

CNEN/SP

ipen Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares

**PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL DA USINA DE
ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO ALMIRANTE
ÁLVARO ALBERTO**

**Goro Hiromoto, Venusa Maria Feliciano Jacomino, Luzia Venturini, Sandra Regina Damatto
Moreira, Ana Maria Pinto Leite Gordon, Celina Lopes Duarte, Brigitte Roxana Soreanu
Peequilo, Barbara Paci Mazzilli.**

PUB
PUBLICAÇÃO IPEN 233

NOVEMBRO/1988

**PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL DA USINA DE
ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO ALMIRANTE
ÁLVARO ALBERTO**

**Goro Hiromoto, Venusa Maria Feliciano Jacomino, Luzia Venturini, Sandra Regina Damatto
Moreira, Ana Maria Pinto Leite Gordon, Celina Lopes Duarte, Brigitte Roxana Soreanu
Pecequilo, Barbara Paci Mazzilli**

DEPARTAMENTO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

**CNEN/SP
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
SÃO PAULO - BRASIL**

INIS Categories and Descriptors

C52.10

AGRICULTURE

AIR

BACKGROUND RADIATION

BRAZIL

ENRICHED URANIUM

ENVIRONMENT

HUMAN POPULATIONS

LAND USE

METEOROLOGY

NATURAL RADIOACTIVITY

NUCLEAR FACILITIES

RADIATION MONITORING

REGIONAL ANALYSIS

SOILS

THERMOLUMINESCENT DOSIMETRY

WATER

**PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL DA USINA DE ENRIQUECIMENTO
DE URÂNIO ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO**

ÍNDICE

1.	Introdução.....	2
2.	Características do local.....	3
2.1.	Localização do sítio.....	3
2.2.	Distribuição da população dentro do raio de 8 km	5
2.3.	Uso da terra e da água.....	5
2.4.	Hidrologia.....	7
2.5.	Meteorologia.....	11
3.	Programa de Monitoração Ambiental.....	15
3.1.	Aspectos gerais.....	15
3.2.	Vias de exposição do homem à radiação.....	17
3.3.	Estrutura do programa.....	20
3.4.	Amostragem e análise de contaminantes.....	21
3.5.	Medida do nível de radiação direta.....	27
3.6.	Amostragem e análise de contaminantes não radio tivos.....	27
4.	Resultados.....	28
5.	Referências bibliográficas.....	75

PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL DA USINA DE ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO.

Goro Hiromoto, Vanusa Maria Feliciano Jacomino ,
Luzia Venturini, Sandra Regina Damato Moreira, Ana
Maria Pinho Leite Gordon, Celina Lopes Duarte,
Brigitte Roxana Soreana Pecequillo, Barbara Paci
Mazzilli.

RESUMO

No presente trabalho é apresentado o Programa de Monitoração Ambiental da Usina de Enriquecimento de Urânio Almirante Álvaro Alberto, bem como os resultados das medidas obtidas em sua fase pré-operacional.

São apresentados, ainda, dados sobre a distribuição populacional, uso e ocupação do solo, uso das águas, produção agropecuária e meteorologia.

Para a avaliação dos níveis de radiação natural existentes no local e comparação futura com níveis operacionais foram amostrados e analisados o ar, a água e indicadores terrestres e biológicos. Foi feita a determinação dos níveis de concentração dos radionuclídeos naturais emissores gama e do urânio total em amostras de ar, águas superficiais, precipitação pluviométrica, água de poço, sedimento de fundo de rio, solo, pasto, vegetação rasteira, vegetais, leite, carne e peixes. Foram realizadas também medidas dos níveis de radiação direta no ambiente por meio de dosimetria termoluminescente.

São apresentados, também, os resultados da análise dos contaminantes não radioativos para controle de qualidade da água e da concentração de fluoretos sólidos e gasosos na atmosfera.

ENVIRONMENTAL MONITORING PROGRAM OF THE URANIUM ENRICHMENT FACILITY ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO

ABSTRACT

In this report, the Environmental Monitoring Program of the Uranium Enrichment Facility Almirante Álvaro Alberto is outlined and the results obtained during the preoperational period are presented.

Information concerning the population distribution, the use of water and land, the local agricultural production and the local meteorology are also available.

In order to evaluate the levels of the background radiation, samples of water, air and biological and terrestrial indicators were analyzed.

Measurements were performed of natural gamma emitters concentration levels and of uranium in air, surface water, precipitation, groundwater, river sediment, soil, grass, vegetation and various foodstuffs. For direct measurement of background radiation levels a solid state dosimeter network was used.

Results are also presented for the analysis of non radioactive pollutants in the water samples and for the particulates and gaseous fluorides concentration in the atmosphere.

1 - INTRODUÇÃO

No Centro Experimental de Aramar, localizado no Sítio Aramar, na zona rural do Município de Iperó - SP, está sendo construída a Usina de Enriquecimento de Urânio Almirante Álvaro Alberto que utilizará a tecnologia de ultracentrifugação gasosa do urânio natural na forma de hexafluoreto de urânio (UF_6).

O UF_6 é um composto de alta reatividade que, uma vez liberado no meio ambiente, reage rapidamente com a umidade do ar, formando aerossóis de fluoreto de urânio (UO_2F_2) e ácido fluorídrico (HF).

Os compostos de urânio, tais como o UF_6 e UO_2F_2 , são tóxicos ao organismo humano tanto sob o aspecto radiológico como, principalmente, sob o aspecto químico. Quanto ao HF, sua toxicidade é somente química.

Embora a eliminação dos efluentes líquidos e gasosos da usina seja feita de forma rigidamente controlada, é necessário que se estabeleça um programa de monitoração ambiental na zona de influência da usina, desde a sua fase pré-operacional até a sua completa desativação.

Esse programa foi estabelecido pela Divisão de Monitoração Ambiental do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP) e abrange uma região com um raio de 8 km ao redor da usina de enriquecimento⁽¹⁾.

O presente trabalho descreve o programa posto em prática e apresenta os resultados das medidas obtidos em sua fase pré-operacional.

2 - CARACTERÍSTICAS DO LOCAL

Este capítulo apresenta as informações básicas a respeito das características físicas, químicas, biológicas e antrópicas do meio-ambiente local relevantes para o estabelecimento do Programa de Monitoração Ambiental da Usina de Enriquecimento de Urânio Almirante Álvaro Alberto. Estas informações foram extraídas do Relatório do local da usina⁽²⁾.

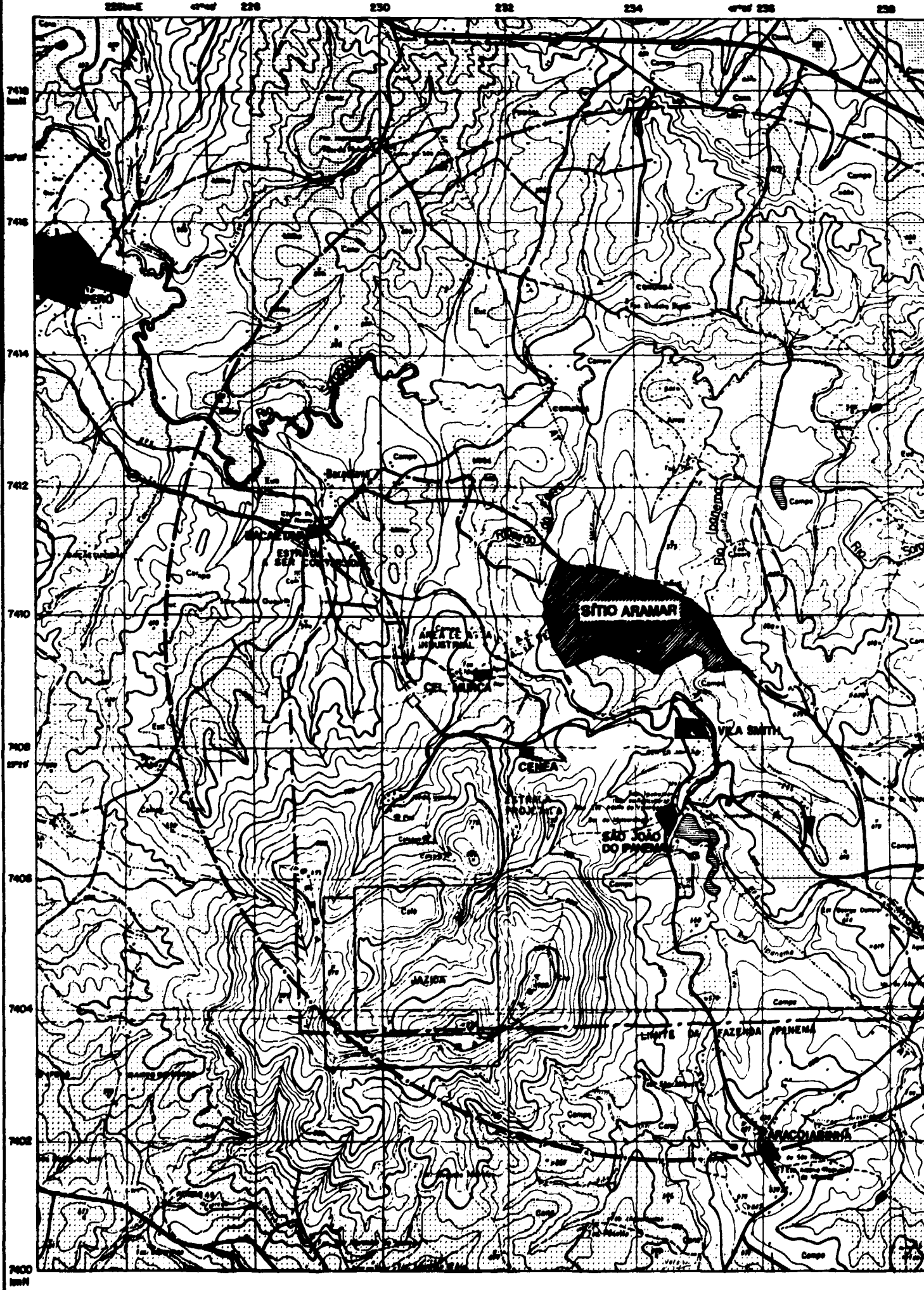
2.1 - LOCALIZAÇÃO DO SÍTIO

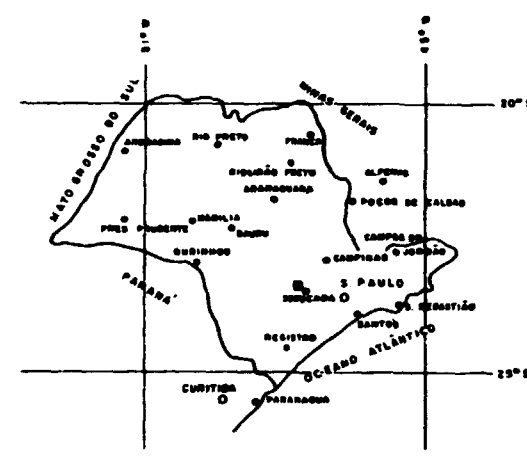
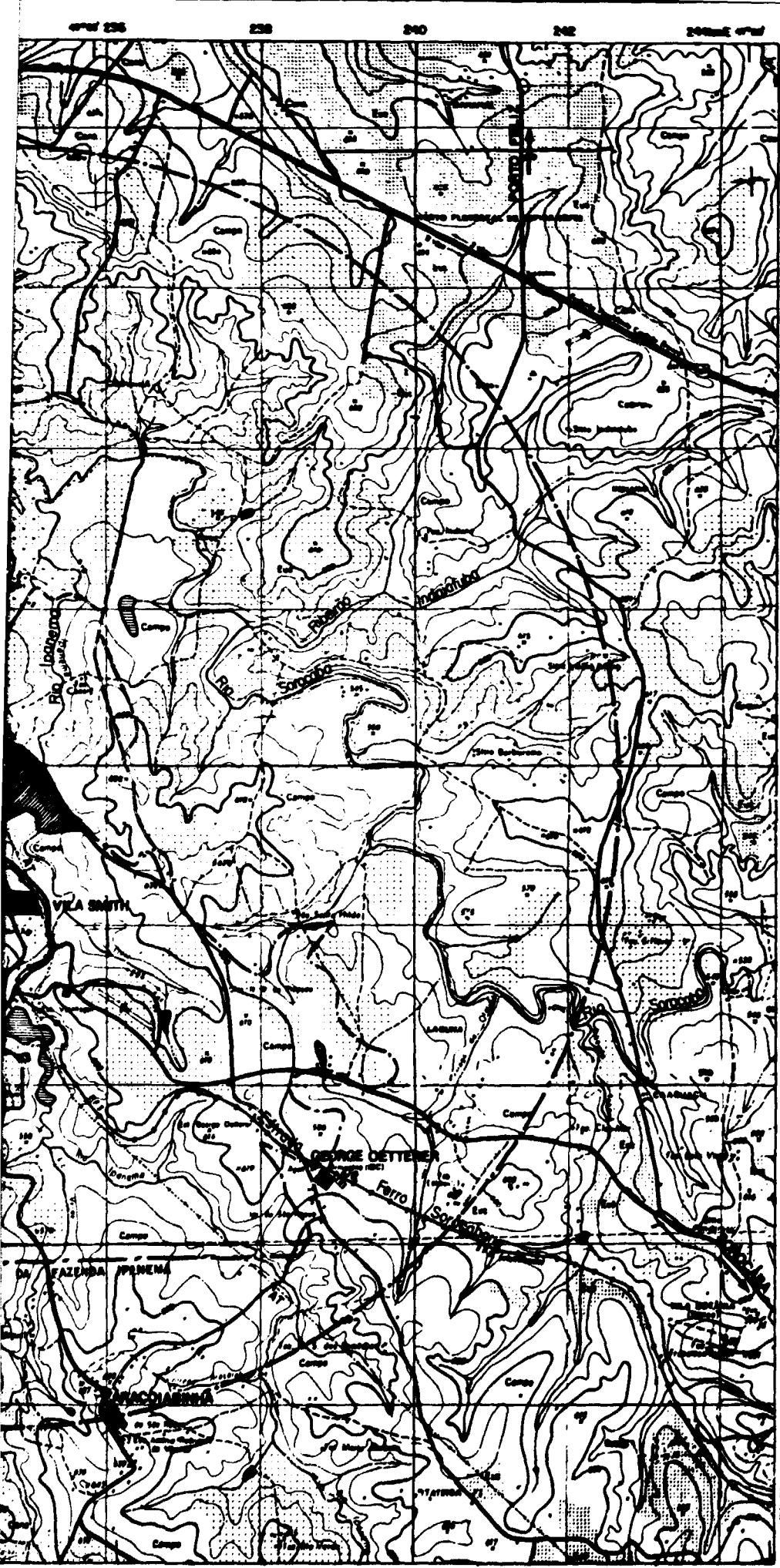
A Usina de Enriquecimento de Urânio Almirante Álvaro Alberto está localizada na zona rural do Município de Iperô, Estado de São Paulo, e compreende uma área total de 300 ha do Sítio Aramar que abriga todo o Centro Experimental de Aramar. As coordenadas geográficas do Sítio Aramar são 23°24' S e 47°35' W.

O Sítio Aramar está localizado às margens do Rio Ipanema, afluente do Rio Sorocaba, em uma cota aproximada de 620 m e dista 110 km da cidade de São Paulo, 16 km da cidade de Sorocaba, 13 km da cidade de Iperô e 17 km da cidade de Boituva. A área total do Sítio é delimitada ao norte pela estrada que liga as cidades de Iperô e Sorocaba, a sudeste por dois córregos afluentes do Rio Ipanema e, ao sul e a oeste, pelo Centro Nacional de Engenharia Agrícola.

Na Figura 2.1 é mostrada a localização do Sítio Aramar em relação aos centros urbanos mais próximos.

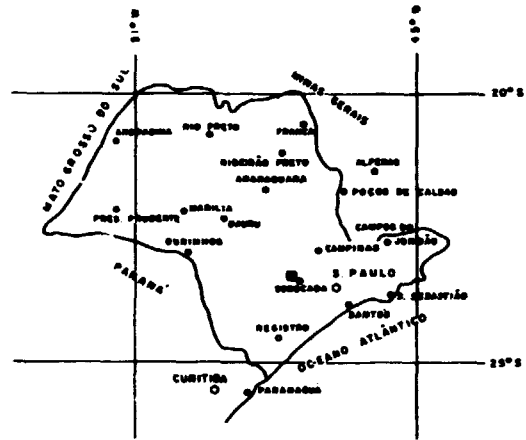
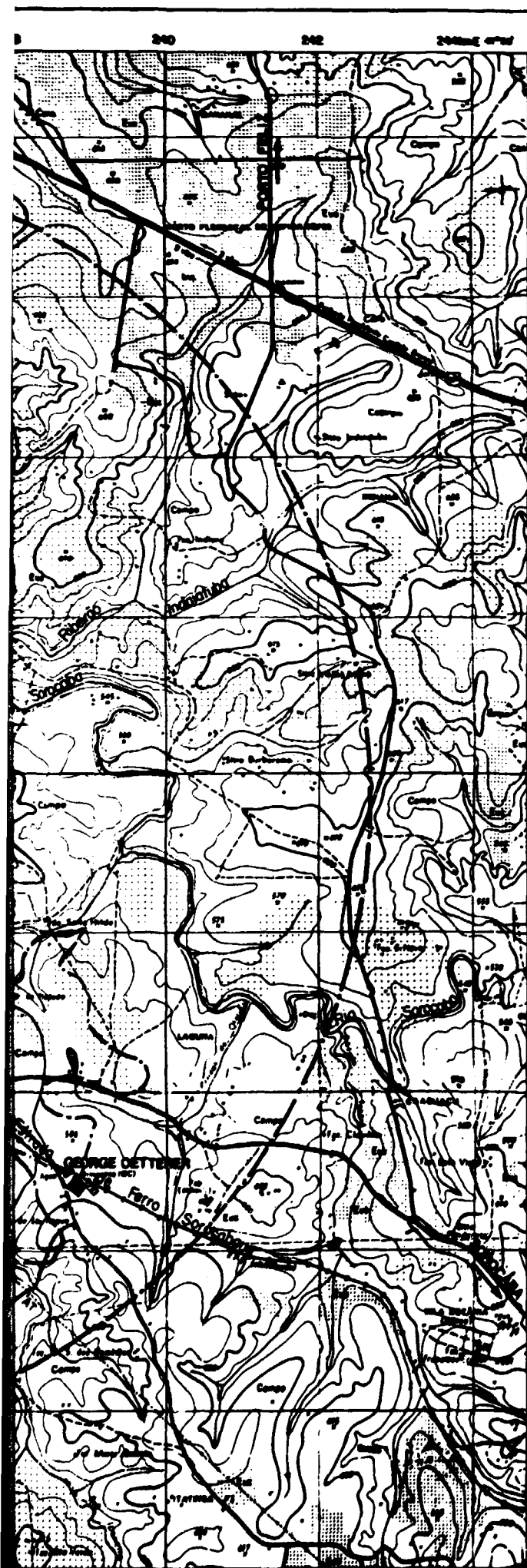
SECTION 1





SECTION 2

Figura 2.1 – Localização do Sítio Aramar em relação aos centros urbanos mais pr



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

SECTION 3

Figura 2.1 - Localização do Sítio Aramar em relação aos centros urbanos mais próximos.

2.2 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DENTRO DO RAI0 DE 8 km

A área dentro do raio de 8 km da usina de enriquecimento é de população predominantemente rural. A Tabela 2.1 apresenta a distribuição da população por setor e distância radial, basea da 1.0 censo demográfico de 1980.

Dentro deste raio há 13 unidades educacionais com 1478 alunos, divididos entre os cursos de pré-escola e primeiro e segundo grau; não existem instalações médico-hospitalares.

2.3 - USO DA TERRA E DA ÁGUA

2.3.1 - Uso da terra

Na área abrangida predomina a atividade pecuária, sendo o rebanho bovino para produção de leite o seu principal efetivo.

As culturas temporárias, com exceção das produzidas pelo Centro Nacional de Engenharia Agrícola, são cana-de-açúcar, milho, feijão e hortaliças e as culturas perenes, laranja e eucalipto.

O Centro Nacional de Engenharia Agrícola (CENEA) -Fazenda Ipanema ocupa cerca de 40% da área de estudo, englobando uma área total de 6.778,34 ha, estando distribuída da seguinte maneira :

- Centro Experimental de Aramar - 300 ha
- FEPASA - 37,28 ha
- Concessão de lavras - 694,11 ha
- Campos realengos - 377,56 ha
- Culturas - 1.237,33 ha
- Pastagens - 1.106,87 ha
- Matas - 1.223,35 ha
- Reflorestamento - 658,45 ha
- Estradas internas - 58,26 ha
- Represas várzeas - 183,39 ha

TABELA 2.1
Distribuição da População Residente por Setor e
Distância Radial Dentro do Raio de 8 km
do Sítio Aramar (Censo de 1980)

SETOR	DISTÂNCIA RADIAL DO SÍTIO ARAMAR (km)					
	0-1,5	1,5-3,0	3,0-4,5	4,5-6,0	6,0-8,0	0-8,0
S	7	21	35	49	85	197
SSW	7	21	35	49	78	190
SW	7	21	35	49	91	203
WSW	7	21	35	49	90	202
E	7	21	35	31	49	143
ESE	7	21	35	41	52	156
SE	7	21	35	49	76	188
SSE	7	21	35	49	81	193
N	7	21	30	31	58	147
NNZ	7	21	32	35	70	165
NE	7	21	30	41	73	172
ENE	7	21	25	32	36	121
W	7	21	35	49	88	200
WNW	7	21	35	49	80	192
NW	7	21	35	43	53	159
NNW	7	21	35	33	51	147
TOTAL GERAL	112	336	537	679	1111	2775

- Edificações - 364,39 ha
- Terras impróprias para exploração agrícola - 536,93 ha.

Sua produção agrícola se destina ao consumo local: venda aos funcionários do CENEA, alimentação de animais e boa parte para ser vendida a terceiros através de leilão, sem controle do destino desses produtos leiloados.

A produção pecuária do CENEA destina-se ao consumo local e à venda aos funcionários da Fazenda Ipanema. Estão em implantação tanques para piscicultura, cuja produção entrará no convênio CENEA/Consórcio de Prefeituras Municipais para utilização em merenda escolar e distribuição às instituições de caridade da região.

A Figura 2.2 mostra o zoneamento de uso do solo dentro do raio de 8 km da Usina. As áreas demarcadas como pastagens se confundem com campos naturais e possuem bolsões de matas naturais.

2.3.2 - Uso da água

A captação superficial mais próxima, cadastrada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), localiza-se a 50 km do Sítio Aramar, na cidade de Laranjal Paulista, a jusante do ponto de descarga, seguindo o curso do Rio Ipanema e do Rio Sorocaba.

Dentro do raio de 8 km a maior parte da população utiliza água de poço para consumo e a água dos Rios Ipanema e Sorocaba para irrigação. Entretanto, sendo a captação feita de modo domiciliar, não existem dados cadastrados pelo DAEE.

2.4 - HIDROLOGIA

2.4.1 - Águas superficiais

- ① PASTO
- ② MATA
- ③ LARANJA
- ④ FEIJAO
- ⑤ CANA
- ⑥ MILHO
- ⑦ TRIGO
- ⑧ ARROZ
- ⑨ GADO DE CORTE
- ⑩ GADO DE LEITE
- ⑪ CRIACAO DE CAVALOS
- ⑫ SOJA
- ⑬ TERRA ARADA
- ⑭ MANDIOCA
- ⑮ HORTALIÇAS
- ▨ ARAMAR

— FAZENDA IPANEMA

- VILAREJOS
- 1 BACAETAVA
- 2 VILA CEL. MURSA
- 3 VILA SMITH
- 4 VILA SAO JOAO DO IPANEMA
- 5 ARAÇOIABINHA
- 6 GEORGE OETTERER

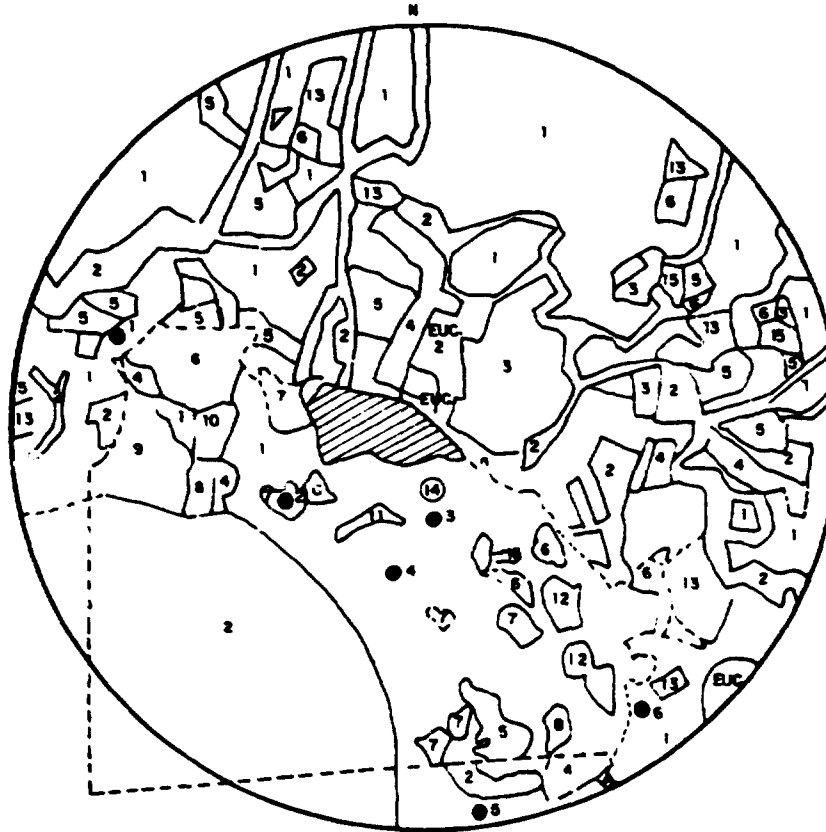


FIG. 2.2 - ZONEAMENTO DO USO DO SOLO DENTRO DO RAI0 DE 8 Km.

O Sítio Aramar é cortado pelo Rio Ipanema e se localiza a 4 km da margem esquerda do Rio Sorocaba.

A bacia do Rio Sorocaba drena uma área de 5.165 km², desde as encostas da Serra de São Francisco, passando pela cidade de Sorocaba, até a desembocadura no Rio Tietê, alguns quilômetros depois da cidade de Laranjal Paulista.

O afluente mais importante do Rio Sorocaba é o Rio Saraçu com 1.420 km² de bacia. Secundariamente, destaca-se o Rio Tatuí. Cabe citar a existência, no Rio Sorocaba, a montante da cidade de Sorocaba, da barragem da usina hidroelétrica de Itupararanga, que dista cerca de 35 km do sítio.

