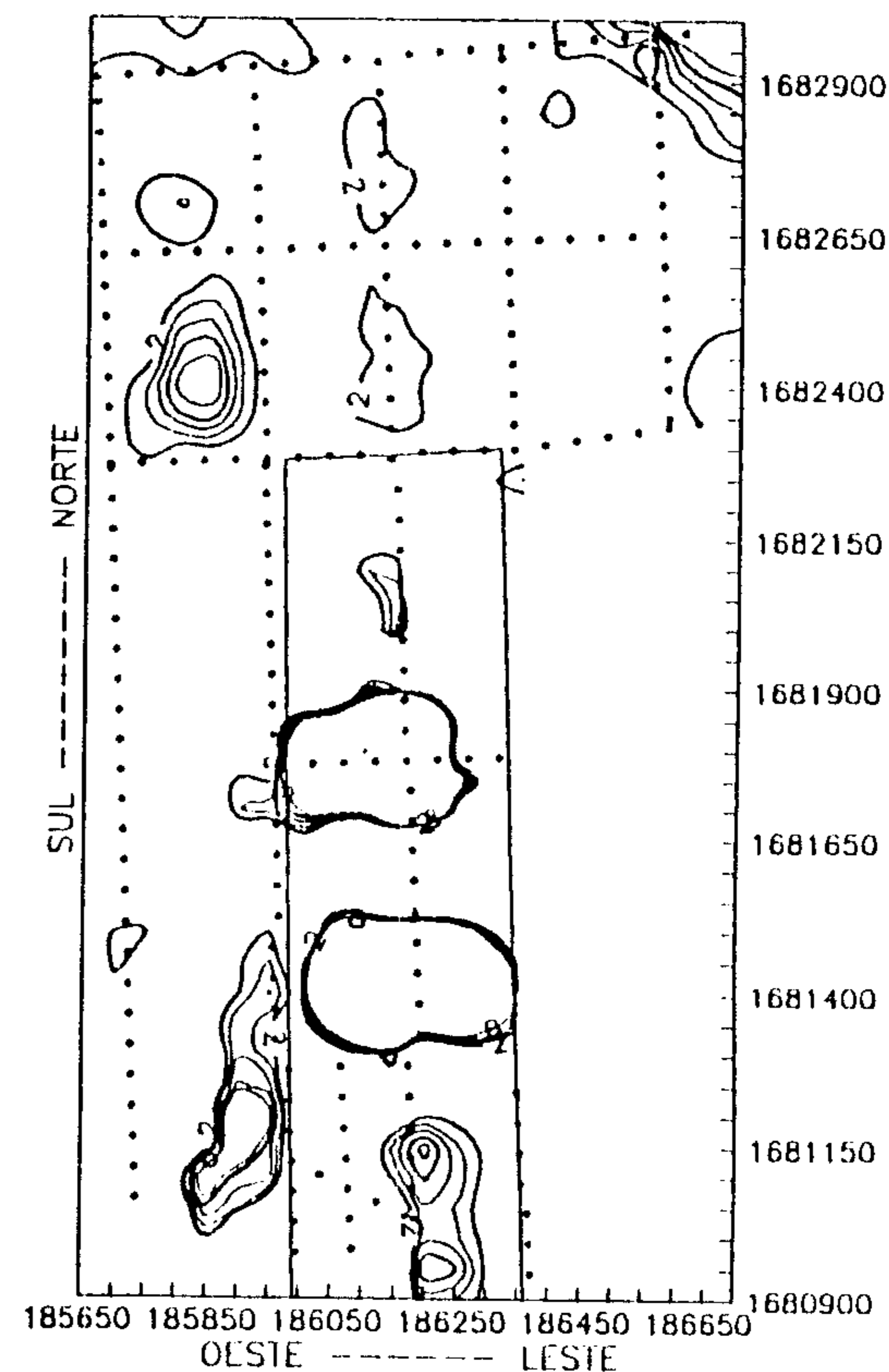


FIGURA 16c - Variacao positiva fina, janeiro a outubro de 1992 para o nivel 15 metros.
Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre.
Programa PROTEGER.
Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

