

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**A HIDROGEOQUÍMICA DO SISTEMA AQÜÍFERO BAURU  
NO MUNICÍPIO DE URÂNIA (SP)**

Angélica Souza Gutierrez



Orientador: Prof. Ricardo César Aoki Hirata

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

São Paulo

1999

DEDALUS - Acervo - IGC



30900004565

6984  
AS.R

TF  
6984  
AS.R

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
INSTITUTO DE QUÍMICA

A HISTORIOGRAFÍA DO BISTIMA AQUELLO BASTIU  
NO MUNICIPIO DE URANIA (SP)



Agencia Nueva Orleans

Orleans, Louis. Rando (1984) 1984

MONOGRAFÍA DE TRABAJO FORMARÍA

San Luis

1984

## ÍNDICE

Resumo .....	1
1- INTRODUÇÃO .....	2
2 - Objetivo .....	3
3 - Hidrogeoquímica .....	5
3.1 - Águas meteóricas.....	5
3.2 - Zona não saturada.....	5
3.3 - Zona saturada.....	6
3.4 - Aquíferos em rochas sedimentares .....	7
4 - Caracterização da Área de Estudo.....	10
4.1 - Aspectos Sócio-Econômicos .....	10
4.2 - Aspectos Fisiográficos.....	10
5 - Geologia.....	12
5.1 - Geologia Regional.....	12
5.1.1 - Formação Adamantina .....	13
5.2 - Geologia Local.....	15
6 - Sistema Aquífero Bauru.....	17
6.1 - Hidrogeologia.....	17
6.2 - Hidroquímica.....	19
7 - Materiais e Métodos .....	21
7.1 - Pesquisa Bibliográfica e Levantamento de Dados .....	21
7.2 - Cadastro de Poços.....	21
7.3 - Programa de Amostragem.....	22
7.4 - Coletas de Água.....	22
7.5 - Análise da Água.....	24
7.6 - Dados Hidráulicos.....	25
7.7 - Processamento dos Resultados das Análises e Seleção dos Dados .....	26
8 - Apresentação e discussão dos Resultados.....	27
8.1- Hidráulica.....	27
8.2 - Hidrogeoquímica.....	29
8.2.1 - Resultados Físicos, Químicos .....	29
8.2.2 - Classificação das Águas.....	31
8.2.3 - Tratamento Estatístico dos Dados Hidrogeoquímicos .....	34
8.2.4 - Características das Águas Subterrâneas nas Zonas de Recarga e Descarga.....	38
9 – Conclusões e recomendações.....	42
10 – Referências Bibliográficas.....	44

## RESUMO

O Sistema Aquífero Bauru é um dos mais importantes reservatórios subterrâneos naturais de água do estado de São Paulo, ocupando uma área de 104.000 km<sup>2</sup>, cerca de 40% do território paulista. É constituído por sedimentos cretácicos de litologia variável.

O objetivo deste Trabalho de Formatura é a caracterização hidrogeoquímica do Aquífero Adamantina no perímetro urbano da cidade de Urânia, noroeste do Estado de São Paulo, visando definir as relações químicas entre água subterrânea e rocha hospedeira.

Para a realização deste trabalho foram coletadas ao longo de um ano hidrológico amostras de água subterrânea em poços cacimbas, tubulares particulares e tubulares profundos da SABESP, espalhados pela área de estudo. A interpretação dos dados hidrogeoquímicos baseou-se no processamento dos resultados das análises químicas, tratamento estatístico (Relação de Pearson), mapas de tendências e gráficos de barras.

As águas subterrâneas do Aquífero Adamantina na área de estudo permitiu definir três tipos químicos dominantes: águas cloro-nitratadas cálcicas ou magnesianas, bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e bicarbonatadas sódicas, indo das mais rasas para as mais profundas respectivamente. Essa evolução química se deve à presença de contaminação por fossas e/ou fertilizantes que deslocaram as análises das águas mais rasas de bicarbonatadas para cloro-nitratadas. Os ânions predominantes nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru no local é o bicarbonato, cloreto e nitrato. Quanto aos cátions o predomínio é o cálcico, havendo quantidade considerável de mistas. A composição mineralógica dos sedimentos presentes na área parece contribuir significativamente para a presença destes íons: os minerais carbonáticos e os argilominerais devem ser as principais fontes de enriquecimento iônico do meio aquífero. A evolução hidrogeoquímica das águas subterrâneas na área de estudo apresenta uma tendência de modificação química acompanhando a resultante de fluxo das águas subterrâneas em direção aos córregos Comprido e Matadouro. As águas tendem a ficar relativamente mais ricas em Na<sup>+</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. A coleta em diferentes tempos de bombeamento em poços tubulares profundos da SABESP também mostraram enriquecimento nos íons Na<sup>+</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

## 1- INTRODUÇÃO

O Sistema Aquífero Bauru é um dos mais importantes reservatórios subterrâneos naturais de água no Estado de São Paulo, ocupando uma área de 104.000 km<sup>2</sup>, cerca de 40% do território paulista. É representado por sedimentos cretácicos de litologia variável que recobrem discordantemente os basaltos da Formação Serra Geral.

Segundo São Paulo (1990), a distribuição dos núcleos urbanos por tipos de mananciais explorados mostra que em média 80% dos municípios dos sistemas públicos de abastecimento na região oeste do Estado são supridos por aquíferos, sendo predominante o Sistema Bauru. As informações sobre o setor privado são deficientes, mas acredita-se que o perfil seja bastante próximo ao observado.

A despeito de sua grande importância, o Sistema Aquífero Bauru ainda é pouco estudado. A exceção dos relatórios regionais do DAEE (1974, 1976, 1979) e de outros estudos decorrentes destes trabalhos (ROCHA *et al.* 1987; CAMPOS 1987, 1993), ainda é bastante restrita a pesquisa sobre a sua hidrologia, sobretudo para estudos de maior detalhe, que auxiliem no entendimento de seu sistema de circulação e de evolução química das suas águas.

O enfoque regional, importante nos anos 70 e 80, tem pouco acrescentado ao conhecimento do Sistema Aquífero Bauru nos dias de hoje. O conhecimento da hidráulica do Sistema e da evolução hidroquímica tem que passar por estudos de detalhe, onde a componente vertical e o monitoramento temporal tem que ser levado em conta.

Assim, com a finalidade de desenvolver um estudo de caráter local do Sistema Aquífero Bauru foi realizado este trabalho.

## 2 - OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é a caracterização hidrogeoquímica do Aqüífero Adamantina no perímetro urbano da cidade de Urânia, noroeste do Estado de São Paulo, visando definir as relações químicas entre água subterrânea e rocha hospedeira.

Com a finalidade de se atingir este objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- definição do modelo hidráulico de circulação da água subterrânea;
- definição da hidroquímica de cada zona do aqüífero e
- definição das possíveis reações químicas que explicam a evolução hidroquímica da água subterrânea entre as zonas de recarga e descarga do aqüífero na área de estudo.

### 3 - HIDROGEOQUÍMICA

As águas subterrâneas, em sua grande maioria, são originadas a partir de águas meteóricas (chuva e degelo) que se infiltram no solo. A composição química das águas meteóricas é bastante variada e depende do local de precipitação. Chuvas próximas à linha de costa geralmente possuem maiores concentrações de cloreto, enquanto chuvas em áreas industrializadas agregam enxofre e nitrogênio.

As águas meteóricas ao se infiltrarem no solo sofrem modificações, pois este possui uma capacidade ímpar de modificar a composição química das águas. Ao se mover da zona de recarga para a zona de descarga a água subterrânea continua sofrendo modificações relacionadas ao tempo de permanência dessas águas no aquífero, ou seja, águas que percorrem maiores distâncias no aquífero possuem maior oportunidade de dissolver sais do que as águas que percorrem curtas distâncias, que na maioria dos casos mantém a composição obtida durante a infiltração. Dessa forma, as águas mais antigas tendem a possuir maior concentração de sais dissolvidos do que águas mais jovens.

A composição final da água subterrânea na zona de descarga irá depender não somente da composição das águas meteóricas, mas também do tipo de rocha pela qual ela esteve em contato, o tempo de transito, a temperatura, a pressão, o fraturamento da rocha e o déficit de saturação em sais.

Um dos objetivos desejados por muitos geoquímicos e hidrogeólogos é estabelecer uma relação entre as fácies geológicas e a composição das águas subterrâneas. Por existir vários fatores modificadores da composição química das águas subterrâneas, essa não é uma tarefa fácil. Segundo CUSTODIO & LLAMAS (1983), as melhores relações entre água-rocha são obtidas quando as águas subterrâneas infiltram rapidamente através do mesmo material ao longo do aquífero.

Caso a água subterrânea percorra diferentes materiais ao atravessar o aquífero, sua composição química em um ponto determinado do solo ou aquífero está sob influência da litologia local e das litologias atravessadas anteriormente.

### 3.1 - Águas meteóricas

Geralmente nas águas de chuva e degelo a concentração de sais é baixa, variando de alguns poucos mg/L em áreas continentais não industrializadas, até dezenas de mg/L na zona costeira.

As águas de chuva em áreas não poluídas são ligeiramente ácidas (pH 5-6), devido a presença de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera. Em áreas industriais as precipitações costumam ter pH menores que 5,7, freqüentemente entre 3 e 4, (FREEZE & CHERRY, 1979). A redução do pH é decorrência das reações químicas com a formação de ácido sulfúrico. O enxofre tem origem nas emissões aéreas de indústrias e na combustão de materiais fósseis.

Além desses gases, a atmosfera possui outros, como o oxigênio, o nitrogênio e o argônio. A água antes da recarga no aquífero é saturada nestes gases.

### 3.2 - Zona não saturada

Na zona não saturada, um conjunto de reações de origem orgânica e inorgânica podem acontecer, principalmente em sua porção biologicamente ativa, que é o solo. As reações que ocorrem nesta zona são:

- oxidação da matéria orgânica – é uma das mais importantes reações que ocorrem na zona não saturada. Normalmente, as concentrações de carbono orgânico dissolvidos encontradas na parte superior do solo é da ordem de 10 a 50 mg/L, abaixo do solo a concentração é da ordem de 5 mg/L. Nos aquíferos, os valores médios são menores que 1 mg/L, tipicamente 0,7 mg/L. Essa reação de oxidação gera  $\text{CO}_2$  na fase gasosa que é rapidamente redistribuído na água subterrânea;
- as reações ácido-base – são efetivas na dissolução e precipitação de minerais. A presença de  $\text{CO}_2$  na água gera, em contato com os minerais em subsuperfície, reações que envolvem ácidos fracos de sistemas carbonatados e silicáticos e bases fortes provindas da dissolução de carbonatos e minerais aluminossilicáticos (DOMENICO & SCHWATZ 1990, *apud* Hirata, 1995) e

- oxidação de sulfetos – é outro importante processo que ocorre na zona não saturada, onde a oxidação da pirita e marcassita é fundamental para a produção de  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{S})$ ,  $\text{SO}_4$  e  $\text{H}^+$  é fundamental para o entendimento dos sistemas geológicos e outras importantes fontes de ácidos em subsuperfície (MORAN et al. 1978, apud. Hirata 1995).

### 3.3 - Zona saturada

Quando a água deixa a zona não saturada e entra no sistema de águas subterrâneas, a concentração de materiais orgânicos decresce através do decaimento bacteriano ou por adsorção. A concentração dos elementos que estão na forma de complexos orgânicos, notadamente o ferro e alumínio decrescem e a concentração de íons maiores comuns cresce como resultado da reação água-rocha (DREVER, 1997).

Se a água subterrânea, ao atravessar a zona não saturada, não estiver saturada quimicamente em carbonatos, silicatos e minerais aluminossilicáticos, ela continua a dissolver a rocha na zona saturada, aumentando a sua concentração de cátions, alcalinidade e o pH da solução.

Segundo FREEZY & CHERRY (1979), um dos primeiros trabalhos na tentativa de se entender a evolução química das águas subterrâneas, foi Chebotav (1955). O autor concluiu que as águas subterrâneas tendem, com o tempo e distância de circulação, a ter composição que se aproxima com a água do mar. Ele observa que as águas mais antigas, além de se enriquecerem em sais, apresentam uma evolução em relação a seus cátions, permitindo definir três grupos principais:

- zona superior – águas bicarbonatadas ( $\text{HCO}_3^-$  dominante) com baixa salinidade. Águas com reduzidos tempo de trânsito e próximas a área de recarga;
- zona intermediária – águas sulfatadas ( $\text{SO}_4^{2-}$  dominante) com alto conteúdo de sólidos totais dissolvidos. Águas com circulação mais restritas ou de longo período e
- zona inferior – águas cloretadas ( $\text{Cl}^-$  dominante) com alto conteúdo salino. As águas que atravessam rochas pouco lixiviadas e/ou elevado tempo de circulação.

Segundo FREEZY & CHERRY (1979), estudos realizados em muitas bacias sedimentares tem mostrado que as águas da zona superior possuem idades de dezenas de anos, as da zona intermediária centenas a milhares de anos e da zona inferior milhares a milhões de anos.

A seqüência de Chebotarev tem uso bastante restrito a aquíferos contínuos e com prolongado tempo de circulação. Sendo necessário na maioria dos casos uma análise das reações químicas que tomam parte, para o real entendimento do enriquecimento salino das soluções.

### 3.4 - Aquíferos em rochas sedimentares

As rochas sedimentares possuem composição química e mineralógica bastante variada, pois seus constituintes podem ter vindo de rochas metamórficas, ígneas, de outras rochas sedimentares que foram retrabalhadas e/ou a uma mistura destes três tipos de rocha.

Segundo FREEZY & CHERRY (1979), um dos mais importantes fatores na evolução das águas subterrâneas em rochas sedimentares é a ordem em que as águas encontram e reagem com os minerais. FREEZY & CHERRY (1979) ilustram de forma bastante clara a evolução hidrogeoquímica numa seqüências de terrenos hipotéticos constituídos de solo orgânico, calcário, gipso, arenito, folhelhos marinhos e folhelhos carbonáticos. A partir de três simulações matemáticas, onde a ordem dos estratos foram modificadas, são comparados os diferentes tipos de águas resultantes.

A primeira seqüência evolutiva mostra que a água após infiltrar e passar pela camada de solo originada pela decomposição de rochas calcárias, se enriquece em  $\text{CO}_2$  ( $\text{PCO}_2=10^{-2}$ ), com pH de 4,9. O sistema é aberto. A passagem de água pelo calcário permite a dissolução de calcita e a torna saturada neste mineral. Nesta zona a água adquire  $\text{Ca-H}_2\text{CO}_3$  com baixo sólidos totais dissolvidos e aumento de pH para 7,3. A dissolução de gipso, na terceira camada, torna-a saturada e com dominância dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Neste estágio, a água se satura em calcita, devido ao efeito de íons comuns.

A água passando pelo arenito (quartzo e feldspato), gradualmente precipita a calcita, restabelecendo o equilíbrio químico do sistema. Essa precipitação causa um declínio do pH de 7,3 para 6,7 e um aumento na pressão parcial de  $\text{CO}_2$ , de  $10^{-6}$  para  $10^{-2}$ . As concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{HCO}_3^-$  diminuem juntamente com a concentração de sólidos totais dissolvidos. O  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  se mantêm como íons dominantes.

Na camada subjacente, a montmorilonita tem a capacidade de troca catiônica. Para cada mol de  $\text{Ca}^{2+}$  adsorvido, 2 moles de  $\text{Na}^+$  são libertados, causando o enriquecimento na solução deste íons sem a alteração de pH e concentração de  $\text{HCO}_3^-$ . A perda de  $\text{Ca}^{2+}$  torna a água não saturada em relação à calcita e ao gipso. A última camada, de folhelhos carbonáticos, ocorre a redução de sulfato, em ambiente redutor, e a precipitação de calcita restante, e de sílica amorfa.

No segundo empilhamento, as reações no solo são idênticas à da seqüência anterior. Na camada de arenito, o feldspato se dissolve incongruente, resultando em argilas e liberando  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ , aumentando o pH para 6,5 e declinando  $\text{PCO}_2$  para  $10^{-24}$ . O consumo de  $\text{H}_2\text{CO}_3$  na dissolução de feldspato, em sistema fechado, é de 0,2 mmol.

Quando a água se move através dos arenitos e alcança os calcários, a dissolução da calcita torna a solução saturada, com aumento de pH para 8,9, devido ao consumo de  $\text{H}^+$  pela conversão de  $\text{CO}_2$  para  $\text{HCO}_3^-$ . A pressão parcial de  $\text{CO}_2$  diminui de  $10^{-24}$  para  $10^{-44}$  bar. As baixas concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{HCO}_3^-$  destas águas em relação ao exemplo anterior é uma característica ilustrativa da diferença de sistemas aberto e fechado.

Na camada de gipso, a dissolução enriquece a solução em  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ , tornando-os íons dominantes. Embora destes exemplos não tenha considerado a precipitação da calcita, na natureza essa situação é bastante comum. A precipitação da calcita removeria  $\text{Ca}^{2+}$  da solução, causando a solubilização de mais gipso. Em alguns casos o equilíbrio com respeito a gipso e calcita podem ocorrer.

Novamente, na camada de folhelhos calcários, tem-se reações de redução de sulfato e precipitação de calcita e sílica amorfa.

Na terceira seqüência litoestratigráfica, novamente a porção superior do empilhamento é constituída de solo orgânico. Seguem-se-lhe o gipso, folhelhos argilosos, calcário, arenito, e terminando pelos folhelhos carbonáceos. Ao atravessar a camada de gipso, a solução se satura em  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Na camada de argila, devido a troca a catiônica,  $\text{Ca}^{2+}$  é retirado da solução, que se enriquece em  $\text{Na}^+$ . Devido a esse enriquecimento, a quantidade de albita intemperizada é menor, motivado pelo efeito do íon comum  $\text{Na}^+$ , tornando a solução, ao contrário dos outros empilhamentos, pobre em sílica amorfa. A concentração da solução final em termos de sólidos totais dissolvidos é intermediária entre o primeiro e o segundo empilhamento.

#### 4.2 - Aspectos fisiográficos

A cidade de Urânia possui relevo montanhoso com a presença de pequenas montanhas, cujas cotas variam de 470 a 430 metros (Figura 02).

No área de estudo os dois tipos de drenagem existentes são de ordem segundo e terceiro, ambas situadas na porção noroeste da cidade de Urânia.

Urânia situa-se nas bordas do planalto do Planalto Ocidental que sofre influência dos ventos húmidos, com alternância de períodos úmidos e secos. Além disso, esta área sofre influência dos ventos úmidos. Apesar disso, a cidade possui relevo montanhoso que atua na direção oeste da cidade.

## 4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 - Aspectos Sócio-Econômicos

A área de estudo situada na cidade de Urânia noroeste do Estado de São Paulo (Figura 01), possui população de aproximadamente 9 mil habitantes.

Apesar da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP ser responsável pela distribuição de água para a cidade de Urânia, algumas das residências possuem poços particulares de água para o consumo doméstico. Os poços particulares encontrados na área de estudo são do tipo tubular, com profundidades de 40 a 100 metros, e do tipo cacimba, com diâmetros que variam de 0,85 a 1,35 metros e profundidades de 3,90 a 19,00 metros.

Na área de estudo, mesmo se tratando de uma cidade, são realizadas atividades agrícolas (frutas como café, uva, manga, etc., verduras e legumes) e pecuárias de pequeno porte (bovinos, suínos e aves), principalmente nas porções noroeste e sul.

São predominantes na área pequenas indústrias, como o beneficiamento de arroz e fábrica de móveis.

### 4.2 - Aspectos Fisiográficos

A cidade de Urânia possui relevo monótono com a presença de pequenos morrotes, cujas cotas variam de 470 a 430 metros (Figura 02).

Na área de estudo as duas únicas drenagens existentes são os córregos Comprido e Matadouro, ambos situados na porção nordeste da cidade de Urânia.

Urânia encontra-se nos domínios da província do Planalto Ocidental que sofre influência dos climas tropicais, com alternância de períodos úmidos e secos. Além disso, sofre ainda influência dos climas úmidos, regidos pelas massas tropicais polares que atuam na porção oeste da província.

O clima tropical úmido é característico do Planalto Ocidental marcado por inverno com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C, com índices pluviométricos anuais médios (período 1941-1975) inferiores a 1300 mm e ocorrência dos valores do Estado - inferiores a 1200 mm (SETZER, 1980 apud. CAMPOS, 1987).

O período mais chuvoso compreende os meses de janeiro, fevereiro e março com índices pluviométricos médios de 550 mm e o período mais seco em junho, julho e agosto com índices médios de 70 mm.