Em termos da qualidade da água, a bacia do Rio Sorocaba pode ser dividida em duas partes. A primeira, a montante da usina hidroelétrica de Itupararanga, onde as cargas poluidoras lançadas no Rio Sorocaba não são significativas.

Na segunda, a jusante da barragem, o Rio Sorocaba passa a receber efluentes do parque industrial das cidades de Sorocaba e Votorantim. Isso torna suas águas impróprias para o tratamento convencional, impossibilitando seu uso para o abastecimento urbano. Mais a jusante dessa área crítica, as descargas poluidoras diminuem significativamente, possibilitando boa auto-depuração dessas águas, que são utilizadas sem problemas no abastecimento da cidade de Laranjal Paulista.

O Rio Ipanema possui uma área de drenagem estimada em 183 km² e receberá os esgotos químicos e domésticos de Aramar, após tratamento adequado.

Devido à inexistência de postos hidrométricos ao longo do curso do Rio Ipanema, não existem informações detalhadas sobre suas características hidrológicas. Para determinação preliminar da vazão do Rio Ipanema, foi realizada uma estimativa aproximada a partir de dados existentes sobre o Rio Sorocaba, obtendo-se uma vazão máxima de 4,6 m³/s e uma vazão mínima de 1,1 m³/s.

2.4.2 - Águas subterrâneas

A área do Sítio corresponde à região de ocorrência do Sistema Aquífero Tubarão, que possui uma superfície de 12.850 km² e é cortado em diversos pontos por intrusões de diabásio e recoberto por sedimentos cenozóicos em áreas próximas aos lineamentos de drenagem.

O armazenamento e circulação da água no Aquífero Tubarão é feito através dos interstícios dos sedimentos clásticos grosseiros intercalados com camadas de sedimentos finos que dificultam o escoamento da água subterrânea no sentido vertical, caracterizando uma situação de anisotropia, com permeabilidades verticais inferiores às horizontais.

A alternância, também em superfície, de sedimentos grosseiros e finos com espessuras variadas, acentua a heterogeneidade das propriedades desse sistema aquífero.

O Aquífero Tubarão apresenta uma predominância de bicarbonatos sódicos em 66,7% das amostras, sendo 30% magnesianas e 3,3% cloretados sódicos.

2.4.2.1 - Características hidráulicas

A grande heterogeneidade litológica do Aquífero Tubarão condiciona uma marcante variabilidade das suas propriedades hidráulicas.

A capacidade específica varia entre os 0,005 e 8,5m³/h/m, sendo a mediana 0,1m³/h/m com 70% das amostras compreendidas no intervalo de 0,02 a 10,5m³/h/m. Os valores de transmissividade predominantes estão entre 1 e 10m²/dia, existindo, porém, zonas com valores bem superiores, como nas proximidades das cidades de Tatuí, Alambari e Sarapuá. Nesses locais obtêm-se valores da ordem de 150m²/dia.

A permeabilidade aparente varia entre 0,001 e 0,0005m/dia

e entre 0,01 e 1 m/dia.

2.4.2.2 - Características dos poços

Segundo o DAEE, 25,6% dos poços cadastrados na região administrativa 4 - Sorocaba - foram perfurados no Aquífero Tubarão.

Em termos de profundidade, 84,5% dos poços apresentam valores entre 40 e 200 metros, com valores médios ao redor de 100 m.

2.5 - METEOROLOGIA

A topografia levemente acidentada da região do Sítio Aramar pode influenciar o fluxo de ar a partir das condições meteorológicas locais. Esse fato deverá ser particularmente analisado sob a influência do anticiclone polar, quando os movimentos atmosféricos são dominados por fenômenos mesometeorológicos de origem local, pois caracterizará a maior ou menor capacidade de dispersão dos efluentes liberados para a atmosfera em condições normais de operação ou de acidentes postulados.

Os dados de climatologia local avaliados a partir das informações coletadas no Posto Meteorológico da Fazenda Ipanema e extrapolados para os limites do Sítio Aramar são apresentados nas Tabelas 2.2 e 2.3.

2.5.1 - Temperatura

Os valores médios mensais da temperatura média, máxima e mínima durante o período de janeiro de 1965 a dezembro de 1976 são apresentados na Tabela 2.2.

Observa-se que as maiores temperaturas médias ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e as menores nos

meses de junho e julho, sendo que a amplitude entre a estação mais quente e a mais fria é de cerca de 7,5°C na temperatura média mensal.

As temperaturas extremas observadas no posto meteorológico da Fazenda Ipanema foram de 36°C em janeiro de 1971, para a máxima e de -1,8°C em julho de 1975, para a mínima.

2.5.2 - Pressão atmosférica

Os valores médios mensais da pressão atmosférica durante o período de janeiro de 1965 a dezembro de 1976 são apresentados na Tabela 2.2.

As maiores pressões médias se verificam nos meses de junho, julho e agosto, devido ao aumento de centros anticiclônicos de alta pressão, que dominam a região durante os meses de inverno. Já as menores pressões médias se verificam nos meses de verão, quando a região está sujeita a menor presença de centros de alta pressão de grande intensidade e maior atividade turbulenta e de convecção, o que tende a provocar um decréscimo na pressão atmosférica da região como um todo.

2.5.3 - Umidade

Os valores médios mensais e anuais, para a região, são apresentados na Tabela 2.2.

Observa-se que a umidade relativa do ar nos locais da Fazenda Ipanema e Sítio Aramar apresenta um valor médio anual de 78%, com máxima de 81% e mínima de 73%.

O regime de chuvas é caracterizado por uma maior precipitação durante o verão, devido à formação de sistemas convectivos locais e, durante o inverno, pela passagem de sistemas frontais com maior ou menor conteúdo de água em suas massas de ar.

TABELA 2.2

Registros Meteorológicos da Estação Meteorológica da Fazenda Ipanema

Período : janeiro de 1965 a dezembro de 1976

Latitude : 23°25' S Longitude : 47°35' W

Altitude : 585 m

PARÂMETRO METEOROLÓGICO	M E S											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Pressão (mb)	945,6	945,9	947,0	948,4	950,3	951,0	952,4	950,5	949,3	947,3	954,4	945,1
Temp.média (°C)	22,8	23,0	22,2	19,8	17,3	16,2	15,6	17,3	18,8	20,6	21,0	22,2
Nôdia temp. máxima (°C)	28,7	29,2	28,8	26,7	24,7	23,8	23,5	25,3	26,1	26,1	27,6	27,8
Nôdia temp. mínima (°C)	18,7	18,9	18,0	14,9	11,9	10,7	10,0	11,4	13,6	15,0	16,2	18,2
Umidade relativa (%)	81,2	80,6	80,4	79,2	79,1	79,5	77,3	72,6	73,8	76,8	75,1	79,8
Evaporação (mm)	90,4	77,9	86,0	88,0	78,8	74,4	86,0	111,3	114,7	103,3	106,5	97,9
Precipitação (mm)	207,9	182,9	147,8	66,0	56,1	52,9	47,2	34,6	73,4	134,9	127,3	166,6
Insolção (horas)	197,1	184,6	218,3	225,0	218,0	199,0	220,9	223,7	187,7	198,9	212,0	189,1

TABELA 2.3
Distribuição da Frequência e Velocidade Média do Vento por Setor,
Nível de 10 m.
Período : 1983 - 1986.

ANO	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMO	
	f(%)	v (m/s)	f(%)	v (m/s)	f(%)	v (m/s)	f(%)	v (m/s)	f(%)	v (m/s)	f(%)	v (m/s)	f(%)	v (m/s)	f(%)	v (m/s)	f(%)	v (m/s)
1983	3,1	2,0	2,2	2,8	0,5	1,2	33,5	3,3	2,4	1,9	2,3	2,0	1,6	1,6	21,0	2,9	33,1	-
1984	1,1	1,0	1,5	1,5	0,2	0,3	31,4	2,8	0,9	0,5	1,4	1,4	0,4	0,4	11,4	2,5	50,5	-
1985	2,5	2,1	1,8	1,4	0,1	0,5	30,7	3,0	6,7	1,7	3,5	2,9	0,4	0,8	11,0	1,9	44,8	-
1986	14,2	2,3	3,8	2,4	0,5	0,3	8,5	3,9	27,7	2,9	4,3	3,1	1,6	2,0	6,4	2,4	33,1	-
MÉDIA	5,2	1,9	2,3	2,0	0,3	0,6	26,0	3,3	9,4	1,8	2,9	2,3	1,0	1,2	12,4	2,4	40,4	-

A distribuição mensal dos valores de precipitação para a região do Sítio Aramar é apresentada na Tabela 2.2.

2.5.4 - V e n t o

A distribuição da freqüência e velocidade média do vento, por setor a 10 m, durante o período de janeiro de 1983 a dezembro de 1986 é apresentada na Tabela 2.3.

A direção predominante no local é de SE com velocidade média de 3,3 m/s e freqüência de 26,0% e a menor freqüência de ventos é de E com 0,3% e velocidade média de 0,6 m/s. A freqüência de calmaria está em torno de 40,4%.

3 - PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL

3.1. - ASPECTOS GERAIS

O local de uma instalação nuclear deve ser analisado levando-se em conta fatores que caracterizem as condições ambientais da região, tais como : climatologia, meteorologia, hidrologia etc., e fatores sócio-econômicos, a saber : distribuição da população, uso e ocupação do solo, uso das águas etc. Além disso, é necessário conhecer os níveis de radioatividade natural nesta região com o objetivo de determinar as variações produzidas por futuras descargas de material radioativo provenientes da instalação.

A análise das condições ambientais e dos outros fatores mencionados acima é conhecida como análise pré-operacional e objetiva conhecer ⁽³⁾ :

- os níveis de radiação natural;
- os fatores de diluição e de concentração dos radionuclídeos

nos modelos de transferência que descrevem as suas trajetórias no meio ambiente ;

- a distribuição da população de acordo com a idade, dieta , ocupação doméstica e recreativa nas circunvizinhanças da instalação nuclear;
- a utilização desse ambiente pelo homem, isto é, sua agricultura, sua indústria e sua pesca ;
- os grupos homogêneos na população que poderão receber as maiores doses de radiação.

Após a instalação entrar em funcionamento, a análise de verá continuar a ser feita de forma rotineira, objetivando⁽³⁾:

- controlar as descargas de material radioativo no ambiente;
- avaliar a exposição potencial do homem à radiação e aos materiais radioativos eliminados pela instalação nuclear;
- demonstrar obediência às normas vigentes de proteção radiológica;
- possibilitar a detecção de algumas mudanças no ambiente, resultantes da instalação, após a mesma ter entrado em operação;
- verificar se as hipóteses adotadas na avaliação pré-operacional continuam válidas.

Para o cumprimento desses objetivos há necessidade de se estabelecer um programa de monitoração ambiental apropriado ao tipo de instalação, às características físicas da região, à distribuição e hábitos da população e aos tipos e quantidades de radionuclídeos cuja liberação pode ser prevista. Este programa de monitoração ambiental deve ser planejado de maneira a:

- assegurar que os padrões de proteção radiológica pertinentes sejam obedecidos ;
- avaliar o impacto ambiental;
- verificar se o tratamento dos rejeitos radioativos está sendo eficiente.

3.2 - VIAS DE EXPOSIÇÃO DO HOMEM À RADIAÇÃO

Para a determinação da dose de radiação no homem é necessário conhecer o que é liberado no meio ambiente por uma instalação nuclear e como esse material radioativo se difunde e chega ao homem. A descrição da liberação de efluentes radioativos líquidos e gasosos é conhecida como "termo-fonte" e inclui o conhecimento do tipo de radionuclídeo liberado, sua forma química e física e a quantidade liberada por unidade de tempo.

Os radionuclídeos eliminados no meio ambiente percorrem diversos caminhos ,por meio de vias de transferência, até chegam ao homem e o seu movimento pode ser descrito matematicamente por modelos de compartimento^(4,5). As vias de transferência que contribuem para a maior dose de radiação no homem são conhecidas como vias críticas e são características peculiares de cada instalação nuclear.

Quando os radionuclídeos são liberados no meio ambiente na forma de efluentes líquidos e/ou gasosos, o material se dispersa no meio abiótico, principalmente no ar e na água. Nas Figuras 3.1 e 3.2 são apresentados os caminhos potencialmente críticos de exposição do homem à radiação. Como pode ser observado, os compartimentos que recebem o material e que podem eventualmente concentrar quantidades consideráveis do radionuclídeo podem ser constituídos de organismos vivos ou materiais inertes.

FIG. 3.1 - VIAS SIMPLIFICADAS DE TRANSFERÊNCIA DO MATERIAL RADIOATIVO DESDE A SUA LIBERAÇÃO NA ATMOSFERA ATÉ O HOMEM

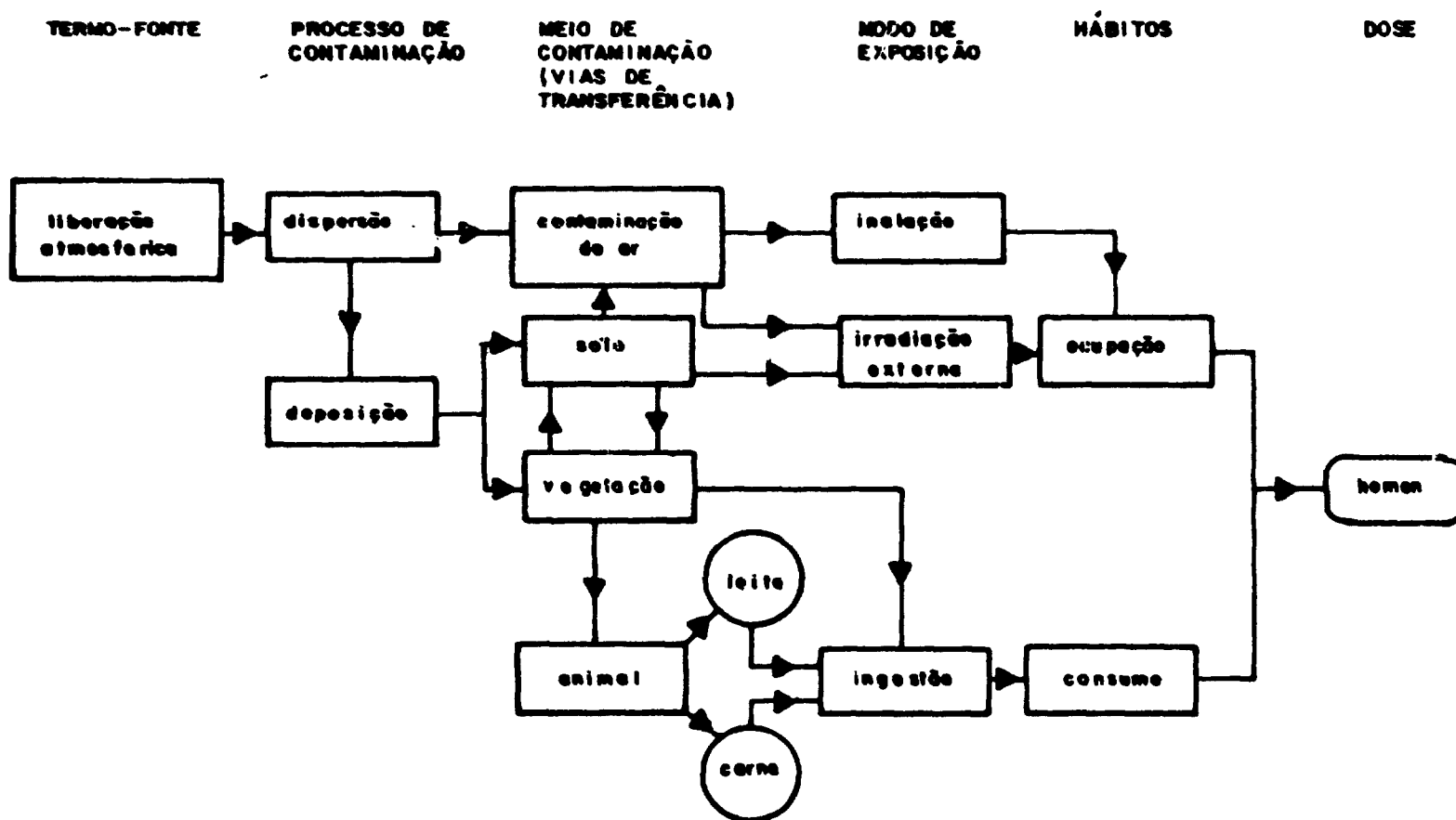
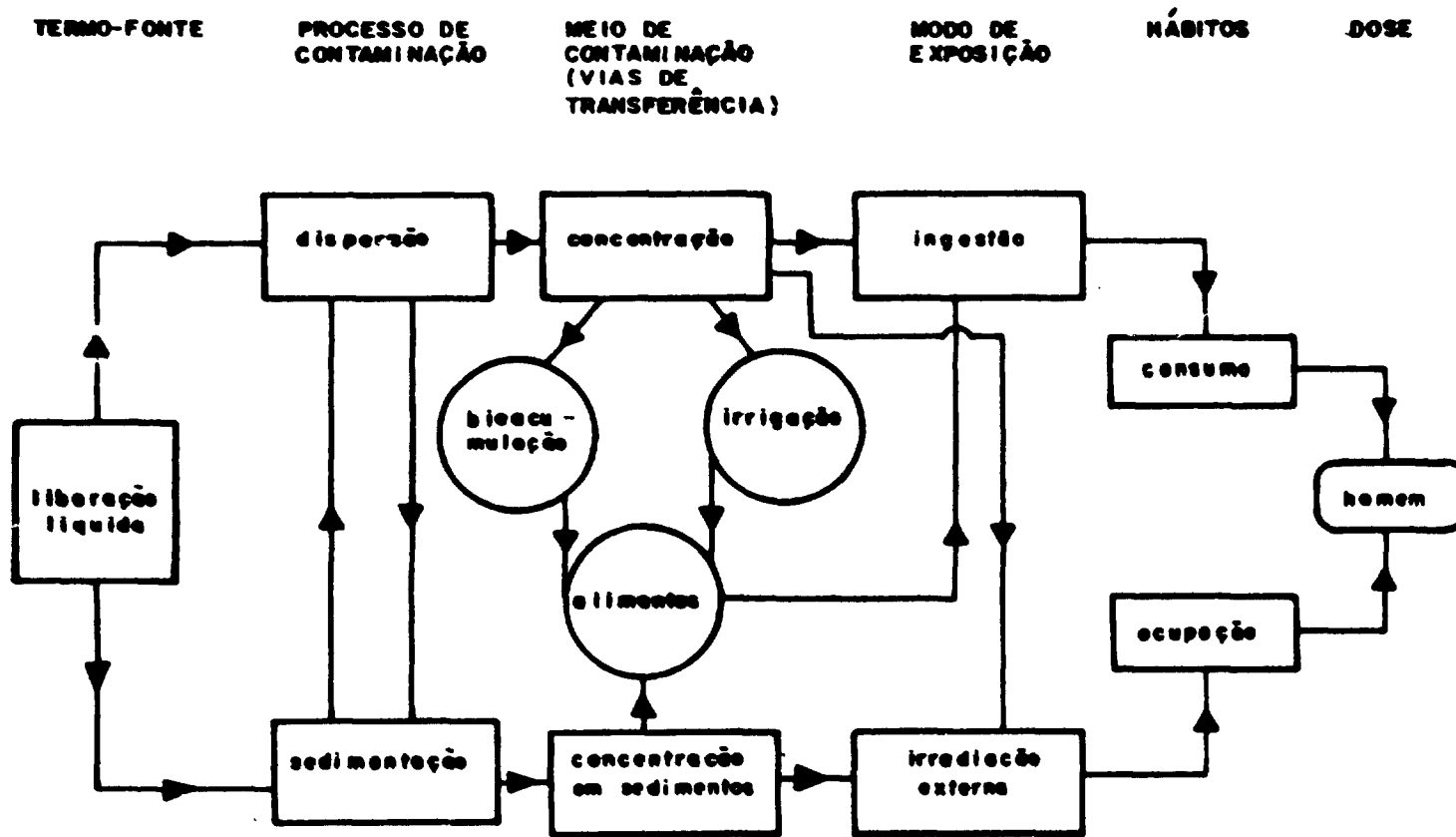


FIG. 3.2 - VIAS SIMPLIFICADAS DE TRANSFERÊNCIA DO MATERIAL RADIOATIVO DESDE A SUA LIBERAÇÃO NO MEIO AQUÁTICO ATÉ O HOMEM



3.3 - ESTRUTURA DO PROGRAMA

O Programa de Monitoração Ambiental da Usina de Enriquecimento de Urânio Almirante Álvaro Alberto foi estabelecido de forma a dar cobertura detalhada num raio de 8 km⁽¹⁾ em torno da instalação, enfocando aspectos relativos ao uso e ocupação do solo, uso das águas e outras informações pertinentes, conforme descrito no Capítulo 2.

Por se tratar de uma usina de enriquecimento de urânio , o principal contaminante radioativo que eventualmente possa ser liberado da instalação é o urânio. Entretanto, visando um estudo mais abrangente dos níveis de radiação da região, as medas foram estendidas à espectrometria gama e à dosimetria termoluminescente.

O plano geral estabelecido , indicando os locais e meios monitorados , a frequência de amostragem e o tipo de análise efetuada, é apresentado na Tabela 3.1.

A identificação detalhada dos locais de coleta e dos setores em que se encontram é mostrada nas Tabelas 3.2 a 3.8 e nas Figuras 3.3 a 3.9.

A Divisão de Monitoração Ambiental do IPEN-CNEN/SP iniciou o programa em outubro de 1987 e até março de 1988 foram coletadas e analisadas 171 amostras para determinação de contaminantes radioativos. A monitoração da radiação direta foi realizada por meio de 91 medidas com dosímetros termoluminescentes.

No mesmo período a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) analisou 34 amostras para o controle de qualidade da água nos Rios Ipanema e Sorocaba. Foi feita também amostragem e análise da concentração de fluoretos sólidos e gasosos na atmosfera pela Companhia Ecos Geologia Consultoria e Serviços Ltda, em quatro pontos localizados dentro do Centro Experimental de Aramar.

3.4 - AMOSTRAGEM E ANÁLISE DE CONTAMINANTES

3.4.1 - Definição dos pontos de amostragem e dos meios monitorados.

A seleção dos pontos de amostragem foi feita levando-se em conta principalmente a direção predominante dos ventos, produção agropecuária da região e vias de acesso. Também foram levadas em consideração as localidades adjacentes, grupos de população (vilas e cidades), escolas, áreas de recreação etc.

A seleção dos meios a serem monitorados foi feita levando-se em conta as principais vias de transferência que podem contribuir para uma maior dose de radiação no homem (vide Figuras 3.1 e 3.2). Foram monitorados os caminhos básicos de exposição do homem à radiação que compreendem :

a) Ar

A monitoração contínua do ar, foi feita durante 7 dias consecutivos, em dois pontos perimetrais ao Sítio Aramar, localizados na direção predominante dos ventos.

Estas medidas foram feitas com um amostrador de ar de alto volume marca Merlin Gerin Provence modelo AP-40, posicionado a uma altura de 1,5 m do nível do solo, sendo utilizados filtros de papel (Schneider Poelman Yellow paper) com uma área útil de 18 cm^2 e uma eficiência de 97% para particulados de 0,3 μm de diâmetro. O volume médio de ar amostrado em cada medida foi de 500 m^3 .

b) Água

b.1) Água de superfície

As amostras de água de superfície foram coletadas, mensalmente, em 10 pontos da rede de drenagem, sendo um na Repre

sa Ipanema, um no açude existente no Projeto Grão (Sítio Aramar) e os outros nos Rios Sorocaba e Ipanema, a jusante e a montante do ponto de descarga. Em cada ponto coletou-se 10 L de água.

Para controle do branco foi feita a coleta no Rio Turvo em Pilar do Sul, localizado a 48 km do Sítio Aramar.

b.2) Água de poço

A coleta de água de poço utilizada para consumo foi feita em 6 pontos aleatórios, situados dentro do raio de 8 km. Em cada ponto foram coletados 10 L de água.

b.3) Precipitação pluviométrica

A coleta de precipitação pluviométrica foi feita nos mesmos pontos de amostragem de ar, nos meses de janeiro e fevereiro de 1988.

c) Indicadores terrestres

c.1) Solo

A coleta de solo foi feita nos mesmos pontos de amostragem de ar, dentro do Sítio Aramar e em 6 pontos localizados fora do Sítio. Além disso, foram coletadas amostras nas cidades de Sarapuá e Itapetininga (pontos de controle do branco).

c.2) Pasto e vegetação rasteira

A coleta de vegetação rasteira foi feita nos mesmos pontos de amostragem de solo. Nas fazendas produtoras de leite foi feita a coleta de pasto.

c.3) Sedimento de fundo de rio

As amostras de sedimento de fundo de rio foram coletadas nos mesmos pontos de amostragem de água de superfície.

d) Indicadores biológicos

d.1) Leite e carne bovina

A amostragem de leite foi feita em 5 fazendas produtoras da região. Além disso, foi feita a coleta em uma fazenda localizada na cidade de Itapetininga (ponto de controle do branco).

A carne foi adquirida na principal fazenda que abastece a região.

d.2) Vegetais

Vegetais da época foram coletados de forma a se ter uma amostragem representativa da produção da região. Para controle do branco a coleta foi feita em três fazendas diferentes localizadas na cidade de Itapetininga.

d.3) Peixes

As amostras de peixes foram coletadas no Rio Sorocaba por pescadores da região. Foram amostradas as seguintes espécies :

- Piranha (Família Characidae - Serrasalmos spilopleura)
02 exemplares
- Sagüiros (Família Curimatidae - Curimata modesta)
35 exemplares
- Curimatá (Família Prochilodontidae - Prochilodos serafa)
04 exemplares
- Traíra (Família Erythrinidae - Hopleas aff.malataricus)
02 exemplares

- Bagre (Família Pimelodidae - Rhamdia sp)
02 exemplares

- Cascudo (Família Loricariidae - Hypostomus ansistroides)
21 exemplares

- Acará (Família Cichlidae - Geophagus brasiliensis)
01 exemplar

3.4.2 - Análises realizadas

Para a determinação dos níveis de radiação nas amostras foram realizadas análises por espectrometria gama e foi feita a determinação de urânio total por fluorimetria.

As amostras analisadas foram antes processadas física e quimicamente pelo Laboratório de Radioquímica da Divisão de Monitoração Ambiental do IPEN-CNEN/SP a fim de transformá-las em uma forma adequada para medida, conforme descrito a seguir.

As amostras de água, após aciduladas a um pH igual a 2, foram filtradas e concentradas para um volume de 2 L. Depois foram separados 850 mL para espectrometria gama e 150 L para fluorimetria.