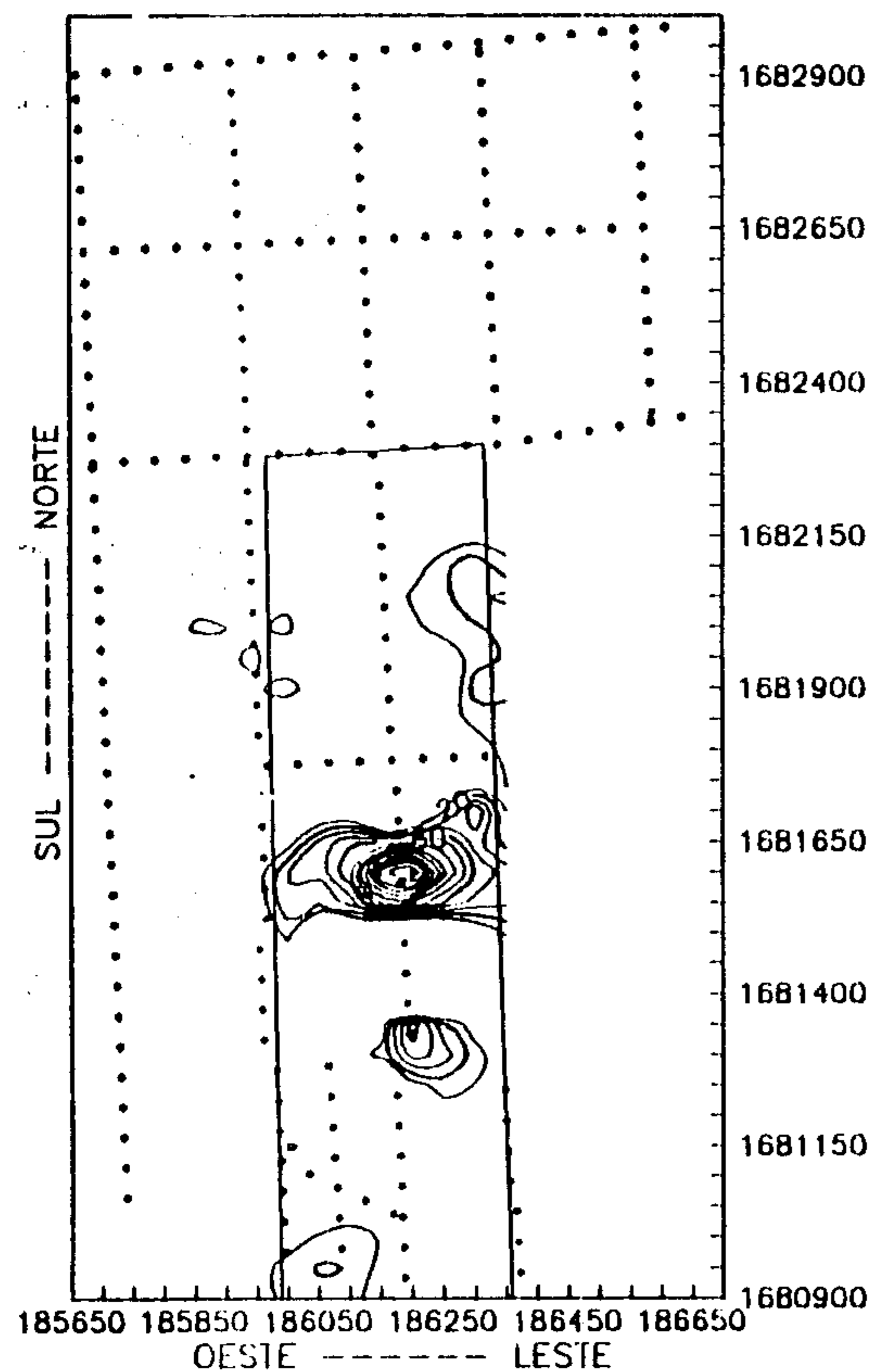


FIGURA 17a - Variacao negativa entre janeiro e outubro de 1992 para o nivel 30 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