Com a deposição da Formação Caiuá inicia-se a "Sedimentação Bauru", que de forma progressiva é transicional, passando tanto verticalmente (Sudoeste do "Manto Caiuá", os sedimentos das Formações São Amélia, Adamantina e Marília, estas se trata de unidades A) detritivas e B) carbonáticas, a partir da deposição de sedimentos com caráter de substituição isolada, a grosso modo, na região do Planalto do Paranaíba, no extremo noroeste do Alto do Povo Grande (LACINI & SOARES, 1988).

Os sedimentos do Grupo Bauru são caracterizados por serem de natureza de origem sedimentar da base, isto em virtude de deposições recentes a áreas originais (LACINI et al., 1977). Nessa condição, tem-se a sedimentação Caiuá, em direção norte-sul, sobre as basaltas, com locais locais e outros.

Progressivamente ocorre a migração do eixo de sedimentação do Grupo Bauru para leste, e de forma transicional os arenitos da Formação Caiuá passam por depósitos de ambiente de alta energia a transicional para ambientes essencialmente calmo da Formação São Amélia (SOARES et al., 1979).

Transicional e heterogêneo, caracterizando-se pelo caráter de unidades sedimentares, principalmente para a zona, processa-se a sedimentação da Formação Adamantina, em direção norte-sul, com caráter de origem.

## 5 - GEOLOGIA

### 5.1 - Geologia Regional

O embasamento do pacote de sedimentos cretácicos do Grupo Bauru é constituído por derrames de rochas basálticas da Formação Serra Geral, que cobrem extensa área da Bacia do Paraná. Esse embasamento apresenta relevo bastante irregular, originado por intensa erosão, aliadas à disposição irregular dos topos dos derrames e aos movimentos tectônicos.

Com a deposição da Formação Caiuá inicia-se a "Sedimentação Bauru", que de forma progressiva e transicional, progride tanto vertical como lateralmente. Sucedem ao "Arenito Caiuá", os sedimentos das Formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília, esta no topo da unidade. A distribuição espacial dessas formações sugere embaciamento inicial com centro de subsidência localizado, a grosso modo, na região do Pontal do Paranapanema, na extremidade noroeste do Arco de Ponta Grossa (LADIM & SOARES, 1976).

Os sedimentos do Grupo Bauru não apresentam evidências que conduzam à hipótese de intensa subsidência da bacia, mas sim de sítios deposicionais adjacentes a arcos marginais (SUGUIO *et al.*, 1977). Nesse contexto, têm-se a sedimentação Caiuá, em discordância erosiva sobre os basaltos, com fácies fluvial e eólicas.

Progressivamente ocorre a migração do eixo de subsidência da Bacia Bauru para noroeste, e de forma transicional os arenitos da Formação Caiuá passam para depósitos de ambiente fluvial meandrante a transicional para anastomosado, essencialmente arenoso da Formação Santo Anastácio (SOARES *et al.*, 1979).

Transicional e transgressivamente, estendendo-se para além dos limites das unidades sotopostas, principalmente para noroeste, processa-se a sedimentação da Formação Adamantina, em ambiente flúvio lacustre bastante organizado.

Interdigitando-se com as partes superiores da Formação Adamantina, ocorre a Formação Marília. A sedimentação desta formação desenvolveu-se em leques aluviais, característicos de regimes torrencionais, durante a instalação progressiva de clima semi-árido, o qual propiciou a cimentação dos detritos por carbonatos do tipo caliche (SUGUIO *et al.*, 1977).

Os mapeamentos geológicos regionais do oeste do Estado de São Paulo, realizados a partir de 1975, permitiram uma melhor definição estratigráfica dos depósitos suprabasálticos. Neste trabalho adotou-se a subdivisão do Grupo Bauru nas formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília, (Figura 03). Sendo a área de estudo localizada nos domínios da Formação Adamantina, será dado enfoque apenas a essa unidade.

### 5.1.1 - Formação Adamantina

A Formação Adamantina é a de mais ampla distribuição aflorante dentre as outras do Grupo Bauru no Estado.

A Formação Adamantina foi formalmente proposta por SOARES *et al.* (1980), como denominação a um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos com espessura variando de 2 a 20 metros, de granulação fina a muito fina, cor rósea a castanha, portando estratificação cruzada, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanha-avermelhada a cinza-castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro, freqüentemente com marcas de onda e micro-estratificação cruzada. Os sedimentos são bem selecionados, finos, freqüentemente apresentam mica e mais raramente feldspato, opacos e exibem grande variedade de estruturas sedimentares.

As maiores espessuras da Formação ocorrem geralmente nas porções ocidentais dos espigões entre os grandes rios. Atinge 160 metros entre os rios São José dos Dourados e Peixe, 190 metros entre os rios Santo Anastácio e Paranapanema, e 100 a 150 metros entre os rios Peixe e Turvo, adelgaçando-se dessas regiões em direção a leste e noroeste segundo (SOARES *et al.*, 1980).

BRANDT NETO (1977) estudando a Formação Adamantina na região de Araçatuba e Penápolis, no Baixo Tietê, observou, em 38 amostras de sedimentos que a ocorrência de minerais pesados se concentraram em turmalina e estauroлита, predominantemente, e granada, zircão, rutilo e perowskita, secundariamente. Os argilominerais reconhecidos por BRANDT NETO (1984) foram caulinita, montmorilinita e palygorskita.

Brandt Neto *et al.* (1987) identificaram e caracterizaram pela primeira vez nesta formação, o mineral analcima, em sondagem efetuada na cidade de Macedônia, localizada a 20 km de Fernandópolis. Segundo os autores, este mineral se originou a partir de processos hidrotermais.

COIMBRA (1976) indicou como área fonte da Formação Adamantina os sedimentos fanerozóicos pré-existentes a noroeste e sudeste, áreas de rochas básicas do Grupo São Bento, as rochas metamórficas do Grupo Araxá e Canastra e as rochas alcalinas do Triângulo Mineiro, a nordeste. As conclusões deste autor basearam-se principalmente na análise da distribuição de parâmetros granulométricos e da frequência relativa de minerais pesados, entre eles zircão, turmalina, rutilo, perowskita, augita e titano-augita, anatásio, granada (almandina), cianita, estauroлита e epídoto.

Segundo FERNANDES (1998) dentro de sua nova proposta litoestratigráfica, em Urânia aflora a Formação Rio do Peixe. A unidade é constituída por arenitos muito fino a finos de cor marrom-claro, rosado a alaranjado, de seleção moderada a boa (predominantemente), com intercalações de siltitos de cores creme a marrom. Os arenitos formam estratos tabulares de aspecto maciço, com zonas de estratificação/laminação cruzada tabular a plano-paralela, grosseira, e estratos, também tabulares, com estratificação cruzada tabular e acanalada em geral de médio a pequeno porte. A Formação está associada a depósitos essencialmente eólicos acumulados com depósitos de loesse. Provavelmente, estes depósitos foram fixados em corpos aquosos rasos e efêmeros, formados nas zonas mais baixas, em períodos de elevação do nível freático.

## 5.2 - Geologia Local

Na área de estudo os sedimentos da Formação Adamantina são caracterizados por areias finas siltosas a muito argilosas, de cor marrom, variando as tonalidades de mais clara a escura e avermelhada. Os grãos são subarredondados e bem selecionados, (ver "Relatório Final de Poço, Anexo 01).

A análise granulométrica realizada por Almodovar (inédito) em 12 amostras do solo da área de estudo, conclui que a faixa granulométrica presente no local é representada por areias, argilas e cascalhos.

Em Almodovar (inédito) também foram realizadas análises mineralógicas do solo, através de DRX - Difração de Raio X e MEV - Microscopia Eletrônica de Varredura.

O DRX foi realizado em diversas frações das amostras, sendo possível identificar os seguintes minerais:

- frações total - quartzo, goetita, muscovita e argilas do grupo da caulinita e illita;
- minerais pesados não magnéticos, fração grossa - hematita, goetita, quartzo e braunita;
- minerais pesados não magnéticos, fração fina - hematita, goetita, quartzo e microclínio;
- minerais pesados magnéticos, fração grossa - magnetita, ilmenita e hematita e
- minerais pesados magnéticos, fração fina - magnetita, ilmenita e hematita.

Segundo o INTERNATIONAL CENTER FOR DIFFRACTION DATA (1995) o grupo da caulinita é composto pelos seguintes minerais: dickita, halloysita, caulinita, nacrita, amesita, antigorita, berthierina, brindleyita, cariopilita, clinocrisotilo, cronstedtita, fraipontita, greenalita, kellyita, lizardita, nepouita, orthocrisotilo, pecoraita e zinalcita. No método da DRX não é possível determinar quais minerais de grupo da caulinita estão presentes nas amostras de solo de Urânia.

Através da Microscopia Eletrônica de Varredura foi possível identificar os seguintes minerais: cromita ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ), hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetita ( $\text{FeFe}_2\text{O}_4$ ) e ilmenita ( $\text{FeTiO}_3$ ).



## 6 - SISTEMA AQUÍFERO BAURU

### 6.1 - Hidrogeologia

O Sistema Aquífero Bauru ocupa uma área de aproximadamente 104.000 km<sup>2</sup> (cerca de 40% do território estadual) de um total de 315.000 km<sup>2</sup> de sua ocorrência na Bacia do Paraná (CAMPOS, 1987). Este sistema é regionalmente do tipo livre, localmente semi-confinado, com espessura média de 100 metros podendo chegar a 250 metros.

A velocidade de circulação das águas no aquífero é de 0,04 m/dia e transmissividade de 10 a 100 m<sup>2</sup>/dia. Há um zoneamento do potencial explorável do Sistema Aquífero Bauru: a faixa de vazão entre 5 e 20 m<sup>3</sup>/h é predominante em áreas; as faixas de 20-30 e de 30-50 m<sup>3</sup>/h ocorrem em áreas menores, sobretudo quando a espessura é maior (DAEE, 1976, 1988).

ROCHA *et al.* (1982) subdividiram este aquífero em duas unidades distintas, em função das diferentes litofácies, expressão geomorfológica e dos parâmetros hidráulicos e hidroquímicos. A unidade I corresponderia às Formações Marília e Adamantina e seria caracterizada por um potencial explorável média a baixo, com águas relativamente mais salinizadas, fortemente bicarbonatadas cálcicas, potencialmente incrustantes ou corrosivas. A unidade II corresponderia às Formações Santo Anastácio e Caiuá e seria caracterizada por um potencial explorável médio a elevado sendo que as águas possuem teores salinos muito baixos, são bicarbonatadas cálcio-magnesianas e potencialmente corrosivas.

Quanto ao comportamento hidráulico, os autores anteriormente citados chegaram às seguintes considerações em relação à capacidade específica, coeficiente de transmissividade e condutividade hidráulica média aparente:

- os valores médios de capacidade específica compreendidos no intervalo de 0,5 a 10 m<sup>3</sup>/h/m é mais característico de uma faixa de terrenos a oeste, ao longo do rio Paraná, correspondendo, aproximadamente, às áreas de ocorrência da Formação Santo Anastácio e de sua transição a sudeste, com a Formação Caiuá. Este

intervalo também ocorre a sudeste, na região de Racharia, onde ocorre uma litofácies mais permeável da parte inferior da Formação Adamantina. Áreas com valores abaixo de  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  ocorrem a sudoeste, devido à pequena espessura saturada, e a norte, na margem esquerda do Rio Grande, onde a litofácies da Formação Adamantina é menos permeável. Valores acima de  $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  são característicos da Formação Caiuá;

- os valores médios de transmissividade predominantes em áreas são da ordem de 30 a  $50 \text{ m}^2/\text{dia}$  e estão situados nos domínios da Formação Adamantina. O intervalo de 50 a  $100 \text{ m}^2/\text{dia}$  é mais freqüente na área de ocorrência da Formação Santo Anastácio; estes valores também são encontrados nas regiões de São José do Rio Preto e Racharia. A faixa de 100 a  $200 \text{ m}^2/\text{dia}$  é características da Formação Caiuá e
- os valores de condutividade hidráulica média aparente variam de 0,1 a  $1,0 \text{ m}/\text{dia}$ . O intervalo de 0,1 a  $0,3 \text{ m}/\text{dia}$  é predominante em área, abrangendo o domínio da Formação Adamantina. Valores entre 0,3 a  $1,0 \text{ m}/\text{dia}$  estão distribuídos nas Formações Santo Anastácio, Caiuá e na parte inferior da Formação Adamantina, a sudoeste.

A recarga natural do aquífero é dada diretamente por águas pluviais. As superfícies potenciométricas mostram linhas de fluxo convergindo para as calhas dos rios divisores de águas subterrâneas coincidindo com os divisores das bacias hidrográficas.

BARCHA (1980), a partir do estudo de 350 amostras de 13 poços, chegou a índices bastante variados de porosidade efetiva, com valores médios entre 16 e 26%.

Recentemente, a Formação Adamantina vem sendo individualizada como unidade hidrogeológica independente, o Aquífero Adamantina, assim como as demais unidades do Sistema Bauru (HIRATA *et al.* 1997). Este aquífero possui extensão regional e tem comportamento livre a semi-confinado. A recarga ocorre naturalmente pela infiltração da água da chuva e as superfícies potenciométricas são freqüentemente influenciadas pela geomorfologia da área, onde os divisores de águas subterrâneas coincidem com os divisores das bacias hidrográficas. As linhas de

fluxo convergem para os rios, tendo desta forma, um caráter efluente. É provável, embora nunca tenha sido comprovado, que exista um sistema de circulação de maior profundidade, com tempos de trânsito maiores. Este sistema poderia transpassar várias bacias e teria características regionais.

## 6.2 - Hidroquímica

Um dos primeiros estudos sobre a hidroquímica do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo foi realizado por TALTASSE (1968). O autor distinguiu duas fácies hidrogeoquímicas para os arenitos cretácicos do Bauru: a das águas bicarbonatadas cálcicas e a das águas bicarbonatadas magnesianas.

Segundo DAEE (1974), na região de São José do Rio Preto distinguem-se dois grupos hidrogeoquímicos em terrenos do Grupo Bauru:

- as águas bicarbonatadas cálcio-magnesianas, de baixo teor salino, onde íons maiores tem a seguinte proporção:  $rMg > rCa > rNa$ ;  $rNa \gg rCl$  e
- as águas bicarbonatadas cálcicas, de alto teor salino, onde os íons maiores tem a seguinte proporção:  $rCa > rMg > rNa$ ;  $rNa \gg rCl$ .

DAEE (1976 e 1979), estudando a região de Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba, Presidente Prudente e Marília, identificou dois grupos hidrogeoquímicos principais:

- águas bicarbonatadas cálcicas secundariamente magnesianas ou sódicas;  $rCa > rMg > rNa$  e  $rHCO_3 \gg rCl$ . Para as águas pertencentes ao Bauru Superior e
- águas bicarbonatadas sódicas secundariamente cálcicas;  $rNa > rCa > rMg$  e  $rHCO_3 \gg rCl$ , refletindo um enriquecimento em sódio, provenientes de um aquíferos mais profundos.

No estudo da bacia do rio São José dos Dourados, realizado por MEZZALIRA *et al.* (1979), foram realizados  $^{18}O$ , D, P, Cl, Mg,  $NH_4$  e  $NO_3$ . A conclusão destes autores foi que as águas não apresentam forte sinais de evaporação durante a recarga, o que indica um sistema de infiltração rápida de alta condutividade hidráulica.

ROCHA *et al.* (1982) sugerem um zoneamento hidrogeoquímico do Sistema Aquífero Bauru. Dois domínios são indicados: águas bicarbonatadas cálcicas e águas bicarbonatadas cálcio-magnesianas. Nos espigões e planaltos, correspondentes aos arenitos da parte superior da Formação Adamantina e Formação Marília, as águas apresentam concentrações salinas mais elevadas, fortemente bicarbonatadas cálcicas. A partir dos espigões, nos vales, as concentrações salinas diminuem, às vezes na mesma formação, e as águas são do tipo bicarbonatadas cálcio-magnesianas. Nesta progressão, a ocorrência de águas bicarbonatadas sódicas no extremo sudoeste sugere uma evolução hidrogeoquímica no sentido  $\text{Ca} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Na}$ , de montante para jusante dos principais rios interiores que percolam o Grupo Bauru.

Segundo CAMPOS (1987), as águas do Sistema Aquíferos Bauru apresentam dois tipos químicos dominantes: águas bicarbonatadas cálcio-magnesianas e águas bicarbonatadas cálcicas. Os estudos estatísticos mostram que os íons  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  são os principais responsáveis no processo de enriquecimento salino das águas. A composição mineralógica dos sedimentos das distintas formações do Grupo Bauru (à exceção da Formação Caiuá) parece contribuir significativamente para a predominância destes íons maiores. O carbonato de cálcio (calcrete) e os argilominerais, constituintes dos cimentos das litofácies, devem ser as principais fontes de enriquecimento iônico do meio aquífero.

## 7 - MATERIAIS E MÉTODOS

### 7.1 - Pesquisa Bibliográfica e Levantamento de Dados

Inicialmente, os trabalhos de pesquisa bibliográfica tiveram como finalidade buscar fontes bibliográficas para a realização de estudos dirigidos nas áreas de química, hidrogeologia e principalmente hidrogeoquímica. Foram realizadas coletas de dados, onde se reuniu as principais informações sobre as características geológicas, hidráulicas e hidrogeoquímicas do Grupo Bauru, levando em consideração a sua área de ocorrência no Estado de São Paulo e principalmente a porção noroeste do Estado.

Foi também confeccionado um mapa da cidade de Urânia através da junção de cartas topográficas da região e mapa da planta da cidade cedido pela SABESP. Esse mapa foi elaborado com a finalidade de obter uma base cartográfica para elaboração dos trabalhos desta pesquisa.

### 7.2 - Cadastro de Poços

O cadastro dos poços existentes na cidade de Urânia teve como objetivo reunir informações sobre a quantidade, tipos e características dos poços existentes na área de estudo (Anexo 02).

Para a realização do cadastro recorreu-se à SABESP da cidade de Urânia, onde foram adquiridos os "Relatório final de Poço" dos sete poços tubulares profundos da SABESP e a localização de alguns poços tubulares e cacimbas existentes na área. O cadastramento dos poços que não estão registrado na SABESP foram feitos através de informações verbais de moradores da cidade e visita a cada uma das captações.

Cada poço cadastrado recebeu uma numeração de acordo com o tipo de poço (tubular profundo da SABESP = PP-00, Tubular particular = PT-00 e cacimba = PC-00), foram também reunidas informações como nome do proprietário, endereço e localização do poço, profundidade, diâmetro, nível d'água, equipamento

utilizado para extração da água (balde, bomba, etc.), ano de perfuração, uso da água, vazão da bomba quando presente, tipo de revestimento e formação geológica perfurada.

### 7.3 - Programa de Amostragem

Primeiramente foram selecionados para a amostragem 31 poços cadastrados distribuídos uniformemente pela área de estudo. Foram programadas quatro campanhas de amostragens no período de um ano hidrológico.

A princípio as coletas seriam realizadas em intervalos de três a quatro meses, mas devido a problemas com transporte foram realizadas coletas em intervalos de cinco a três meses, sendo a primeira em junho de 1998, depois em novembro de 1998, março de 1999 e por último em junho de 1999.

Além destas quatro campanhas de coleta houve a necessidade de serem realizadas mais duas, sendo a primeira em maio de 1999 para as coletas estratificadas e em diferentes tempos de bombeamento e a outra foi em outubro de 1999 para a coleta de água para análise de sílica.

### 7.4 - Coletas de Água

Nos trabalhos de campo foram realizadas quatro formas de coleta de água com a finalidade de melhor entender as variações hidrogeoquímicas do Sistema Aqüífero Bauru na cidade de Urânia. As forma de coletas foram:

- amostras coletadas diretamente da boca do poço após um período de bombeamento de no mínimo 10 minutos sem interrupção;
- amostras coletadas com garrafa amostradora quando na ausência de bomba;
- amostras em tempos de bombeamento preestabelecido e
- amostras estratificadas com profundidade estabelecida utilizando a garrafa amostradora da marca Solinst - Ground Water Instruments.

As amostras coletadas diretamente da boca dos poços foram realizadas em poços cacimbas particulares (PCs), poços tubulares particulares (PT) e poços tubulares profundos da SABESP (PP) quando estes ainda se encontravam instalados, como é o caso dos PPs 02, 03 e 04 (Foto 01).

As amostras coletadas com garrafas amostradoras foram realizadas em poços tubulares profundos da SABESP que se encontravam desativados.

As amostras coletadas em tempo de bombeamento preestabelecido foram realizadas nos poços PPs 02, 04 e 05, sendo que no PP-02 foram coletadas sete amostras de água na campanha de março de 1999 nos intervalos de 15 minutos, uma, seis, doze, dezoito e vinte quatro horas de bombeamento constante. No PP-04, além de ter sido feita a mesma coleta do PP-02, foram coletadas duas amostras nos intervalos de 10 minutos e 6 horas de bombeamento constante na campanha de março de 1999. No PP-05 foi realizada coletas em junho de 1999 no intervalo de 20 minutos, 50 minutos e uma hora e 50 minutos. Nesta coleta, o poço em questão apresentava-se naturalmente jorrante.