Para as amostras de leite e filtros de papel não houve necessidade de tratamento físico-químico anterior às medidas. No caso das amostras de leite foram separados 3000 mL para espectrometria gama e 150 mL para fluorimetria.

As amostras de solo e sedimento de fundo de rio foram secas em estufa, a 115°C, por um período de 24 horas. A seguir, foram trituradas em almofariz com pistilo até passarem por peneira de malha 115 (abertura de 0,125 mm). Foram separados 100g para análise por espectrometria gama e 50g para fluorimetria.

As amostras de vegetação rasteira, pasto e alimentos foram inicialmente secas a 115°C em uma estufa por um período de 24

horas e a seguir calcinadas em uma mufla a 400°C durante 48 horas.

No caso dos peixes foi feita a calcinação da parte comestível juntamente com a espinha dorsal, sendo retiradas as vísceras e as escamas. A quantidade amostrada não foi suficiente para que se fizesse a calcinação por espécie. Assim, todas as espécies foram analisadas em uma só amostra.

Após a calcinação dessas amostras, da massa total de cinzas obtida foram separados 10g para espectrometria gama e 5g para fluorimetria.

Maiores detalhes sobre a preparação das amostras podem ser encontrados no Manual de Procedimentos para a Execução do Programa de Monitoração Ambiental da Usina de Enriquecimento de Urânio Almirante Álvaro Alberto⁽⁶⁾.

3.4.2.1 - Espectrometria gama

As medidas das amostras para a determinação de emissões gama foram realizadas pelo Laboratório de Radiometria da Divisão de Monitoração Ambiental do IPEN-CNEN/SP. Para a detecção dos raios gama foi utilizado um detector semicondutor de germânio hiperpuro (HPGe) com eficiência de 15%. Os espectros gama (na faixa de energia de 50 a 2800 keV) foram coletados num analisador de 4096 canais acoplado a um microcomputador PC com a saída de dados em disquete. Este microcomputador opera com um emulador de terminal de vídeo e transfere os dados para o computador central do Centro de Processamento de Dados do IPEN-CNEN/SP.

Para cada tipo de amostra foram adotadas a geometria e o tempo de contagem mais convenientes, a saber :

- água : 850 mL em frasco Marinelli de 860 mL;
tempo de contagem : 50.000 segundos

- leite : 3000 mL em frasco Marinelli de 3600 mL;
tempo de contagem : 50.000 segundos

- solo e sedimento: 100g em frasco de polietileno de 200g ;
tempo de contagem: 10.000 segundos

- cinzas : 10g em frasco de polietileno de 100g;
tempo de contagem: 10.000 segundos

- filtro de papel: plaqueta de alumínio de 2" de diâmetro e
0,5mm de espessura;
tempo de contagem: 50.000 segundos

Para cada uma destas geometrias foi levantada uma curva de eficiência do detector HPGe em função da energia do emisor gama, usando padrões radioativos calibrados⁽⁶⁾. No caso de cinzas, solo e sedimentos, as curvas de eficiência correspondentes foram calculadas para misturas que representassem as densidades médias das amostras a serem medidas. O desvio padrão encontrado em todas as curvas de eficiência foi da ordem de 9%.

A radiação de fundo foi medida para os vários tipos de amostras e geometrias de contagem num tempo suficiente para se obter boa estatística , a saber :

- para água, leite e filtro de papel: 50.000 segundos
- para solo, sedimento e cinzas: 150.000 segundos

As áreas dos picos dos espectros foram calculadas com o programa SAMPO⁽⁷⁾, em operação no Centro de Processamento de Dados do IPEN-CNEN/SP.

Para o cálculo da atividade foram usadas as curvas de eficiência obtidas para cada geometria de medida e o resultado final foi comparado com o valor da Atividade Significativa Mínima Detectável (ASMD) previamente determinado⁽⁶⁾ para as mesmas geometrias de contagem , sendo adotado sempre um nível de conq

fiança de 95%.

3.4.2.2 - Determinação de urânio total por fluorimetria

O método utilizado para determinação de urânio foi fluorimetria em meio sólido, sendo que as amostras de água e leite foram analisadas diretamente, enquanto que as de filtro de papel, solo, sedimentos, vegetação rasteira, pasto, peixes, carne e vegetais foram analisadas após lixiviação com HNO_3 e extração do urânio com acetato de etila.

3.5 - MEDIDA DO NÍVEL DE RADIAÇÃO DIRETA

A medida do nível de radiação direta foi efetuada com dosímetros termoluminescentes (TL). Utilizou-se cristais de LiF:Mg:Tl (TLD-700), de 1/8" x 0,035" de dimensão, da Harshaw Chemical Co; a leitura dos cristais foi realizada com um detector TL Harshaw 2000 A e 2000 B acoplado a um registrador gráfico da Equipamentos Científicos do Brasil (ECB).

A curva de calibração foi levantada usando uma fonte padrão de ^{137}Cs . Os dados foram ajustados a uma reta pelo método dos mínimos quadrados, levando-se em consideração o peso estatístico associado a cada medida, sendo adotado um nível de confiança de 95%. O erro sistemático envolvido no processo foi estimado em no máximo 13%.

3.6 - AMOSTRAGEM E ANÁLISE DE CONTAMINANTES NÃO RADIOATIVOS

O plano geral para a monitoração de contaminantes não radioativos, indicando os parâmetros analisados, a frequência e os pontos de amostragem, é apresentado na Tabela 3.9.

A análise da qualidade da água nos Rios Ipanema e Sorço

caba foi feita pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) conforme metodologia própria.

A amostragem e análise da concentração de fluoretos sólidos e gasosos na atmosfera do Centro Experimental de Aramar foi realizada pela Companhia Ecos Geologia Consultoria e Serviços Ltda., conforme metodologia própria.

4 - RESULTADOS

As Atividades Significativas Mínimas Detectáveis (ASMD) para emissores gama, determinadas para os vários tipos de amostras e geometrias de contagem, são apresentadas na Tabela 4.1. Na Tabela 4.2 tem-se as ASMD para o urânio determinado pelo método de fluorimetria para vários tipos de amostras.

Nas Tabelas 4.3 a 4.11 são apresentados todos os resultados das medidas, obtidos por fluorimetria e espectrometria gama para os contaminantes radioativos.

Os resultados das medidas dos níveis de radiação direta por meio de dosimetria termoluminescente encontram-se nas Tabelas 4.12 a 4.15.

Nas Tabelas 4.16 a 4.25 são apresentados os resultados das análises efetuadas para o controle da qualidade da água. Na primeira etapa de coletas foram amostrados apenas quatro pontos, a montante e a jusante dos Rios Ipanema e Sorocaba. Nas outras etapas foram amostrados os dez pontos correspondentes à amostragem de contaminantes radioativos, com exceção do ponto de controle do branco.

Na Tabela 4.26 são apresentados os resultados de determinação de fluoretos na atmosfera.

TABELA 3.1
Plano de Monitoração Ambiental

MEIO AMOSTRADO	TIPO DE ANÁLISE REALIZADA	UNIDADES	PONTOS DE AMOSTRAGEM	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Particulados no ar	espectrometria gama urânio	Bq/m ³ µg/m ³	3 pontos, sendo 2 perimetrais ao sítio, na direção predominante dos ventos e 1 próximo ao Projeto Grão (*) (Fig.3.8)	mensal, com amostragem contínua durante 7 dias
Águas superficiais	espectrometria gama urânio	Bq/L µg/L	10 pontos na rede de drenagem (Fig.3.3), sendo um na Represa da Fazenda Ipanema, um no açude de Projeto Grão e os outros nos Rios Sorocaba e Ipanema, a jusante e a montante do ponto de descarga 1 ponto no Rio Turvo, em Pilar do Sul, para controle do branco (Fig.3.9)	mensal
Precipitação pluviométrica	espectrometria gama urânio	Bq/L µg/L	Mesmos pontos de amostragem de particulados no ar (Fig.3.8)	contínua mensal
Água de poço	espectrometria gama urânio	Bq/L µg/L	6 pontos conforme Fig.3.6	trimestral
Sedimento do fundo de rio	espectrometria gama urânio	Bq/g µg/g	Mesmos pontos de amostragem de água de superfície (Fig.3.3 e Fig.3.9)	trimestral
Solo	espectrometria gama urânio	Bq/g µg/g	7 pontos fora do Sítio Aramar (Fig.3.4) 3 pontos dentro do Sítio Aramar correspondentes aos pontos de amostragem de particulados no ar (Fig.3.8) 1 ponto em Sarapuá (mesmo ponto de amostragem de radiação direta) e um ponto em Itapetininga (ponto de amostragem de leite e pasto) para controle do branco (Fig.3.9)	trimestral
Leite	espectrometria gama urânio	Bq/L µg/L	5 pontos fora do Sítio Aramar (Fig.3.4) 1 ponto em Itapetininga para controle do branco (Fig.3.9)	trimestral
Pasto	espectrometria gama urânio	Bq/g de cinza µg/g de cinza	5 pontos fora do Sítio Aramar (**) (Fig.3.4) 1 ponto em Itapetininga para controle do branco (Fig.3.9)	trimestral

TABELA 3.1 - continuação

MEIO AMOSTRADO	TIPO DE ANÁLISE REALIZADA	UNIDADES	PONTOS DE AMOSTRAGEM	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Vegetação ras-teira	espectrometria gama urânio	Bq/g de cinza µg/g de cinza	2 pontos fora do Sítio Aramar (Fig.3.4) 1 ponto em Sarapuí para controle do branco (Fig.3.9)	trimestral
Vegetais da época	espectrometria gama urânio	Bq/g de cinza µg/g de cinza	4 pontos correspondentes às principais fazendas produtoras da região (Fig.3.5) 1 ponto dentro do sítio, no Projeto Grão (Fig.3.5) 3 pontos em Itapetininga para controle do branco (Fig.3.9)	no período da colheita
Carne	espectrometria gama urânio	Bq/g de cinza µg/g de cinza	1 ponto conforme Fig.3.4	semestral
Faixa	espectrometria gama urânio	Bq/g de cinza µg/g de cinza	1 ponto no Rio Sorocaba (Fig.3.5)	semestral
Radiação direta	dosimetria termoluminescente	C/kg	21 pontos dentro dos limites do sítio (Fig.3.8) 6 pontos fora do sítio, correspondentes aos mesmos pontos de coleta de solo (Fig.3.7) 1 ponto em Sarapuí para controle do branco (Fig.3.9)	mensal e trimestral

* - não operacional até o momento.

** - não foi possível a amostragem no Sítio São Benedito.

TABELA 3.2

Identificação dos Pontos de Coleta de Água de Superfície e Sedimento de Fundo de Rio (Fig. 3.8 e 3.9)

Nº DO PONTO	I D E N T I F I C A Ç Ã O	S E T O R
1	Represa Ipanema - CENEA	S
2	Sítio Aramar - ETA compacta	-
3	Rio Ipanema - ponte	ENE
4	Rio Ipanema - Fazenda Oriental Yuri	N
5	Rio Sorocaba - Caçapava (Sítio Grande)	NNE
6	Rio Sorocaba - Corumbá	NNW
7	Rio Sorocaba - Bacaetava	WNW
8	Rio Ipanema - Araçoiabinha	SSE
9	Rio Sorocaba - Caaguacú	ESE
10	Sítio Aramar - açude, Projeto Grão	-
11	Rio Turvo - Pilar do Sul (ponto de controle do branco)	SSW

TABELA 3.3

Identificação dos Pontos de Coleta de Água de Poço (Fig. 3.6)

Nº DO PONTO	I D E N T I F I C A Ç Ã O	S E T O R
1	Casa da D.Maria José - Bacaetava (em frente à saída da CENEA)	WNW
2	Sítio São Benedito - Corumbá	NNW
3	Agropecuária Indiana	ENE
4	Casa da D.Eva Lopes Cerqueira - Fazenda Ipanema	S
5	Fazendinha Agropecuária - estrada Ipanema	SE
6	Sítio da D.Madalena Machado Ferreira-Araçoiabinha	SSE

TABELA 3.4

Identificação dos Pontos de Coleta de Solo, Pasto, Vegetação Rasteira

Leite e Carne (Fig. 3.4 e 3.9)

NO DO PONTO	IDENTIFICAÇÃO	MEIO AMOSTRADO	SECTOR
1	Sítio Bacaetava Bacaetava	solo, pasto e leite	WNW
2	Sítio São Benedito Corumbá	solo, pasto, leite e carne	WNW
3	Fazenda Ipanema (estábulo)	solo, pasto e leite	S
4	Sítio Vitória	solo, pasto e leite	E
5	E.E.de 10 Grau "Pedro Ferrei- ra Duarte Neto" Araçoiabinha	solo e vegetação rasteira	SE
6	E.E.P.G. "Cecy Monteiro Oetterer" - George Oetterer	solo e vegetação rasteira	SE
7	Agropecuária Indiana	solo, pasto e leite	ENE
8	Sítio Aramar-ponto 9	solo	-
9	Sítio Aramar - ponto 11	solo	-
10	Sítio Aramar - ponto 22	solo	-
11	Fazenda Tijuco Preto Itape- tininga (ponto de controle do branco)	solo, pasto e leite	WSW
12	Faço Municipal - Sarapuí (ponto de controle do branco)	solo e vegetação rasteira	SW

TABELA 3.5

Identificação dos Pontos de Coleta de Vegetais da Época (Fig.3.5 e 3.9)

Nº DO PONTO	IDENTIFICAÇÃO	MEIO AMOSTRADO	S E T O R
1	Sítio Bacaetava Bacaetava	cana-de-açúcar	WNW
2	Fazenda Oriental Yuri	batata, cana-de-açúcar e feijão	N
3	Fazenda S.Pasquale do Cajerê	laranja	NE
4	Sítio Aramar - Projeto Grão	pepino, beterraba, vagem, cenoura, berinjela e repolho	SSW
5	Fazenda Ipanema	milho, trigo, arroz, feijão, mandioca, moranga e manga	S
6	Fazenda Tijuco Preto - Itapetininga (ponto de controle do branco)	milho	WSW
7	Sítio Camarão-Itapetininga (ponto de controle do branco)	cana-de-açúcar	WSW
8	Agroempresa Ioshida - Itapetininga (ponto de controle do branco)	feijão e batata	WSW

TABELA 3.6

**Identificação dos Pontos de Amostragem de Ar e
Precipitação Pluviométrica (Fig.3.8)**

Nº DO PONTO	IDENTIFICAÇÃO	SETOR
1	Sítio Aramar- ponto 9 ^(*)	-
2	Sítio Aramar- ponto 11	-
3	Sítio Aramar- ponto 22	-

(*) não operacional

TABELA 3.7

Identificação do Ponto de Coleta de Peixes (Fig. 3.5)

Nº DO PONTO	IDENTIFICAÇÃO	SETOR
1	Rio Sorocaba Caçapava (Sítio Grande)	NNE

TABELA 3.8

Identificação dos Pontos de Medida da Radiação Direta Fora do Sítio Aramar (Fig. 3.7 e 3.8)

Nº DO PONTO	IDENTIFICAÇÃO	SETOR
1	Sítio Bacaetava Bacaetava	WNW
2	Sítio São Benedito Corumbá	NNW
3	Fazenda Ipanema (estábulo)	S
4	Agropecuária Indiana	ENE
5	E.E.de 1º Grau "Pedro Ferreira Duarte Neto" Araçoiabinha	S
6	E.E.P.G. "Cecy Monteiro Oetterer" George Oetterer	SE
	Paço Municipal - Sarapuí (ponto de controle do branco)	SW

TABELA 3.9

Plano de Monitoração de Contaminantes Não Radioativos

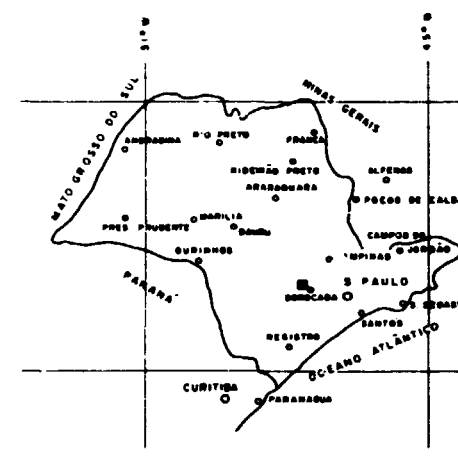
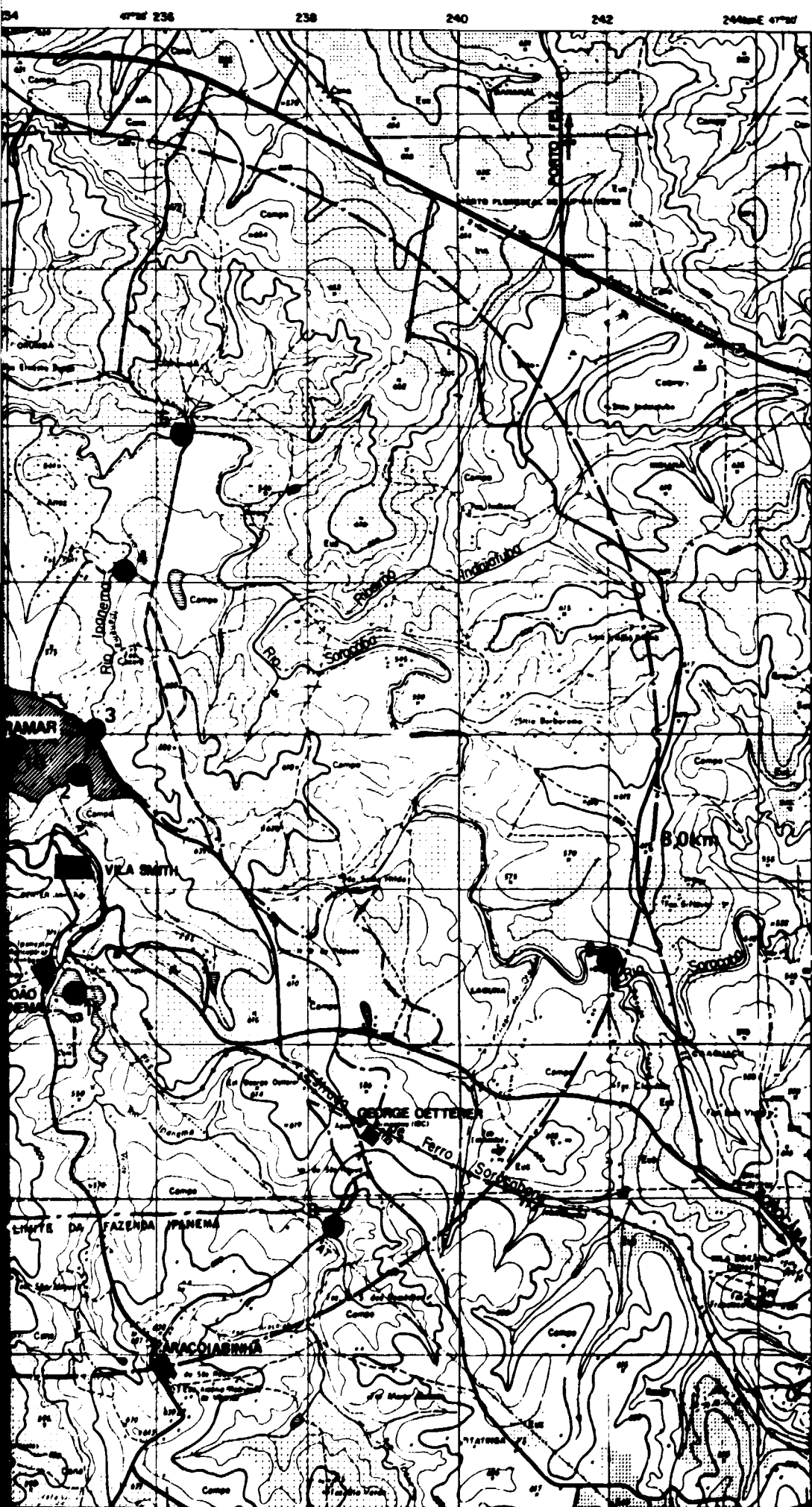
PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDADE	FREQUÊNCIA	PONTOS DE AMOSTRAGEM
a) Qualidade da água		mensal	Rio Ipanema e Rio Sorocaba- mesmos pontos de amostragem de água de superfície para determinação de contaminantes radioativos (Fig. 3.3)
- características físicas e organolépticas:			
cor	mg Pt/L		
pH	--		
turbidez	U.N.T		
- características químicas:			
mercúrio	mg/L		
cádmio	mg/L		
chumbo	mg/L		
cobre	mg/L		
níquel	mg/L		
cromo total	mg/L		
dureza	mg/L		
ortofosfato	mg/L		
fosfato total	mg/L		
fluoreto	mg/L		
nitrogênio albuminóide	mg/L		
nitrogênio amoniacal	mg/L		
nitrogênio nitrato	mg/L		
nitrogênio nitrito	mg/L		
- exames bacteriológicos:			
contagem padrão de bactérias	colônias/mL		
coliformes totais	N.M.P./100mL		
coliformes fecais	N.M.P./100mL		
b) Concentração de fluoretos na atmosfera		mensal	Sítio Aramar, sendo dois pontos na primeira direção predominante dos ventos, e dois na segunda direção predominante (Fig. 3.10)
fluoretos sólidos	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
fluoretos gasosos	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
fluoretos totais	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		

N.M.P.: número mais provável.

SECTION 1

7418
7416
7414
7412
7410
7408
7406
7404
7402
7400
NNN

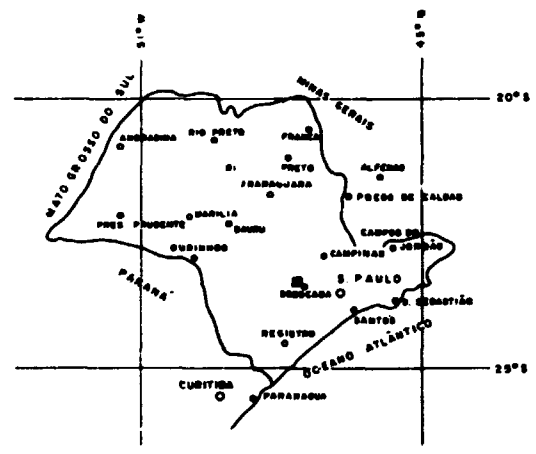
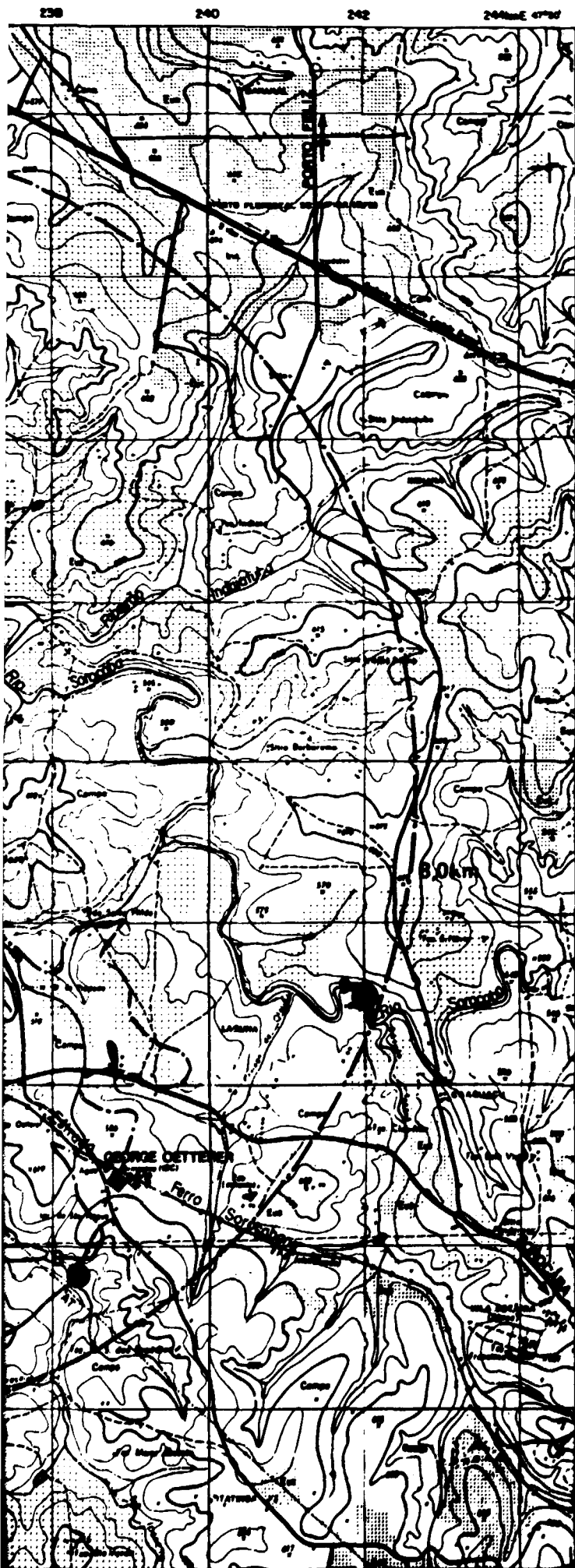




PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

SECTION 2

Figura 3.3 – Pontos de coleta de água e sedimento de fundo de rio.