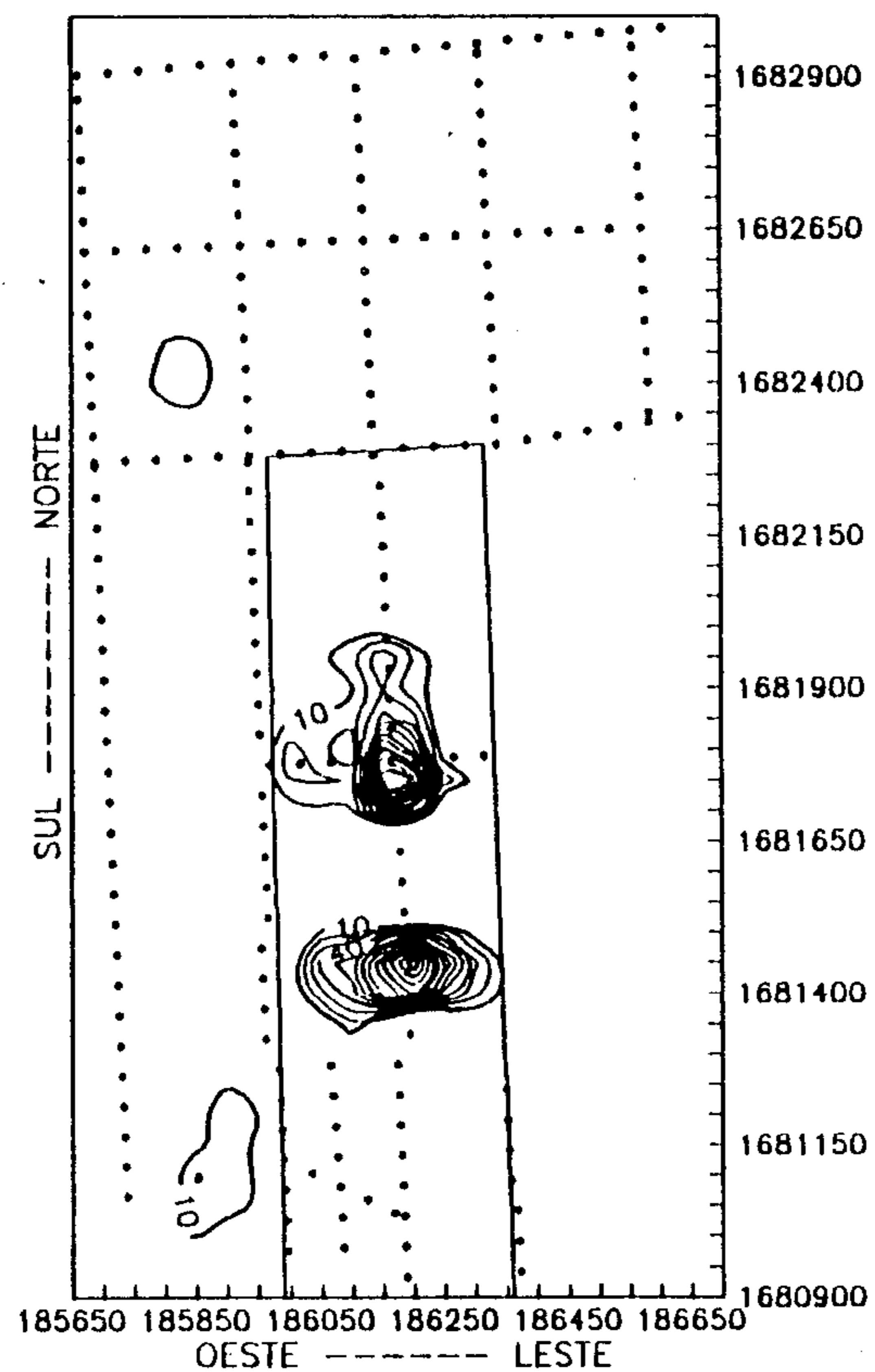


FIGURA 17b - Variacao positiva entre janeiro e outubro de 1992 para o nivel 30 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