As amostragens com profundidades preestabelecidas foram realizadas nos PPs 01, 06 e 08 que encontravam-se desativados, através de uma garrafa amostradora com alcance para 130 metros de profundidade. O procedimento de coleta consistiu em colocar uma pressão calculada em relação a coluna d'água, dentro da garrafa através de uma bomba, introduzir a garrafa dentro do poço até a profundidade que se deseja, retirar a pressão para que a garrafa abra e a água possa entrar, colocar a mesma pressão para que a garrafa se feche e possa ser retirada, uma vez sacada do poço basta aliviar a pressão para que a garrafa se abra e a água ser coletada (Foto 02a e 02b).

As profundidades coletadas nos poços em março de 1999 foram:

- PP-01 - a 48,80 e 106,50 metros;
- PP-06 - a 39,10 e 101 metros e
- PP-08 - a 42,85 e 95,35 metros.

As profundidades coletadas nos poços em maio de 1999 foram:

- PP-06 - a 62, 78, 94, 110 metros de profundidade e
- PP-08 - a 75, 97, 115, 130 metros de profundidade.

Antes de serem realizadas as coletas estratificadas de maio de 1999, foi feita uma limpeza por compressor dos PPs 06 e 08, sendo desta forma realizadas coletas a 24 e 48 horas após a limpeza para cada poço e para cada profundidade.

## 7.5 - Análise da Água

Durante a coleta, foram medidos "in situ" os seguintes parâmetros com os devidos equipamentos: temperatura do ar e da água – termômetro do Oxímetro; pH – pHmetro pH 330/SET-1-WTW; Eh – Ehmetro da DIGEMED; oxigênio dissolvido – Oxímetro Oxi 330/SET-WTW; condutividade elétrica – Condutímetro LF330/SET-WTW. Cabe ressaltar que o Ehmetro usado no campo possui um eletrodo de cloreto de mercúrio e não de hidrogênio, que seria o ideal. Por isso, nas medidas de Eh acrescentou-se 250 mV para correção. A alcalinidade total e parcial também foram medidas em campo, sendo a alcalinidade total determinada por titulação com ácido sulfúrico usando indicador misto e a alcalinidade parcial pela titulação com ácido sulfúrico, usando como indicador a fenoftaleína. Para a medida da alcalinidade parcial, em algumas amostras, usou-se a solução tampão borax (0,025M-pH8,3) como referência (branco), pois a transição entre o incolor para o rosa, não foi de fácil visualização.

As amostras, destinadas aos laboratórios do Centro de Pesquisa de Águas Subterrâneas – CEPAS do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – IGC-USP para análises físico-químicas, foram filtradas e armazenadas em três frascos de polietileno, novos e descartáveis com volume de 100 ml. Um dos frascos foi congelado para análises dos ânions, no outro foi adicionado cinco gotas de solução 1:1 de HNO<sub>3</sub> (aproximadamente 0,25 ml) para a determinação dos cátions exceto sódio e potássio e no frasco restante foram igualmente colocadas cinco gotas de solução 1:1 de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para a determinação dos cátions sódio e potássio.

Para a filtragem da água coletada foi utilizado uma bomba peristáltica Geopump 2, conectada a um *holder* com papel de filtro de 0,45 µm.

Os métodos de análises químicas aplicados nos laboratórios do CEPAS para a determinação química das águas subterrâneas foram: processo de cromatografia líquida no aparelho Dionex 2010i para a análise dos ânions F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, para os cátions Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> foi realizado o processo de fotometria de chama desenvolvido no fotômetro B 262 da Micronal e nos cátions Cu<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Fe total, Cr total, Mn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Ag<sup>+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> foi realizado o processo de espectrometria de Absorção Atômica CG AA7000 BCe.

## 7.6 - Dados Hidráulicos

Através da revisão bibliográfica sobre os dados hidrodinâmicos e medidas de nível d'água feitas ao longo do tempo de pesquisa, foi confeccionado um mapa potenciométrico permitindo a elaboração de um modelo conceitual de circulação das águas subterrâneas local.

As medidas de nível d'água foram realizadas ao longo das campanhas de coleta, onde foram feitas medidas em poços cacimbas não lacrados e nos poços tubulares profundos da SABESP que não se encontravam instalados. Foi utilizado um medidor de nível com sensor elétrico fabricado pelo IGC-USP.

## 7.7 - Processamento dos Resultados das Análises e Seleção dos Dados

A partir dos resultados das análises físico-químicas das águas, foram realizados cálculos de consistência de dados, gráficos e mapas de tendências com a finalidade de fornecer um quadro da caracterização química das águas subterrâneas na área de estudo.

Primeiramente foi realizado o cálculo do erro analítico das análises físico-químicas para cada amostra, sendo utilizada a equação abaixo, segundo FREEZE & CHERRY (1979). O erro analítico máximo adotado foi de 10%, desta forma as amostras cujo resultado estivessem acima deste valor foram desconsideradas.

$$E = \frac{(\sum \hat{\text{ânions}} - \sum \text{cátions})}{(\sum \hat{\text{ânions}} + \sum \text{cátions})} \times 100$$

O programa utilizado para o tratamento dos dados hidroquímicos foi Hydro Chem adquirido via Internet no site da Rock Ware Earth Science Software. Nesse programa foram confeccionados os diagramas de Piper e Stiff.

Os diagramas de Stiff foram plotados em mapas, separados por tipo de poço e coleta. Foram também analisados os diagramas de Stiff em perfis esquemáticos dos poços onde foram realizadas as coletas estratificadas.

A partir dos resultados químicos e físico-químicos das coletas de águas subterrâneas, foi efetuada uma análise estatística multivariante utilizando-se da relação de Pearson, para avaliar o comportamento relativo entre os diferentes compostos presentes na água e suas correlações.

Alguns dos dados químicos e físico-químicos foram plotados em gráficos de barras para a melhor apreciação das possíveis variações químicas.

## 8 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 8.1 - Hidráulica

Através dos perfis litológicos da cidade de Urânia nota-se que o local é caracterizado em sua grande maioria pelo Sistema Aquífero Bauru, representado pela Formação Adamantina e o Sistema Aquífero Serra Geral, em menor área.

A profundidade dos poços no local variam de acordo com o tipo de poço. Os poços cacimbas possuem profundidades entre de 2 a 19 m, os tubulares particulares variam de 40 a 180 metros e os tubulares profundos da SABESP variam de 75 a 150 metros. O nível d'água estático pode ser encontrado em profundidades de 3,50 a 50 m, com variações menores que 1 m entre os meses de chuva e estiagem.

Foram compilados dos Relatórios Finais de Poço, dados de vazão, vazão específica, transmissividade e rebaixamento, dos poços profundos tubulares da SABESP (PPs) na área de estudo (tabela 01).

Tabela 01: Dados dos parâmetros hidrodinâmicos dos PPs na cidade de Urânia

Poço	Parâmetros Hidrodinâmicos				
	Q/s	Q	T	s	Prof.
PP-01	0,19	8,00	4,20	59,80	160
PP-02	0,44	15,00	6,31	33,82	155
PP-03	0,134	8,00	8,71	58,20	150
PP-04	0,41	18,00		45,57	109
PP-05	0,24	13,6		55,98	75
PP-06	0,19	17,21		86,20	120
PP-08	0,089	8,80	7,73	99,33	145

Q/s - vazão específica em  $m^3/h/m$

Q - vazão em  $m^3/h$

s - rebaixamento em m

T - transmissividade em  $m^2/dia$

Prof. - profundidade do poço em m

Através do mapa potenciométrico (Figura 04), podem ser feitas as seguintes observações:

- fluxo da água subterrânea local é em direção à porção nordeste da área;
- gradientes hidráulicos de 1,3 a 3,47 m/m e
- as linhas de fluxo da água subterrânea na área de estudo convergem para as calhas dos rios, mostrando um caráter efluente das águas ou seja, os rios consistem na descarga local. Com isso pode-se considerar que a zona de recarga local seria toda a área da cidade de Urânia e a zona de descarga local os rios a noroeste da área.

O modelo conceitual de circulação local da água subterrânea, desta forma, ocorre como demonstrado no perfil esquemático da (figura 05).

A velocidade da água subterrânea na cidade de Urânia foi calculada segundo os dados dos poços e do mapa potenciométrico (tabela 02).

Tabela 02: cálculo da velocidade real da água subterrânea na cidade de Urânia

	Mínimo	Máximo
Condutividade Hidráulica (K)	$10^{-7}$	$10^{-3}$
Porosidade Efetiva (nef)	0,25	0,25
Gradiente ( $\Delta H/\Delta X$ )	1,3	3,42
Velocidade Real (V)	$4 \times 10^{-7}$	$1,37 \times 10^{-2}$

K - m/s

V - m/s

$\Delta H/\Delta X$  - m/m

Para o cálculo da velocidade real foram feitas as seguintes considerações:

- geologia local homogênea;
- valores de condutividade hidráulica para areias siltosas segundo FREEZE & CHERRY (1979) e
- porosidade efetiva de aproximadamente 25%.

Portanto a velocidade real calculada para a área de estudo pode variar de  $4 \times 10^{-7}$  a  $1,37 \times 10^{-2}$  m/s.

## 8.2 - Hidrogeoquímica

### 8.2.1 - Resultados Físicos Químicos

Um resumo dos resultados físico-químicos das amostras de água subterrânea do Sistema Aquífero Bauru na área de estudo estão representados na tabela 03 de acordo com o tipo de poço.

Tabela 03: parâmetros físico-químicos dos poços na área de estudo

	PP	PT	PC
PH	5,93 a 9,16	5,34 a 7,52	4,82 a 6,67
Eh	421 a 539	203 a 532	224 a 595
Condutividade Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	100,9 a 309	93,3 a 315	120 a 486

PP - poço tubular profundo da SABESP

PT - poço tubular particular

PC - poço cacimba

Os gráficos abaixo mostram as diferenças entre os parâmetros físico-químicos em relação ao tipo de poço.

Gráfico 01: gráfico de pH para os diferentes tipos de poços

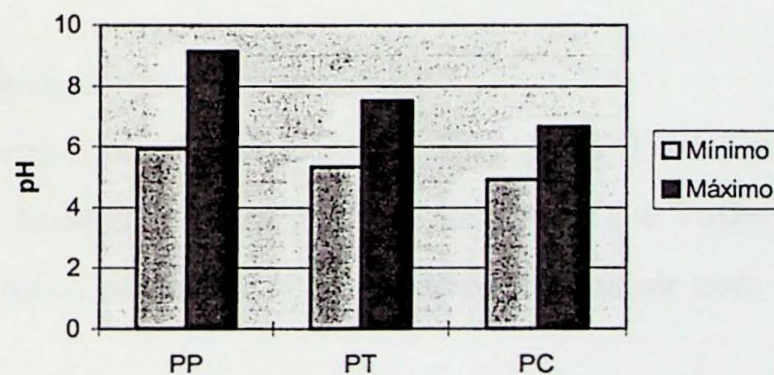
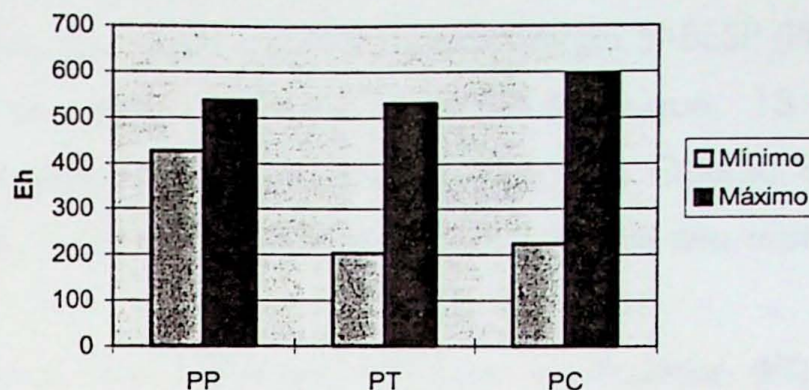
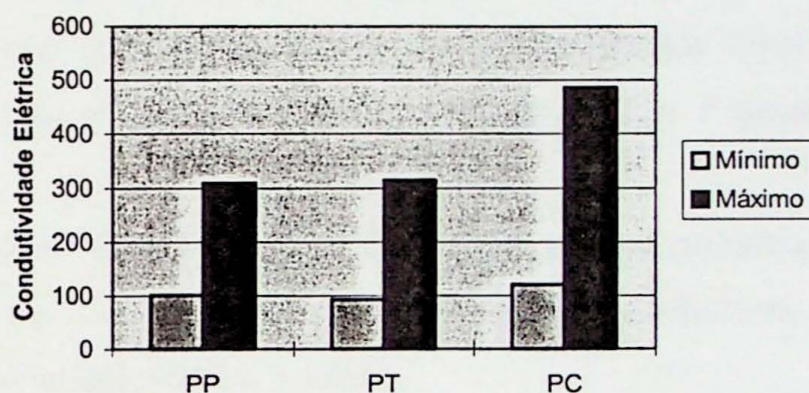


Gráfico 02: gráfico de Eh, em mV, para os diferentes tipos de poços

Gráfico 03: gráfico de Condutividade Elétrica, em  $\mu S/cm$ , para os diferentes tipos de poços

Através dos gráficos acima observa-se que:

- pH aumenta dos poços cacimbas, com profundidades de 2 a 19 m, para os poços tubulares profundos da SABESP, com profundidades de 75 a 160m;
- o Eh não sofre variações significativas, mas tende a diminuir com a profundidade das águas e
- a condutividade elétrica tende a diminuir com a profundidade.

### 8.2.2 - Classificação das Águas

Das 21 amostras, dos poços tubulares profundos da SABESP (PP), plotadas no diagrama de Piper de classificação de água mostram que, 18 amostras são bicarbonatadas e três amostras são cloretadas nitradas. Quanto aos cátions 11 amostras são cálcicas, 7 amostras são sódicas e 3 amostras são mistas (figuras 06, 07, 08 e 09).

Das 23 amostras, dos 10 poços tubulares particulares (PT), plotadas no diagrama de classificação de águas Piper, 11 amostras são bicarbonatadas e 12 amostras são cloretadas nitradas. Para os cátions 13 amostras são cálcicas e 10 amostras são mistas (figuras 10, 11 e 12).

Das 33 amostras, dos poços cacimbas, plotadas no diagrama de classificação de água Piper para poços cacimbas 33 amostras são cloretadas nitradas e para os cátions 16 amostras são mistas, 10 amostras são sódicas e 7 amostra é cálcica, (figuras 13, 14 e 15).

Vale salientar que não foram feitos diagramas para a primeira campanha de amostragem datada de junho de 1998, para os poços tubulares particulares e cacimbas, pois a alcalinidade não foi medida.

A classificação das águas subterrâneas para cada tipo de poço exibem as seguintes famílias ou tipos hidroquímicos:

- poços tubulares profundos da SABESP – predomina a família das bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, secundariamente a das bicarbonatadas sódicas e por último, com apenas dois dados a família das cloro-nitradas cálcica ou magnesianas;
- poços tubulares particulares – predominam as famílias das bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, com a maioria dos dados, e a das cloro-nitradas cálcicas ou magnesianas e
- poços cacimbas – predominam as famílias das cloro-nitradas cálcicas ou magnesianas, com a maior parte dos dados, e das cloretadas sódicas, secundariamente.

Os ânions predominantes nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru no local é o bicarbonato, nitrato e cloreto. Quanto aos cátions o predomínio é o cálcio, havendo quantidade considerável de mistas de cálcio e magnésio.

Em síntese, as águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru na área de estudo pertence a dois tipos dominantes: as das águas cloro-nitratadas cálcicas ou magnesianas e das bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas.

Através dos diagramas de classificação do tipo Piper pode-se notar que das águas mais rasas para as mais profundas da área de estudo a evolução hidrogeoquímica passa de cloretadas sódicas, para bicarbonatadas sódicas, passando por cloro-nitratadas cálcicas ou magnesianas e bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas (figura 16).

Essa evolução hidrogeoquímica na área de estudo se deve ao fato das águas menos profundas do aquífero, representadas pelos poços cacimbas, apresentarem concentrações anômalas de  $\text{NO}_3$  e as mais profundas, ou seja, com maior tempo de circulação no aquífero, representadas pelos poços tubulares profundos da SABESP serem fortemente bicarbonatadas e pouco cloretadas, como o esperado para águas mais profundas.

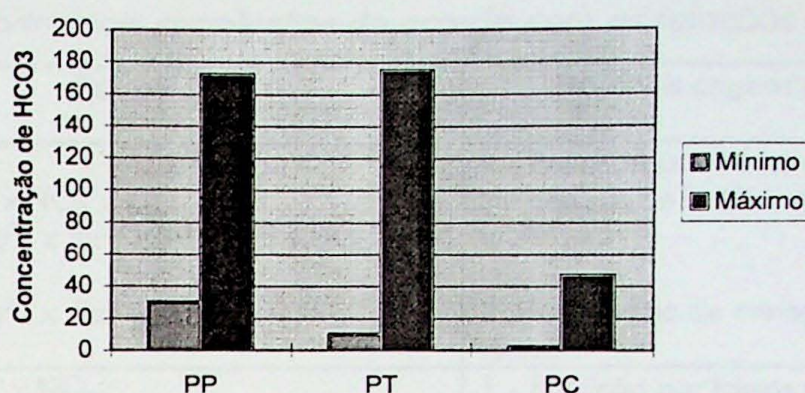
Com relação às figuras 17, 18 e 19, onde estão representadas as coletas estratificadas nos poços PPs 01, 06 e 08, não foi possível fazer nenhuma correlação entre as águas mais rasas e as mais profundas, pois estas apresentam-se semelhantes. Essa ausência de correlação pode estar relacionada a presença de fluxos verticais dentro destes poços, pelo fato deles estarem localizados topograficamente mais elevados, em área de recarga ou seja, há uma rápida mistura das águas rasas e profundas no interior dos poços .

Com respeito a coleta em diferentes tempos de bombeamento contínuo realizadas nos PPs 02, 04 e 05 pode-se afirmar que:

- para os cátions houve um aumento significativo na concentração de  $\text{Na}^+$  e de Cr total. Ocorreu redução significativa de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e diminuição menos significativa de  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Sr}^{2+}$ , em relação a coleta de 15 minutos de bombeamento e 24 horas de bombeamento contínuo. O aumento do sódio pode estar relacionado ao fato deste elemento não participar de importantes reações de precipitação e no caso de trocas catiônicas, esta tende a extrair da solução cátions bivalente e substituí-los por cátions monovalentes como o  $\text{Na}^+$ ;
- para os ânions houve aumento significativo apenas para a alcalinidade (concentrações de  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ ), este aumento se deve ao fato de que quanto maior o tempo de bombeamento mais velha será a água coletada e com isso maior será a concentração de  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ . Ocorreu diminuição significativa de  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{PO}_4^{2-}$ , em relação a coleta de 15 minutos de bombeamento e 24 horas de bombeamento contínuo,
- para os parâmetros físico-químicos, apenas o pH aumentou em relação ao tempo de bombeamento, os outros parâmetros sofreram pequenas variações. Observar as planilhas 01 e 02.
- na planilha 02 onde está representada a evolução do PP-04, observa-se que entre a coleta das 19:10 horas e 24:10 horas ocorre um salto nas concentrações de todos os parâmetros químicos representados. Este salto pode estar relacionado à mudança de um tubo de fluxo para outro.

Através do gráfico 04, pode-se observar que a alcalinidade tende a aumentar com a profundidade, tendo os poços cacimbas menores concentrações de  $\text{HCO}_3^-$  do que os poços tubulares profundos da SABESP.

Gráfico 04: gráfico de concentração em mg/L de  $\text{HCO}_3$  para diferentes tipos de poços



Na região foi observada uma anomalia de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) que apresenta-se maior que 10 mg/L (limite máximo de nitrato aconselhado na água pela portaria 36 do Ministério da Saúde – 19.190 (1992)) em 85% das amostras de poços cacimbas e 30% dos poços tubulares particulares.

Observa-se também, anomalias de cromo na região com concentrações de 0 a 0,12 mg/L nos poços tubulares profundos da SABESP, de 0 a 0,03 mg/L nos poços tubulares particulares e de 0 a 0,02 mg/L nos poços cacimbas.

### 8.2.3 - Tratamento Estatístico dos Dados Hidrogeoquímicos

O tratamento estatísticos das análises químicas e físico-químicas através da relação de Pearson permitiu a visualização de correlações entre os elementos químicos e parâmetros físico-químicos existentes na água coletada.