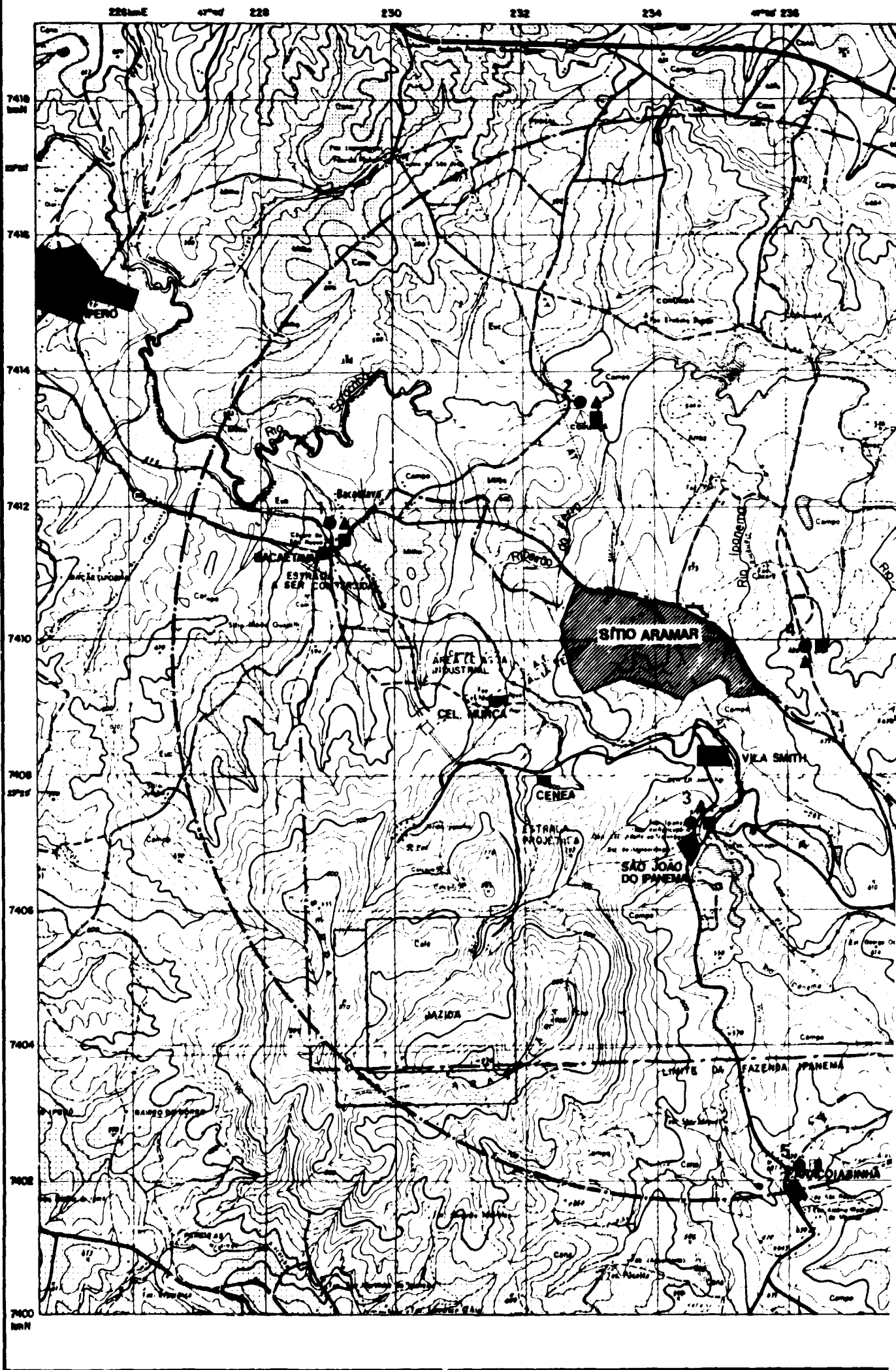


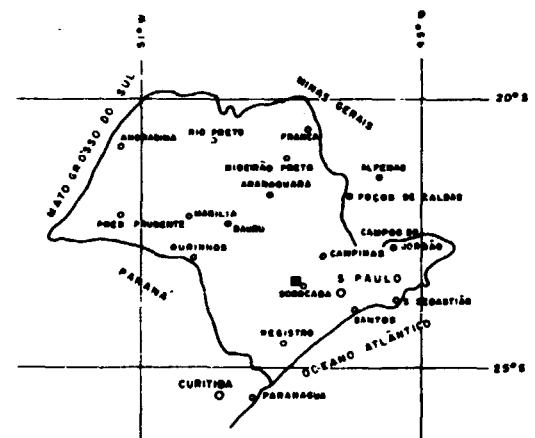
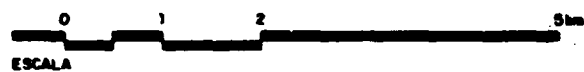
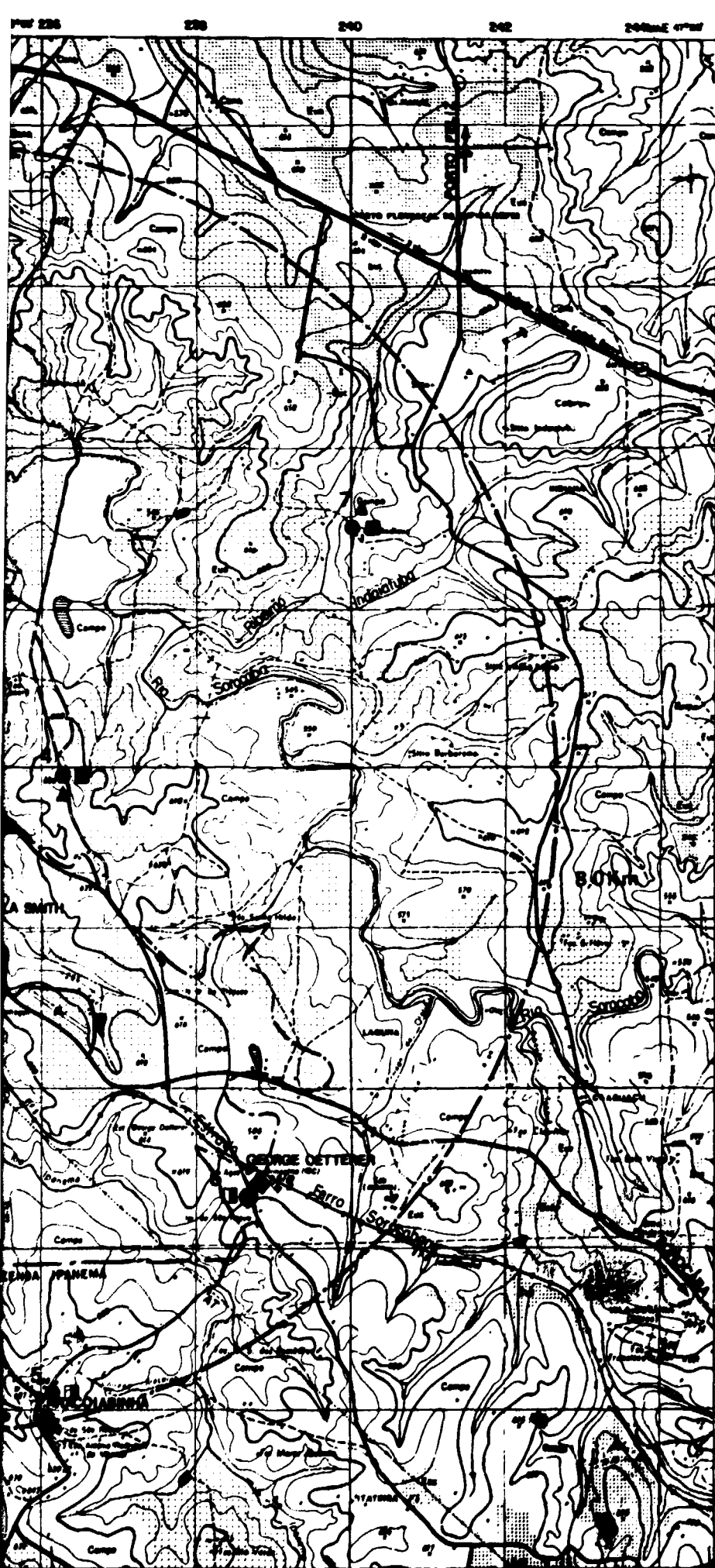
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

SECTION 3

Figura 3.3 – Pontos de coleta de água e sedimento de fundo de rio.

SECTION 1





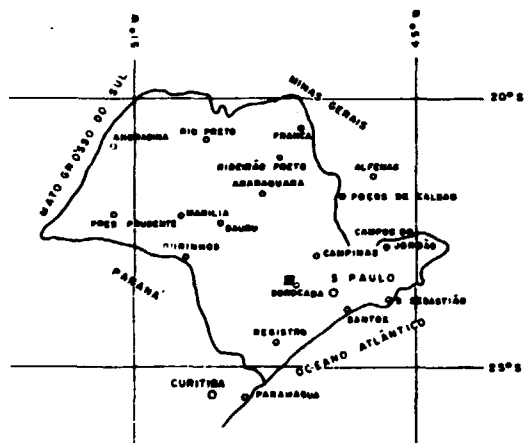
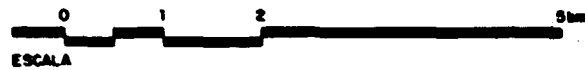
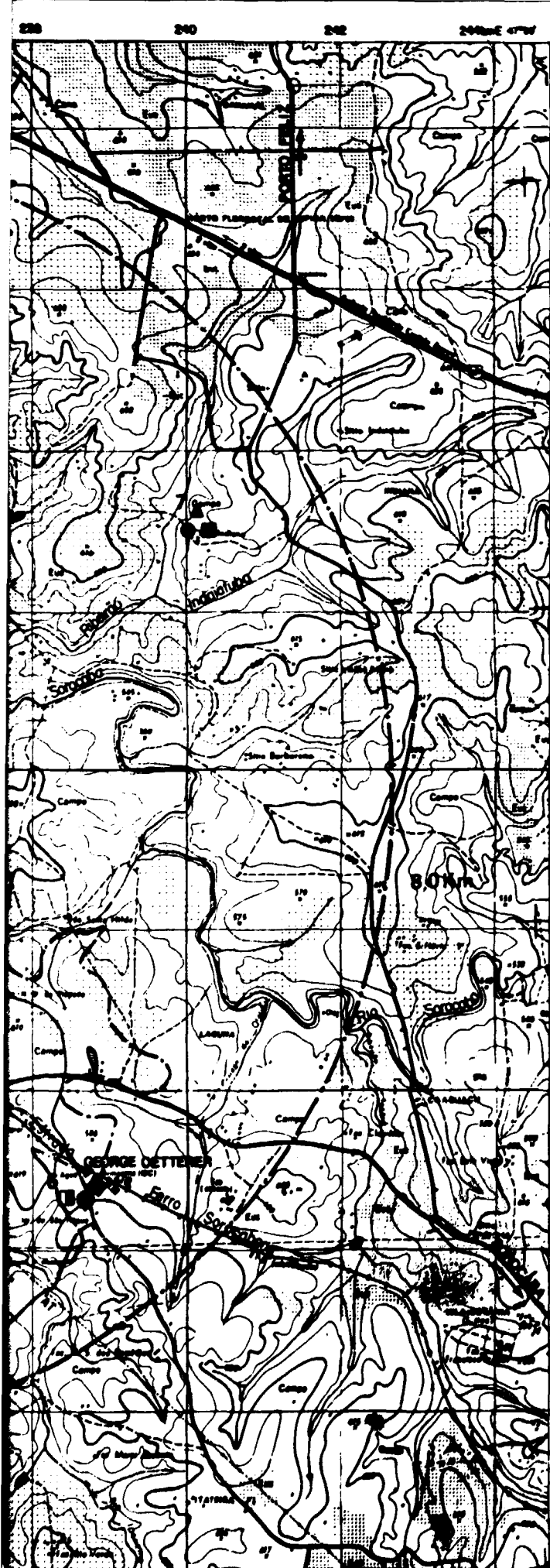
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

LEGENDA

- SOLO
- ▲ LEITE
- PASTO
- ▨ VEGETAÇÃO RASTEIRA
- △ CARNE

SECTION 2

Figura 3.4 – Pontos de coleta de solo, leite, pasto, vegetação rasteira e carne, fora do Sítio Aramu



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

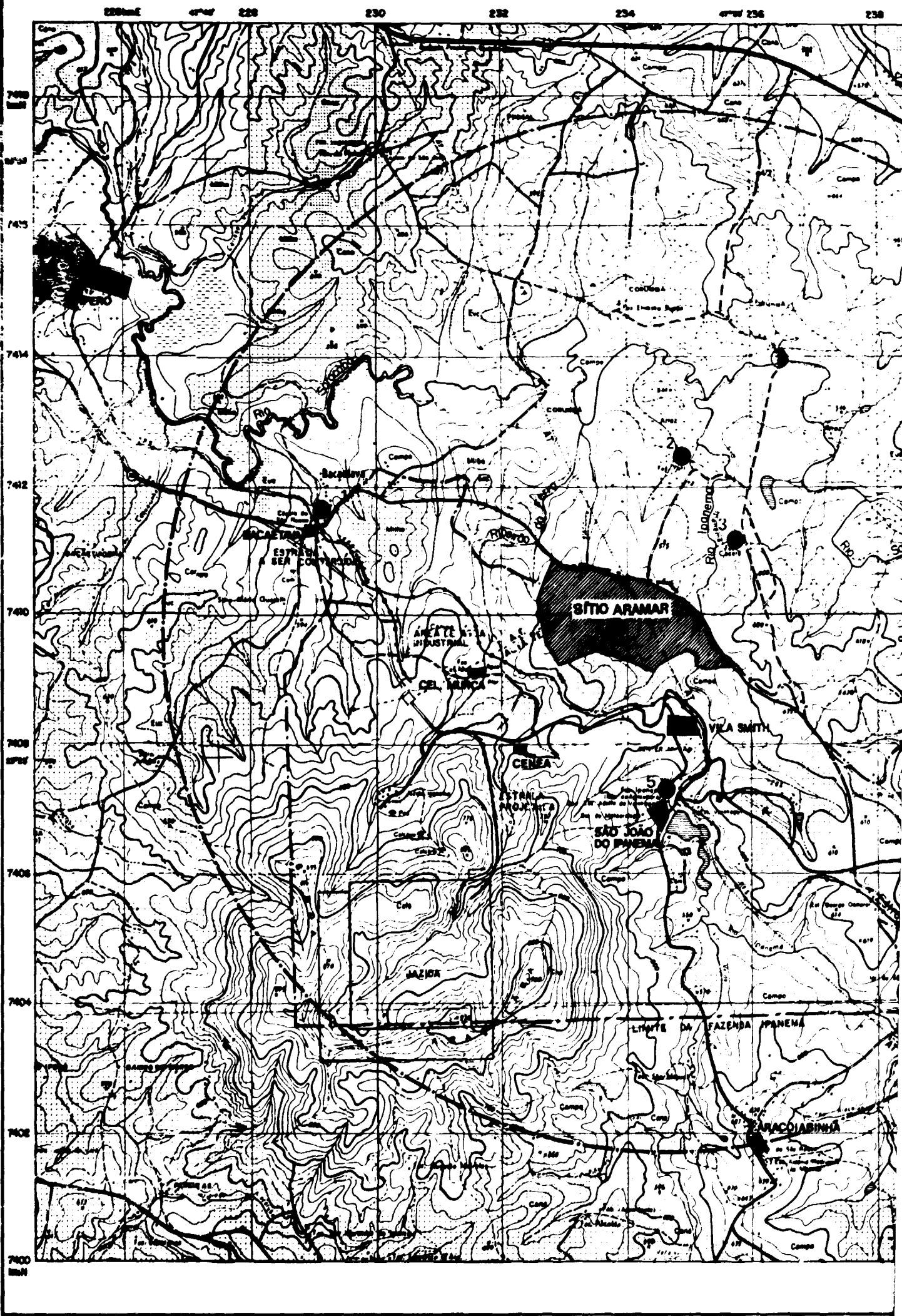
LEGENDA

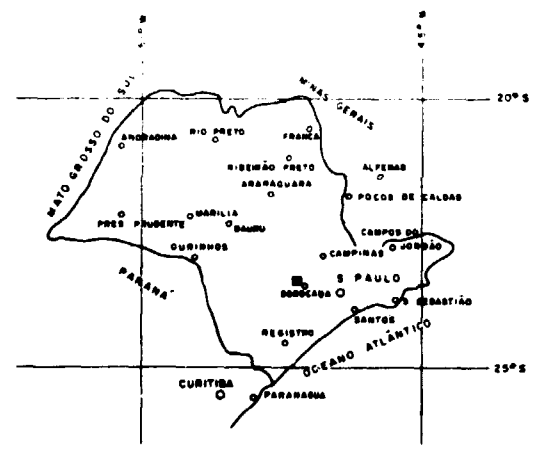
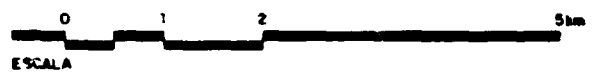
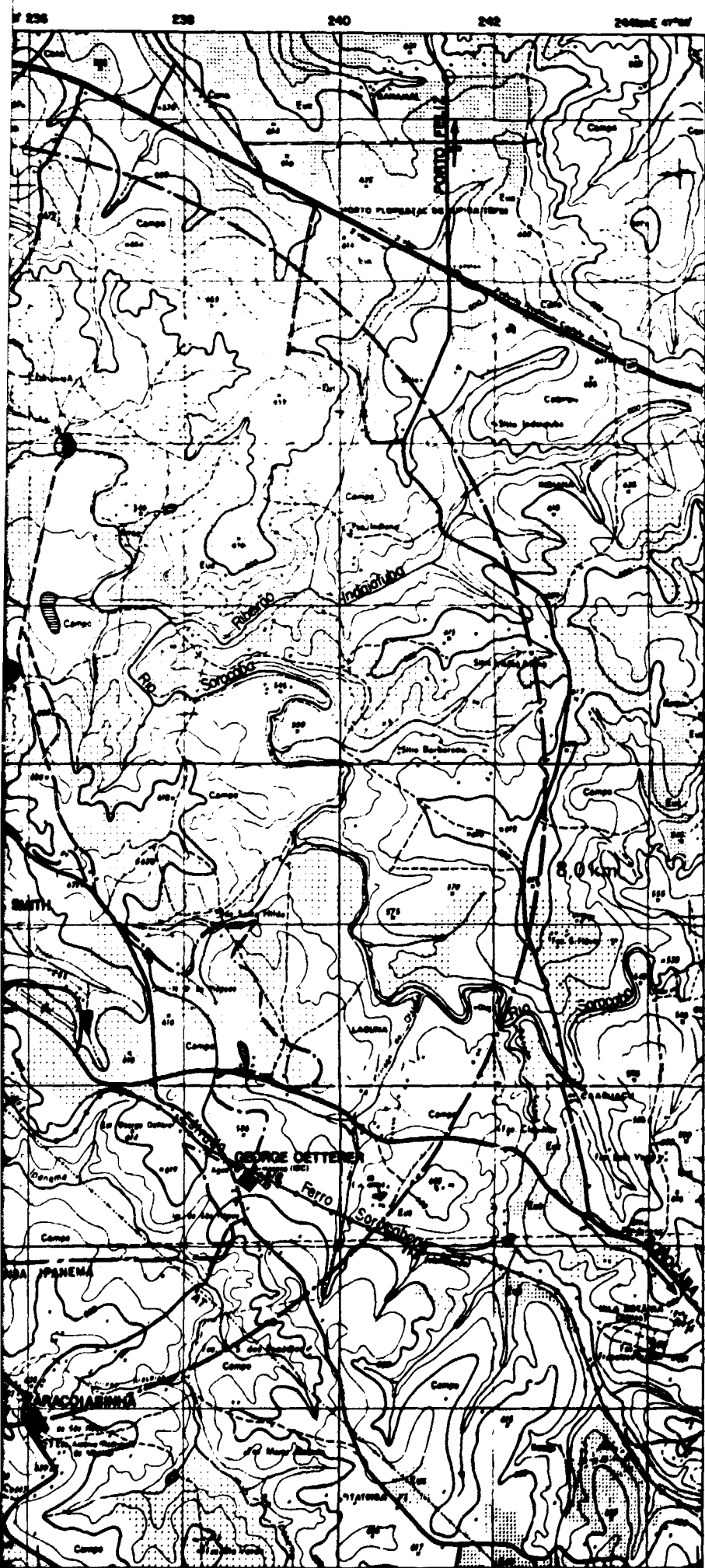
- SOLO
- ▲ LEITE
- PASTO
- ▣ VEGETAÇÃO RASTEIRA
- △ CARNE

SECTION 3

Figura 3.4 – Pontos de coleta de solo, leite, pasto, vegetação rasteira e carne, fora do Sítio Aramar

SECTION 1





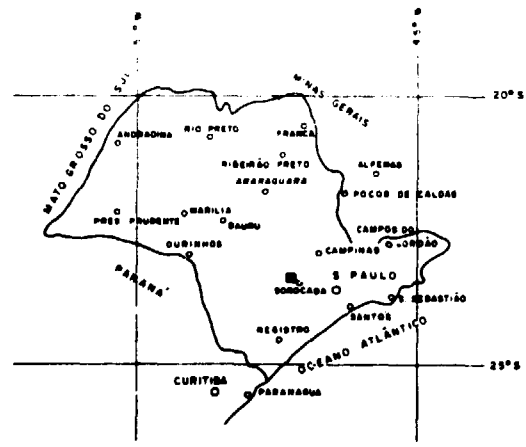
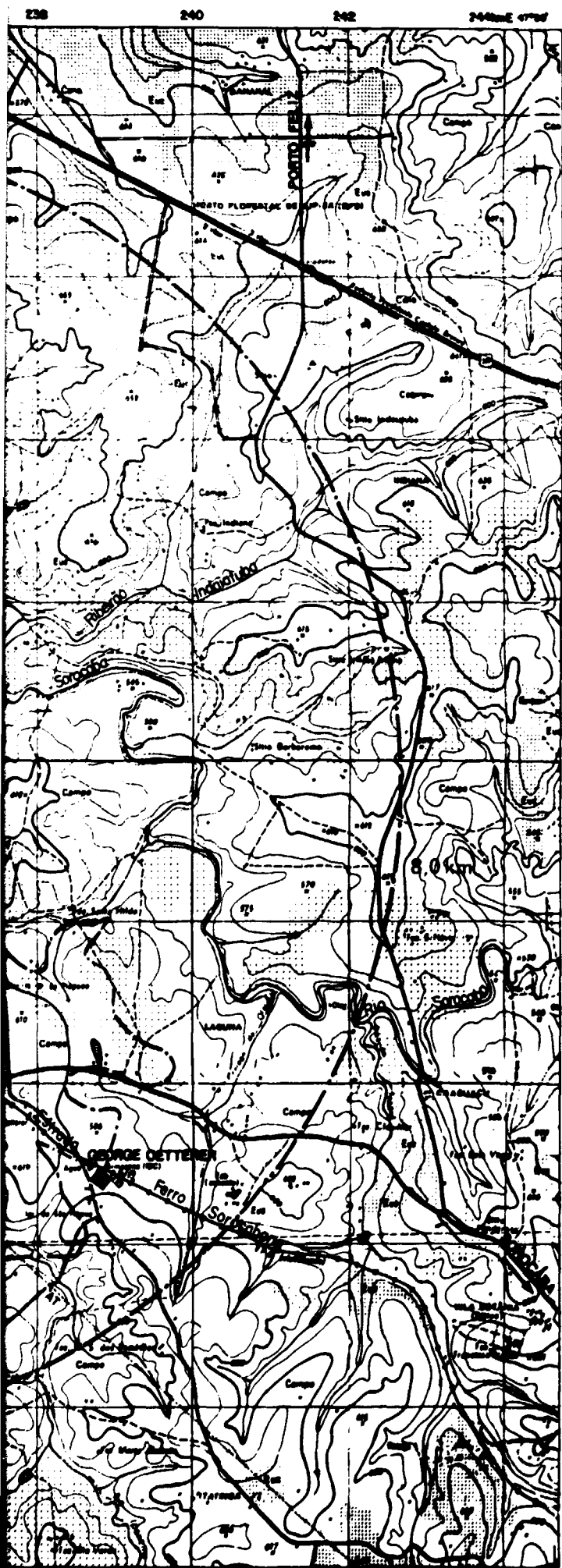
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