JANEIRO A OUTUBRO - 1992

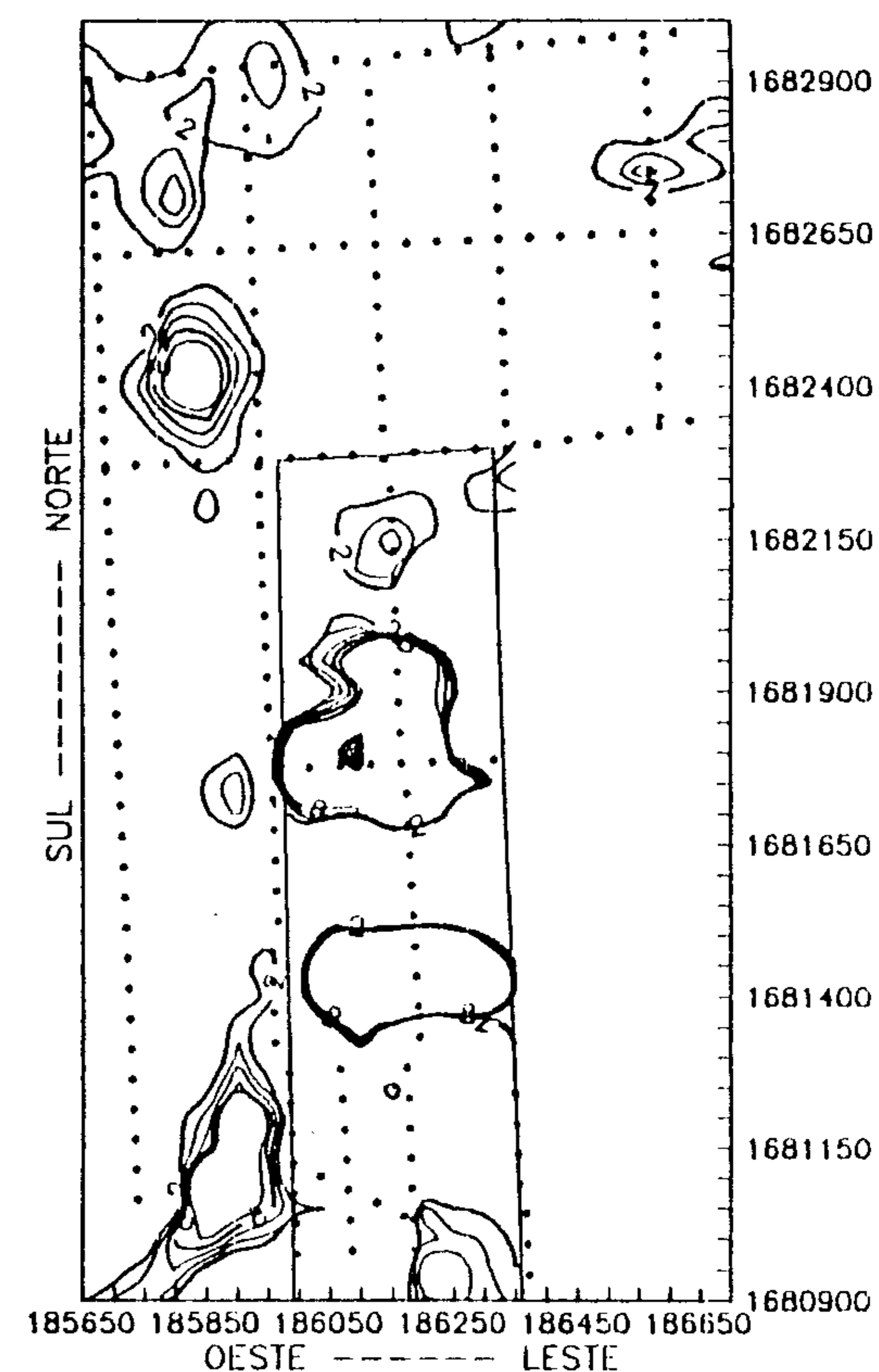


FIGURA 17c - Variacao positiva fina, janeiro a outubro de 1992 para o nivel 30 metros. Deposito de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre. Programa PROTEGER. Convenio CPRM/METROPLAN.

Tabelas

TABELA 1 - PRODUÇÃO "PER CAPITA" DE RESÍDUOS URBANOS ESTIMADA PARA OS MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL

POPULAÇÃO (habitantes)			PRODUÇÃO "PER CAPITA" (Kg / hab / dia)
1	até	50.000	0,4
50.000	a	200.000	0,5
200.000	a	500.000	0,6
acima	de	500.000	0,7

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

MUNICÍPIO	ÁREA URBANA		ÁREA RURAL		TOTAL	POPULAÇÃO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(habitantes)	
01	ALVORADA	5.100	71,6	2.027	28,4	7.127	140.000
02	CACHOEIRINHA	3.463	83,4	688	16,6	4.151	88.100
03	CAMPO BOM	2.417	41,8	3.361	58,2	5.778	46.750
04	CANOAS	9.542	27,1	25.632	72,9	35.165	279.000
05	DOIS IRMÃOS	9.304	60,1	6.167	39,9	15.471	19.000
06	ELDORADO DO SUL	2.153	3,3	62.864	96,7	65.014	17.700