Os dados químicos e físico-químicos foram tratados separadamente para cada tipo de poço com a finalidade de se observar as diferentes correlações existentes ao longo da profundidade do aquífero. Foram consideradas apenas as correlações acima de 0,75, pois foi observado que abaixo deste valor estabelecido os gráficos entre os prováveis parâmetros correlacionáveis não são nítidos (planilhas de 03 a 14).

Através das planilhas acima pode-se observar que as principais correlações encontradas entre os parâmetros analisados são as representadas na (tabela 04).

Tabela 04: principais correlações de acordo com as relações de Pearson

Tipo de poço	Relações	Prováveis origens das relações
PC	1 - $\text{Na}^+ \times \text{Cl}^-$ $\text{Cl}^- \times \text{NO}_2^- \times \text{NO}_3^- \times \text{CE}$ $\text{Ca}^{2+} \times \text{Mg}^{2+} \times \text{Ba}^{2+} \times \text{Sr}^{2+} \times \text{CE} \times \text{NO}_3$  2 - $\text{Ca}^{2+} \times \text{Mg}^{2+} \times \text{Ba}^{2+} \times \text{Sr}^{2+}$	1 - Poluição por fossas domésticas e/ou por uso de fertilizantes.  2 - Dissolução de minerais e troca iônica
PT	1 - $\text{Cl}^- \times \text{NO}_2^- \times \text{NO}_3^-$ $\text{Na}^+ \times \text{K}^+ \times \text{Cl}^- \times \text{NO}_2^-$ $\text{NO}_3^- \times \text{Cl}^- \times \text{SO}_4^{2-} \times \text{pH}$  2 - $\text{Sr}^{2+} \times \text{Ca}^{2+} \times \text{Alcalinidade}$ $\text{Sr}^{2+} \times \text{Ca}^{2+} \times \text{Mg}^{2+} \times \text{Ce}$  3 - $\text{Cl}^- \times \text{SO}_4^{2-}$ $\text{Na}^+ \times \text{SO}_4^{2-}$	1 - Poluição por fossas domésticas e/ou por uso de fertilizantes.  2 - Solubilidade de minerais bicarbonatados  3 - Solubilidade de minerais que liberam $\text{Cl}^-$ e $\text{SO}_4^{2-}$ .
PP	1 - $\text{Ca}^{2+} \times \text{K}^+ \times \text{Ba}^{2+} \times \text{Sr}^{2+} \times \text{CE} \times \text{NO}_3$  2 - $\text{Cl}^- \times \text{SO}_4^{2-}$  3 - $\text{Sr}^{2+} \times \text{Ca}^{2+} \times \text{Mg}^{2+} \times \text{Ba}^{2+} \times \text{Ce}$ $\text{Sr}^{2+} \times \text{Ca}^{2+} \times \text{Mg}^{2+} \times \text{Alcalinidade}$  4 - $\text{Na}^+ \times \text{K}^+$ $\text{Na}^+ \times \text{pH}$ $\text{K}^+ \times \text{pH}$	1 - Poluição por fossas domésticas e/ou por uso de fertilizantes.  2 - Solubilidade de minerais que liberam $\text{Cl}^-$ e $\text{SO}_4^{2-}$ .  3 - Solubilidade de minerais bicarbonatados  4 - Troca iônica.

CE - condutividade elétrica

As principais reações que podem ocorrer ao longo da passagem da água pelo aquífero, baseado nas correlações da tabela 04, estão representadas na (tabela 05).

Tabela 05: principais reações que podem ocorrer na passagem da água pelo aquífero

	Reações
1 - Consumo de matéria orgânica	$O_{2(aqs)} + CH_2O = CO_2 + H_2O$
2 - Oxidação da matéria orgânica por sulfato	$2CH_2O + SO_4^{2-} \rightarrow HCO_3^- + HS^- + CO_2 + H_2O$
3 - Dissolução de $CO_2$	$CO_{2(aqs)} + H_2O = H_2CO_3$
4 - Dissolução da calcita	$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca^{2+} + 2HCO_3^-$
5 - Dissolução de gypso	$CaSO_4 \cdot 2H_2O = Ca^{2+} + SO_4^{2-} + 2H_2O$
6 - Dissolução da gibsitita	$Al_2O_3 \cdot 2H_2O = 2Al^{3+} + 6OH^-$
7 - Dissolução de quartzo	$SiO_2 + H_2O = Si(OH)_4$
8 - Dissolução da hidroxilapatita	$Ca_5OH(PO_4)_3 = 5Ca^{2+} + 3PO_4^{3-} + OH^-$
9 - Dissolução de sílica amorfa	$SiO_2 + 2H_2O = Si(OH)_4$
10 - Dissolução da fluorita	$CaF_2 = Ca^{2+} + 2F^-$
11 - Dissolução de dolomita	$CaMg(CO_3) = Ca^{2+} + Mg^{2+} + 2CO_3^{2-}$
12 - Dissolução de silvita	$KCl = K^+ + Cl^-$
13 - Dissolução de epsomita	$MgSO_4 \cdot 7H_2O = Mg^{2+} + SO_4^{2-} + 7H_2O$
14 - Dissolução de mirabilita	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O = 2Na^+ + SO_4^{2-} + 10H_2O$
15 - Dissolução de halita	$NaCl = Na^+ + Cl^-$
16 - Dissolução incongruente gibsitita para caulinita	$Al_2O_3 \cdot 3H_2O + 2Si(OH)_4 = Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 5H_2O$
17 - Dissolução incongruente Na-montmorilonita para caulinita	$\underline{Na_{0.33}Al_2Si_3.67O_{10}(OH)_2} + 1/3H^+ + 23/2H_2O = 7/6Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 1/3Na^+ + 4/3Si(OH)_4$
18 - Dissolução incongruente Ca-montmorilonita para caulinita	$\underline{Ca_{0.33}Al_2Si_3.67O_{10}(OH)_2} + 1/3H^+ + 23/2H_2O = 23/20Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 3/5K^+ + 1/4Mg^{2+} + 6/3Si(OH)_4$
19 - Dissolução incongruente illita para caulinita	$\underline{K_{0.4}Mg_{0.25}Al_2.30Si_3.5O_{10}(OH)_2} + 11/10H^+ + 63/60H_2O = 23/20Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 3/5K^+ + 1/4Mg^{2+} + 6/3Si(OH)_4$
20 - Dissolução incongruente de albita para caulinita	$\underline{NaAlSi_3O_8} + H^+ + 9/2H_2O = 1/2Al_2Si_2O_5(OH)_4 + Na^+ + 2Si(OH)_4$
21 - Dissolução incongruente albita para Na-montmorilonita	$\underline{NaAlSi_3O_8} + 6/7H^+ + 20/7H_2O = 3/7Na_{0.33}Al_{.33}Si_{3.67}O_{10}(OH)_2 + 6/7Na^+ + 10/7Si(OH)_4$
22 - Dissolução incongruente microclínio para caulinita	$\underline{KAl_2Si_2O_8} + 2H^+ + H_2O = Al_2Si_2O_5(OH)_4 + K^+$
23 - Dissolução incongruente anortita para caulinita	$\underline{CaAl_2Si_2O_8} + 2H^+ + H_2O = Al_2Si_2O_5(OH)_4 + Ca^{2+}$
24 - Dissolução incongruente andesita para caulinita	$\underline{Na_{0.5}Ca_{0.5}Al_{1.5}Si_{2.5}O_8} + 3/2H^+ + 11/4H_2O = 3/4Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 1/2Na^+ + 1/2Ca^{2+} + Si(OH)_4$
25 - Dissolução incongruente biotita para caulinita	$\underline{KMg_3AlSi_3O_{10}(OH)_2} + 7H^+ + 1/2H_2O = 1/2Al_2Si_2O_5(OH)_4 + K^+ + 3Mg^{2+} + 2Si(OH)_4$
26 - Troca iônica entre $Ca^{2+}$ e $Na^{2+}$	$Ca^{2+} + 2Na_{(aq)} \leftrightarrow 2Na^+ + Ca_{(aq)}$

\* Nas soluções incongruentes a fase sólida encontra-se sublinhada  
ad - adsorção

A partir das correlações de Pearson e das possíveis reações das tabelas 04 e 05 respectivamente, pode-se observar que:

- na zona superior do aquífero, representada pelas águas dos poços cacimbas, é evidente a presença de contaminação por fossas e/ou fertilizantes representada pelas correlações  $\text{Na}^+ \times \text{Cl}^-$ ,  $\text{Cl}^- \times \text{NO}_2^- \times \text{NO}_3^- \times \text{CE}$  e  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{CE} \times \text{NO}_3^-$ . As trocas iônicas e/ou dissolução de minerais liberando os cátions  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  provavelmente ocorrem nos argilominerais existentes nos sedimentos do aquífero e são reações do tipo 26 na tabela 05;
- na zona intermediária do aquífero, representadas pelas águas dos poços tubulares particulares, ainda é observada a presença de contaminante pelas correlações  $\text{Cl}^- \times \text{NO}_2^- \times \text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+ \times \text{Cl}^- \times \text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-} \times \text{pH}$ . Ocorre a dissolução de minerais carbonatados liberando os cátions  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e o ânion  $\text{HCO}_3^-$ , através de reações do tipo 4 na tabela 05. Nota-se a presença de correlação entre os ânions  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{Cl}^-$  e entre o cátion  $\text{Na}^+$  e o ânion  $\text{SO}_4^{2-}$ , essas reações provavelmente são originadas a partir da dissolução de minerais que liberam esses íons, as reações de dissolução desses minerais são as 4 a 15 da tabela 05. Nessa zona não foi observada nenhuma troca iônica significativa e
- na zona inferior do aquífero, representada pelas águas dos poços tubulares profundos da SABESP, ainda é evidente a presença de contaminação do aquífero através das correlações  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{CE} \times \text{NO}_3^-$ . Ocorre também a dissolução de minerais bicarbonatados liberando os cátions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Sr}^{2+}$  e o ânion  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3$ . Está presente nesta zona uma troca iônica entre os cátions  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  controlada pelo pH.

Comparando-se a evolução das águas do Aquífero Adamantina na cidade de Urânia com a evolução proposta por Chebotarev, não são observadas semelhanças significativas. Essa ausência de semelhanças provavelmente ocorre devido ao pouco tempo de circulação das águas no Aquífero Adamantina na cidade de Urânia em comparação com as águas consideradas por Chebotarev.

#### 8.2.4 - Características das Águas Subterrâneas nas Zonas de Recarga e Descarga

As figuras 20 a 29 mostram mapas com as distribuições pontuais de cada análise química através do diagrama de Stiff para cada tipo de poço e campanha de coletas. A partir desses mapas pode-se observar que:

- as águas dos poços cacimbas tendem a possuir maiores concentrações de  $\text{NO}_3$  nas proximidades do Córrego Comprido (zona de descarga local do aquífero) e
- nos poços tubulares particulares e profundos da SABESP as águas tendem a ficar mais bicarbonatadas com a proximidade das zonas de descargas, ou seja os córregos Comprido e do matadouro. Esse aumento da alcalinidade provavelmente está relacionado ao tempo de trânsito das águas no aquífero local. Os poços tubulares da SABESP próximos à zona de descarga tendem a ser menos nitrados.

Ao comparar os poços cacimbas e tubulares particulares localizados nas zonas de recarga com o poço jorrante profundo da SABESP - PP-05, localizado nas proximidades do Córrego Comprido, podem ser feitas as seguintes observações em relação aos cátions e ânions:

- cátions - dos poços cacimbas e tubulares localizados na zona de recarga para o PP-05 localizado próximo a zona descarga, observa-se um aumento significativo na concentração de  $\text{Na}^+$ . Houve uma significativa diminuição na concentração de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e uma diminuição dos demais cátions. Vale notar que este comportamento dos cátions é idêntico ao comportamento dos cátions nas amostras em diferentes tempos de bombeamento, pois em ambos os casos estão sendo comparadas águas de menor tempo com águas de maior tempo de trânsito;

- ânions - dos poços cacimbas localizados na zona de recarga para os PP-05 localizado próximo a zona de descarga observa-se um aumento significativo da alcalinidade (concentração de  $\text{HCO}_3^-$ ) e um suave aumento nas concentrações de íons como  $\text{Br}^-$ ,  $\text{F}^-$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ . Ocorre diminuição na concentração dos ânions relacionados à poluição por fossas e/ou fertilizantes como  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{NO}_2^-$ , que provavelmente sofreram diluição e/ou denitrificação.

A partir da comparação feita anteriormente, podem ser listadas algumas reações que estão ocorrendo na água subterrânea da zona de recarga (poços cacimbas) para a zona de descarga (poço PP-05):

- $\text{Na}^+$  - o aumento progressivo de sódio na água subterrânea da área de estudo, pode estar relacionado ao fato deste elemento não participar de grandes reações de precipitação e por ser um elemento monovalente, nas reações de troca iônica ele normalmente é lançado na solução em troca de elementos bivalentes, (Hem, 1985). As principais formas de ocorrência deste elemento é como feldspatos, onde pode estar substituindo o  $\text{K}^+$  em ortoclásio e microclínio ou se apresentar como um feldspato da série do plagioclásio com alto teor de albita. Estes minerais são facilmente intemperizados liberando os metais e sílica para a solução formando argilominerais com o alumínio e o restante da sílica.

#### Reações:

Dissolução incongruente da albita para caulinita (tabela 05, item 20),

Dissolução incongruente da albita para montmorilonita (tabela 05, item 21),

Dissolução incongruente do microclínio (tabela 05, item 22).

- $\text{Ca}^{2+}$  - o redução da concentração de cálcio na água subterrânea da zona de recarga para zona de descarga pode ser causado por trocas catiônicas nos aluminossilicatos existentes nos sedimentos que possuem ligações mais fortes com elementos bivalentes do que monovalentes. Normalmente o cálcio entra em solução na água subterrânea através do intemperismo de feldspatos como plagioclásio com teores de anortita e também como dissolução de minerais carbonáticos, normalmente presentes em sedimentos.

## Reações:

Dissolução incongruente da anortita (tabela 05, item 23),

Dissolução incongruente da andesita para caulinita (tabela 05, item 24),

Dissolução da calcita (tabela 05, item 4),

Dissolução da dolomita (tabela 05, item 11) e

Troca iônica  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Na}^{2+}$  (tabela 05, item 26).

- $\text{K}^+$  - a redução na concentração de  $\text{K}^+$  da zona de recarga para a zona de descarga está relacionada à dificuldade em que esse elemento tem em ser extraído do mineral para a solução e sua forte tendência a ser reincorporado a produtos de alteração, (Hem, 1985). Em sedimentos, o potássio é comumente presente em feldspatos não alterados, micas, ou na estrutura de argilominerais.

## Reações:

Dissolução incongruente da biotita para caulinita (tabela 05, item 25),

Dissolução incongruente de illita para caulinita (tabela 05, item 19) e

Dissolução incongruente de microclínio para caulinita (tabela 05, item 22).

- $\text{Mg}^{2+}$  - a redução da concentração de magnésio da zona de recarga para a zona de descarga está relacionada à facilidade com que esse elemento tem em se precipitar, que devido ao seu tamanho é facilmente incorporado na estrutura dos minerais. O magnésio pode estar, principalmente, presente na rocha como minerais ferro-magnesianos e carbonatos.

## Reações:

Dissolução incongruente da biotita para caulinita (tabela 05, item 25) e

Dissolução da dolomita (tabela 05, item 11).

- Alcalinidade – o aumento da alcalinidade da zona de recarga para a zona de descarga na área de estudo pode estar relacionado com a idade da água, pois águas mais antigas estão mais tempo em contato com minerais carbonáticos do que águas mais jovens.

## Reações:

Oxidação da matéria orgânica (tabela 05, item 01),

Dissolução de  $\text{CO}_2$  (tabela 05, item 03) e

Dissolução da calcita (tabela 05, item 04).

$\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Cl}^-$  - Estes compostos estão mais concentrados na zona de recarga do aquífero devido à poluição originada provavelmente por fossas e/ou utilização de fertilizantes na área de estudo. A diminuição observada na concentração destes compostos da zona de recarga para a zona de descarga está ligada aos processos de diluição.

## 9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Aquífero Adamantina na área de estudo apresenta comportamento livre e espessura máxima de 160m. As superfícies potenciométricas são influenciadas pela topografia. As linhas de fluxo convergem para as calhas dos córregos, indicando um caráter efluente. A zona de recarga corresponde a toda a área de estudo exceto nas proximidades das calhas dos córregos.

As águas subterrâneas do Aquífero Adamantina na área de estudo permitiu definir três tipos químicos dominantes: águas cloro-nitratadas cálcicas ou magnesianas, bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e bicarbonatadas sódicas, indo das mais rasas para as mais profundas respectivamente. Essa evolução química se deve à presença de contaminação por fossas e/ou fertilizantes que deslocaram as análises das águas mais rasas de bicarbonatadas para cloro-nitratadas. Os ânions predominantes nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru no local é o bicarbonato, cloreto e nitrato. Quanto aos cátions o predomínio é o cálcico, havendo quantidade considerável de mistas.

A composição mineralógica dos sedimentos presentes na área parece contribuir significativamente para a presença destes íons: os minerais carbonáticos e os argilominerais, devem ser as principais fontes de enriquecimento iônico do meio aquífero.

A evolução hidrogeoquímica das águas subterrâneas na área de estudo apresenta uma tendência de modificação química acompanhando a resultante de fluxo das águas subterrâneas em direção aos córregos Comprido e Matadouro. As águas tendem a ficar relativamente mais ricas em  $\text{Na}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$ .

A coleta em diferentes tempos de bombeamento também mostraram enriquecimento nos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$ .

Ocorre na área de estudo anomalia de  $\text{NO}_3^-$  na água subterrânea provinda da contaminação através de fossas e/ou fertilizantes, sendo as maiores concentrações localizadas na parte nordeste da cidade de Urânia. A partir desta

constatação recomenda-se um programa de alerta à população para o não consumo das águas dos poços, principalmente dos cacimbas, além de um estudo para a melhor definição da contaminação.

Geologia e Fronteiras Hidrogeológicas do Sistema Bauru na Região Metropolitana de São Paulo. São José do Rio Preto. São José do Rio Preto, 209 p. Tese de Pós-Graduação - Inst. De Pesquisas, Terra e Água, Universidade Paulista.

BRANDT NETO, M. - 1977 - Estratigrafia da Formação Bauru na Região do São João, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Inst. Geoc., USP.

BRANDT NETO, M., BRAGA, N., AMORIM, E. F., COIMBRA, A. M. - 1987 - Ocorrência de Antraceno nos Sedimentos da Formação Adamantina em Macadório, Estado de São Paulo, uma Evidência de Hidrocarbonetos no Grupo Bauru (in press).

CAMPOS, H. C. N. S. - 1987 - Contribuição da Estrutura Hidrogeológica do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Inst. Geoc. USP.

COIMBRA, A. M. - 1976 - A origem da Formação Bauru, estudo da arenização. Dissertação de Mestrado, Inst. Geoc., São Paulo, 2 v.

CUSTODIO, E. G. & LARAS, M. R. - 1979 - Hidrologia Subterrânea. São Paulo, Omega, 2 v.

DAEE - Departamento de Água e Energia Potável - 1974 - Estudo de Águas Subterrâneas, Região Administrativa 3, Ribeirão Preto-SP. Caracterização - Total, 2 v.

DAEE - Departamento de Água e Energia Potável - 1976 - Estudo de Águas Subterrâneas, Região Administrativa 7, 8 e 9 (Bauru, São José do Rio Preto e Angatuba), São Paulo-DAEE, 4 v.

DAEE - Departamento de Água e Energia Potável - 1979 - Estudo de Águas Subterrâneas, Região Administrativa 10 e 11 (Presidente Prudente e Merid), São Paulo, 2 v.

DOMENICO, P. & SCHWAB, P. - 1990 - Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons, N. York, 879p.

DREYER, J. - 1958 - The Chemical Aspects of Water. American Nat. Engineering Co., N.Y. 509p.

FERNANDES, L. A. - 1958 - Estratigrafia e Evolução Geológica do Porto Oriental do Bacia Bauru do Estado de São Paulo. Dissertação de Doutorado, Inst. Geoc., USP.