LEGENDA

- FRUTAS E VERDURAS
- PEIXES

SECTION 2

Figura 3.5 – Vegetais e peixe

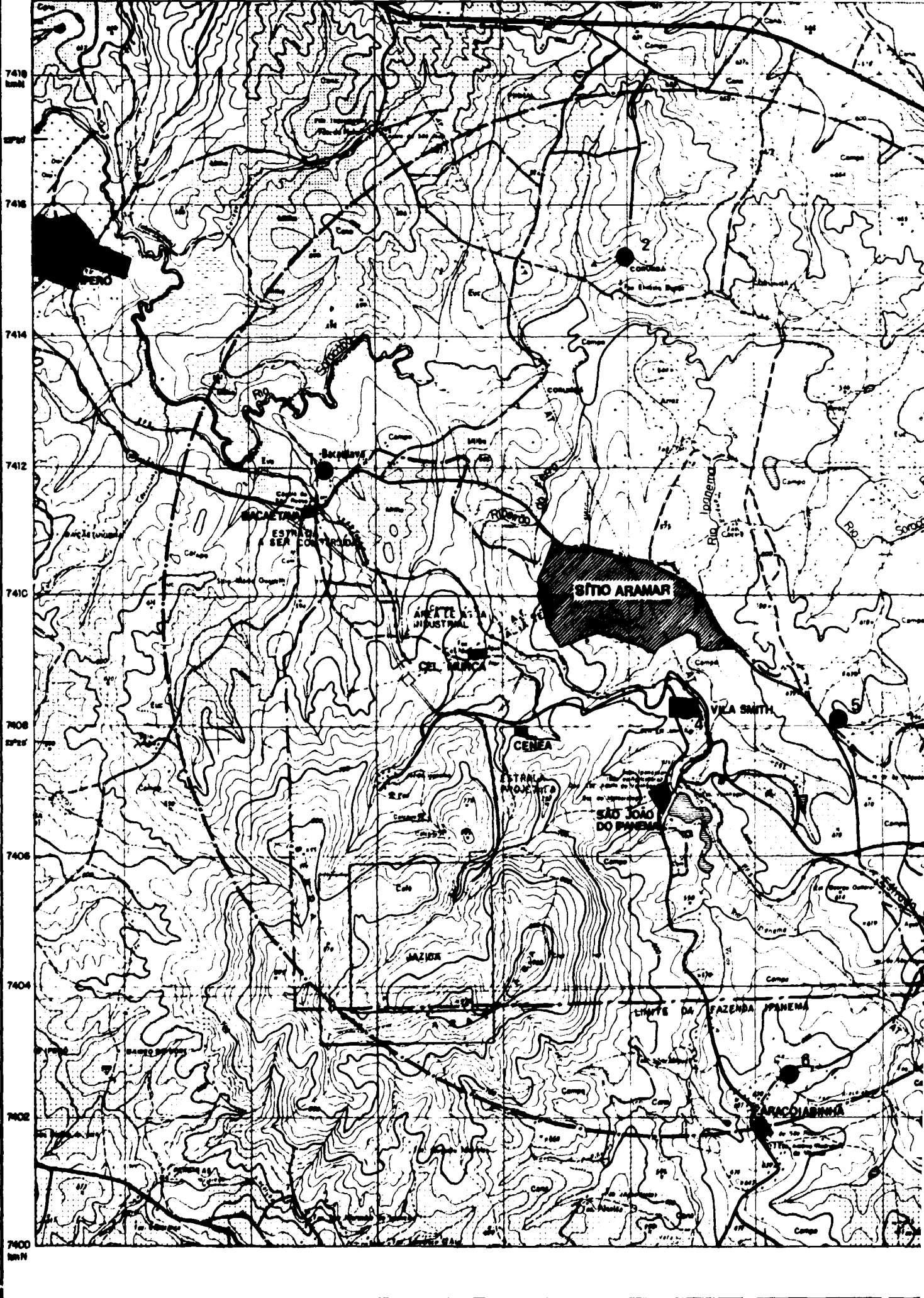


- LEGENDA**
- FRUTAS E VERDURAS
 - PEIXES

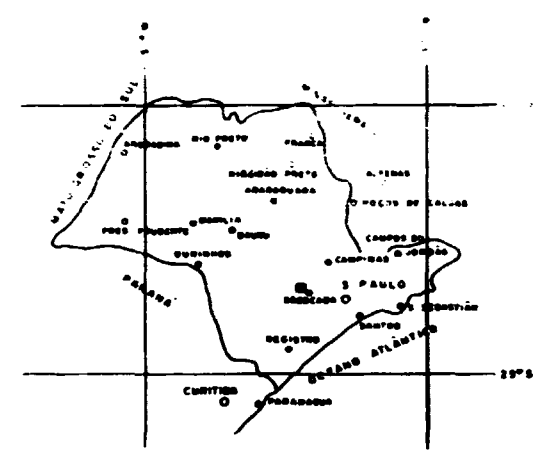
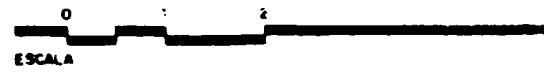
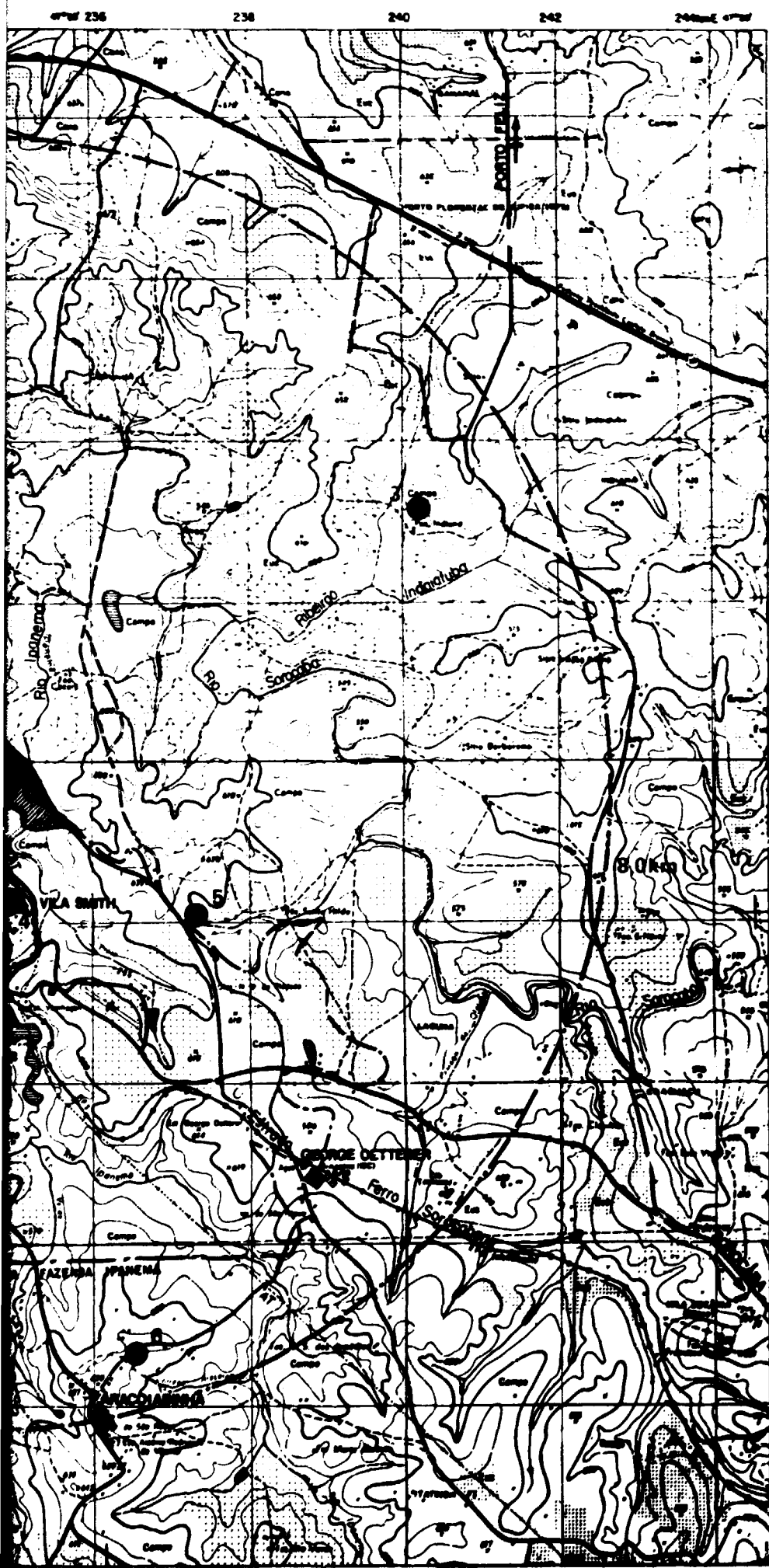
SECTION 3

Figura 3.5 – Vegetais e peixe

SECTION 1



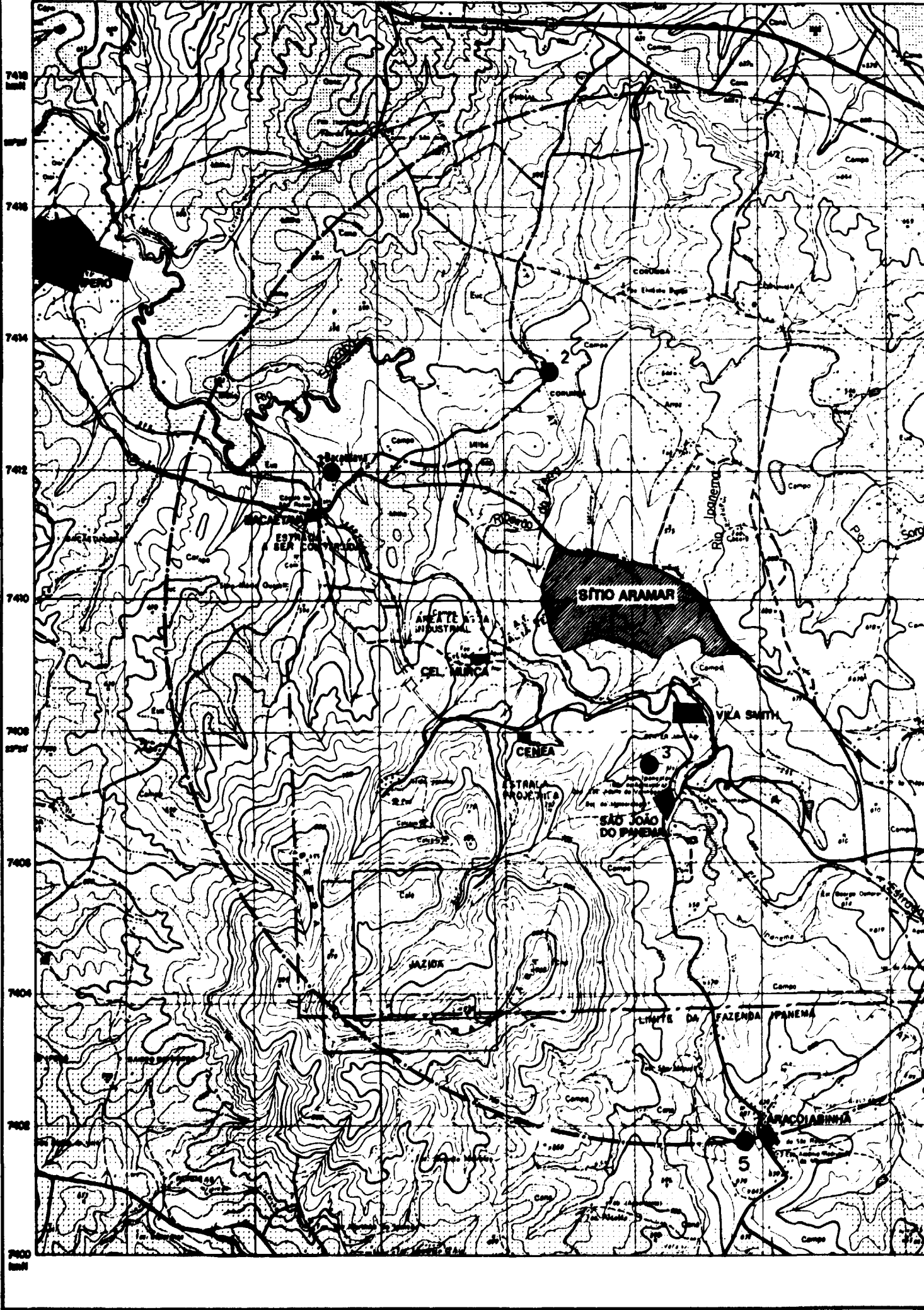
7418
7416
7414
7412
7410
7408
7406
7404
7402
7400

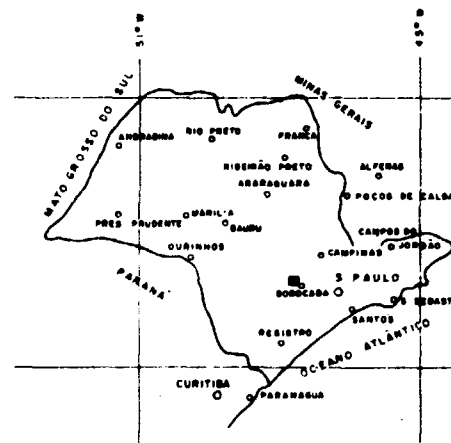
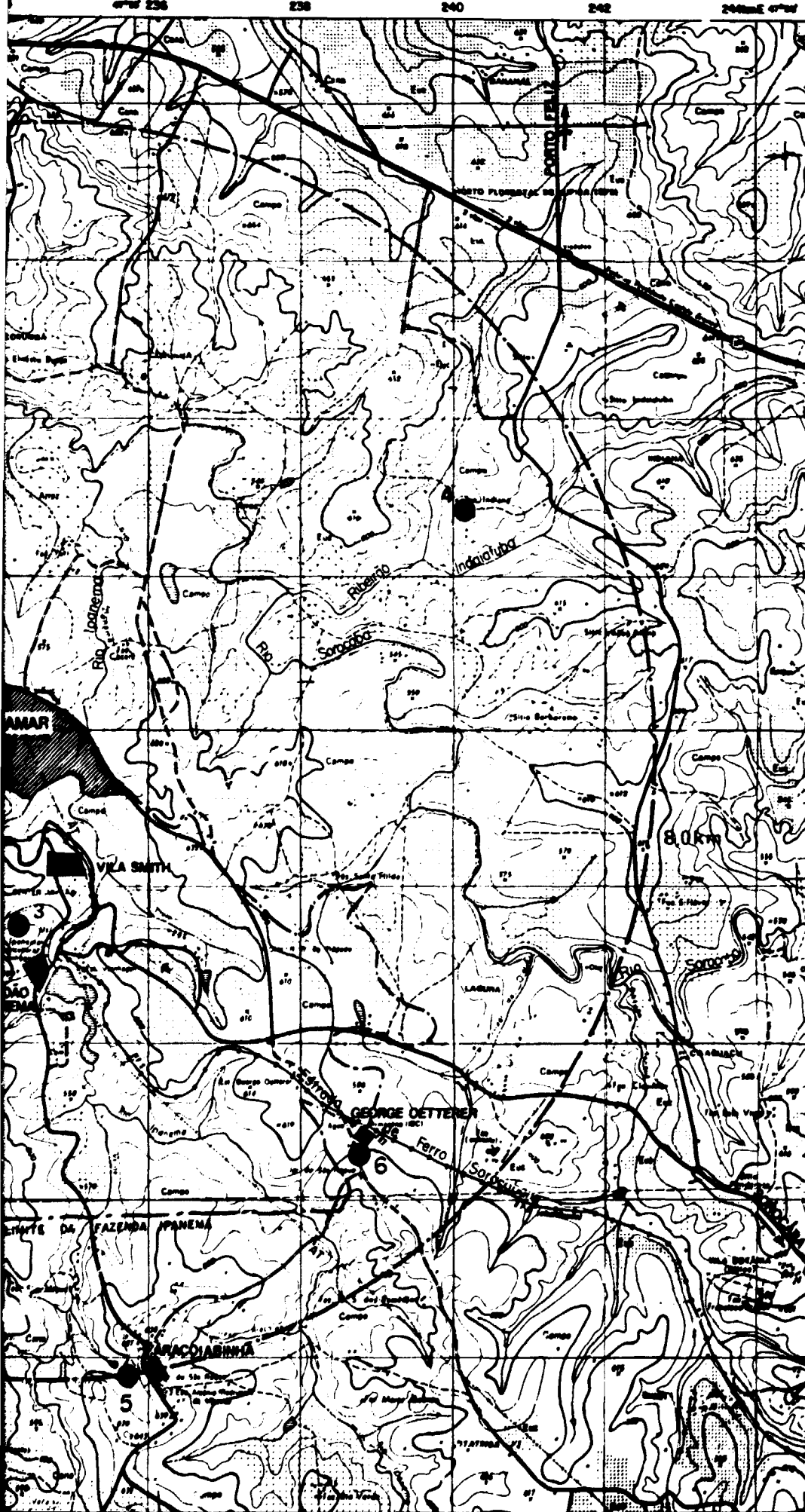


SECTION 2

Figura 3.6 - Água de poço.

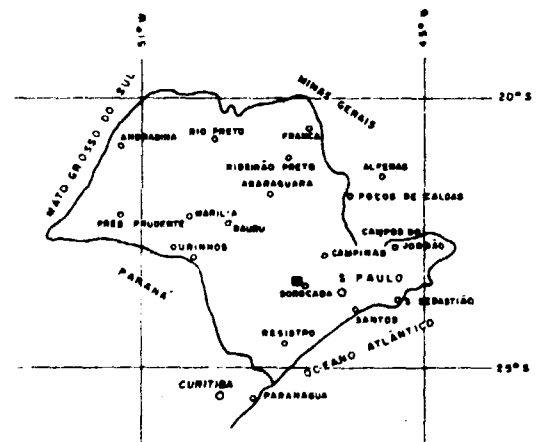
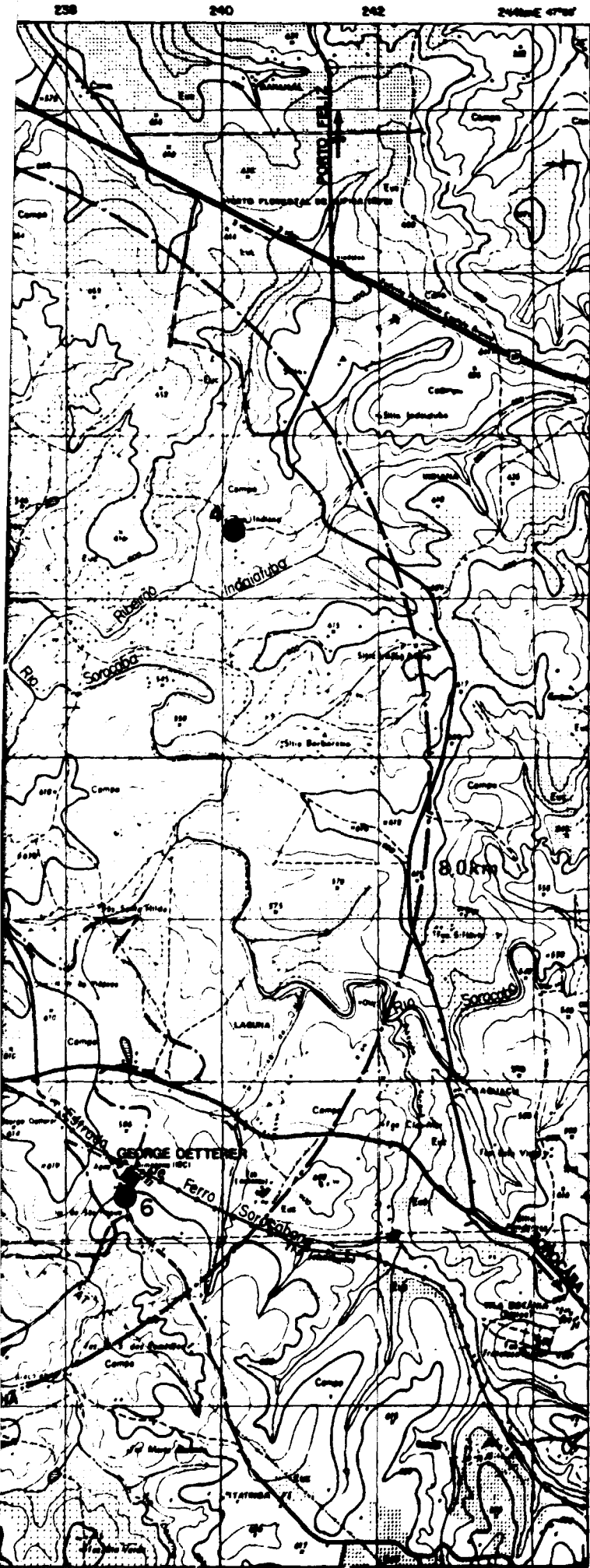
SECTION 1





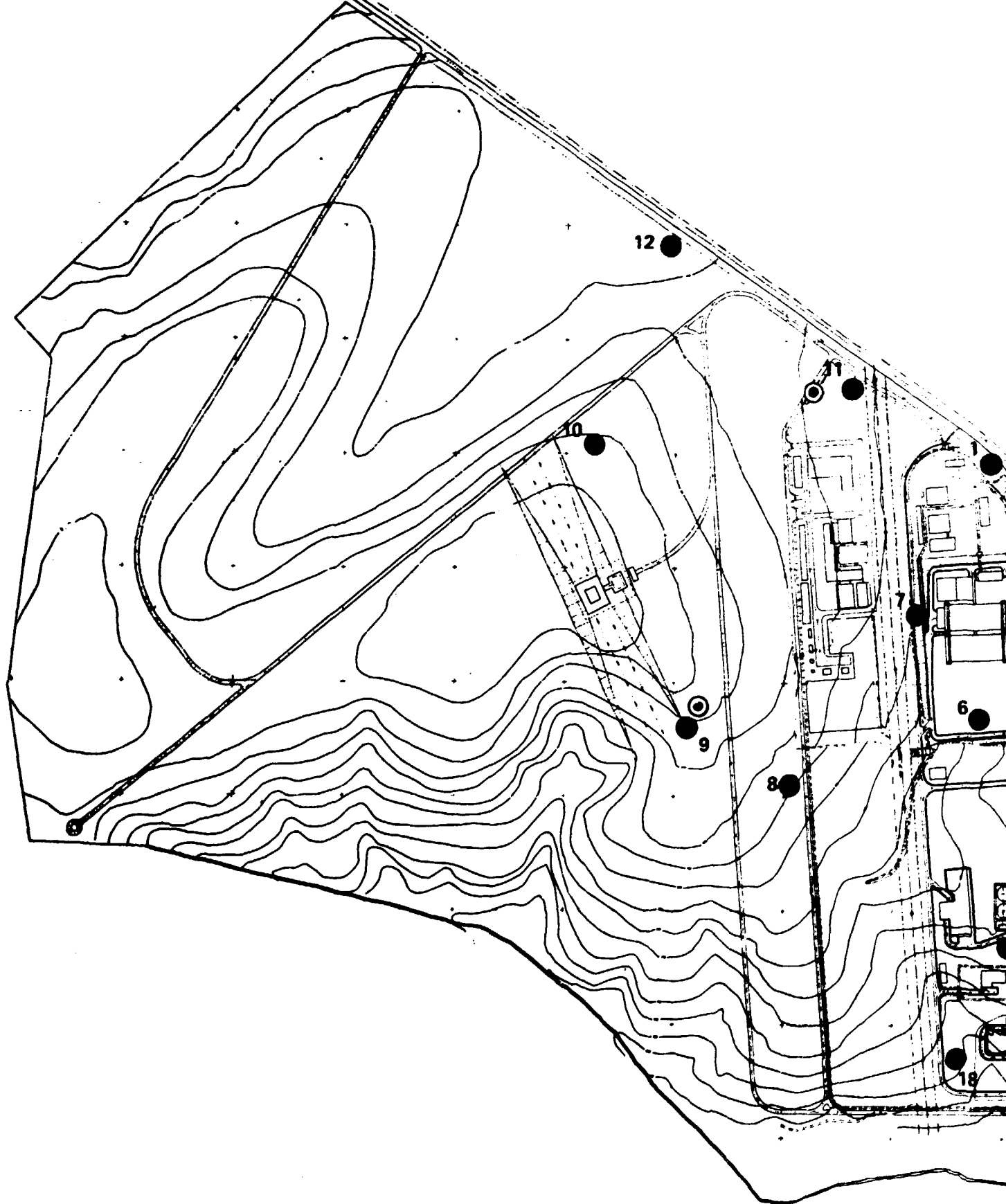
SECTION 2

Figura 3.7 – Pontos de medida TL fora do Sítio



SECTION 3

Figura 3.7 – Pontos de medida TL fora do Sítio

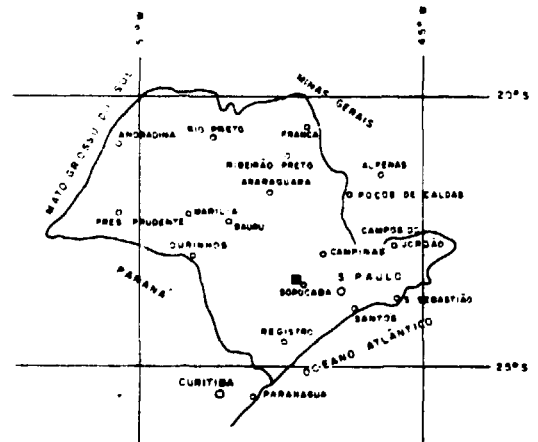


SECTION 1



0 100 200 500m

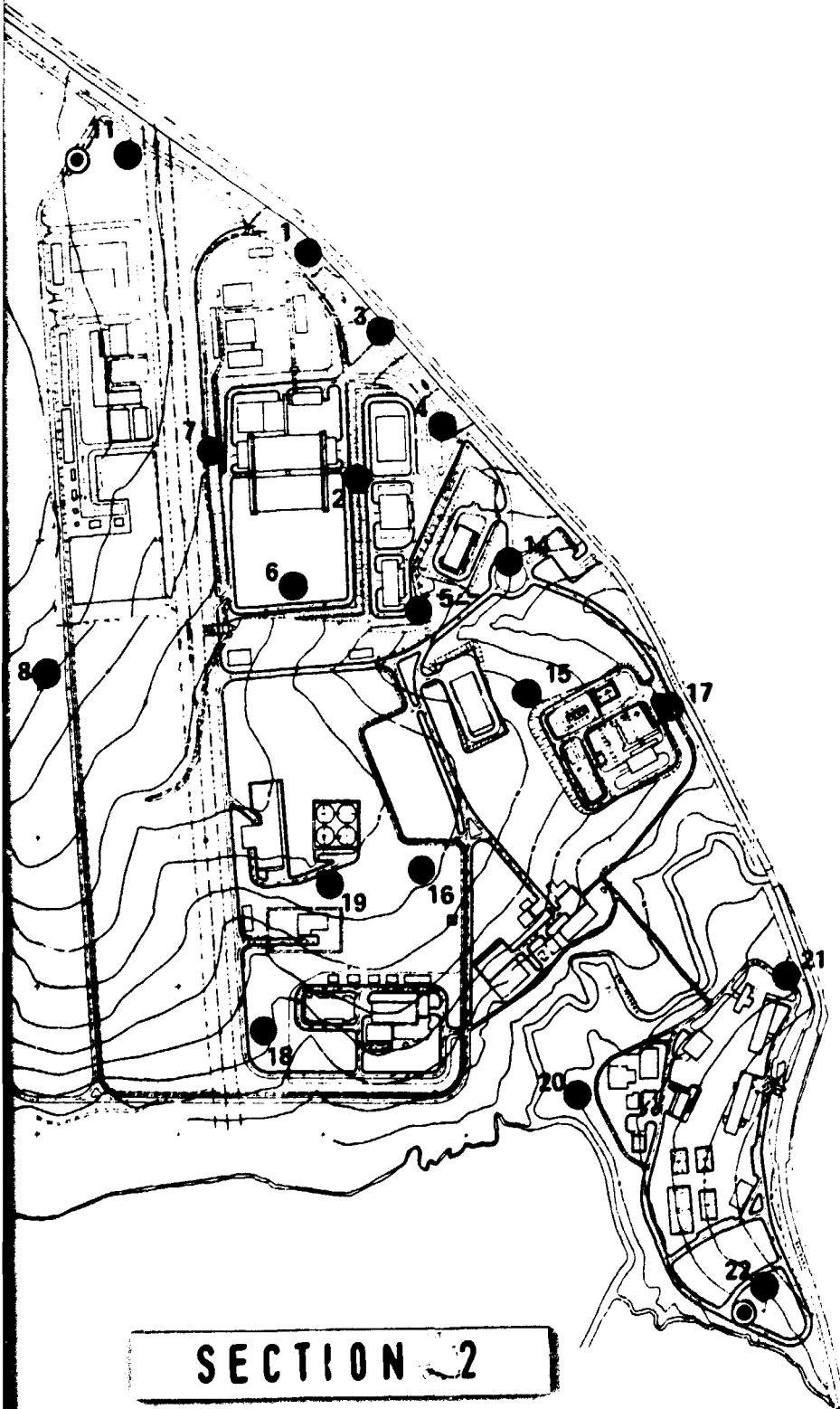
ESCALA



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

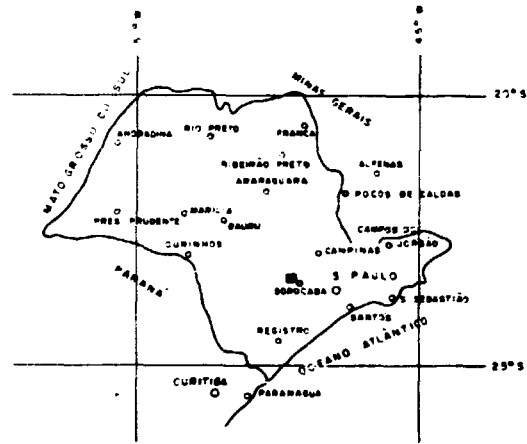
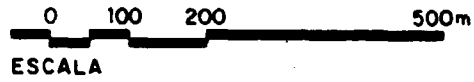
LEGENDA

- TLD
- ⊙ TLD + AR + SOLO + PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA



SECTION 2

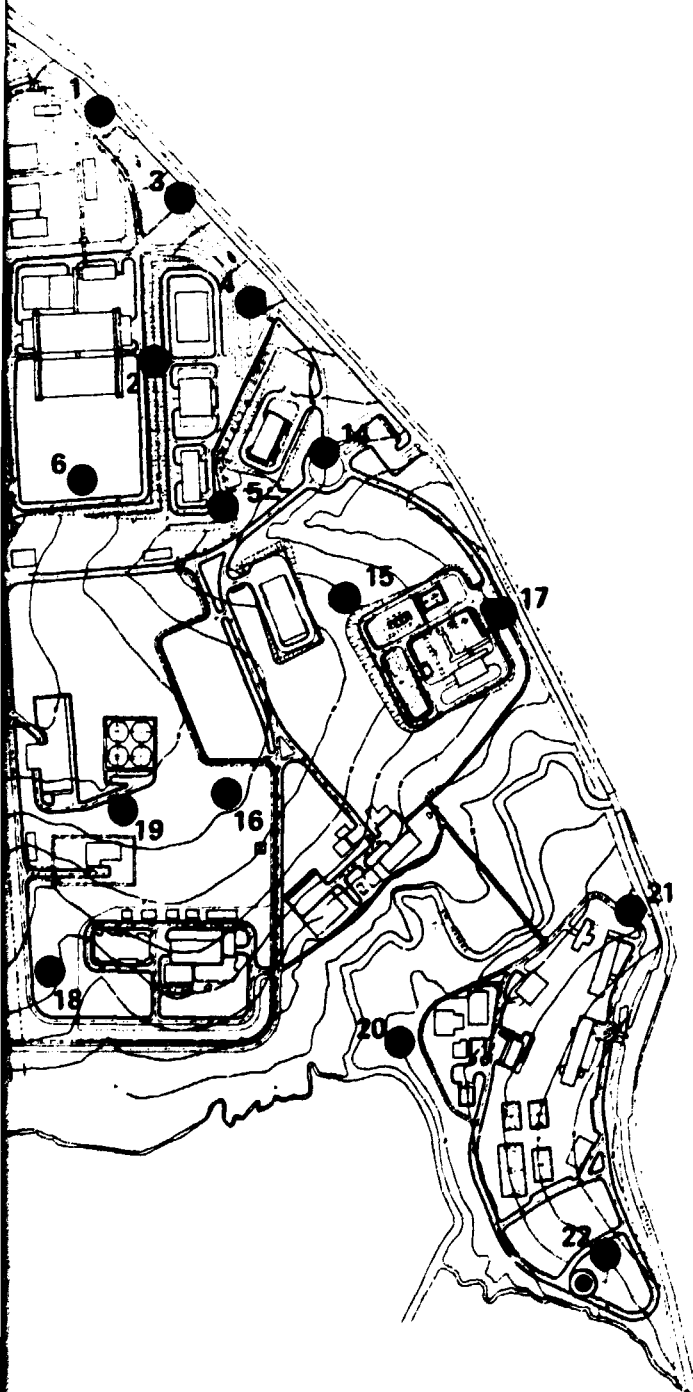
Figura 3.8 – Pontos de medida TL, amostragem de ar + prec. pluviométrica e solo dentro do Sítio Aramar.