07	ESTÂNCIA VELHA	2.734	52,8	2.440	47,2	5.174	28.200
08	ESTEIO	2.276	83,2	460	16,8	2.736	70.250
09	GRAVATAÍ	12.138	26,4	33.884	73,6	46.022	180.950
10	GLORINHA	131	0,4	32.269	99,6	32.400	4.600
11	GUAÍBA	2.535	3,4	72.479	96,6	75.014	83.100
12	IVOTÍ	656	4,4	14.139	95,6	14.795	16.300
13	NOVA HARTZ	637	9,7	5.933	90,3	6.570	10.000
14	NOVO HAMBURGO	8.048	36,5	13.981	63,5	22.029	200.900
15	PAROBÉ	3.841	36,2	6.763	63,8	10.604	31.900
16	PORTÃO	1.364	8,8	14.083	91,2	15.447	19.450
17	PORTO ALEGRE	32.318	67,5	15.586	32,5	47.904	1.262.650
18	SÃO LEOPOLDO	7.034	65,5	3.710	34,5	10.744	167.750
19	SAPIRANGA	1.757	10,2	15.398	89,8	17.155	58.400
20	SAPUCAIA DO SUL	4.210	65,3	2.235	34,7	6.445	104.850
21	TRIUNFO	9.313	11,4	72.616	88,6	81.929	17.950
22	VIAMÃO	14.236	9,6	134.633	90,4	148.864	168.500
SOMATÓRIO		135.207	20,0	541.336	80,0	676.543	3.016.300

FONTES:

- "Evolução dos perímetros municipais da RMPA". METROPLAN, março de 1991;
- "XI Recenseamento geral do Brasil". IBGE, setembro de 1991.