---

## 10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCHA, S. F. - 1980 - Aspectos Geológicos e Províncias Hidrogeológicas da Formação Bauru na Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo, São José do Rio Preto. São José do Rio Preto, 209 p. Tese de Livre Docência - Inst. De Biociências, Letras e Exatas, Universidade Paulista.
- BRANDT NETO, M. - 1977 - Estratifrafia da Formação Bauru na Região do Baixo Tieté, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Inst. Geoc., USP.
- BRANDT NETO, M.; BARELLI, N.; BARCGA, S. F.; COIMBRA, A. M. - 1987 - Ocorrência de Analcina em Sedimentos da Formação Adamantina em Macedônia, Estado de São Paulo, uma Evidência de Hidrotermalismo no Grupo Bauru (no prelo).
- CAMPOS, H. C. N. S. - 1987 - Contribuição do Estudo Hidrogeoquímico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Inst. Geoc. USP.
- COIMBRA, A. M. - 1976 - Arenitos da Formação Bauru: estudo de áreas-fontes. Dissertação de Mestrado, Inst. Geoc., São Paulo, 2 v.
- CUSTODIO, E. G. & LLAMAS, M. R. - 1976 - Hidrologia Subterranea. Barcelona, Omega, 2 v.
- DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica - 1974 - Estudo de Águas Subterrâneas; Região Administrativa 6, Ribeirão Preto-SP, Geopesquisadore - Tahal, 2 v.
- DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica - 1976 - Estudo de Águas Subterrâneas; Regiões Administrativas 7, 8 e 9 (Bauru, São José do Rio Preto e Araçatuba), São Paulo-ENCO, 4 v.
- DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica - 1979 - Estudo de Águas Subterrâneas; Regiões Administrativas 10 e 11 (Presidente Prudente e Marília), São Paulo, 3 v.
- DOMENICO, P. & SCHWART, F. - 1990 - Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons. N. York. 824p
- DREVER, J. - 1988 - The Chemical of Natural Waters. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. 604p.
- FERNANDES, L. A. - 1998 - Estratifrafia e Evolução Geológica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil). Dissertação de Doutorado, Inst. Geoc., USP.

- FREEZY, R. & CHERRY, J. - 1979 - Ground Water Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. 137p.
- HEM, J. D. -1985 - Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. U.S. Geological Survey Supply Paper, v.2254.
- LANDIM, P. M. B.; SOARES, P. C. - 1976 - Estratigrafia da Formação Caiuá. In: 29º Congr. Bras. Geol. Ouro Preto. Anais...2:195-206.
- MEZZALIRA, S.; SALATI, E.; MATSUI, E.; BOTELHO, P.F.; VIEIRA, P.C. - 1979 - Contribuição Geoquímica ao estudo das Águas da Formação Bauru na Bacia do Rio São José dos Dourados, SP. Na. Acad. Bras. Cienc. 51 (4): 677-694.
- PALMER, C. & CHERRY, J. - 1984 - Geochemical Evolution of Groundwater in Sequences of Sedimentary Rocks: J. Hydrol.75:27-65.
- ROCHA, G. A.; BERTACHINI, A. C.; CAMPOS, H. C. N. S.; CAIXETA, J. B. - 1982 - Tentativa de Zoneamento das Características Hidráulicas e Hidroquímicas do Aquífero Bauru. In: Encontro de Geologia e Hidrogeologia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo, 1., São Paulo, SBG/ABAS. p. 37-57.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; AMARAL, G.; SUGUIO, K.; COIMBRA, A. M.; SOBREIRO NETO, A. F.; GIANCURSI, F. D.; CORREA, W. A.; CASTRO, C. G. J. - 1979 - Geologia da Região Sudoeste do Estado de São Paulo. In: 2º Simp. Reg. Geol., Rio Claro. Atas..., 2: 207 - 319.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. - 1980 - Ensaio de Caracterização Estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo. Ver. Bras. Geoc., 10: 177.
- SUGUIO, K.; FÚLFARO, V. J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L. A. - 1977 - Comportamentos Estratigráfico e Estrutural da Formação Bauru, nas Regiões Administrativas 7 (Baru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: 1ºSimp. Reg. Geol., São Paulo, Atas..., SBG, p.231-244.

COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO DAS ÁGUAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

RELATÓRIO FINAL DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

MUNICÍPIO: BRANIA  
LOCALIDADE: SPDC - P. 2  
NÚMERO SANEUP: 1226

Anexo 01

Relatório Final dos Poços SABESP

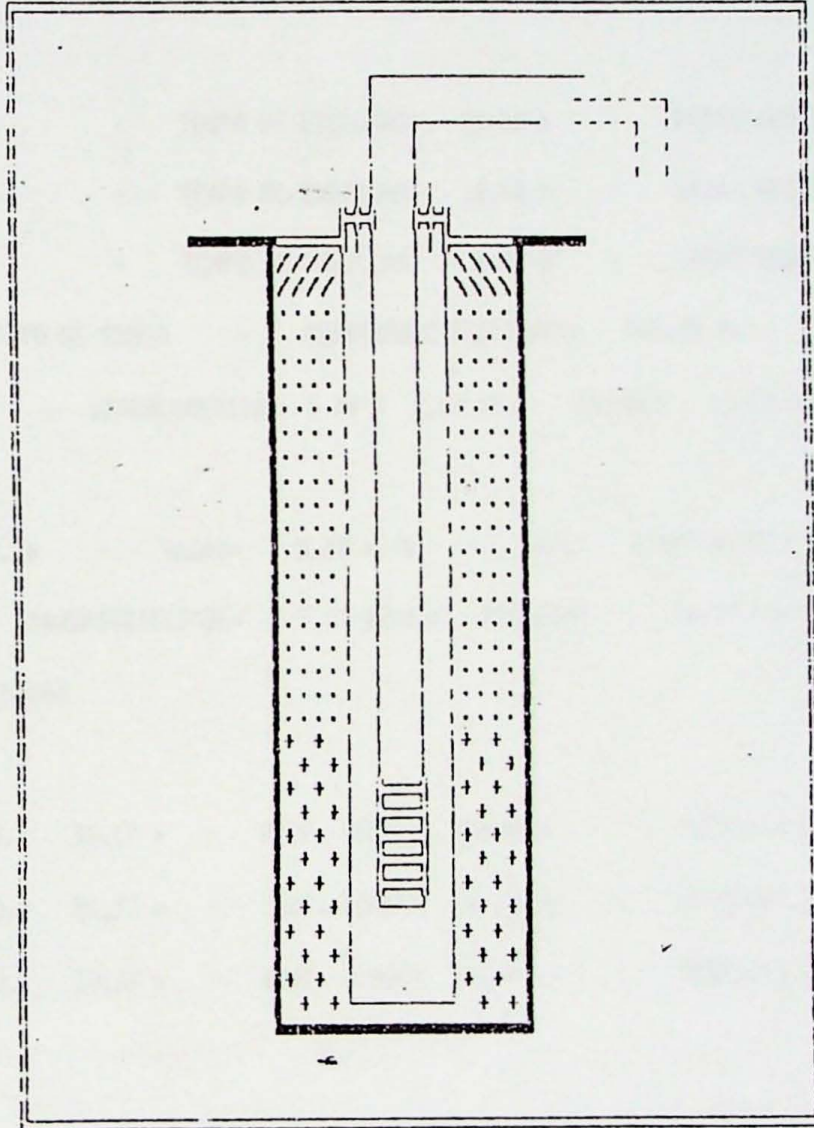
# RELATORIO FINAL DE POCO TUBULAR PROFUNDO

*220*

MUNICIPIO: URANIA

LOCALIDADE: SEDE - P. 8

NUMERO SABESP: 1226



*22.12 - Eng. Ramiro Hassent*

GEOL. JOAO CARLOS SIMANKE DE SOUZA

*19/06/91*  
Eng.º Ramiro Hassent  
CHEFE SETOR TECNICO  
01/02/91

HIIDRODINAMICOS:

ESTATICO= 23.37 m - EQUIPAMENTO UTILIZADO: BOMBA SUBMERSA, 15 HP, 18 ESTAGIOS

QUANTIDADE DE INSTALACAO: 140.00

81.00 m <sup>3</sup> /h	-	N.D.= 122.70 m	-	s= 99.33 m	-	Q/s= 0.09 m <sup>3</sup> /h/m	-	s/Q= 11.29 m/m <sup>3</sup> /h
65.00 m <sup>3</sup> /h	-	N.D.= 81.77 m	-	s= 58.40 m	-	Q/s= 0.10 m <sup>3</sup> /h/m	-	s/Q= 9.73 m/m <sup>3</sup> /h
00.00 m <sup>3</sup> /h	-	N.D.= 0.00 m	-	s= 0.00 m	-	Q/s= 0.00 m <sup>3</sup> /h/m	-	s/Q= 0.00 m/m <sup>3</sup> /h
00.00 m <sup>3</sup> /h	-	N.D.= 0.00 m	-	s= 0.00 m	-	Q/s= 0.00 m <sup>3</sup> /h/m	-	s/Q= 0.00 m/m <sup>3</sup> /h

TIPO DE AQUIFERO: SEMI-CONFINADO - TEMPO DE TESTE: 72.00 h

ADENS D'AGUA: 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m; 0.00 m

ENVOLVIMENTO:

TECNICA EMPREGADO: AR COMPRIMIDO - TEMPO DE EXECUCAO: 20.00 h - VAZAO MEDIDA: 6.09 m<sup>3</sup>/h

TECNICA EMPREGADO: PISTONEAMENTO - TEMPO DE EXECUCAO: 10.00 h - VAZAO MEDIDA: 0.00 m<sup>3</sup>/h

TECNICA EMPREGADO: - TEMPO DE EXECUCAO: 0.00 h - VAZAO MEDIDA: 0.00 m<sup>3</sup>/h

REAGENTE UTILIZADO: HEXAMETAFOFATO DE SODIO - QUANTIDADE UTILIZADA: 100.00 Kg

FILTRO: - TIPO: PEROLA - GRANULOMETRIA: 1.00 A 2.00 mm - VOLUME: 12.00 m<sup>3</sup>

INTERPRETACAO:

ESTATICO= 23.37 m - N.D.= 122.70 - VAZAO= 8.00 m<sup>3</sup>/h - Q/s= 0.089 m<sup>3</sup>/h/m - s/Q= 11.287 m/m<sup>3</sup>/h

C= 0.6000 - TRANSMISSIVIDADE= 7.73 m<sup>2</sup>/dia - PERIODO: 20.00 horas/dia - Eficiencia: 54.00

EQUIPAMENTO RECOMENDADO: BOMBA SUBMERSA

ALTERNATIVAS DE EXPLORACAO:

VAZAO= 7.00 m<sup>3</sup>/h - N.D.= 96.17 m - PROF. BOMBA= 120.00 m - PERIODO: 20.00 h/DIA

VAZAO= 6.00 m<sup>3</sup>/h - N.D.= 81.77 m - PROF. BOMBA= 110.00 m - PERIODO: 20.00 h/DIA

VAZAO= 5.00 m<sup>3</sup>/h - N.D.= 69.37 m - PROF. BOMBA= 84.00 m - PERIODO: 20.00 h/DIA

RECOMENDACOES:

ELABORADO POR: CESAR BIANCHI NETO  
INTERPRETADO POR: ANTONIO JORGE SAPIO  
REVISADO POR: JOAO CARLOS SIMANKE DE SOUZA

COMPANHIA DE SANEAMENTO BASICO DO ESTADO DE SAO PAULO

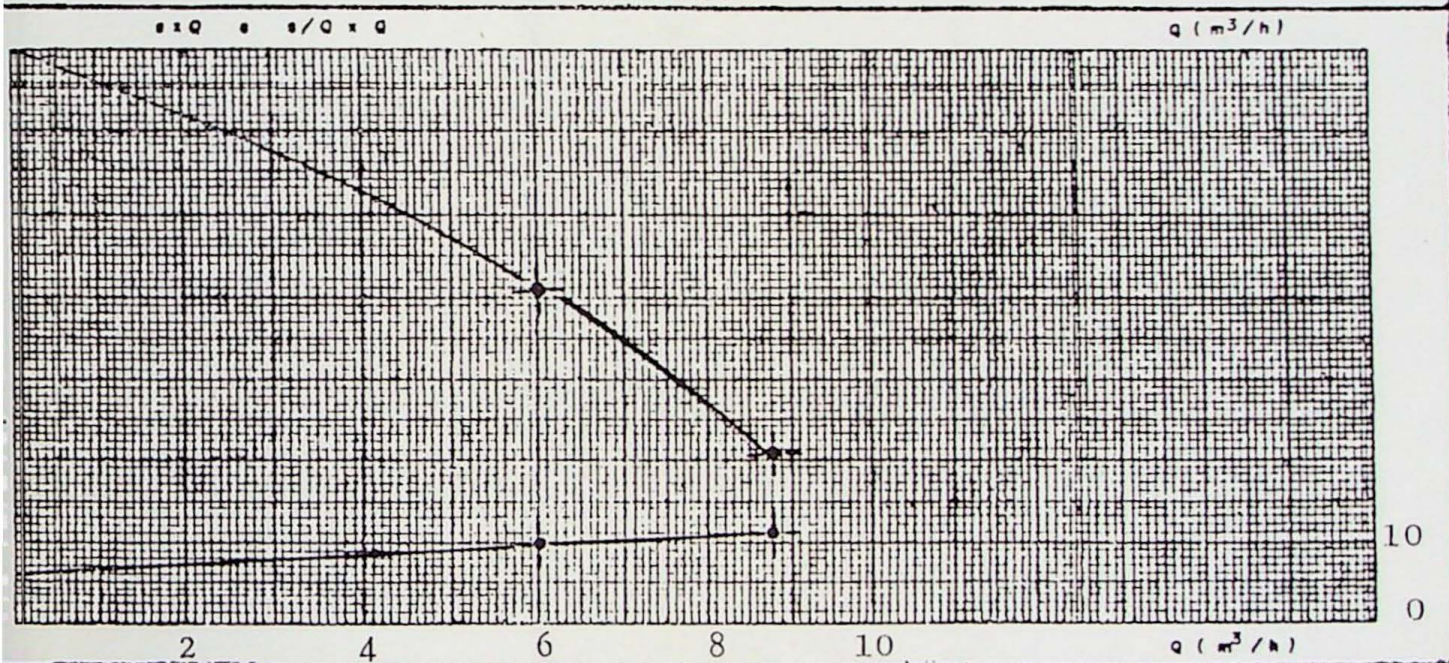
TESTE DE PRODUCAO E AVALIACAO DE POCO TUBULAR

INÍCIO 1991		LOCALIDADE SEDE - P. 8	
ESTÁTICO 8,37 m	PROFUNDIDADE 145,00 m	DIAM. DO POCO 6"	DURAÇÃO DO TESTE 72:00 h
INÍCIO 15.01.91	FINAL 17.01.91	EQUIPAMENTO UTILIZADO BOMBA SUBMERSA, 15 HP 18 ESTAGIOS	
COLOCAÇÃO 140,00 m	MEDIDA DE VAZÃO TANBOR 220 LITROS	REF. DE NÍVEIS	

Q (m <sup>3</sup> /h)	N.D.	S	Q/S	S/Q	DURAÇÃO	OBSERVAÇÃO
8,80	122,70	99,33	0,09	11,29	36:00 h	
6,00	81,77	58,40	0,10	9,73	26:00 h	

GRÁFICOS



INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

DE CARGA 20 C = 0,60	VAZÃO ESPECÍFICA 0,08 (m <sup>3</sup> /h.m)	TRANSMISSIVIDADE 7,73 (m <sup>2</sup> /dia)
TIPO AQUIFERA ARTESIANA	TIPO SEMI-CONFINADO	
RECOMENDADO		

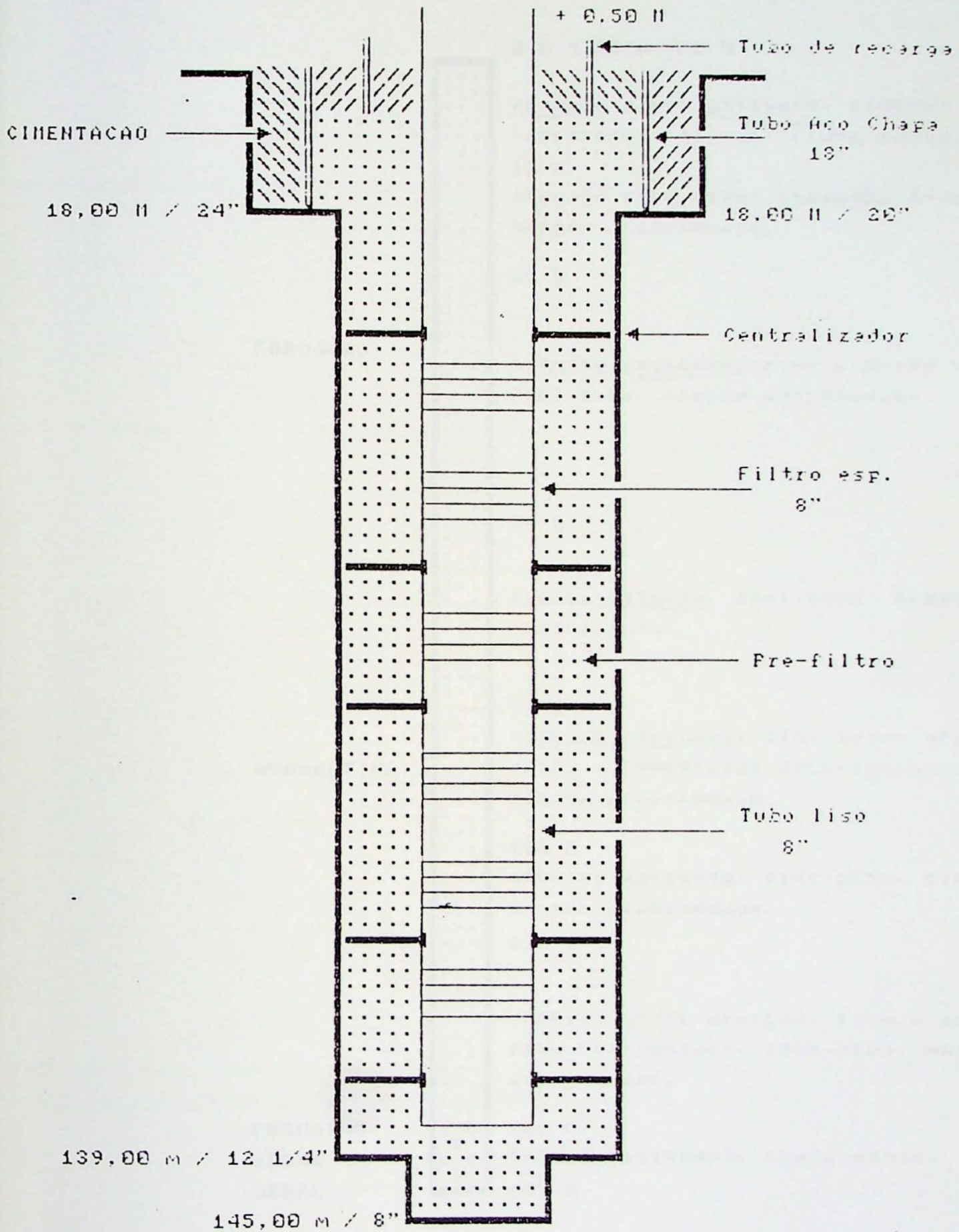
ALTERNATIVAS DE EXPLORAÇÃO

Q (m <sup>3</sup> /h)	N.D. (m)	PROF. BOMBA (m)	PERÍODO (h/DIA)	OBSERVAÇÕES
8,80	81,77	120,00	20:00	VAZÃO MÁXIMA
6,00	69,37	84,00	20:00	

RECOMENDADO	BOMBA SUBMERSA
INTERPRETAÇÃO	ANTONIO JORGE SAPIO
VERIFICAÇÃO	JOAO CARLOS S. DE SOUZA

RELATORIO FINAL DE POCO TUBULAR PROFUNDO

MUNICIPIO: URAHIA - LOCALIDADE: SEDE - P. 8



S/ESCALA

RELATORIO FINAL DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

MUNICIPIO: URANIA - LOCALIDADE: SEDE - P. 8

0 M - COTA 480 M

ARENITO FINO, ARGILOSO, CIMENTO  
CALCIFERO, FRIAVEL, CINZA PARDO.

12 M

ARENITO FINO, MENOS ARGILOSO, FRIAVEL,  
MARRON ACASTANHADO.

28 M

FORNACAO

ARENITO ARGILOSO, FINO A MUITO FINO,  
SEMI-DURO, MARRON AVERMELHADO.

70 M

ARGILA ARENOSA, SEMI-DURA, MARRON  
AVERMELHADA.

92 M

ADAMANTINA

ARENITO ARGILOSO, SEMI-DURO, GRAOS DE  
SILEX E CONCRETOS SILICIFICADAS,  
MARRON, ACASTANHADO.

106 M

ARENITO ARGILOSO, SEMI-DURO, FINO,  
MARRON ACASTANHADO.

122 M

ARENITO MENOS ARGILOS, FINO A MUITO  
FINO CARBONATICO, SEMI-DURO, MARRON  
ACASTANHADO.