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

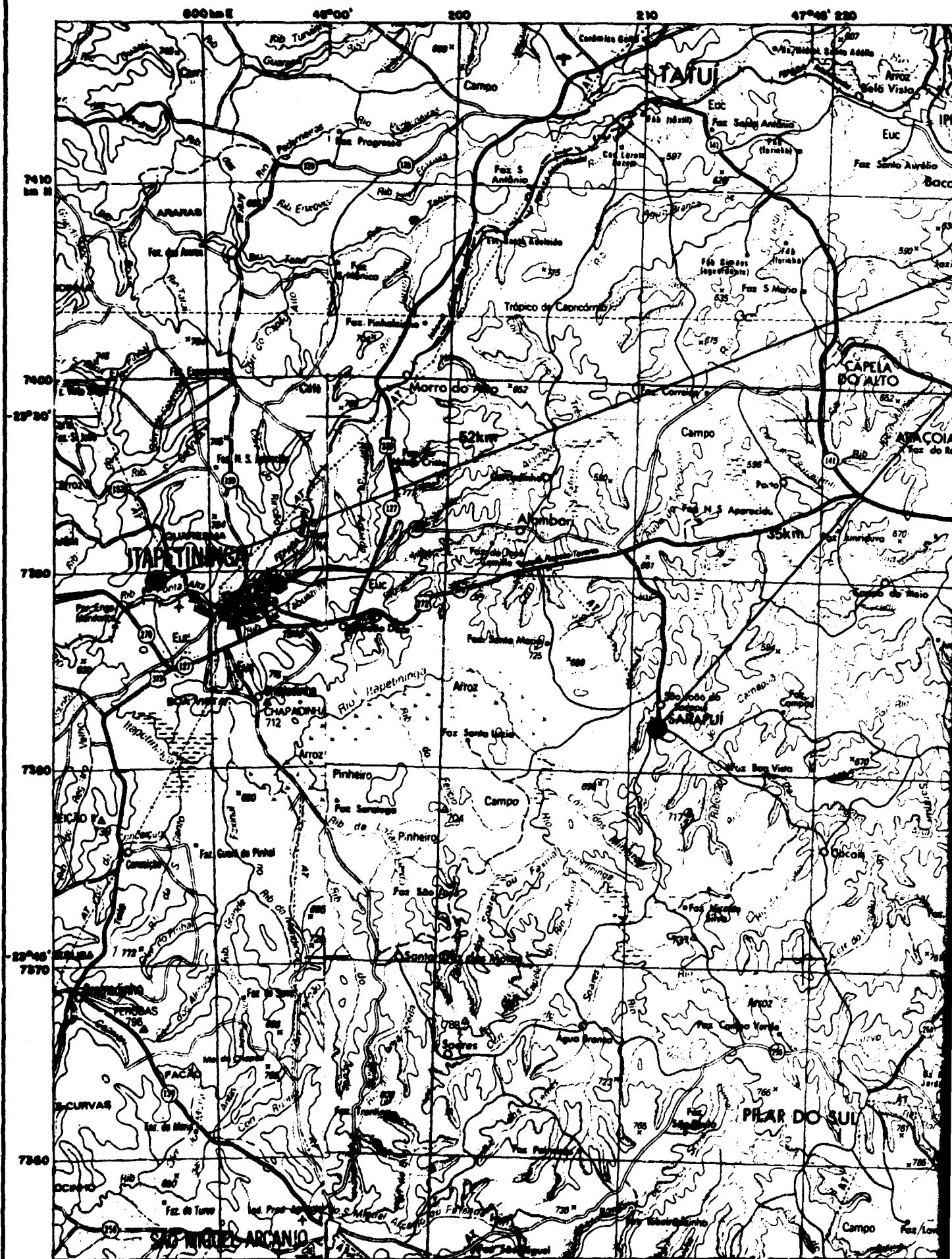
LEGENDA

- TLD
- ⊙ TLD + AR + SOLO + PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

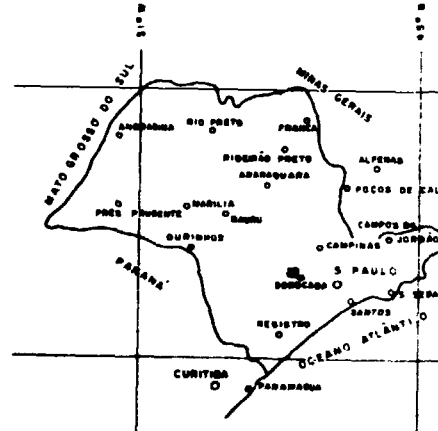
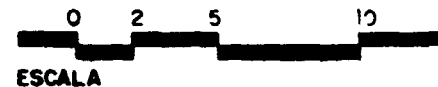
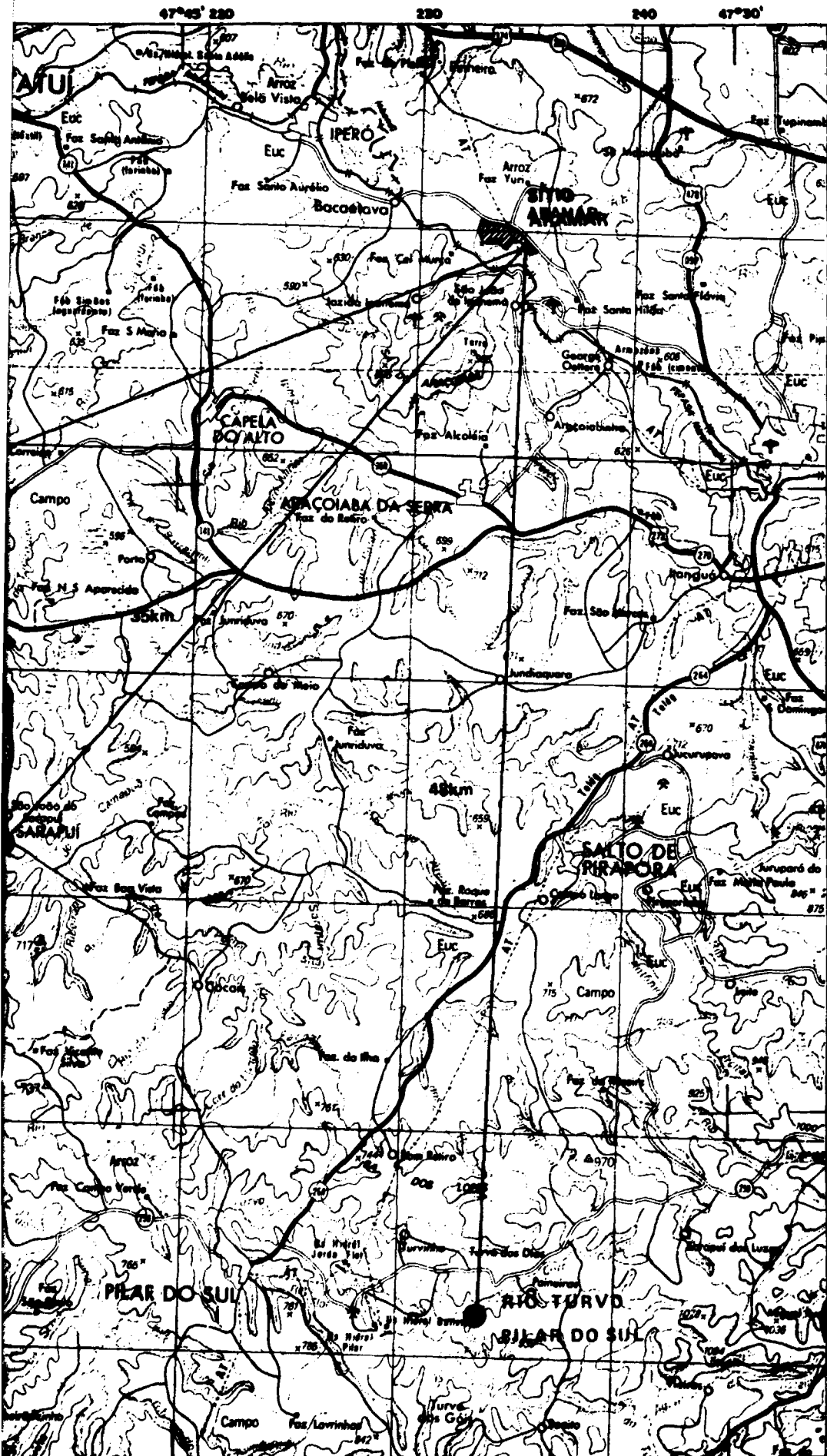


SECTION 3

Figura 3.8 – Pontos de medida TL, amostragem de ar + prec. pluviométrica e solo dentro do Sítio Aramar.

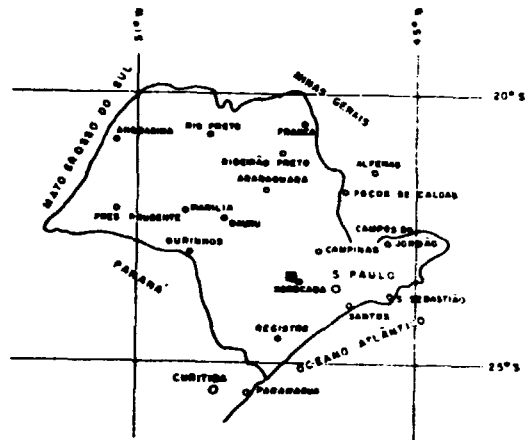
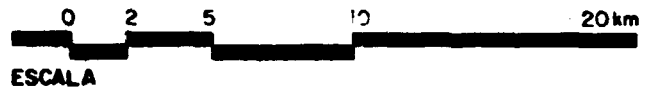
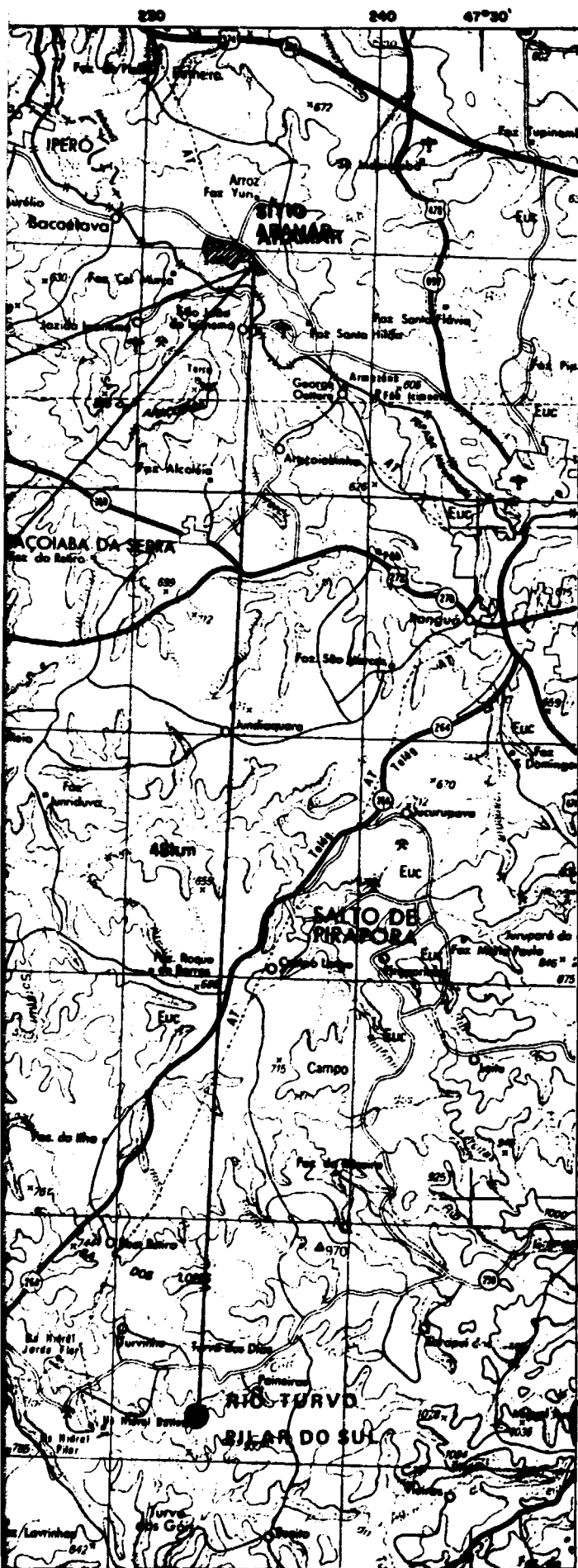


SECTION 1



SECTION 2

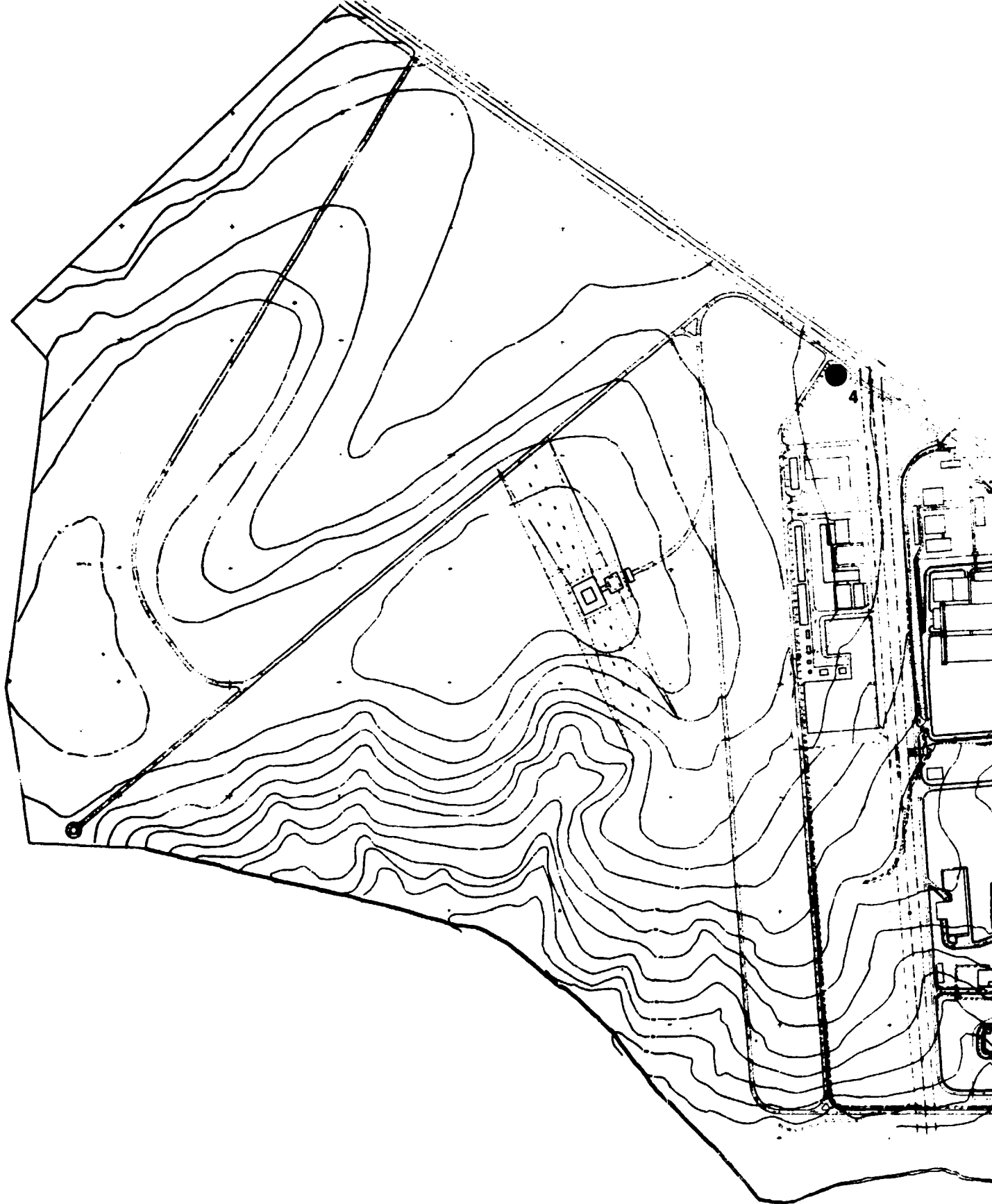
Figura 3.9 – Pontos de controle do branco.



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

SECTION 3

Figure 3.9 – Pontos de controle do branco.

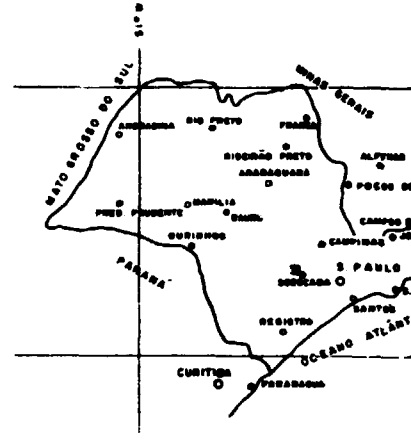


SECTION 1

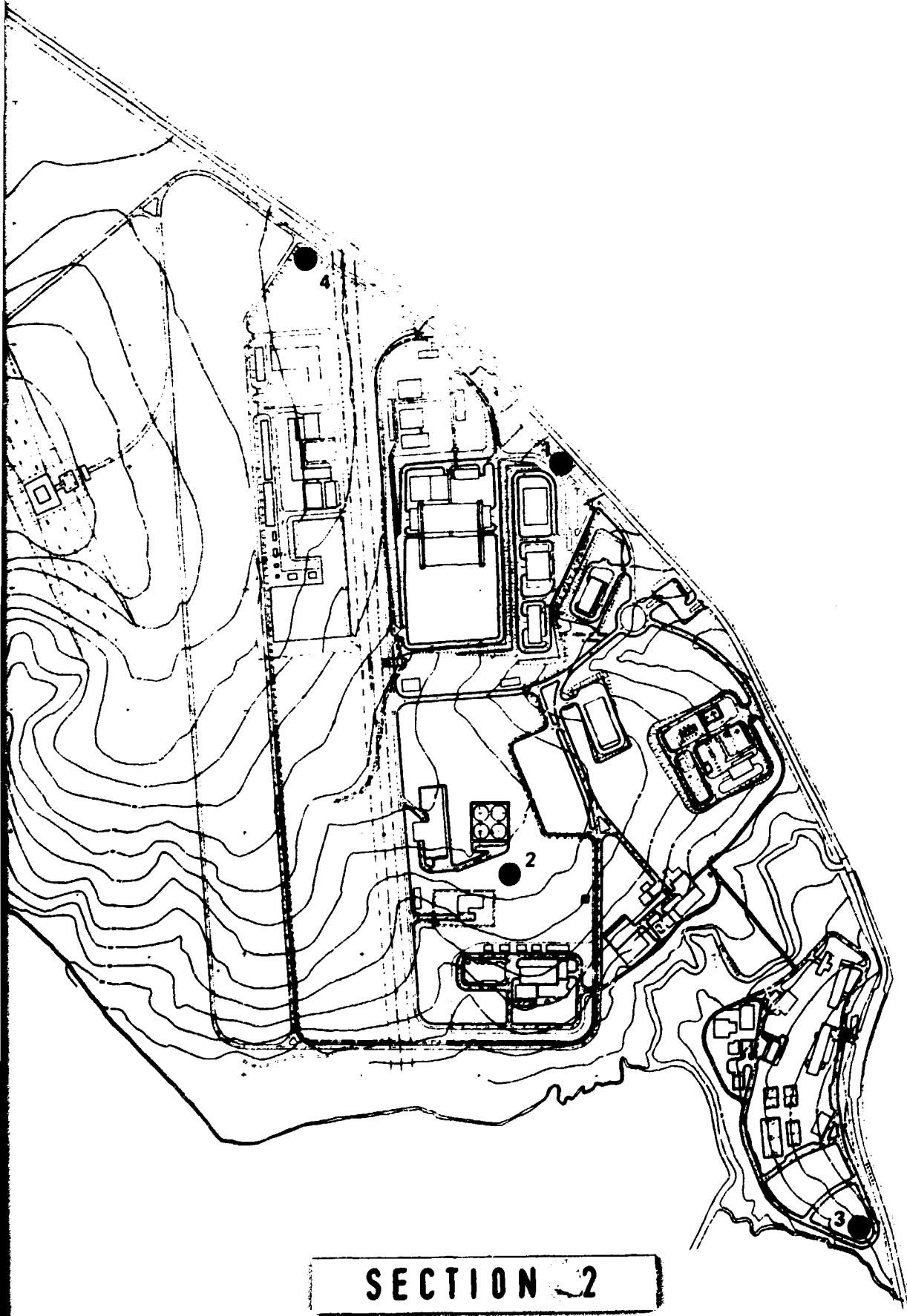


0 100 200

ESCALA

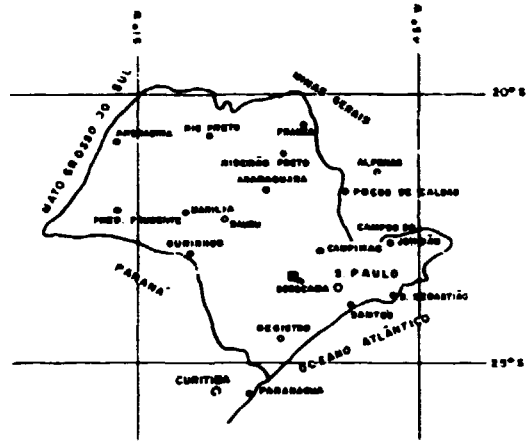
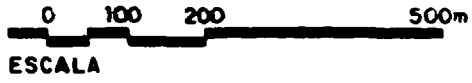


PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

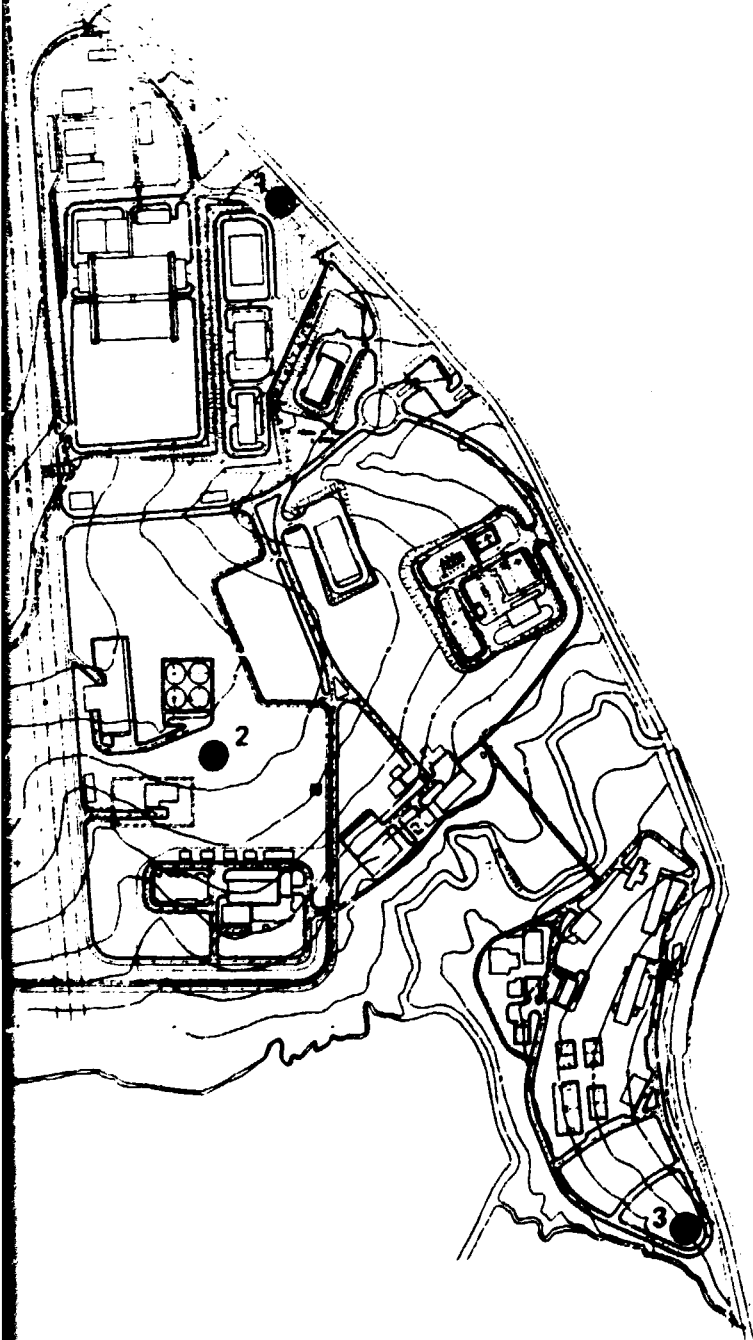


SECTION 2

Figura 3.10 - Fluoretos no ar.