TABELA 3 - RESULTADOS DAS SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS

	LOCALIZAÇÃO SITUAÇÃO	CORTE GEOELÉTRICO		RESISTIVIDADES (OHM.M)					ESPESSURAS (M)				
		Nº CAMADAS	TIPO	1	2*	3	4*	5**	1	2*	3	4*	
SEV-01	ESTAÇÃO 15 SOBRE LIXO NÃO TRATADO	04	QH	88	12,6		6,5	67,5	0,33	5,10		15,30	
SEV-02	ESTAÇÃO 171 SOBRE DIQUE ENTRE LIXO E VALÃO	03	H	64			9,0	90	2,25			22,50	
SEV-03	ESTAÇÃO 208 FORA LIXO	05	HKH	110	***	207	***	23,5	90	0,62	9,30	2,00	38,50
SEV-04	ESTAÇÃO 199 SOBRE LIXO TRATADO	03	H	39			13	61	0,44			27,70	

* = camada saturada

** = embasamento

*** = resistividades da camada saturada maiores que 20 ohm.m (não contaminado)

TABELA 4 - COMPARAÇÃO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA COM AS MEDIÇÕES GEOFÍSICAS

POÇOS	ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA				CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (mmho/m) - MÉTODO EM-34-J					
	JUNHO		OUTUBRO		JULHO			NOVEMBRO		
	CON- DUTIV. mho/cm	CLO- RETOS mgcl/l	CON- DUTIV. mho/cm	CLO- RETOS mgcl/l	ESPAÇAMENTO ENTRE BOBINAS			ESPAÇAMENTO ENTRE BOBINAS		
				10 m	20 m	40 m	10 m	20 m	40 m	
PH1	526.0	31.2			18.5	23.3	25			
PH1/R			449.0	46.8				18	21	24
PH1/P			326.0	88.4				18	21	24
PJ1	471.0	83.0			82.8	86.6	90.5			
PJ1/P			1158.0	286.0				89	88	93
PJ2	861.0	83.0			49.8	53.0	59.0			
PJ2/R			572.0	119.0				79.3	82.6	79.0
PJ2/P			1517.0	379.6				79.3	82.6	79.0
PJ3	1164.0	260.0			46	54.6	68			
PJ3/R			1050.0	67.6				47.3	50.6	65.5
PJ3/P			3750.0	1284.4				47.3	50.6	65.5

Quadro

QUADRO 1 : Parâmetros e respectivas faixas de concentrações verificados em lixiviados gerados em depósitos de resíduos urbanos

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (mg/l)
pH (valor)	5 - 9
DQO	100 - 62.400
DBO	2 - 38.000
TOC	20 - 19.000
Ácidos Voláteis (C ₁ - C ₆)	ND - 3.700
N amoniacal	5 - 1.000
N orgânico	ND - 770
NO _x	0.5 - 5
Fosfatos	0.02 - 3
Cloretos	100 - 3.000
Sulfatos	60 - 460
Sódio	40 - 2.800
Potássio	20 - 2.050
Magnésio	10 - 480
Cálcio	1,0 - 165
Cr total	0,05 - 1
Manganês	0,3 - 250
Ferro	0.1 - 2.050
Níquel	0.05 - 1.70
Cobre	0,01 - 1.15
Zinco	0,05 - 130
Cádmio	0,005 - 0.01
Chumbo	0,05 - 0.60

Fonte - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP "Landfill of Hazardous Industrial Waste - a training manual Technical Report N° 17 - IE/PAC, April 1993"

INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A GESTÃO TERRITORIAL - GATE

Objetivam a criação de produtos relacionados ao meio físico e às gestões ambientais, destinados a subsidiar tecnicamente as decisões dos planejadores e administradores dos diversos tipos de espaços geográficos do território nacional.

As publicações decorrentes dessa linha de atuação da CPRM apontam contribuições das mais diversas áreas do conhecimento ao interesse da ocupação e aproveitamento do meio ambiente, respeitado o condicionamento do meio físico.