FORNACAO

138 M

SERRA

BASALTO ALTERADO, CINZA MEDIO.

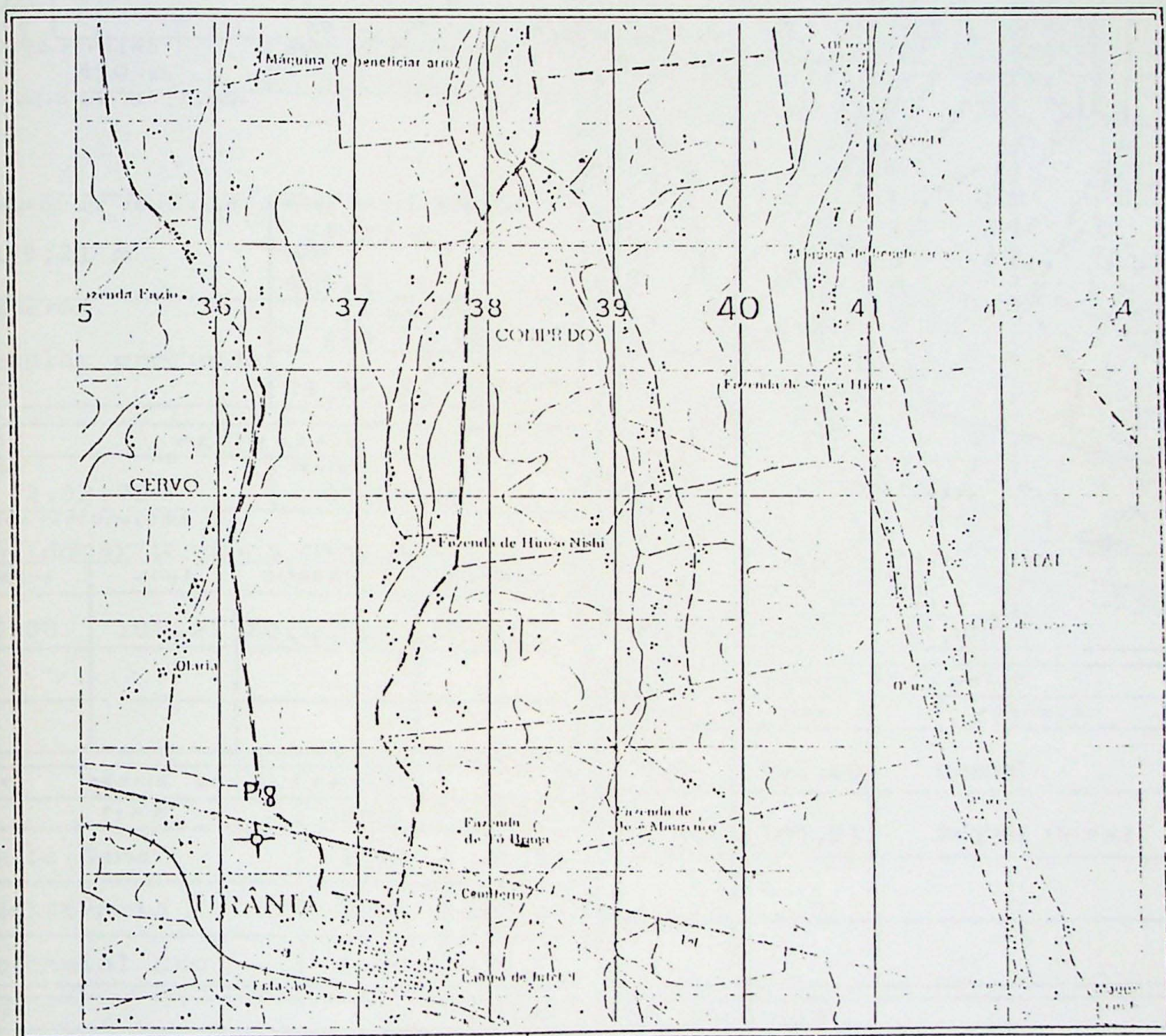
GERAL

145 M

RELATORIO FINAL DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

MUNICIPIO: URÂNIA - LOCALIDADE: SEDE - P. 2

CROQUIS DE LOCALIZACAO



REFERENCIA: FOLHA TOPOGRAFICA I.B.G.E - Escala 1:50.000

RELATÓRIO FINAL DE POÇO

001 IDENTIFICAÇÃO DO POÇO

MUNICÍPIO: URÂNIA

LOCAL: Nascente Córrego Comprido

PROPRIETÁRIO: SABESP

Nº POÇO(S) (SABESP): -

COORDENADAS: 537,40 - 7761,35

COTA DO TERRENO: 450 m

COTA DA REFERÊNCIA:

ESCRITAÇÃO DA REFERÊNCIA:

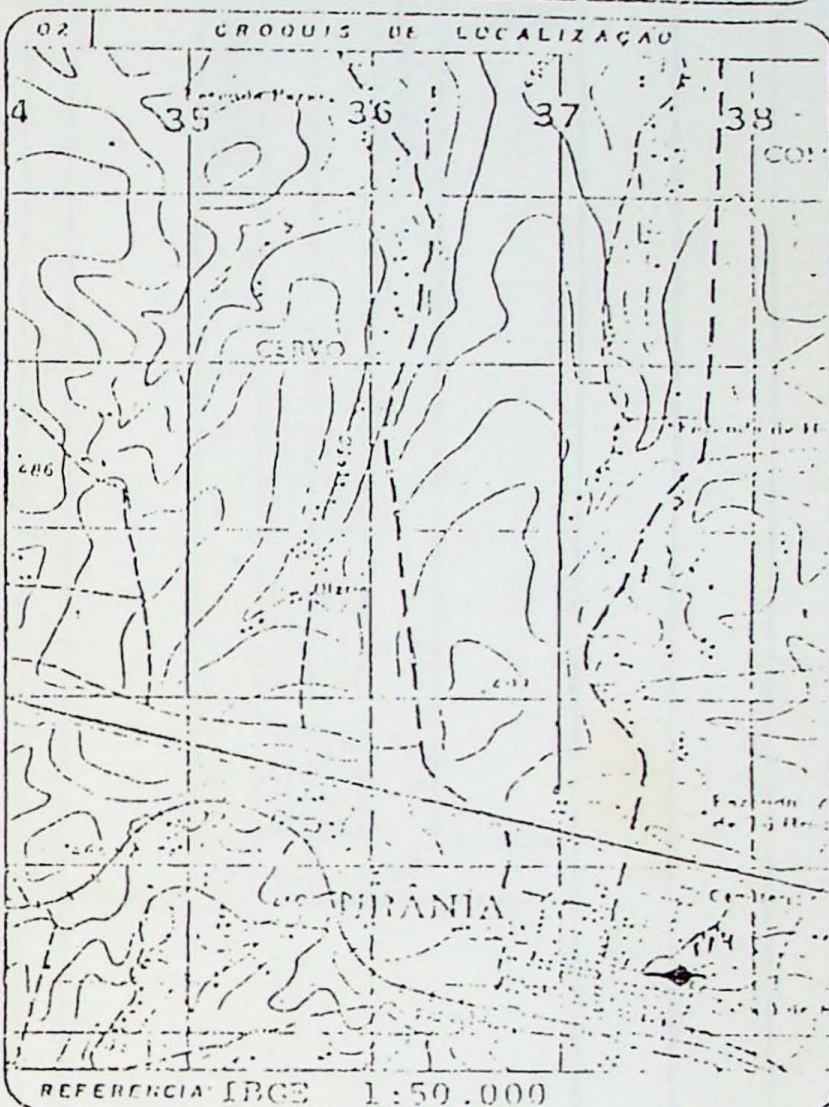
PROFUNDIDADE TOTAL DO POÇO: 109,21 m

PROFUNDIDADE ESTÁTICA: 24,27 m

COTA: 425,73 m

TIPO DE POÇO: Tubular profundo

MEDICAO: DATA: 06.04.79 APARELHO: Altronic



03 PERFURAÇÃO

INICIO: 12.02.79

TERMINO: 08.03.79

FIRMA PERFURADORA: Waldemar Góes & Cia. Ltda.

DE (m)	A (m)	SISTEMA	MÁQUINA
0,00	109,21	Relativo	W.G.

05 PERFIL GEOLOGICO

DE (m)	A (m)	FORMAÇÃO
0,0	102,60	Bauré
102,60	109,21	Serra Geral

04 PERFIS GEOELÉTRICOS

TIPO	DE (m)	A (m)
Raios Gama	1,20	105,50
Resistência	6,00	106,0
Potencial Esp.	6,00	106,0

06 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

PERFURAÇÃO			REVESTIMENTO			FILTROS (x.11cm 10, (m) 2)		
DE (m)	A (m)	Ø (pol)	DE (m)	A (m)	Ø (pol)	DE (m)	A (m)	Ø (pol)
0,0	102,60	12 1/2	0,0	69,22	6	69,22	109,21	6
102,60	109,21	10				vidro		

PROJETO: Luiz Guidorzi DAEE

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Carlos Eduardo Quaglia Giannini SUPERVISADO

PROFUNDIDADE	07	PERFIL GEOLÓGICO	FORMAÇÃO	SÍMBOLO	08	PERFIL TÉCNICO	MATERIAL NÍVEL D'ÁGUA	USO DE LAMA OU ÁGUA	REMARKS	
		DESCRIÇÃO LITOLÓGICA								
4,00		ARENITO AVERMELHADO / CINZA CLARO MUITO FINO, SUB-ARR, SEMI-FRIAVEL LIMPO / ARGILOSO.	BAURU	[Symbol]		<p>450</p> <p>102,6m/211"</p> <p>109,21m/6"</p>				
8		ARENITO MARRON ACINZ, MUITO FINO / FINO, SUB ARR / SUB ANG, MAL SELEC. FRIAVEL / DURO ARGILO-CARBONATICO.								
20		ARENITO MULTI COLORIDO COMO ACIMA.								
24		ARENITO AVERMELHADO MUITO FINO / FINO, SUB ARRED, AFRIAVEL REGULAR SELEÇÃO, ARGILO-CARBONATICO								
67		ARENITO CINZA ESCURO (PRETO) MUITO FINO SAR, LIMPO.								
70		ARENITO AVERMELHADO, MUITO FINO / FINO, SUB ARRED, AFRIAVEL DURO, REGULAR SELEÇÃO ARGILO-CARBONATICO.								
102,60		DASALTO CINZA DURO, DURO C/ POU-CAS VESICULAS AMIGDALOIDS.								
109,21										

ESCALA HORIZ. 1" = 2.00m  
 \* VERTICAL 1:1000

09 OBSERVAÇÕES GEOLÓGICAS  
 AQUIFERO FM BAURU

10 OBSERVAÇÕES TÉCNICAS  
 TUBO LISOS DIN 2440, PRETO Ø 6"  
 FILTROS HOLD Ø 6", PRETO

I	DESENVOLVIMENTO		
	II	III	IV
SISTEMA DE BOMBAMENTO	ar comprimido	Plunge	ar comprimido
DATA DO INÍCIO	04.04.79	04.04.79	05.04.79
DATA DO FINAL	04.04.79	05.04.79	05.04.79
TEMPO DE EXECUÇÃO	12 horas	30 horas	4:30 h
AGENTES QUÍMICOS DISPERSANTES	50 kg Polifosf.	50 kg Polifosf.	-
TURBIDEZ	Alta	Média	Pouca
AREIA NA ÁGUA (g/m <sup>3</sup> )	Pouca	-	-

12	TESTES EXPERIMENTAIS DURANTE A PERFURAÇÃO		
	I	II	III
DATA	03.04.79		
PROFUNDIDADE DO POÇO (m)	109,21 m		
SISTEMA DE BOMBAMENTO	ar comprimido		
TEMPO DE BOMBAMENTO	10 h		
VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	8,164		
REBAIXAMENTO (m)	45		
VAZÃO ESPECÍFICA (m <sup>3</sup> /h/m)	0,18		
AREIA NA ÁGUA (g/m <sup>3</sup> )	pouca		

13	TESTE DE BOMBAMENTO DEFINITIVO				
	TIPO DE TESTE	INÍCIO		TERMINO	
Escalonado	DIA 06.04.79	HORA 17:30	DIA 07.04.79	HORA 07:10	

EQUIPAMENTO DO TESTE: Bomba submersa - marca Leão, 25 HP, 8 estágios, Ø 5 3/4"

NÍVEL ESTÁTICO: 24,27 (m) -- TOTAL DE HORAS DE BOMBAMENTO 16:30

TESTE TERMINADO COM A VAZÃO MÁXIMA DE 18,8 (m<sup>3</sup>/h) PROF NÍVEL DINÂMICO: 69,84 (m)

PROF DO CRIVO DA BOMBA: 91,45 (m) REBAIXAMENTO: 45,57 (m)

TEMPO DE RECUPERAÇÃO: 4:40 VAZÃO ESPECÍFICA 0,41 (m<sup>3</sup>/h/m)

Q (m <sup>3</sup> /h)	S (m)	α/°	β/°
18,85	45,57	0,41	2,41
9,9	27,25	0,36	2,75

INTERPRETAÇÃO

Os dados do teste não são representativos para o cálculo correto de α e β

OBSERVAÇÕES \* O alto índice de cor e turbidez deve-se a um desenvolvimento não prolongado do poço, que após sua operação normal, com seu contínuo funcionamento tenderá a diminuir tais valores para os padrões normais de potabilidade.

QUALIDADE DA ÁGUA							ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA EXECUÇÃO SABESP DATA 30.04.79
DATA DA ANÁLISE	PH	TC	Ca mg/l	Mg	DUREZA	SILICA	
07.04.79		23	150	< 100	35,6		
HCO <sub>3</sub>	CL	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	NO	K	
	3,0						

POTABILIDADE NO<sub>3</sub>: 0,21 F 0,12 Fe 0,77 (TEORES EM MG/L)

CONTAMINAÇÃO BACTERIOLÓGICA:

SÓLIDOS (AREIA, TURBIDEZ, COR): 16 N.T.U e 25 U.C.

CLASSIFICAÇÃO (Schöeller e Berkoloff) água bicarbonatada de boa potabilidade  
\* vide observação na página 3

15 CIMENTAÇÃO		
	TUBO DE BOCA	REVESTIMENTO
VOLUME CIMENTO ( m <sup>3</sup> )		2
TRAÇO		1:2
INTERVALO DE COLOCAÇÃO		0 - 20 m
ESPAÇO ANULAR ( pol. )		3
MÉTODO DE COLOCAÇÃO		Tubos Auxiliares
TEMPO DE PEGA		48 horas

16 PRE - FILTRO	
GRANULOMETRIA: 1,5 - 3,0 mm	ARREDONDAMENTO: subangular
QUANTIDADE: 7,2 m <sup>3</sup>	MÉTODO DE COLOCAÇÃO: com tubos auxiliares

17 ALINHAMENTO E VERTICALIDADE	
TESTE DE AVERIGUAÇÃO (ARTES E OU APÓS O REVESTIMENTO):	
TIPO DE GABARITO:	DESVIOS OBSERVADOS:

18 DESINFECÇÃO	
PRODUTO QUÍMICO:	QUANTIDADE APLICADA:

19 CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO	
A VAZÃO MÁXIMA A PERMITIDA É DE 18 (m <sup>3</sup> /h) EM REGIME DE 20 (l/dia)	
A QUANTIDADE ANUAL PERMITIDA É DE 131,4 (1000 m <sup>3</sup> )	
REBAIXAMENTO NESTA VAZÃO: 43 (m) N.D. = 67,27 m	
REBAIXAMENTO SAZONAL DE NÍVEL (m)	
PROFUNDIDADE RECOMENDADA PARA A INSTALAÇÃO DEFINITIVA DA BOMBA 80 (m)	

20 OBSERVAÇÕES	
Alternativas de Exploração: N.E. = 24,27 m	
a) Q = 10 m <sup>3</sup> /h N.D.: 52 m	Prof. Bomba: 65 m
b) Q = 15 m <sup>3</sup> /h N.D.: 60 m	Prof. Bomba: 72 m

Unidade para afluência de água		Data	
Doc. nº	VOLUME Nº	FOLHA Nº	DATA
			10.10.83

Engº Marcelo:

Em resposta ao bilhete nº 102/83 temos a informar o seguinte:

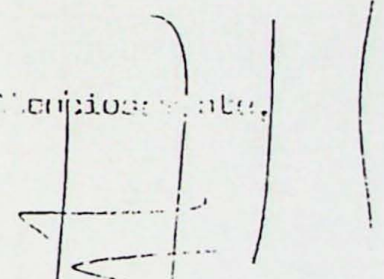
Feito um novo teste confirma-se uma vazão de exploração máxima de 18 m<sup>3</sup>/h. com um ND: 73,8 m; sendo que o crivo da bomba deverá ficar entre 85 e 90 (m), local onde o poço não tem filtros.

O fato do poço estar sendo mal explorado deve-se a que a bomba instalada tem como característica uma Hm superior a requerida (Hm da bomba = 170 m.c.a., Hm requerida 145 m.c.a.), por isso que o pessoal para evitar o aumento de corrente na bomba, e o de estar através do registro de eletrodo, deixa o registro de saída quase fechado.

Recomendamos a troca da bomba submersa por uma outra com as seguintes características: Hm = 145 m.c.a. - Q = 18 m<sup>3</sup>/h. - 220 (V).

OBS.: - Devido a adutora ser comum com o poço nº 5 em todos os cálculos já foi considerado este último poço em funcionamento com 13 m<sup>3</sup>/h.

Em anexo teste de produção do poço nº 4.

Atenciosamente,  
  
 Engº Victor Hugo L. Ferrari.

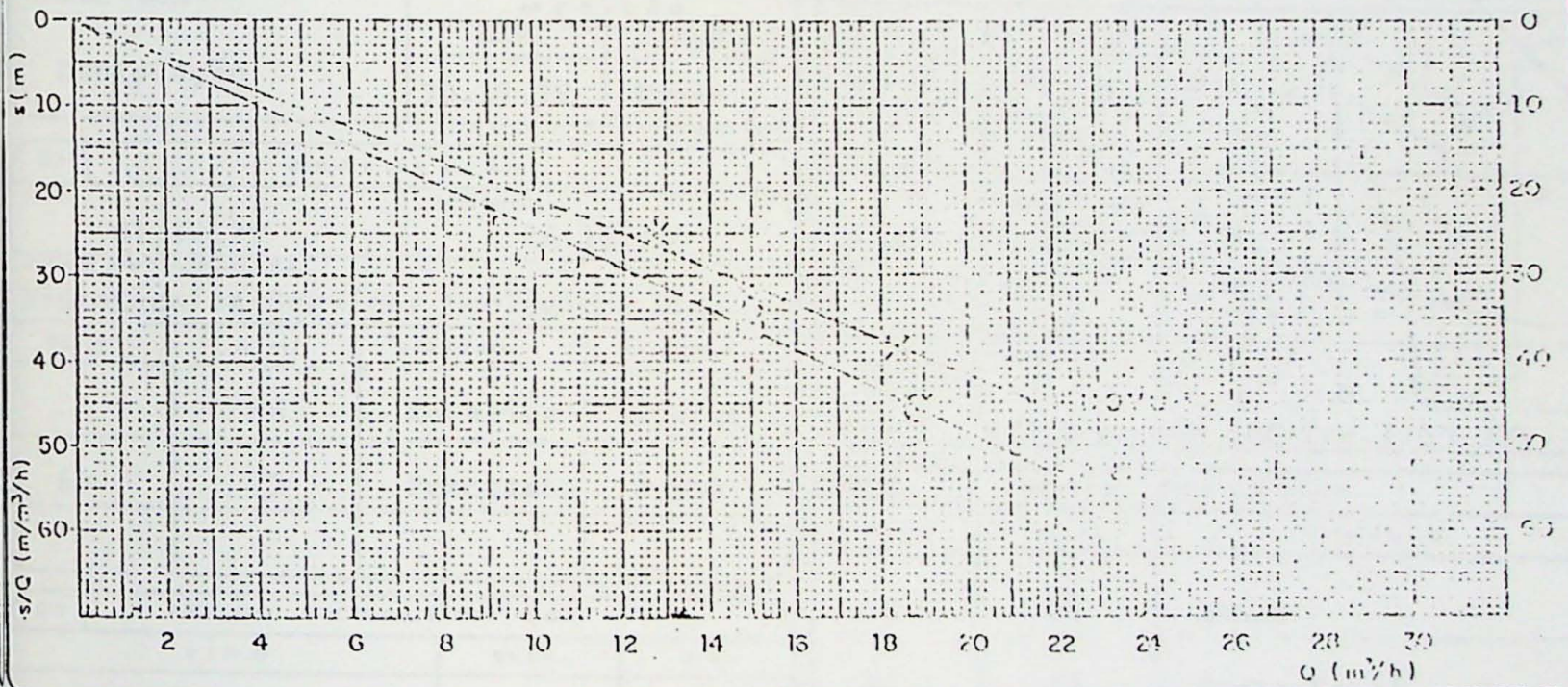
TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

MUNICÍPIO: URUBITABA		LOCALIDADE: São João	
REPOZICIONAMENTO: 109	Nº POÇO LOCAL: 4	NÍVEL ESTÁTICO: 35,8 m	DURAÇÃO TESTE: 24 h
INÍCIO - DATA: 26-4-83	HORA: 14:00	FINAL - DATA: 27-4-83	HORA: 14:00
EQUIPAMENTO DE BOMBAMENTO: Bomba Submersa Ebara 20 (CV) - 13 estágios		MEDIDAÇÃO DE VAZÃO: Tambor 220 l	
PROFUNDIDADE COLOCAÇÃO: 80 m		AMOSTRAGEM D'ÁGUA:	
REFERÊNCIA DOS NÍVEIS: 0,75 m			

ETAPA	Q (m³/h)	N.D (m)	S (m)	Q/s (m³/h/m)	s/Q (m³/h)	DUPLICAÇÃO (h)	OBSERVAÇÕES
1ª	18.400	74	38,2	0,481	2,07	9:00	vazão constante
2ª	15.000	68,4	32,6	0,46	2,17	9:00	vazão constante
3ª	12.800	61,9	25,1	0,509	1,96	6:00	vazão constante
TEMPO ANTERIOR: (07/04/79)							NÍVEL: 24,27 m
1ª	18,85	69,84	45,57	0,41	2,41	16:30	
2ª	15	60	35,7	0,42	2,38	-	
3ª	9,9	51,52	27,25	0,36	2,75	-	

GRÁFICOS s/Q e s/Q x Q

Q (m³/h)



INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS:

- a) PERDAS DE CARGA:  $\alpha =$   $\beta =$
- b) VAZÃO ESPECÍFICA:  $m^3/h/m$
- c) TRANSMISSIVIDADE:  $m^2/dia$
- d) FORMAÇÃO AQUIFERA: TIPO:
- e) OBSERVAÇÕES: O nível estático medido após 12 horas do poço estar parado.

CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO

UTILIZAÇÃO	Q (m³/h)	N.D (m)	PROFUNDIDADE (m)	FURTO (h/d)	ARTEFATO (m)	OBSERVAÇÕES
Máxima	18	73,8	87	20	-	

EQUIPAMENTO RECORRIDADO: Bomba Submersa  
 ALTURA: 115 m (ca. 19 m³/h)

## RELATÓRIO FINAL DE POÇO

P.5

### 01 IDENTIFICAÇÃO DO POÇO

MUNICÍPIO  
**URÂNIA**  
LOCAL Próximo a lagoa de tratamento de esgoto da SABESP.  
PROPRIETÁRIO

SABESP  
Nº POÇO (IGG) **05** Nº POÇO DAEE: **SF-22-D-I-2-15** COORDENADAS **538,2-7761,5**

COTA DO TERRENO **430 m** COTA DA REFERÊNCIA

DESCRIÇÃO DA REFERÊNCIA

Tubo de revestimento a +0,8m do solo

PROFUNDIDADE TOTAL POÇO **75m** PROF. NÍVEL ESTÁTICO **4,56m**

COTA

TIPO DE POÇO

Exploração

MEDICÃO

DATA

APARELHO

30.11.79

Taman

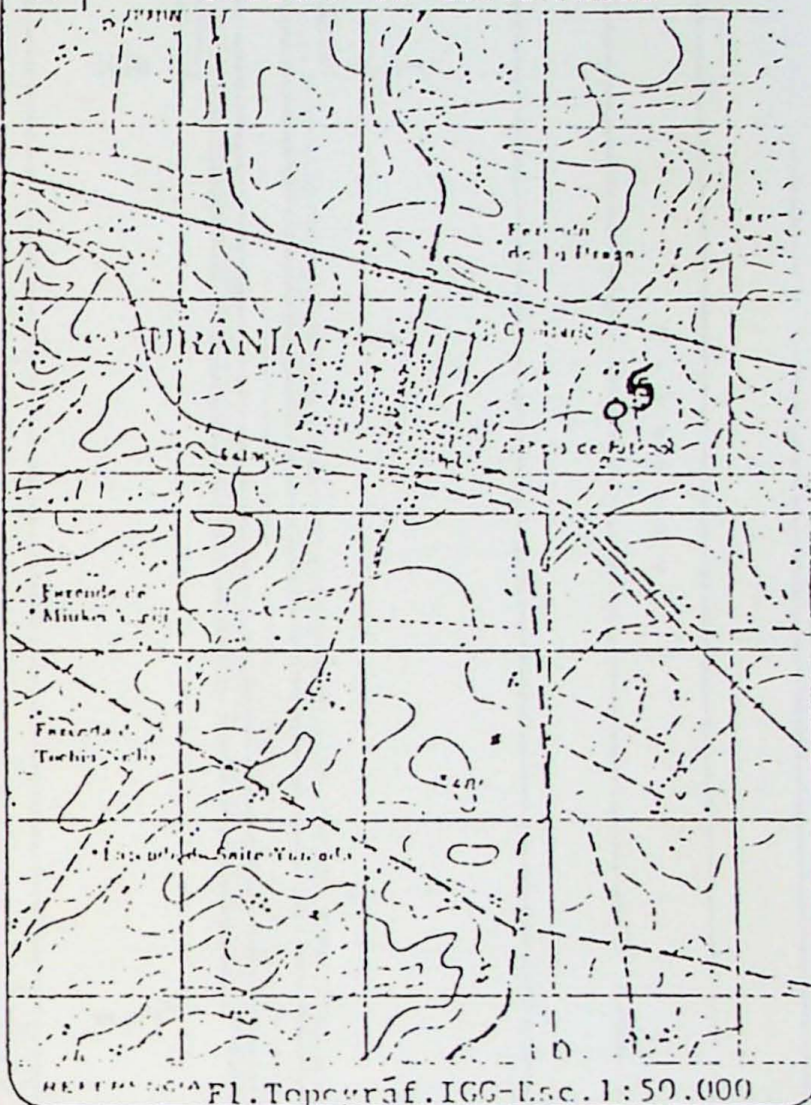
### 03 PERFURAÇÃO

INÍCIO **01.10.79** TÉRMINO **14.11.79**

FIRMA PERFURADORA  
**Hidrotécnica-Serviços Geológicos Ltda.**

DE (m)	A (m)	SISTEMA	MÁQUINA
0	66	Rotativa	Tringill
66	75	Percussão	P-350

### 02 CHOQUIS DE LOCALIZAÇÃO



### 04 - PERFS GEOELÉTRICOS

TIPO CL (m) A (m)

TIPO	CL (m)	A (m)

### 05 PERFIL GEOLÓGICO

DE (m) A (m) FORMAÇÃO

DE (m)	A (m)	FORMAÇÃO
0	66	Bauru
66	75	Serra Geral

### 06 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

PERFURAÇÃO

REVESTIMENTO

FILTROS (v. item 10, Tabela 2)

CE (m)	A (m)	φ (pol)	DE (m)	A (m)	φ (pol)	DE (m)	A (m)	φ (pol)
0	10	18	0	10	14	44,2	65,9	6
10	66	12 1/4	+ 0,8	75	6			
66	75	10 1/2	(intercalado com filtros)					

PROFUNDIDADE	07 PERFIL GEOLÓGICO		08 PERFIL TÉCNICO		VARIACÃO NÍVEL D'ÁGUA	USO DE LAMA OU ÁGUA	PERÍODO (min)
	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	FORMAÇÃO SÍMBOLO					
00	Arenito marrom avermelhado, predomina médios, pouco argiloso, pouco carbonático, grãos sub-arredondados a arredondados, seleção regular.	B A U R U	10m/18"	10m/14"			
24	Arenito marrom arroxeadado, predomina finos e médios, boa seleção, carbonático.		26m				
31	Arenito marrom avermelhado, predomina médios, boa seleção, fragmentos de arenito branco, muito carbonático.						
51	Arenito marrom avermelhado, pouco a não carbonático.						
55	Arenito marrom avermelhado, fino a médio, boa seleção, com fragmentos de arenito marrom esbranquiçado, carbonático.						
66	Basalto cinza a cinza esverdeado, com superfície de alteração.	SERRA GERAL	66m/12"				
75			75m/10"	75m/6"			

ESCALA:  
VERT 1:500  
HORIZ. 1mm=1"

09 OBSERVAÇÕES GEOHIDROLÓGICAS

10 OBSERVAÇÕES TÉCNICAS  
Tubos lisos - Chapa de aço, esp 4,75mm, Ø 14"  
Aço preto DIN 2440, esp 4,85mm, Ø 6"  
Filtro - Espiralado, abert. 1mm, área aberta 20%, Ø 6".  
Unidas com rosca e lerva.

11 TESTES EXPERIMENTAIS DURANTE A PERFURAÇÃO			
	I	II	LI
DATA	29.11.79		
PROFUNDIDADE DO POÇO (m)	75		
SISTEMA DE BOMBEAMENTO	ar comprimido		
TEMPO DE BOMBEAMENTO	3 hs		
VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	10,2		
REBAIXAMENTO (m)	31,25		
VAZÃO ESPECÍFICA (m <sup>3</sup> /h/m)	0,32		
AREIA NA ÁGUA (g/m <sup>3</sup> )	-		

12 TESTE DEFINITIVO				
TIPO DE TESTE	INÍCIO		TÉRMINO	
Rebaixamento	DIA 30.11.79	HORA 16:30	DIA 01.12.79	HORA 22:30
NÍVEL ESTÁTICO: 4,56 (m)	TOTAL DE HORAS DE BOMBEAMENTO 25			
TESTE TERMINADO COM A VAZÃO MÁXIMA DE 13,65 (m <sup>3</sup> /h)		PROF NÍVEL DINÂMICO 60,54 (m)		
REBAIXAMENTO 55,98 (m)	VAZÃO ESPECÍFICA 0,24 (m <sup>3</sup> /h/m)			
Q (m <sup>3</sup> /h)	s.m)	Q/s	s/Q	
13,65	55,98	0,24	4,1	
INTERPRETAÇÃO				

13 QUALIDADE DA ÁGUA							
DATA DA AMOSTRAGEM	PH (CAMPO)	T °C	Ca <sup>2+</sup> /cm	RS	Dureza	SiO <sub>2</sub>	ANÁLISE
HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Co	Mg	Na	K	DATA
POTABILIDADE NO <sub>3</sub> F Fe (teores em mg/l)							EXECUTADA POR
CONTAMINAÇÃO BACTERIOLÓGICA:							
SÓLIDOS (AREIA, TURBIDEZ, COR):							
CLASSIFICAÇÃO (SCHOELLER e BERKALOFF)							

14 CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO			
A VAZÃO MÁXIMA PERMITIDA É DE 13,6 (m <sup>3</sup> /h)	EM REGIME DE 20	(h/dia)	
A QUANTIDADE ANUAL PERMITIDA É DE 97,9	(1000 m <sup>3</sup> )		
REBAIXAMENTO NESTA VAZÃO 56,44 (m)	N.D. = 61m		
REBAIXAMENTO SAZONAL DE NÍVEL:	(m) sem dados		
PROFUNDIDADE RECOMENDADA PARA A INSTALAÇÃO DEFINITIVA DA BOMBA 73	(m)		

15 OBSERVAÇÕES	
----------------	--

teste de produção

município  
**URANIA**

local  
Próximo a lagoa de tratamento de esgoto

n. poço  
**SF-22-D-I-2-15**

proprietário  
**SABESP**

início data  
30.11.79

hora  
16:30

término data  
01.12.79

hora  
22:30

duração (h)  
30

equipamento de bombeamento  
**Bomba Submersa Marca Grundfos 15 HP, Ø 5 3/4"**

profundidade (m)  
73

estado do poço  
em perfuração   
concluído

método de modição de vazão  
Tambor de 220 litros

resumo do teste

n. estático (m)	etapa	Q (m <sup>3</sup> /h)	ND (m)	s (m)	duração (h)	C/s (m <sup>3</sup> /h/m)	s/Q (m/m <sup>3</sup> /h)
4,56	1º	13,65	60,54	55,98	25	0,24	4,1
-	-	-	-	-	-	-	-

gráfico s/Q x Q

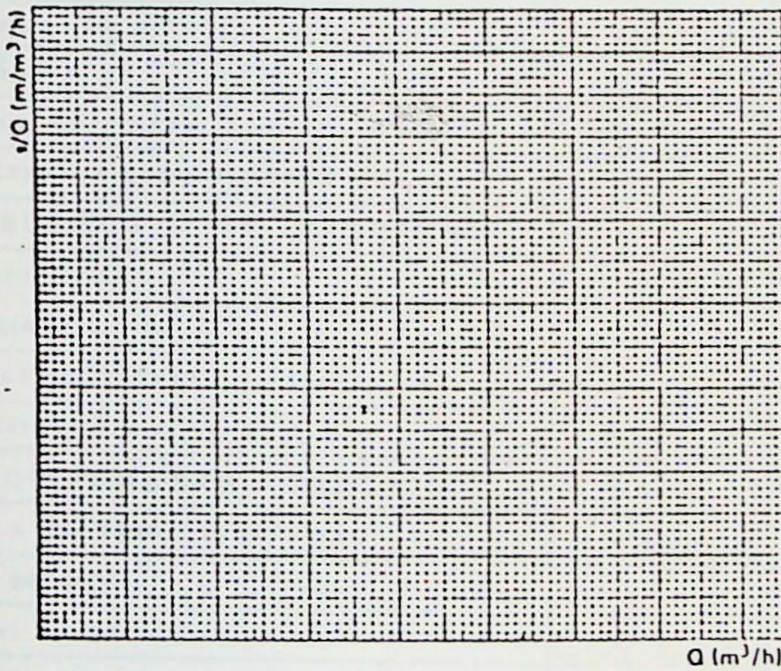
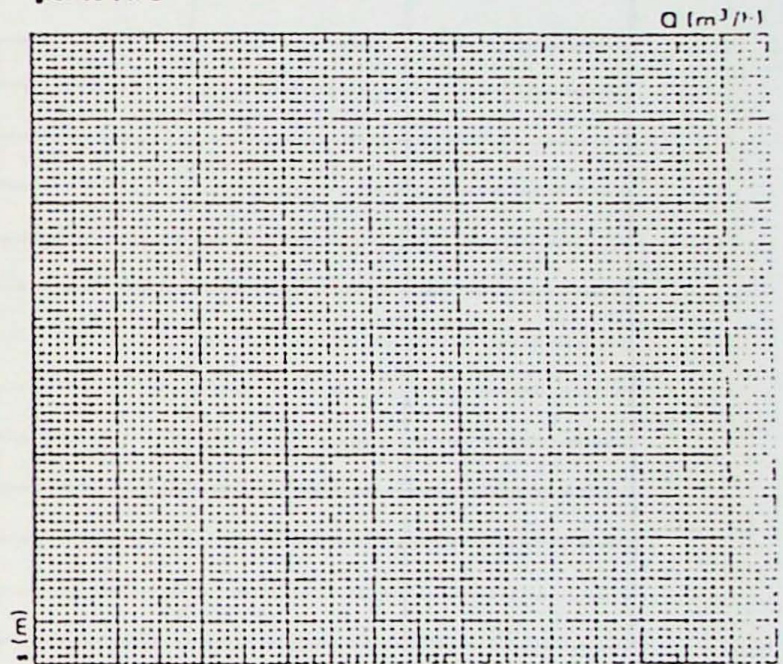


gráfico s x Q



Interpretação

perdas de carga  $\alpha =$

$\beta =$

vazão específica  $Q/s = 0,24 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$

coef. específico  $s/Q = 4,1 \text{ m}/\text{m}^3/\text{h}$

tipo de aquífero  livre  semi-confinado  confinado  fissurado  multi-camada

observações

condições de exploração - alternativas

Q (m <sup>3</sup> /h)	ND (m)	período (h/d)	prof. da bomba (m)	teor de areia (g/m <sup>3</sup> )
13,6	61	20	73	-

equipamento recomendado

Bomba Submersa de 7 C.V.

execução  
**JOSÉ LUIZ GONÇALVES**

interpretação  
**ELCIO LINHARES SILVEIRA**

# -INSTALAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS

COMUNIDADE: Urânia MUNICÍPIO: \_\_\_\_\_

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

DISCRIMINAÇÃO	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4
<b>POÇO</b>				
PROFUNDIDADE (m)	75			
DIÂMETRO UTIL (mm)	150			
NÍVEL ESTÁTICO (m)	456			
CAZÃO DE TESTE (m <sup>3</sup> /h)				
NÍVEL DINÂMICO DE TESTE (m)	6'			
<b>CONJUNTO MOTO-BOMBA</b>				
CAZÃO NOMINAL (m <sup>3</sup> /h)	13,6			
ALTURA MANOMÉTRICA NOMINAL (m)	176			
FABRICANTE DO CONJUNTO	Haupt			
MODELO DA BOMBA	N 64			
NÚMERO DE ESTÁGIOS	13			
NÚMERO DA BOMBA	-			
POTENCIA DO MOTOR	15,5 CV			
TENSÃO	220 V			
MODELO DO MOTOR	V6-51			
DIÂMETRO EXTERNO MÁXIMO (mm)				
<b>TUBULAÇÃO DE EXTRAÇÃO</b>				
DIÂMETRO (mm)	75			
COMPRIMENTO (m)				
RAVALETE (tipo)				
MATERIAL	FO6°			
<b>EQUIPAMENTO ELÉTRICO</b>				
DIÂMETRO DO CABO SUBMERSÍVEL	3x4 AWG			
TIPO DO CABO				
QUADRO ELÉTRICO	CCA-CLD			
POTENCIA DO QUADRO	15,5 CV			
LUBRIFICANTE	RH			
<b>INSTALAÇÃO DO CONJUNTO</b>				
PROFUNDIDADE DE PROJETO (CRIVO) (m)	71			
PROFUNDIDADE REAL DO CRIVO (m)	71			
NÍVEL ESTÁTICO MEDIDO (m)				
CAZÃO EXTRAÍDA (m <sup>3</sup> /h)				
NÍVEL DINÂMICO (m)				
DATA DA INSTALAÇÃO	26/5/80			

Obs: -

companhia de saneamento básico do estado de são paulo.