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



SECTION 3

Figura 3.10 – Fluoretos no ar.

TABELA 4.1

Atividade Significativa Mínima Detectável (ASMD) Para Vários Tipos de Amostras e Geometrias de Contagem (espectrometria gama)

RADIO NUCLÍDEO	AMOSTRA (ativ.)	ÁGUA (Bq/L)	LEITE (Bq/L)	CINZAS (Bq/g)	SOLO (Bq/g)	SEDIMENTO (Bq/g)	FILTRO DE PAPEL (Bq)	SUCO DE LARANJA (Bq/L)
^{228}Ac		0,22	0,48	0,082	0,012	0,014	0,12	1,08
^{212}Pb		0,05	0,14	0,025	0,0034	0,0031	0,02	0,27
^{208}Tl		0,05	0,15	0,025	0,0027	0,0032	0,03	0,29
^{214}Pb		0,11	0,27	0,059	0,0051	0,0049	0,06	0,53
^{214}Bi		0,12	0,31	0,060	0,0064	0,0076	0,06	0,62
^{40}K		1,16	3,35	0,43	0,073	0,072	0,72	5,81
^7Be		0,34	0,79	0,15	0,018	0,020	0,09	1,71
MASSA DA AMOSTRA		0,85 L	3 L	10 g	100 g	100 g	-	0,85 L
geometria de contagem		frasco Marinelli 860 mL, com tampa	frasco Marinelli 3600 mL, com tampa	frasco de polietileno 100 g, com tampa	frasco de polietileno 200 g, com tampa	frasco de polietileno 200g, com tampa	plaqueta de alumínio de 2" de diâmetro e 0,5mm de espessura	frasco Marinelli 860 mL, com tampa
Tempo de Contagem (s)		50000	50000	10000	10000	10000	50000	50000

TABELA 4.2

**Atividade Significativa Mínima Detectável (ASMD) Para Vários Tipos de Amostra
(Determinação de Urânio por Fluorimetria)**

ÁGUA (µg/L)	LEITE (µg/L)	CINZAS (µg/g)	SOLO (µg/g)	SEDIMENTO (µg/g)	FILTROS DE PAPEL (µg/filtro)	SUCO DE LARANJA (µg/L)
1,0	5,0	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0

TABELA 4.3
Radionuclídeos Determinados em Amostras de Água de Superfície

LOCAL DE COLETA (SETOR)	DATA DE COLETA	URÂNIO TOTAL (µg/L)	^{228}Ac (Bq/L)	^{212}Pb (Bq/L)	^{208}Tl (Bq/L)	^{214}Pb (Bq/L)	^{214}Bi (Bq/L)	^{40}K (Bq/L)	^7Be (Bq/L)
Represa Ipanema (S)	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Sítio Aramar-ETA Compacta (-)	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Rio Ipanema-ponte (ENE)	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Rio Ipanema-Fazenda Oriental Yuri (N)	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	NOV/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Rio Sorocaba-Caçapava (ENE)	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Rio Sorocaba-Corumbá (ENE)	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	FEV/87	*	**	**	**	**	**	**	**

TABELA 4.3 - continuação

LOCAL DA COLETA (SETOR)	DATA DE COLETA	USUARIO TOTAL (µg/L)	228 Ac (Bq/L)	212 Pb (Bq/L)	208 Tl (Bq/L)	214 Pb (Bq/L)	214 Bi (Bq/L)	40 K (Bq/L)	7 Be (Bq/L)
Rio Sorocaba-Bacacetava (NNE)	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Rio Ipamema - Araçoiabinha (SSE)	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
Rio Sorocaba - Casquinha (SSE)	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
Sítio Aramar - Açuda Projeto Grão (-)	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Rio Turvo-Pilar do Sal (SSE)	OUT/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**	

* < AMSD correspondente (Tabela 4.2).
 ** < AMSD correspondente (Tabela 4.1).

TABELA 4.4
Radionuclídeos Determinados em Amostras de Água de Poço

LOCAL DA COLETA (SETOR)	DATA DE COLETA	URÂNIO TOTAL (µg/L)	^{228}Ac (Bq/L)	^{212}Pb (Bq/L)	^{208}Tl (Bq/L)	^{214}Pb (Bq/L)	^{214}Bi (Bq/L)	^{40}K (Bq/L)	^7Be (Bq/L)
Bacaetava (NNW)	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
Sítio São Benedito - Corumbá (NNW)	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
Agropecuária Indiana (ENE)	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
Fazenda Ipanema (S)	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
Fazendinha Agropecuária (SE)	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**
Araçoiabinha (SSE)	DEZ/87	*	**	**	**	**	**	**	**

* < ASND correspondente (Tabela 4.2).

** < ASND correspondente (Tabela 4.1).

TABELA 4.5
Radionuclídeos Determinados em Amostras de Precipitação Pluviométrica

LOCAL DA COLETA (SETOR)	DATA DE COLETA	URÂNIO TOTAL (Bq/L)	²²⁸ Ac (Bq/L)	²¹² Pb (Bq/L)	²⁰⁸ Tl (Bq/L)	²¹⁴ Pb (Bq/L)	²¹⁴ Bi (Bq/L)	⁴⁰ K (Bq/L)	⁷ Be (Bq/L)
Sítio Aramar- ponto 9 (NW)	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	MAR/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Sítio Aramar- ponto 11 (SSW)	FEV/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	MAR/88	*	**	**	**	**	**	**	**
Sítio Aramar- ponto 22 (SE)	JAN/88	*	**	**	**	**	**	**	**
	MAR/88	*	**	**	**	**	**	**	**

* < ASND correspondente (Tabela 4.2) .

** < ASND correspondente (Tabela 4.1) .

TABELA 4.6
Radionuclídeos Determinados em Amostras de Leite

LOCAL DA COLETA (SETOR)	DATA DE COLETA	URÂNIO TOTAL (µg/L)	^{228}Ac (Bq/L)	^{212}Pb (Bq/L)	^{208}Tl (Bq/L)	^{214}Pb (Bq/L)	^{214}Bi (Bq/L)	^{40}K (Bq/L)	^7Be (Bq/L)
Sítio Bacaetava- Bacaetava (NSW)	NOV/87	*	**	**	**	**	**	$58,9^{+6,2}$	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	$61,5^{-5,7}$	**
Sítio S.Benedito - Corumbá (NNE)	NOV/87	*	**	**	**	**	**	$60,3^{+6,6}$	**
Fazenda Ipanema (S)	NOV/87	*	**	**	**	$0,56^{+0,13}$	**	$51,7^{+5,7}$	**
	MAR/88	*	**	**	**	**	**	$44,5^{-4,4}$	**
Sítio Vitória (E)	NOV/87	*	**	**	**	**	**	$50,8^{+5,6}$	**
	MAR/88	*	**	$0,23^{+0,12}$	**	$0,39^{+0,11}$	$0,41^{+0,10}$	$51,0^{+5,0}$	**
Agropecuária Indiana (ENE)	NOV/87	*	**	**	**	**	**	$52,7^{+5,8}$	**
	MAR/88	*	**	**	**	**	**	$49,1^{+4,9}$	**
Fazenda Tijoco Preto - Itapetininga (NSW)	JAN/88	*	**	**	**	**	**	$53,9^{+5,9}$	**
	FEV/88	*	**	**	**	**	**	$58,6^{+5,9}$	**

* < ASMD correspondente (Tabela 4.2).

** < ASMD correspondente (Tabela 4.1).

TABELA 4.7

Radionuclídeos Determinados em Amostras de Sedimento

LOCAL DA COLETA (SERVO)	DATA DE COLETA	AMBITO TOTAL ($\mu\text{g/g}$)	^{226}Ac (Bq/g)	^{212}Pb (Bq/g)	^{208}Tl (Bq/g)	^{214}Pb (Bq/g)	^{214}Bi (Bq/g)	^{40}K (Bq/g)	^7Be (Bq/g)
Represa Ipanema (S)	OUT/87 FEV/88	2,0 \pm 0,6 3,0 \pm 0,6	0,11 \pm 0,01 0,075 \pm 0,009	0,035 \pm 0,010 0,038 \pm 0,007	0,040 \pm 0,004 0,031 \pm 0,003	0,057 \pm 0,006 0,044 \pm 0,005	0,051 \pm 0,006 0,039 \pm 0,005	0,21 \pm 0,03 0,22 \pm 0,03	** **
Sítio Aramar-STA Casageta (SE)	OUT/87 FEV/88	1,0 \pm 0,3 1,3 \pm 0,4	0,045 \pm 0,006 0,048 \pm 0,006	0,039 \pm 0,005 0,031 \pm 0,004	0,014 \pm 0,002 0,016 \pm 0,002	0,036 \pm 0,005 0,024 \pm 0,004	0,037 \pm 0,005 0,021 \pm 0,004	0,31 \pm 0,03 0,16 \pm 0,02	** **
Rio Ipanema-ponte (ENE)	OUT/87 FEV/88	1,5 \pm 0,5 1,2 \pm 0,4	0,085 \pm 0,010 0,032 \pm 0,005	0,056 \pm 0,006 0,026 \pm 0,003	0,024 \pm 0,003 0,094 \pm 0,001	0,039 \pm 0,006 0,031 \pm 0,004	0,043 \pm 0,005 0,021 \pm 0,004	0,33 \pm 0,04 0,14 \pm 0,02	** **
Rio Ipanema-Parede Oriental Turi (N)	OUT/87 FEV/88	1,6 \pm 0,5 1,8 \pm 0,5	0,13 \pm 0,02 0,77 \pm 0,01	0,037 \pm 0,013 0,052 \pm 0,007	0,042 \pm 0,004 0,024 \pm 0,003	0,072 \pm 0,008 0,035 \pm 0,004	0,076 \pm 0,008 0,034 \pm 0,004	0,29 \pm 0,04 **	** **
Rio Seroocaba-Casapava (NNE)	DEZ/87 FEV/88	1,7 \pm 0,5 1,8 \pm 0,5	0,26 \pm 0,03 0,77 \pm 0,01	0,20 \pm 0,02 0,53 \pm 0,01	0,081 \pm 0,008 0,020 \pm 0,003	0,12 \pm 0,01 0,29 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01 0,35 \pm 0,01	0,42 \pm 0,05 0,41 \pm 0,05	** **
Rio Seroocaba-Corumbá (NNW)	OUT/87 FEV/88	1,1 \pm 0,3 1,3 \pm 0,4	0,14 \pm 0,02 0,68 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01 0,052 \pm 0,007	0,046 \pm 0,004 0,023 \pm 0,002	0,064 \pm 0,007 0,024 \pm 0,003	0,076 \pm 0,008 0,030 \pm 0,003	0,42 \pm 0,05 0,38 \pm 0,04	** **
Rio Seroocaba-Bacastava (NNW)	JAN/88 FEV/88	2,0 \pm 0,6 1,2 \pm 0,4	0,094 \pm 0,011 0,082 \pm 0,012	0,077 \pm 0,010 0,064 \pm 0,007	0,037 \pm 0,004 0,039 \pm 0,003	0,044 \pm 0,006 0,031 \pm 0,003	0,053 \pm 0,006 0,036 \pm 0,003	0,46 \pm 0,05 0,45 \pm 0,05	** **
Rio Ipanema-Araçoiabá (SEE)	OUT/87 FEV/88	1,3 \pm 0,4 *	0,12 \pm 0,02 0,037 \pm 0,006	0,084 \pm 0,009 0,026 \pm 0,004	0,034 \pm 0,004 0,011 \pm 0,002	0,070 \pm 0,008 0,021 \pm 0,006	0,076 \pm 0,008 0,021 \pm 0,003	0,13 \pm 0,02 **	** **
Rio Seroocaba-Casageta (ESE)	JAN/88 FEV/88	1,3 \pm 0,4 1,3 \pm 0,4	0,14 \pm 0,02 0,091 \pm 0,011	0,11 \pm 0,01 0,042 \pm 0,007	0,047 \pm 0,005 0,026 \pm 0,003	0,049 \pm 0,006 0,029 \pm 0,003	0,045 \pm 0,007 0,035 \pm 0,004	0,49 \pm 0,05 0,35 \pm 0,04	** **
Sítio Aramar-Areco Projeto Grão (N)	OUT/87 FEV/88	2,7 \pm 0,8 1,2 \pm 0,4	0,067 \pm 0,009 0,064 \pm 0,009	0,050 \pm 0,007 0,043 \pm 0,005	0,022 \pm 0,003 0,017 \pm 0,002	0,052 \pm 0,007 0,022 \pm 0,003	0,053 \pm 0,006 0,027 \pm 0,004	0,21 \pm 0,04 0,20 \pm 0,02	** **
Rio Turvo -Pilar do Sul (SSE)	JAN/88 FEV/88	2,0 \pm 0,6 1,6 \pm 0,5	0,010 \pm 0,002 0,12 \pm 0,01	0,15 \pm 0,02 0,11 \pm 0,02	0,060 \pm 0,006 0,046 \pm 0,003	0,067 \pm 0,006 0,054 \pm 0,007	0,069 \pm 0,008 0,049 \pm 0,005	1,03 \pm 0,18 1,12 \pm 0,11	** **

* < AMD correspondente (Tabela 4.2)

** < AMD correspondente (Tabela 4.1)

TABELA 4.6
Radiocelídios Determinados em Amostras de Solo

LOCAL DE COLETA (ESTADO)	DATA DE COLETA	URÂNIO TOTAL (µg/g)	²²⁶ Ra (Bq/g)	²¹² Pb (Bq/g)	²⁰⁸ Tl (Bq/g)	²¹⁴ Pb (Bq/g)	²¹⁴ Bi (Bq/g)	⁴⁰ K (Bq/g)	⁷ Be (Bq/g)
Povo Municipal Saragatã (RN)	DEZ/87 FEV/88	1,5±0,6 1,6±0,5	0,045±0,007 ..	0,049 ±0,006 0,020 ±0,003	0,014±0,002 0,008±0,001	0,039±0,005 0,013±0,005	0,025±0,003 0,009±0,003	0,10 ±0,03..	....
Sítio Bocetava (RN)	NOV/87 FEV/88	1,0±0,5	0,041±0,005 0,075±0,009	0,034 ±0,004 0,076 ±0,009	0,014±0,002 0,023±0,002	0,018±0,004 0,043±0,006	0,016±0,003 0,038±0,005	0,11 ±0,02 0,45 ±0,06	....
Sítio São Benedito (RN)	NOV/87 FEV/88	1,7±0,5 1,5±0,5	0,066±0,007 0,031±0,005	0,052 ±0,006 0,038 ±0,004	0,019±0,002 0,012±0,002	0,036±0,004 0,019±0,003	0,032±0,004 0,012±0,002	....	....
Fazenda Ipanema (SE)	NOV/87 FEV/88	1,0±0,3 2,3±0,7	0,049±0,006 0,016±0,003	0,036 ±0,005 0,016 ±0,002	0,014±0,002 0,003±0,001	0,026±0,005 0,014±0,003	0,018±0,004 ..	0,36 ±0,05 0,11 ±0,02	....
Sítio Vitória (SE)	NOV/87 FEV/88	1,0±0,3	0,035±0,004 0,023±0,005	0,031 ±0,004 0,032 ±0,004	0,013±0,002 0,012±0,002	0,037±0,004 0,031±0,004	0,028±0,004 0,022±0,004	0,089±0,021 0,16 ±0,02	....
Escola Arcoíslândia (SE)	NOV/87 FEV/88	1,9±0,6 1,0±0,3	0,083±0,009 0,084±0,001	0,092 ±0,009 0,078 ±0,009	0,025±0,003 0,023±0,002	0,035±0,005 0,021±0,004	0,040±0,004 0,027±0,004	.. ..	.. 0,23±0,010
Escola George Oetterer (SE)	NOV/87 FEV/88	2,0±0,6 1,6±0,5	0,11 ±0,01 0,086±0,001	0,098 ±0,011 0,077 ±0,008	0,031±0,003 0,028±0,003	0,060±0,007 0,053±0,007	0,051±0,006 0,043±0,005	....	....
Agropecuária Indiana (MS)	NOV/87 MAR/88	1,6±0,5 2,0±0,6	0,043±0,005 0,041±0,006	0,037 ±0,006 0,034 ±0,004	0,014±0,002 0,012±0,001	0,025±0,004 0,032±0,003	0,024±0,003 0,013±0,002	0,084±0,010..	....
Sítio Arumar Ponto 9 (MS)	DEZ/87 FEV/88	1,3±0,4	0,085±0,011 0,043±0,006	0,068 ±0,008 0,033 ±0,004	0,024±0,003 0,018±0,002	0,052±0,006 0,016±0,004	0,037±0,004 0,020±0,003	0,15 ±0,02 0,094±0,017	0,03±0,007 ..
Sítio Arumar Ponto 11 (MS)	NOV/87 FEV/88	2,0±0,6 1,5±0,5	0,086±0,010 0,038±0,005	0,089 ±0,011 0,033 ±0,005	0,034±0,004 0,013±0,002	0,055±0,008 0,015±0,004	0,046±0,005 0,015±0,002	.. 0,10 ±0,03	....
Sítio Arumar Ponto 22 (MS)	DEZ/87 FEV/88	1,6±0,3 2,0±0,6	0,035±0,005 0,023±0,004	0,035 ±0,005 0,031 ±0,004	0,016±0,001 0,011±0,002	0,054±0,007 0,017±0,004	0,041±0,005 0,020±0,003	0,19 ±0,02 ..	0,04±0,021 ..
Fazenda Tijoco Preto Itapetininga (MS)	JAN/88 FEV/88	1,0±0,3	0,12 ±0,01 0,047±0,006	0,096 ±0,013 0,046 ±0,006	0,033±0,003 0,015±0,002	0,036±0,005 0,017±0,002	0,028±0,004 0,016±0,001	....	....

* < AMS correspondente (Tabela 4.2).

** < AMS correspondente (Tabela 4.1).

TABELA 4.9
Radionuclídeos Determinados em Amostras de Solo de Laranja

LOCAL DA COLETA (MUNICÍPIO)	DATA DE COLETA	URÂNIO TOTAL (µg/L)	²²⁶ Ac (Bq/L)	²¹² Pb (Bq/L)	²⁰⁸ Tl (Bq/L)	²¹⁴ Pb (Bq/L)	²¹⁴ Bi (Bq/L)	⁴⁰ K (Bq/L)	⁷ Ba (Bq/L)
Fazenda São Roque	NOV/87	***	**	**	0,30 [±] 0,07	**	**	61,5 [±] 5,7	**
do Cajari (ME)	FEV/88	0,7 [±] 0,2	**	0,35 [±] 0,17	0,49 [±] 0,13	**	**	48,1 [±] 4,8	**

** < AMND correspondente (Tabela 4.1).

*** < AMND não foi determinado...

TABELA 4.10

Radionuclídeos Determinados em Cinsas

MOSTRA	LOCAL DE COLHEITA (SETOR)	DATA DE COLHEITA	URÂNIO TOTAL (µg/g)	²²⁸ Ac (Bq/g)	²¹² Pb (Bq/g)	²⁰⁸ Tl (Bq/g)	²¹⁴ Pb (Bq/g)	²¹⁴ Bi (Bq/g)	⁴⁰ K (Bq/g)	⁷ Be (Bq/g)
Vegetação rasteira	Paço Municipal Sarapuí (SW)	DEZ/87	1,0 [±] 0,3	..	..	..	..	..	4,67 [±] 0,49	0,94 [±] 0,10
		FEV/88	..	..	..	..	..	..	3,09 [±] 0,35	0,85 [±] 0,10
	Escola Araçoiabinha (S)	NOV/87	..	0,24 [±] 0,04	..	..	..	..	9,39 [±] 0,98	0,30 [±] 0,03
		FEV/88	1,0 [±] 0,3	0,40 [±] 0,04	..	..	..	..	8,85 [±] 0,86	1,14 [±] 0,14
	Escola - George Otterer (SE)	NOV/87	1,0 [±] 0,3	0,26 [±] 0,04	0,041 [±] 0,010	..	..	..	2,63 [±] 1,01	0,18 [±] 0,02
		FEV/88	..	..	..	..	..	..	5,22 [±] 0,56	1,25 [±] 0,12
Pasto	Sítio Bacastava (WWW)	NOV/87	1,3 [±] 0,4	..	..	..	..	..	7,44 [±] 0,78	0,61 [±] 0,06
		FEV/88	2,0 [±] 0,6	0,33 [±] 0,04	0,090 [±] 0,020	0,050 [±] 0,010	..	..	2,98 [±] 0,30	0,77 [±] 0,09
	Sítio São Benedito Corumbá (WWW)	FEV/88	..	..	0,040 [±] 0,010	..	..	..	2,50 [±] 0,27	0,60 [±] 0,07
	Fazenda Ipanema (S)	NOV/87	0,9 [±] 0,3	0,94 [±] 0,03	..	..	..	..	2,20 [±] 0,23	0,46 [±] 0,05
		FEV/88	0,7 [±] 0,2	..	..	..	..	..	5,01 [±] 0,46	0,71 [±] 0,08
	Sítio Vitória(E)	NOV/87	0,6 [±] 0,2	..	..	..	..	..	4,36 [±] 0,46	0,46 [±] 0,05
	Agropecuária Indiana (ENE)	NOV/87	1,4 [±] 0,4	..	..	..	..	..	4,62 [±] 0,48	0,23 [±] 0,02
	FEV/88	2,0 [±] 0,6	..	..	..	..	..	4,10 [±] 0,41	..	
	Fazenda Tijuco Preto -Itapetininga (WSW)	JAN/88	..	0,52 [±] 0,05	0,028 [±] 0,012	..	..	..	6,31 [±] 0,66	1,65 [±] 0,17
		FEV/88	1,2 [±] 0,4	0,28 [±] 0,03	..	0,030 [±] 0,010	0,090 [±] 0,020	..	6,58 [±] 0,63	1,00 [±] 0,10
Cana-de-açúcar	Sítio Bacastava (WWW)	NOV/87	3,0 [±] 0,9	0,11 [±] 0,03	..	..	..	..	11,4 [±] 1,2	..
	Fazenda Oriental Yuri (N)	NOV/87	1,5 [±] 0,5	..	..	..	..	..	3,06 [±] 0,31	0,27 [±] 0,03
	Sítio Camarão-Itapetininga (WSW)	JAN/88	7,9 [±] 0,3	..	..	..	..	..	10,7 [±] 1,1	0,17 [±] 0,02
		FEV/88	1,1 [±] 0,3	..	..	..	..	..	12,5 [±] 1,2	0,46 [±] 0,07
Feijão	Fazenda Oriental Yuri (N)	DEZ/87	1,2 [±] 0,4	..	..	..	..	..	12,9 [±] 1,4	..
	Fazenda Ipanema (S)	NOV/87	1,0 [±] 0,5	..	..	..	..	..	9,86 [±] 1,03	..
		FEV/88	..	..	..	..	..	..	14,0 [±] 1,3	..
	Agropecuária Ioshida-Itapetininga (WSW)	JAN/88	..	0,26 [±] 0,03	..	..	..	..	13,9 [±] 1,5	..
Batata	Fazenda Oriental Yuri (N)	NOV/87	0,9 [±] 0,3	..	..	..	..	..	16,0 [±] 1,7	0,16 [±] 0,02
	Agropecuária Ioshida-Itapetininga (WSW)	JAN/88	0,6 [±] 0,2	0,13 [±] 0,03	..	..	..	..	16,7 [±] 1,7	..
Milho	Fazenda Ipanema (S)	NOV/87	1,3 [±] 0,4	..	..	..	..	..	10,8 [±] 1,1	..
	Fazenda Tijuco Preto-Itapetininga (WSW)	JAN/88	1,1 [±] 0,3	..	..	..	..	..	9,85 [±] 1,03	..
	Sítio Camarão-Itapetininga (WSW)	FEV/88	..	..	..	..	..	..	11,9 [±] 1,1	..
Laranja	Fazenda São Pasquale do Cajari (NE)	NOV/87	2,6 [±] 0,6	0,21 [±] 0,03	..	..	..	..	9,83 [±] 1,1	..
		FEV/88	3,0 [±] 0,9	0,46 [±] 0,06	..	..	..	..	8,97 [±] 0,98	0,15 [±] 0,03

TABELA 4.10 - continuação

AMOSTRA	LOCAL DE COLETA (SÍTIO)	DATA DE COLETA	URÂNIO TOTAL (µg/g)	228Ac (Bq/g)	212Pb (Bq/g)	208Tl (Bq/g)	214Pb (Bq/g)	214Bi (Bq/g)	60K (Bq/g)	7Be (Bq/g)
Bepolho	Sítio Aramar- Pro- Jato Grão (SSM)	NOV/87	1,5 [±] 0,5	0,15 [±] 0,02	..	..	..	..	12,2 [±] 1,3	..
Beterraba	Sítio Aramar- Pro- Jato Grão (SSM)	NOV/87 FEV/88	1,5 [±] 0,5	..	..	..	..	..	17,0 [±] 1,8 16,2 [±] 1,6	..
Peplino	Sítio Aramar- Pro- Jato Grão (SSM)	NOV/87 MAR/88	0,7 [±] 0,2	..	..	..	..	..	15,0 [±] 1,6 14,0 [±] 1,4	..
Vegeta	Sítio Aramar- Pro- Jato Grão (SSM)	DEZ/87 FEV/88	1,4 [±] 0,4	0,16 [±] 0,03	..	..	..	..	11,0 [±] 1,1 10,3 [±] 1,0	..
Berinjofa	Sítio Aramar- Pro- Jato Grão (SSM)	JAN/88 MAR/88	2,7 [±] 0,2	..	..	..	..	..	15,1 [±] 1,6 13,1 [±] 1,3	..
Maracujá	Faz. Ipanema (S)	MAR/88	..	..	..	..	..	..	11,9 [±] 1,1	..
Cenoura	Sítio Aramar- Pro- Jato Grão (SSM)	NOV/87 FEV/88	0,9 [±] 0,3 1,0 [±] 0,3	0,29 [±] 0,05 0,19 [±] 0,02	0,029 [±] 0,013 ..	..	0,10 [±] 0,02 0,091 [±] 0,025	..	12,7 [±] 1,4 13,0 [±] 1,3	..
Mandioca	Faz. Ipanema (S)	NOV/87	..	0,22 [±] 0,03	..	..	..	..	14,4 [±] 1,5	..
Manga	Faz. Ipanema (S)	JAN/88 FEV/88	0,7 [±] 0,2 1,0 [±] 0,5	0,098 [±] 0,025 ..	..	..	0,16 [±] 0,02	..	14,3 [±] 1,5 13,0 [±] 1,3	..
Moranga	Sítio Aramar- Pro- Jato Grão (SSM)	JAN/88	0,8 [±] 0,2	0,13 [±] 0,02	..	..	..	..	13,1 [±] 1,4	..
Trigo	Faz. Ipanema (S)	NOV/87	..	0,42 [±] 0,06	0,034 [±] 0,007	..	0,13 [±] 0,02	0,076 [±] 0,018	7,54 [±] 0,79	..
Arroz	Faz. Ipanema (S)	NOV/87	0,9 [±] 0,3	..	..	..	..	..	3,60 [±] 0,38	..
Carne	Sítio São Benedito Corumbá (MM)	NOV/87	1,5 [±] 0,5	..	..	..	..	..	11,4 [±] 1,2	..
Ovo	Sítio São Benedito Corumbá (MM)	NOV/87	..	0,16 [±] 0,03	..	..	..	0,023 [±] 0,012	..	..
Felme	Rio Sorocaba Chapévia (MM)	JAN/88	1,5 [±] 0,5	..	..	..	..	..	1,74 [±] 0,18	..
Abóbora	Sítio Aramar- Pro- Jato Grão (SSM)	FEV/88	1,0 [±] 0,3	..	..	..	..	..	17,3 [±] 1,9	..