Nesse contexto, as publicações foram agrupadas consoante os temas a seguir discriminados:

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS
SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
SÉRIE DOCUMENTAÇÃO
SÉRIE ORDENAÇÃO TERRITORIAL
SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS
SÉRIE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Geomorfologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 02 - Pedologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 03 - Geologia do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 04 - Geomorfologia do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 05 - Pedologia do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 06 - Cobertura Vegetal do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 07 - Geologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 08 - Geomorfologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 09 - Cobertura Vegetal do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 10 - Formações Superficiais do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 11 - Pedologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 12 - Vegetação e Uso Atual do Solo do Município de Criciúma - SC. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Levantamento Gravimétrico da Área Sedimentar de Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 02 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 03 - Fontes de Poluição e Degradação Ambiental do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 04 - Catástrofe de Igrejinha - RS. 1994.
- Vol. 05 - Catástrofe de Nova Hartz - RS. 1994.
- Vol. 06 - Avaliação Geofísica da Pluma Poluidora Gerada por um Depósito de Lodo de Curtume - Estância Velha - RS. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Os Aterros Sanitários e a Poluição das Águas Subterrâneas - Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte

- Vol. 01 - Espeleologia, Inventário de Cavidades Naturais, Região de Matozinhos, Mocamboeiro - MG. 1994.

SÉRIE DOCUMENTAÇÃO

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Documentação Básica Do Projeto - Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 02 - PROTEGER - Sinopse dos Trabalhos Realizados. RS. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.
- Vol. 02 - Subsídios para Caracterização do Meio Físico - Informações Básicas. 1994.

Residência da CPRM de Fortaleza

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Fortaleza. CE. 1994.
- Vol. 02 - Índice de Informações Cartográficas - Região Costeira do Ceará - CE. 1994.

SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte

- Vol. 01 - Socioeconomia, Zoneamento Geomorfológico, Geologia, Uso da Terra e Cobertura Vegetal, Caracterização dos Solos e Avaliação da Capacidade de Uso das Terras do Município de Capim Branco. MG-1994.
- Vol. 02 - Hidrologia (Uso das Águas Subterrâneas), Hidrogeologia (Favorabilidade à Exploração de Água Subterrânea), Geotecnia (Zoneamento Geotécnico), Espeleologia e Declividade do Município de Capim Branco. MG-1994.

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Diagnóstico Setorial da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 02 - Cobertura Vegetal e Ocupação Atual do Solo da Área de Influência da Barragem Olaria Velha e da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 03 - Suscetibilidade à Erosão da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 04 - Adequação do Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 05 - Isodeclividade da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 06 - Áreas de Inundação, Alagamento e Banhados da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 07 - Isodeclividade do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 08 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 09 - Áreas com Restrição à Mineração do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 10 - Áreas com Maior Favorabilidade à Mineração e Menor Risco Ambiental do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 11 - Isodeclividade do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 12 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 13 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 14 - Áreas de Proteção do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 15 - Áreas Críticas e com Restrições à Ocupação do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 16 - Adequação do Uso Agrícola do Solo Rural do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 17 - Uso Recomendado do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 18 - Diagnóstico Preliminar dos Aspectos Ambientais do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Metodologia para Estudos Neotectônicos Regionais. Caso João Câmara. RN. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de Salvador

- Vol. 01 - Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA. Informações Básicas do Meio Físico. BA. 1994.
- Vol. 02 - Área de Proteção Ambiental de Mangue Seco. Plano Manejo. BA. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

- Vol. 01 - Áreas Naturais sob Proteção - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.
- Vol. 02 - Cartas Temáticas de Planejamento da Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.

SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Turismo Geocientífico: Uma Viagem no Tempo - PE. 1994.

SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol. 01 - Potencial Hidrogeológico do Município de Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 02 - Monitoramento Hídrico da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.

Vol. 03 - Potencial Hídrico Subterrâneo do Município de Nova Hartz - RS. 1994.

Vol. 04 - Avaliação Geofísica das Águas Subterrâneas no Balneário de Capão Novo - RS. 1994.

Vol. 05 - Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma - SC. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife - PE. 1994.

SÉRIE RECURSOS MINERAIS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Parobé - RS. 1994.

Vol. 02 - Áreas Mineradas para Carvão - Município de Criciúma - SC. 1994.

Vol. 03 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Criciúma - SC. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Insumos Minerais no Sertão do Pajeú: Calcários e Mármore. PE. 1994.

Vol. 02 - A Mineração na Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Vol. 03 - A Atividade Extrativa Mineral em Jaboatão dos Guararapes. PE. 1994.

Residêncial da CPRM de Fortaleza

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não Metálicos da Região Metropolitana de Fortaleza - CE. 1994.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Sede

SGAN - 603 - Módulo "I" - 1º andar - Cep: 70830.030 - Brasília - DF
Telefones: (061)312-5121 - (061)223-1059 (PABX),
Telex: 611355 - Fax: (061)225-3985

Escritório Rio

Av. Pasteur, 404 - Urca - Cep: 22290.240 - Rio de Janeiro - RJ
Telefones: (021)295-5337 - (021)295-0032 (PABX)
Telex: 2122685 - 2132525 - FaX: (021)542-3647

Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos

Telefones: (021)295-6647 (021)295-6797
Fax: (021)542-3647

Departamento de Geologia

Telefone: (021)295-4992
Fax: (021)295-6347

Centro de Documentação Técnica

Telefone: (021)295-5897
Fax: (021)295-6347

Superintendência Regional de Belém

Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - Cep: 66095.110 - Belém - PA
Telefones: (091)226-0016 - (091)226-6066 (PABX)
Telex: 911149 - Fax: (091)226-0016

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep: 30140.000 - Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)222-2037 - (031)201-5977 (PABX)
Telex: 311011 - Fax: (031)226-4401

Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista - Cep: 74170.110 - Goiânia - GO
Telefones: (062)281-1709 - (062)281-1522 (PABX)
Telex: 622157 - Fax: (062)281-1709

Superintendência Regional de Manaus

Av. Carvalho Leal, 1017 - Cachoeirinha - Cep: 69065.000 - Manaus - AM
Telefones: (092)622-4387 - (092)622-4723(PABX)
Telex: 922265 - Fax: (092)622-2977

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Cep: 90840.030 - Porto Alegre - RS
Telefones: (051)233-4643 - (051)233-7311 (PABX)
Telex: 511062 - Fax: (051)233-7772

Superintendência Regional de Recife

Av. Beira Rio, 45 - Madalena - Cep: 50750.520 - Recife - PE
Telefones: (081)228-2988 - (081)227-0277 (PABX)
Telex: 811368 - Fax: (081)228-2142

Superintendência Regional de Salvador

6ª Avenida do Centro Administrativo da Bahia
Estrada da Sussuarana, 2862 - Cep: 41213.000 - Salvador - BA
Telefone: (071)371-2835 - (071)230-9977 (PABX)
Telex: 711182 - Fax: (071)371-4005

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Domingos de Morais, 2463 - Vila Mariana - Cep: 04035.000 - São Paulo - SP
Telefones: (011)570-9296 - (011)549-1133 (PABX)
Telex: 1123758 - Fax: (011)549-1565

Residência de Fortaleza

Rua Henriqueta Galeno, 380 - Dionísio Torres - Cep: 60135.420 - Fortaleza - CE
Telefone: (085)244-7177 (PABX)
Telex: 851532 - Fax: (085)244-7237

Residência de Porto Velho

Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques - Cep: 78904.300 - Porto Velho - RO
Telefone: (069)223-3544 (PABX)
Telex: 0692124 - Fax: (069)221-5435



C P R M

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

Rua Banco da Província, 105 CEP 90840-030
Fone (051) 233-7311
FAX (051)233-7772
Porto Alegre - RS



METROPLAN

FUNDAÇÃO DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO E REGIONAL

Av. Ipiranga, 1365 - 6º andar CEP 90160-093
FONE (051)223-1377 - ramal 214
FAX (051) 229-9291
Porto Alegre - RS