* < MSD correspondente (Tabela 4.2).

.. < MSD correspondente (Tabela 4.1).

TABELA 4.11

Radionuclídeos Determinados nos Filtros de Papel

LOCAL DA COLETA	DATA DA COLETA	VOLUME TOTAL AMOSTRADO (m ³)	URÂNIO TOTAL (µg/m ³)	⁷ Be (Bq/m ³)
Sítio Aramar - ponto 11 de TLD	FEV/88	533,5	*	(10,0 ± 1,4) . 10 ⁻⁴
	MAR/88	554,6	(2,34 ± 0,72) . 10 ⁻³	(5,0 ± 1,0) . 10 ⁻³
Sítio Aramar - ponto 22 de TLD	FEV/88	554,5	*	(10,0 ± 1,8) . 10 ⁻⁴
	MAR/88	499,0	*	(5,0 ± 1,0) . 10 ⁻³

* < ASMD correspondente (Tabela 4.2).

TABELA 4.12

Determinação da Radiação Direta Mensal
 Por Meio de Dosimetria
 Termoluminescente- Dentro do Sítio
 Aramar

LOCAL DE MEDIDA	EXPOSIÇÃO ($\mu\text{C}/\text{kg}$)		
	DEZ/87	JAN/88	FEV/88
Ponto 1	2,3 \pm 0,9	2,6 \pm 1,6	*
Ponto 2	1,8 \pm 0,6	2,2 \pm 0,6	3,2 \pm 0,4
Ponto 3	2,1 \pm 0,4	2,6 \pm 1,4	3,3 \pm 0,4
Ponto 4	2,3 \pm 0,7	2,4 \pm 0,6	2,9 \pm 1,3
Ponto 5	1,8 \pm 0,4	2,0 \pm 0,5	2,3 \pm 0,3
Ponto 6	2,3 \pm 1,3	2,6 \pm 1,0	2,5 \pm 1,0
Ponto 7	2,3 \pm 0,6	2,3 \pm 0,7	2,8 \pm 0,8
Ponto 8	2,2 \pm 0,5	2,3 \pm 0,8	2,2 \pm 0,3
Ponto 9	1,6 \pm 0,5	2,3 \pm 0,9	2,1 \pm 0,5
Ponto 10	2,5 \pm 0,7	2,4 \pm 0,9	2,7 \pm 0,3
Ponto 11	2,8 \pm 0,5	2,8 \pm 1,1	2,8 \pm 0,6
Ponto 12	2,4 \pm 0,8	3,0 \pm 1,1	2,5 \pm 0,3
Ponto 14	2,5 \pm 0,7	3,6 \pm 2,2	4,6 \pm 0,6
Ponto 15	2,5 \pm 0,5	4,0 \pm 1,1	3,8 \pm 2,5
Ponto 16	2,0 \pm 0,5	3,7 \pm 1,7	3,1 \pm 0,4
Ponto 17 (**)	7,1 \pm 2,5	5,5 \pm 1,5	7,7 \pm 1,9
Ponto 18	1,5 \pm 0,4	2,7 \pm 1,4	2,3 \pm 0,2
Ponto 19	2,5 \pm 1,6	2,7 \pm 1,1	2,5 \pm 0,3
Ponto 20	1,9 \pm 0,5	2,5 \pm 0,6	1,9 \pm 0,3
Ponto 21	1,6 \pm 1,1	2,8 \pm 1,8	1,8 \pm 0,6
Ponto 22	1,5 \pm 0,6	2,5 \pm 0,8	1,8 \pm 0,5

* Dosímetro extraviado .

** Área onde foi efetuado trabalho de gamagrafia.

TABELA 4.13

Determinação da Radiação Direta Mensal por Meio de
Termoluminescente Fora do Sítio Aramar

LOCAL DE MEDIDA (SETOR)	EXPOSIÇÃO ($\mu\text{C/kg}$)		
	DEZ/87	JAN/88	FEV/88
Sítio Bacaetava-Bacaetava (WNW)	$1,7 \pm 0,4$	*	*
Sítio São Benedito-Corumbá (NNW)	$1,9 \pm 1,0$	$1,2 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,7$
Fazenda Ipanema (S)	$2,1 \pm 1,1$	*	$1,8 \pm 0,3$
Agropecuária Indiana (ENE)	$2,2 \pm 0,4$	*	$2,4 \pm 0,4$
Escola-Araçoiabinha (S)	$3,0 \pm 1,1$	$2,4 \pm 0,9$	$2,7 \pm 0,6$
Escola-George Oetterer (SE)	$2,5 \pm 1,2$	$2,9 \pm 0,7$	$2,5 \pm 1,1$
Paço Municipal-Sarapuí (SW)	$1,9 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,8$	$2,1 \pm 0,4$

* Resultado estatisticamente não significativo.

TABELA 4.14

Determinação da Radiação Direta Trimestral
 Por Meio de Dosimetria Termolumi-
 nescente Dentro do Sítio Aramar

LOCAL DE MEDIDA (Setor)	EXPOSIÇÃO ($\mu\text{C}/\text{kg}$) jan-março/88
Ponto 1	*
Ponto 2	6,0 \pm 1,7
Ponto 3	5,4 \pm 1,6
Ponto 4	4,3 \pm 1,8
Ponto 5	5,3 \pm 3,4
Ponto 6	5,1 \pm 1,6
Ponto 7	4,7 \pm 2,0
Ponto 8	5,2 \pm 1,2
Ponto 9	4,5 \pm 2,0
Ponto 10	5,3 \pm 2,1
Ponto 11	5,4 \pm 1,3
Ponto 12	5,0 \pm 1,3
Ponto 14	4,6 \pm 3,2
Ponto 15	6,0 \pm 2,9
Ponto 16	4,2 \pm 1,7
Ponto 17	13,1 \pm 4,6
Ponto 18	4,5 \pm 1,1
Ponto 19	6,4 \pm 2,3
Ponto 20	3,7 \pm 1,3
Ponto 21	3,2 \pm 1,4
Ponto 22	3,4 \pm 1,2

* Dosímetro extraviado .

TABELA 4.15

Determinação da Radiação Direta Trimestral Por
Meio de Dosimetria Termoluminescente Fora do
Sítio Aramar

LOCAL DE MEDIDA (SETOR)	EXPOSIÇÃO ($\mu\text{C}/\text{kg}$) jan-março/88
Sítio Bacaetava - Bacaetava (WNW)	3,3 \pm 1,0
Sítio São Benedito-Corumbá (NNW)	3,1 \pm 1,4
Fazenda Ipanema (S)	3,7 \pm 1,0
Agropecuária Indiana (ENE)	3,7 \pm 1,0
Escola -Araçoiabinha (S)	4,4 \pm 1,1
Escola -George Oetterer (SE)	4,9 \pm 2,1
Paço Municipal - Sarapuí (SW)	3,7 \pm 1,3

TABELA 4.16
Resultados do Controle de Qualidade da Água da Represa Ipanema
(Ponto 1) (Análises Efetuadas pela CETESB)

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA		
		08/12/87	09/02/88	09/03/88
coliformes totais (N.M.P./100 mL)	-	$2,3 \times 10^4$	$8,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$
coliformes fecais (N.M.P./100 mL)	-	$3,0 \times 10^3$	170	$2,3 \times 10^3$
cor (mg/L)	5 - 30	120	110	110
cromo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
BOD (mg/L)	-	1	-	-
DQO (mg/L)	-	22	-	-
dureza (mg/L)	100 - 300	43,-	37,0	40,4
fluoretos (mg/L)	0,6 - 1,7	0,13	ND	0,20
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	0,01
níquel (mg/L)	-	ND	0,04	ND
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	0,01
turbidez (mg/L)	5 - 10	50	20	64
sólidos totais (mg/L)	500	100	00	133
pH	4 - 10	7,3	7,09	6,49
contagem padrão de bactérias (colônias/mL a 35°C)	-	-	$1,2 \times 10^3$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,019	0,009	0,010
fosfato total (mg/L)	-	0,060	0,119	0,025
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,00 - 0,15	0,23	0,14	0,00
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05 - 0,08	0,04	0,41	0,05
nitrito (mg/L)	-	0,01	ND	ND
nitrato (mg/L)	2 - 10	0,09	0,13	0,12

N.M.P : número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permissível.

TABELA 4.17

Resultados do Controle de Qualidade da Água do Rio Ipanema ETA Compacta
(Ponto 2) (Análises Efetuadas pela CETESB)

64

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA		
		08/12/87	10/02/88	09/03/88
coliformes totais (N.M.P./100 mL)	-	$2,3 \times 10^4$	$8,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$
coliformes fecais (N.M.P./100 mL)	-	$3,0 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$	$8,0 \times 10^3$
cor (mg/L)	5 - 30	120	10	100
cromo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
DBO (mg/L)	-	1	-	-
DQO (mg/L)	-	22	-	-
dureza (mg/L)	100 - 300	43,1	33,5	43,6
fluoretos (mg/L)	0,6 - 1,7	0,10	0,50	0,10
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	ND
níquel (mg/L)	-	ND	0,00	ND
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	ND
turbidez (mg/L)	5 - 10	35	50	41
sólidos totais (mg/L)	500	103	137	107
pH	4 - 10	7,6	7,36	7,29
contagem padrão de bactérias (colônias/mL a 35°C)	-	-	$1,5 \times 10^3$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,015	0,020	0,010
fosfato total (mg/L)	-	0,095	0,350	0,080
nitrogênio albuminóide (mg/L)	0,07 - 0,15	0,99	ND	0,05
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05 - 0,08	0,01	ND	0,05
nitrito (mg/L)	-	0,01	ND	ND
nitrate (mg/L)	2 - 10	0,15	0,12	0,12

N.M.P. : número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permissível.

TABELA 4.10
Resultados do Controle de Qualidade da Água do Rio Ipanema - ponte (ponto 3)
(Análises Efetuadas pela CETESB)

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA			
		09/11/87	08/12/87	09/02/88	10/03/88
coliformes totais (N.M.P./100 mL)	-	-	$3,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^5$	$0,0 \times 10^4$
coliformes fecais (N.M.P./100 mL)	-	-	$1,7 \times 10^3$	$3,5 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$
cor (mg/L)	5 - 30	90	140	130	210
cromo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND	ND
DOO (mg/L)	-	4	1,0	-	-
DOO (mg/L)	-	10	22	-	-
dureza (mg/L)	100-300	40,0	42,2	39,7	43,6
fluoretos (mg/L)	0,6-1,7	-	0,12	ND	0,10
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	ND	0,01
níquel (mg/L)	-	ND	ND	0,09	0,04
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	ND	0,01
turbidez (mg/L)	5-10	6,6	30	33	29
sólidos totais (mg/L)	500	132	101	111	-
pH	4 - 10	7,2	7,6	7,49	7,28
contagem padrão de bactérias (colônias/mL a 35°C)	-	-	-	$6,0 \times 10^4$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,010	0,015	ND	0,015
fosfato total (mg/L)	-	0,045	0,070	0,115	0,040
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,00 - 0,15	1,0	0,25	0,15	0,20
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05 - 0,00	ND	0,01	0,50	0,05
nitrito (mg/L)	-	ND	0,01	ND	ND
nitrato (mg/L)	2 - 10	0,14	0,11	0,12	0,20

N.M.P.: número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permitido.

TABELA 4.19

Resultado do Controle de Qualidade da Água do Rio Ipanema - Fazenda Oriental
Turi (Ponto 6) (Análises Efetuadas pela CETESB)

96

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA			
		09/11/87	10/12/87	09/02/88	09/03/88
coliformes totais (N.M.F/100 mL)	-	-	$1,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^4$
coliformes fecais (N.M.F/100 mL)	-	-	500	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$
cor (mg/L)	5 - 30	50	100	120	110
chromo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND	ND
DBO (mg/L)	-	2	3	-	-
DQO (mg/L)	-	8	13	-	-
demanda (mg/L)	100 - 300	39,3	42,0	30,7	36,0
fluoretos (mg/L)	0,6 - 1,7	-	0,15	ND	ND
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	ND	ND
níquel (mg/L)	-	ND	ND	0,11	ND
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	ND	ND
turbidez (mg/L)	5 - 10	7,2	10	29	41
sólidos totais (mg/L)	500	110	-	110	105
pH	4 - 10	7,6	-	7,55	7,31
contagem padrão de bactérias (co- lônias/mL a 35°C)	-	-	-	$1,4 \times 10^5$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,005	0,010	0,015	0,025
fosfato total (mg/L)	-	0,040	0,053	0,305	0,090
nitrogênio albumi- nóide (mg/L)	0,00 - 0,15	0,0	0,34	0,20	0,23
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05 - 0,08	ND	ND	0,12	0,05
nitrito (mg/L)	-	0,01	ND	0,01	ND
nitrate (mg/L)	2 - 10	0,05	0,12	0,11	0,12

N.M.F. : número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permitido.

TABELA 4.20

Resultados do Controle de Qualidade da Água do Rio Sorocaba - Casapava (Sítio Grande)
(Ponto 5) (Análises Efetuadas pela CETESB)

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS P/LA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA			
		09/11/77	09.12/77	11/02/88	10/03/88
coliformes totais (N.M.P/100 mL)	-	-	$1,7 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	-
coliformes fecais (N.M.P/100 mL)	-	-	$8,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$	-
cor (mg/L)	5 - 30	60	5	110	40
crumo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND	ND
DBO (mg/L)	-	5	4	-	-
DQO (mg/L)	-	22	14	-	-
dureza (mg/L)	100 - 300	34,0	40,4	35,3	41,9
fluoretos (mg/L)	0,6 - 1,7	-	2,15	1,60	0,60
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	ND	0,01
níquel (mg/L)	-	ND	ND	0,04	0,04
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	ND	0,01
turbidez (mg/L)	5 - 10	9,5	ND	43	19
sólidos totais(mg/L)	500	171	ND	194	-
pH	4 - 10	7,14	8,1	7,02	6,97
contagem padrão de bactérias(colônias/ mL a 35°C)	-	-	-	$5,5 \times 10^5$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,020	ND	0,015	0,015
fosfato total (mg/L)	-	0,120	0,115	0,40	0,125
nitrogênio albuminóide (mg/L)	0,00 - 0,15	1,8	0,39	0,35	0,28
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05 - 0,08	1,8	2,0	0,44	1,2
nitrito (mg/L)	-	0,05	0,05	0,03	0,36
nitrate (mg/L)	2 - 10	0,91	0,09	0,17	0,30

N.M.P. : número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permissível.

TABELA 4.21

Resultados do Controle de Qualidade da Água do Rio Sorocaba - Corumbá (ponto 6)

(Análises Efetuadas pela CETESB)

68

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA			
		09/11/87	09/12/87	11/02/88	10/03/88
coliformes totais (N.M.P./100 mL)	-	-	$1,7 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	$8,0 \times 10^4$
coliformes fecais (N.M.P./100 mL)	-	-	$3,0 \times 10^3$	$0,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^4$
cor (mg/L)	5 - 30	50	30	120	25
crômio total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND	ND
DBO (mg/L)	-	3	3	-	-
DQO (mg/L)	-	18	19	-	-
dureza (mg/L)	100-300	34,4	42,8	33,0	40,9
fluoretos (mg/L)	0,6-1,7	-	1,96	1,34	1,18
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	ND	0,01
níquel (mg/L)	-	ND	ND	0,07	0,03
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	ND	0,03
turbidez (mg/L)	5 - 10	10	8,5	42	18
sólidos totais (mg/L)	500	175	178	188	-
pH	4 - 10	8,00	8,1	6,85	6,94
contagem padrão de bactérias (co- lônias/mL a 35°C)	-	-	-	$1,8 \times 10^5$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,005	0,025	0,010	0,015
fosfato total (mg/L)	-	0,105	0,135	0,190	0,155
nitrogênio albumi- nóide (mg/L)	0,08-0,15	1,7	0,37	0,20	0,32
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05-0,08	1,7	1,8	0,36	1,6
nitrito (mg/L)	-	0,09	0,15	0,06	0,15
nitrato (mg/L)	2 - 10	0,09	0,21	0,18	0,17

N.M.P. : número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permissível.

TABELA 4.22

Resultados do Controle de Qualidade da Água do Rio Sorocaba Bacastava (Ponto 7)
(Análises Efetuadas pela CETESB)

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA		
		09/12/87	10/02/88	10/03/88
coliformes totais (N.M.P./100 mL)	-	$8,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^5$	$1,3 \times 10^4$
coliformes fecais (N.M.P./100 mL)	-	$3,8 \times 10^3$	$5,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$
cor (mg/L)	5 - 30	10	200	30
cromo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
DBO (mg/L)	-	2	-	-
DOO (mg/L)	-	15	-	-
dureza (mg/L)	100 - 300	41,8	35,8	41,8
fluoretos (mg/L)	0,6-1,7	2,11	0,42	0,60
mercúrio (mg/L)	0,082	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	ND
níquel (mg/L)	-	ND	0,04	0,01
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	0,01
turbidez (mg/L)	5 - 10	12,0	86	22
sólidos totais (mg/L)	500	180	262	-
pH	4 - 10	7,7	7,03	6,09
contagem padrão de bactérias (colônias/mL a 35°C)	-	-	$1,2 \times 10^5$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,020	0,020	0,015
fosfato total (mg/L)	-	0,130	0,090	0,130
nitrogênio albuminóide (mg/L)	0,00 - 0,15	0,37	0,20	0,25
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05 - 0,08	0,89	-	0,95
nitrito (mg/L)	-	0,24	0,06	ND
nitrato (mg/L)	2 - 10	0,46	0,52	0,18

N.M.P.: número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permitido.

TABELA 4.23

Resultados do Controle de Qualidade da Água do Rio Ipanema - Araçoiás (ponte 8)
(Análises Efetuadas pela CETESB)

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLHEITA		
		10/12/87	09/02/88	09/03/88
coliformes totais (N.M.P./100 mL)	-	$5,0 \times 10^3$	$2,2 \times 10^5$	$5,0 \times 10^3$
coliformes fecais (N.M.P./100 mL)	-	$1,7 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	230
cor (mg/L)	5 - 30	106	100	65
cromo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
DBO (mg/L)	-	3	-	-
DQO (mg/L)	-	12	-	-
dureza (mg/L)	100-300	43,7	32,2	39,2
fluoretos (mg/L)	0,6-1,7	0,19	ND	ND
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	ND
níquel (mg/L)	-	ND	0,00	ND
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	ND
turbidez (mg/L)	5 - 10	3,4	101	42
sólidos totais (mg/L)	500	90	272	114
pH	4 - 10	7,0	7,2	7,30
contagem padrão de bactérias (colônias/mL a 35°C)	-	-	$6,2 \times 10^4$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,005	ND	0,040
fosfato total (mg/L)	-	0,060	0,325	0,045
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,00-0,15	0,71	0,36	0,13
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05-0,00	0,03	0,33	0,03
nitrito (mg/L)	-	ND	0,01	ND
nitrate (mg/L)	2 - 10	0,19	0,15	0,16

N.M.P.: número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permitido.

TABELA 4.24

Resultados do Controle de Qualidade da Água do Rio Sorocaba Caaguagu (ponto 9)
(Análises Efetuadas pela CETESB)

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA		
		09/12/87	10/02/88	10/03/88
coliformes totais (N.M.P./100 mL)	-	$1,3 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$
coliformes fecais (N.M.P./100 mL)	-	$1,3 \times 10^5$	$3,0 \times 10^3$	$1,3 \times 10^5$
cor (mg/L)	5 - 30	60	130	20
cromo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
DBO (mg/L)	-	9	-	-
DQO (mg/L)	-	38	-	-
gureza (mg/L)	100-300	37,8	37,6	42,1
fluoretos (mg/L)	0,6-1,7	1,73	1,41	0,90
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	ND	ND	0,01
níquel (mg/L)	-	ND	0,07	0,06
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	0,02
turbídez (mg/L)	5 - 10	13,0	39	21
sólidos totais (mg/L)	500	168	187	-
pH	4 - 10	7,8	7,07	6,96
contagem padrão de bactérias (colônias/mL a 35°C)	-	-	$1,0 \times 10^6$	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,030	0,015	0,020
fosfato total (mg/L)	-	0,165	0,065	0,165
nitrogênio albuminóide (mg/L)	0,08-0,15	0,50	ND	0,77
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05-0,08	2,2	0,24	1,0
nitrito (mg/L)	-	0,05	0,10	0,49
nitrato (mg/L)	2-10	0,13	0,28	0,53

N.M.P. : número mais provável..

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permissível.

TABELA 4.25
Resultados do Controle de Qualidade da Água do Açude - Projeto Grão
(Sítio Aramar) (ponto 10) (Análises Efetuadas pela CETESB)

PARÂMETROS	VALORES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS PELA LEGISLAÇÃO	DATA DE COLETA		
		10/12/87	11/02/88	09/03/88
coliformes totais (N.M.P./100 mL)	-	$3,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$
coliformes fecais (N.M.P./100 mL)	-	$1,3 \times 10^3$	88	50
cor (mg/L)	5 - 10	100	900	$3,0 \times 10^3$
cromo total (mg/L)	0,05	ND	ND	ND
DBO (mg/L)	-	3	-	-
DQO (mg/L)	-	13	-	-
dureza (mg/L)	100-300	43,0	27,7	14,8
fluoretos (mg/L)	0,6-1,7	0,15	0,15	ND
mercúrio (mg/L)	0,002	ND	ND	ND
chumbo (mg/L)	0,05	-	ND	ND
cádmio (mg/L)	0,01	-	ND	ND
níquel (mg/L)	-	ND	0,04	ND
cobre (mg/L)	1,0	ND	ND	0,02
turbidez (mg/L)	5 - 10	7,0	59	340
sólidos totais (mg/L)	300	106	992	537
pH	4 - 10	7,5	7,24	-
contagem padrão de bactérias (colônias/mL a 35°C)	-	-	-	-
ortofosfatos (mg/L)	-	0,010	0,025	0,020
fosfato total (mg/L)	-	0,055	0,055	0,450
nitrogênio albuminóide (mg/L)	0,00 - 0,15	0,50	0,60	0,70
nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,05 - 0,08	ND	0,07	0,17
nitrito (mg/L)	-	ND	ND	0,01
nitrato (mg/L)	2 - 10	0,12	0,06	ND

N.M.P.: número mais provável.

ND : não detectado, mas inferior ao valor máximo permitido.

TABELA 4.26

Resultados da Determinação de Fluoretos na Atmosfera

PONTOS DE AMOSTRAGEM	PERÍODO DE AMOSTRAGEM	CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		F ⁻ sólido	F ⁻ gasoso	F ⁻ total
1	de 12/02/88 (11:00 hs) a 13/02/88 (11:00 hs)	2,9	5,0	7,9
2	de 12/02/88 (11:00 hs) a 13/02/88 (11:00 hs)	2,1	4,6	6,7
3	de 12/02/88 (11:00 hs) a 13/02/88 (11:00 hs)	4,6	6,1	10,7
4	de 12/02/88 (11:00 hs) a 13/02/88 (11:00 hs)	2,7	7,2	9,9
4	de 08/02/88 (13:00 hs) a 12/02/88 (11:00 hs)	0,2	2,9	3,1

AGRADECIMENTO

Agradecemos a colaboração do Laboratório de Radiotoxicologia da Divisão de Instalações Radioativas do IPEN-CNEN/SP pelas determinações do conteúdo de urânio.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. Preparation of environmental reports for commercial uranium enrichment facilities. Washington, D.C., 1975. (Regulatory Guide 4.9-75 (Rev.1)).
- 2 - COORDENADORIA PARA PROJETOS ESPECIAIS. Relatório do local da Usina de Enriquecimento de Urânio Almirante Álvaro Alberto. São Paulo, 1988. Cap.2. Documento interno.
- 3 - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Objectives and design of environmental monitoring programmes for radioactive contaminants. Vienna, 1975. (IAEA-SS-41).
- 4 - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Generic models and parameters for assessing the environmental transfer of radionuclides from routine releases. Vienna, 1975. (IAEA-SS-57).
- 5 - UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. Calculation of annual doses to man from routine releases of reactor for the purpose of evaluating compliance with 10 CFR part 50, Appendix. Washington, D.C., 1977. (Regulatory Guide 1.109-77 (Rev.1)).
- 6 - INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES. DEPARTAMENTO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA. DIVISÃO DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL. Manual de procedimentos para execução do programa de monitoração ambiental da Usina de Enriquecimento de Urânio Almirante Álvaro Alberto. São Paulo, mar.1988 . Documento interno.
- 7 - ROUTTI, J.T. SAMPO, a FORTRAN IV program for computer analysis of gamma spectra from Ge(Li) detectors and for other spectra with peaks. Berkeley, Calif., Univ. California, Oct. 1969. (UCRL-19452).