SAT - Superintendencia de Apoio Técnico ao Interior

RELATÓRIO FINAL - POÇO TUBULAR PROFUNDO

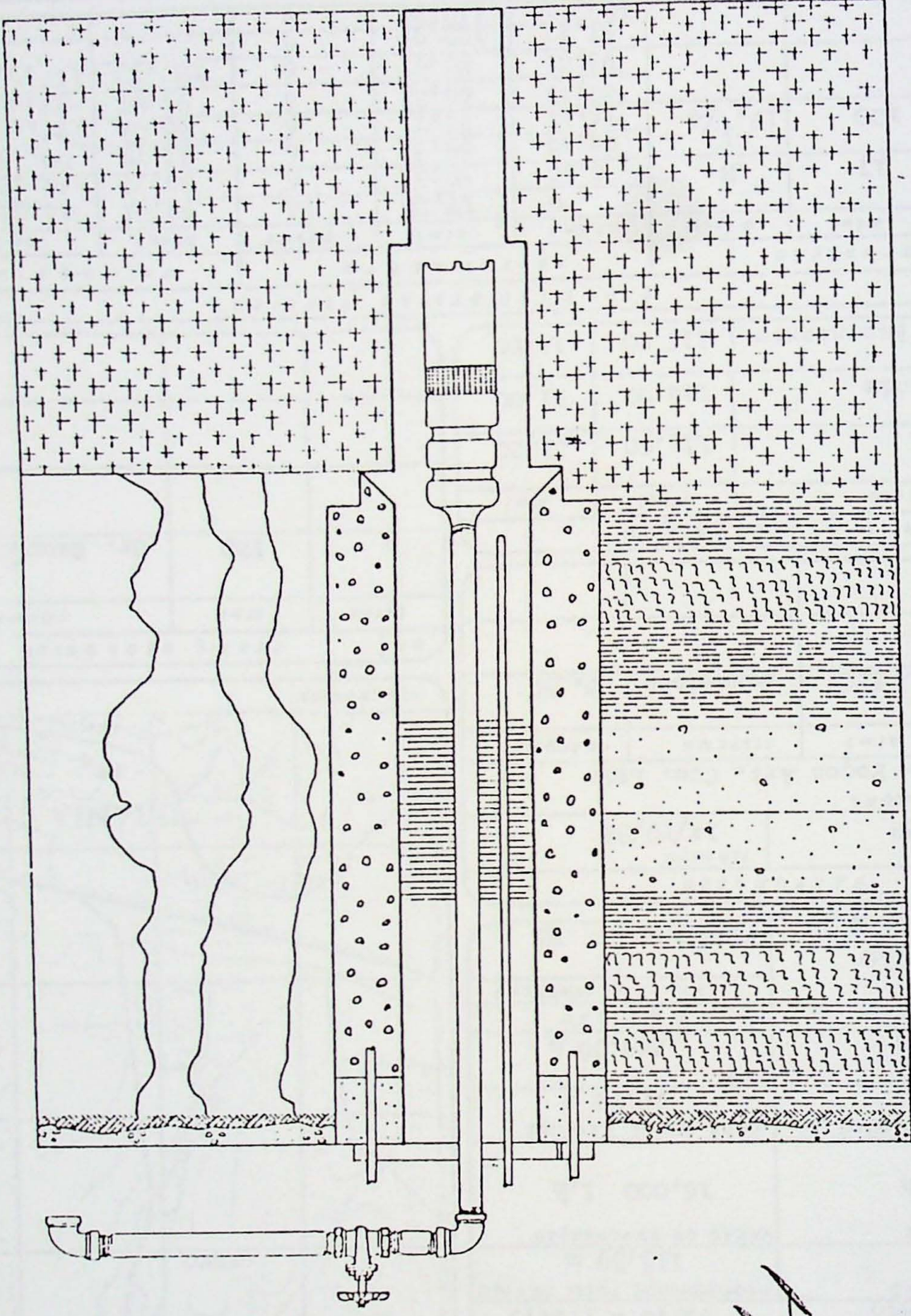
URÂNIA

MUNICÍPIO: LOCALIDADE: Sede

POÇO SABESP Nº POÇO LOCAL Nº P.6 /



sabesp



Engenheiro C.A. Fernandes

226

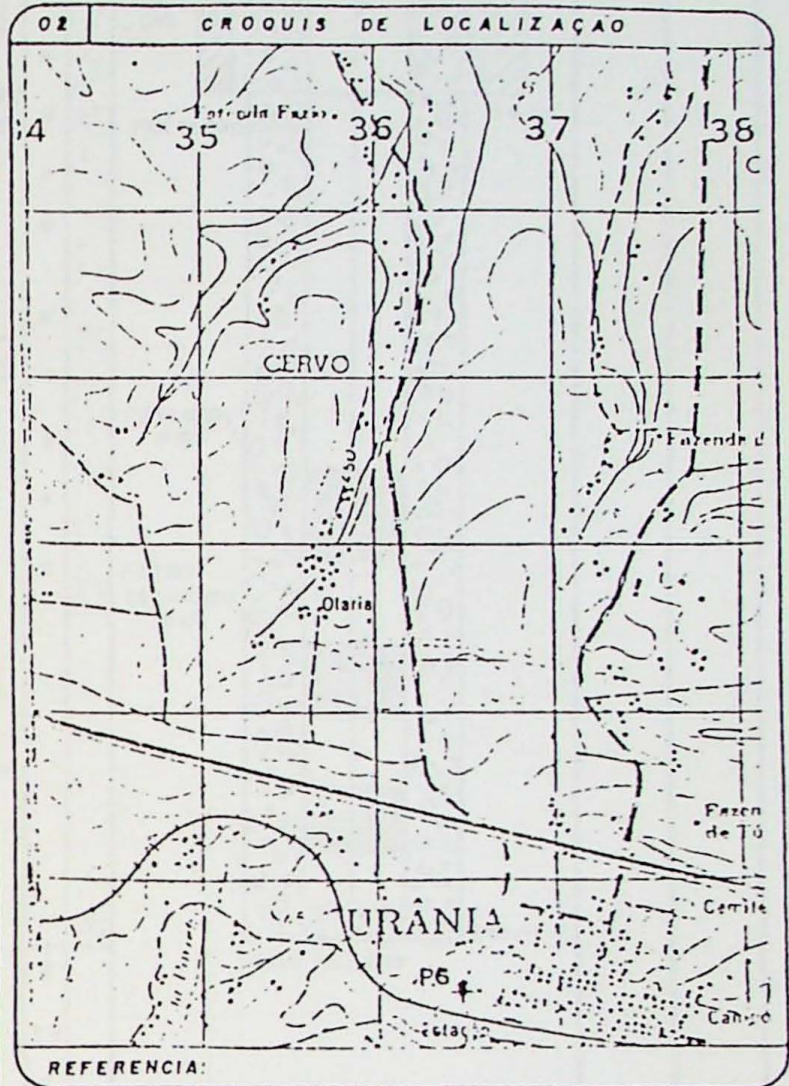


companhia de saneamento básico do estado de são paulo

SAT - Superintendencia de Apoio Técnico ao Interior

RELATÓRIO FINAL DE POÇO

01 IDENTIFICAÇÃO DO POÇO		
MUNICÍPIO Urânia		
LOCAL Sede		
REFERÊNCIA: Próximo Horta Comunitária - Rua Goiás		
nº POÇO (local) P.6	nº POÇO (SABESP) 859	
COORDENADAS 535,6 - 7761,3		
COTA DO TERRENO 460 m	PROFUNDIDADE TOTAL DO POÇO 115,59 m	
VAZÃO DE TESTE 17.217 l/h	VAZÃO DE EXPLORAÇÃO 16.000 l/h	
PROF. NIVEL DINAMICO 96,40 m	PROF. NIVEL ESTÁTICO 10,20 m	
COTA 363,60 m	COTA 449,80 m	
TIPO DE POÇO EXPLORAÇÃO	MEDIDAÇÃO	
	DATA	APARELHO
	30/09/82	HG



03 PERFURAÇÃO			
INICIO 24/08/82	TÉRMINO 1º/10/82		
FIRMA PERFURADORA HIDROGESP - Poços Art. Com. Ltda			
DE (m) 0	A (m) 120	SISTEMA Percussão	MÁQUINA P.350

04 PERFIS GEOLÉTRICOS			
TIPO	DE(m)	A(m)	
Raios Gama	115,50	1,20	
Resistividade	116,00	11,00	
Potencial Espontaneo	116,00	11,00	

05 PERFIL GEOLÓGICO		
DE(m)	A(m)	FORMAÇÃO
0	120	Gr. Baurú

06 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
PERFURAÇÃO			REVESTIMENTO			FILTROS (v. Item 10, folha 2)		
DE (m)	A (m)	B (pol)	DE (m)	A (m)	B (pol)	DE (m)	A (m)	B (pol)
0	17	18	0	17,18	14	59,01	64,58	62 6
			+ 0,60	59,31	6	62,37	74,17	6
17	120	12. 1/4	64,58	69,39	6	77,75	80,15	78 6
			74,17	77,75	6	86,21	93,41	6
			80,15	86,21	6	95,07	97,47	94 6
			93,41	97,07	6	102,93	112,53	110 6
			97,47	102,93	6			
			112,53	112,53	6			

PROJETO: João Carlos do Souza	RESPONSÁVEL HIDROGEOLOGIA: Carlos Eduardo Quaglia Giampá
DATA 04/10/82	SUPERVISÃO: Souza/Giampá/Alípio

PROFUNDIDADE	07 PERFIL GEOLOGICO		08 PERFIL TÉCNICO		VARIACÃO NÍVEL D'ÁGUA	PENETRAÇÃO (m/h)
	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	FORMAÇÃO SIMBOLO	TUBO RECARGA			
8 m	Arenito muito fino, róseo claro, friável, subarredond., bem selec., pco argiloso.	G			460	
60 m	Arenito cast. claro, subangular/subarredondado, muito fino/fino, carbonático semi-friável, mal selecionado.	R U P O B A U R U			17m/18'	
117 m						
120 m	Basalto cinza claro, compacto, duro.	VV			120m/12 1/4'	
<p>Classificação : Giampá</p> <p>F.M S E R R A A G E R A L</p>						

09 OBS. HIDROGEOLOGICAS

Aquífero Semi-confinado

Grupo Baurú

II ESCALAS

VERTICAL : 1 : 1.000

HORIZONTAL : 1" = 2mm

10 OBSERVAÇÕES TÉCNICAS

TUBO DE BÓCA 1 1/4" x 3/16" ROS LISOS Ø 6"

Aço preto c/costura

TUBO DE RECARGA: Aço preto c/costura. Ponta Lisa DIN 2440

85,02 m

OBSERVAÇÕES

Cimentado 0 a 3 m

FILTROS Ø 6"

Aço galvanizado, perfil V, espiralados, abertura livre

31,17 m

## 14 QUALIDADE DA ÁGUA

DATA DA AMOSTRAGEM	PH (CAMPO)	PH	C <sub>u</sub> s/cm	SOL. TOTAIS	SOL. TOT. DISS.	ALC. TOTAL	ANÁLISE Físico-Químico
01/10/80		7,4	225	202	186	85	EXECUÇÃO SABESP
T°C	DUREZA	CL	B <sub>o</sub>	Mn	Pb	Cr	DATA
23º	88,4	7,7	0,05	0,11	< 0,03	0,006	21/10/82
POTABILIDADE NO <sub>3</sub> :		4,3	F: < 0,20	Fe: 0,06	(TEORES EM mg/l)		
Ca: 71,4	Mg: 17,0	Na:	K:	HCO <sub>3</sub> : 85	SO <sub>4</sub> : < 1,0	B:	
SÓLIDOS (AREIA: mg/l)		TURBIDEZ: 1,0		N.T.U; COR < 5		Uc	
CLASSIFICAÇÃO: Água bicarbonatada cálcica de boa potabilidade.							

## 15 CIMENTAÇÃO

	TUBO DE BOCA	REVESTIMENTO
VOLUME CIMENTO ( m <sup>3</sup> )	2.00	1.00
TRAÇO	1:1	1:2
INTERVALO DE COLOCAÇÃO	0 - 17 m	0 - 3m
ESPAÇO ANULAR ( pol. )	2 1/2"	4"
MÉTODO DE COLOCAÇÃO	Gravidade	Gravidade
TEMPO DE PEGA	72 h	72 h

## 16 PRÉ - FILTRO

GRANULOMETRIA: 1,5 a 3 mm ARREDONDAMENTO: subangular  
 QUANTIDADE: 13,20 m<sup>3</sup> MÉTODO DE COLOCAÇÃO: Circulação d'água

## 17 ALINHAMENTO E VERTICALIDADE

TESTE DE AVERIGUAÇÃO (ANTES E OU APÓS O REVESTIMENTO):

TIPO DE GABARITO:

DESVIOS OBSERVADOS:

## 18 DESINFECÇÃO

PRODUTO QUÍMICO:

QUANTIDADE APLICADA:

## 19 CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO

A VAZÃO MÁXIMA PERMITIDA É DE: 16 (m<sup>3</sup>/h) EM REGIME DE 20 (h/DIA)  
 A QUANTIDADE ANUAL PERMITIDA É DE: 116,8 (1000 m<sup>3</sup>)  
 REBAIXAMENTO NESTA VAZÃO: 75,56 (m) NÍVEL ESTÁTICO: 10,20 (m)  
 REBAIXAMENTO SAZONAL DE NÍVEL - (m) NÍVEL DINÂMICO: 95,96 (m)  
 PROFUNDIDADE RECOMENDADA PARA A INSTALAÇÃO DEFINITIVA DA BOMBA 100 (m)

## 20 OBSERVAÇÕES

Aquífero semi-confinado = Grupo Baurú

Provável contribuição da Formação Serra Geral.

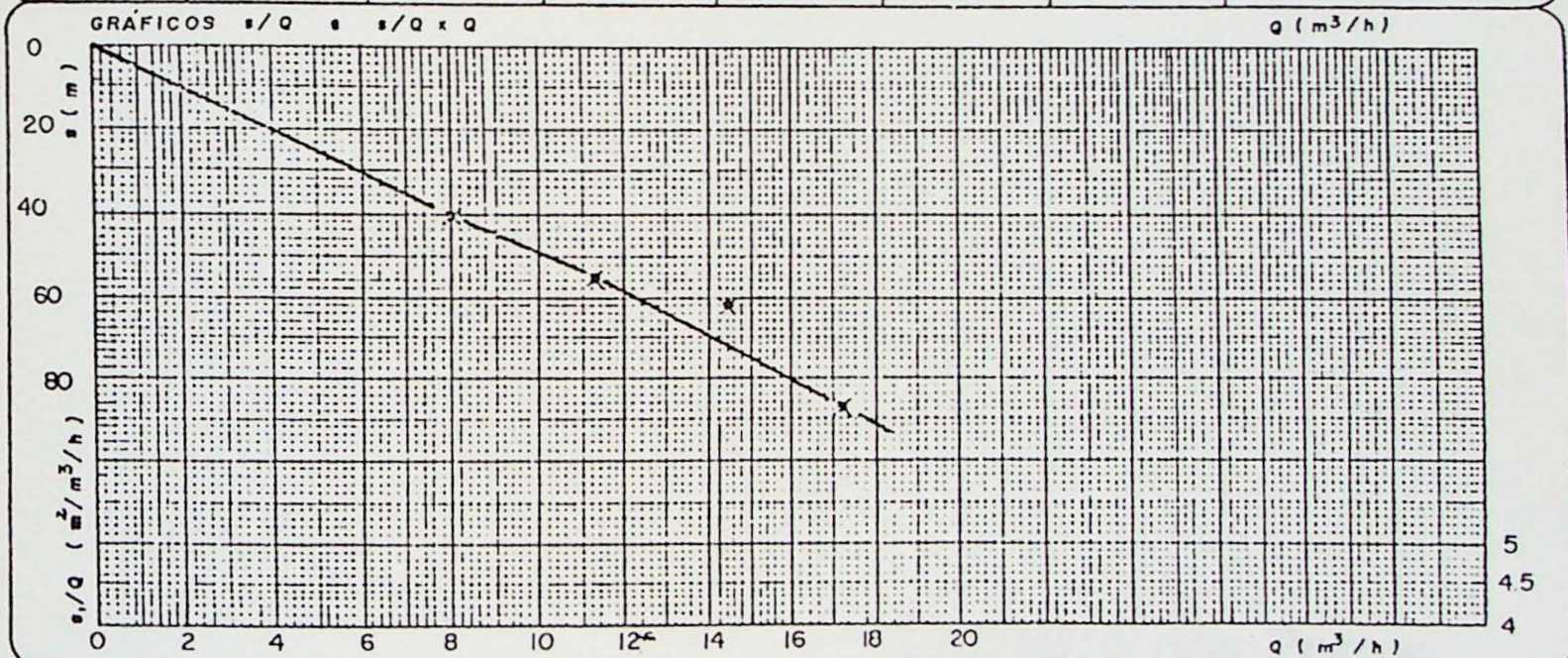


sabesp

companhia de saneamento basico do estado de são paulo  
SAT - Superintendencia de Apoio Técnico ao Interior

TESTE DE PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE POÇO TUBULAR

MUNICÍPIO: Urânia		LOCALIDADE: Sede					
Nº POÇO SABESP		Nº POÇO LOCAL: P.6	NIVEL ESTÁTICO: 10,20				
PROFUNDIDADE POÇO: 115,59		Ø POÇO: 6"	DURAÇÃO TESTE: 48 hs				
INICIO - DATA: 29/09/82		HORA: 8:00	FINAL - DATA: 12/10/82				
			HORA: 12:00				
EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO: Bomba submersa Grundfos 10 estágios 15 cv							
PROFUNDIDADE COLOCAÇÃO: 102 m		MEDIDAÇÃO DE VAZÃO: Tambor 220 l					
REFERENCIA DOS NÍVEIS: + 0,80 m		ANOSTRAGEM D'ÁGUA: 2 coletas					
ETAPA	Q (m <sup>3</sup> /h)	N.D (m)	S (m)	Q/s (m <sup>3</sup> /h/m)	s/Q (m/m <sup>3</sup> /h)	DURAÇÃO (h)	OBSERVAÇÕES
Preliminar	7,92	50,77	40,57	0,19	5,12	13	Água limpa
Escalonado	11,31	67,84	57,64	0,19	5,09	12	
Escalonado	14,4	72,02	61,82	0,23	4,29	12	
Máxima	17,21	96,40	86,20	0,19	5,00	24	



INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS:

- a) PERDAS DE CARGA:  $\alpha = 5,2$   $\beta = 0,01$
- b) VAZÃO ESPECÍFICA:  $0,19 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$   $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$
- c) TRANSMISSIVIDADE:  $\text{m}^2/\text{dia}$
- d) FORMAÇÃO AQUIFERA: Grupo Baurú TIPO: semi confinado
- e) OBSERVAÇÕES: Provável contribuição do Aquífero Fm Serra Geral

O rebaixamento obedece a fórmula  $s = \alpha Q + \beta Q^2$

CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO:

ALTERNATIVA	Q (m <sup>3</sup> /h)	N.D (m)	PROF BOMBA (m)	PERIODO (h/d)	AREIA (g/m <sup>3</sup> )	OBSERVAÇÕES
Máxima	16,00	85,76	100	20		Água limpa

EQUIPAMENTO RECOMENDADO: Bomba submersa

EXECUÇÃO: Souza

INTERPRETAÇÃO: Souza

VERIFICAÇÃO: Giampá

## Anexo 02

## Cadastro dos Poços

## Cadastro de poços tubulares da SABESP de Urânia

N.E.: nível estático; N.D.: nível dinâmico

Poço	Endereço	Coord. N-S/E-W	Cota (m)	Prof. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Geologia	Filtros de-até (m)	Cimentaç. (m)	Ano de perfur.	Firma perfuradora	Uso
PP 01	R. Goiás, 8	7762 536,88		160,00	40,00	99,80	8,00	0,00-160,00 G. Bauru			1979		Desativado
PP 02	R. Fortaleza	7761,8 537,07		155,00	50,00	83,82	15,00	0,00-155,00 G. Bauru			1979		Ativado
PP 03	Av. da Saudade	7761,9 537,2		150,00	32,00	90,20	8,00	0,00-150,00 G. Bauru					Ativado
PP 04	R. Bened. Duarte Mendes com Barão do Rio Branco	7761,3 537,36	450	109,21	24,00	69,84	18,00	0,00-102,60 G. Bauru 102,60-109,21 S. Geral	69,22 109,21	0,00-18,00	1979	Waldemar Georg. e Cia Ltda.	Ativado
PP 05	Próximo à Lagoa de tratamento de esgoto	7761,6 538,2	430	75,00	4,60	60,54	13,65	0,00-66,00 G. Bauru 66,00-75,00 S. Geral	44,20 65,90	0,00-10,00	1979	Hidrotécnica Serv. Geol. Ltda.	Destivado
PP 06	R. Goiás	7761,3 535,6	460	120,00	10,00	96,40	17,21	0,00-117,00 G. Bauru 117,00-120,00 S. Geral	59,81 112,53	0,00-17,00	1982	Hidrogosp Poços Artesian. Com. Ltda.	Desativado
PP 08	Margem esquerda da Rod. Euclides da Cunha	7762,4 536,08	480	145,00	23,00	122,70	8,80	0,00-138,00 G. Bauru 138,00-145,00 S. Geral		0,00-18,00	1991	Politi	Desativado
PP 09	Próximo ao Córrego Comprido	7763,4 539,25	420	270,00			2,20	0,00-67,60 G. Bauru 67,60-270,00 S. Geral		0,00-18,00	1995	Geoplan	Não foi explorado



# Cadastro de poços cãcimbas de Urânia

Poço	Proprietário	Endereço	Diâm. (m)	Prof. (m)	N.água (m)	Uso da água	Equip. bomb.	Provável ano perf.	Observações
PC 01	Raul Cardoso da Silva	R. Esperança, 264	1,20	13,00	poço lacrado	Bebem	Sim	1994	Poço tampado com laje de concreto. Quintal de terra ao redor do poço
PC 02	Jacob Azol	R. Rio Preto,	1,10	16,00	12,77,	Bebem	Sim	1992	Poço tampado com laje de concreto. Quintal de terra com 20 cm de cimento ao redor do poço
PC 03	Antônio Peres Paiares	Av. Brasil, 687	1	15,00	12,00	Não bebem	Sim	1994	Poço tampado com laje de concreto. Quintal cimentado.
PC 04	Antônio Ruiz	Av. Brasil, 785	1,35	16,00	14,05	Não bebem	Sim	1990	Poço tampado com laje de concreto. Quintal de terra ao redor do poço.
PC 05	Flamínio Flávio Estal	R. Guanabara, 389	1	10,00	8,00	Bebem	Sim	1997	Poço lacrado com laje de concreto. Quintal cimentado.
PC 06	João Gasqui	R. Esperança, 219	1,00	15,00	9,00	Não bebem	Sim	1989	Poço tampado com laje de concreto. Quintal de terra ao redor do poço. Utiliza-se esterco animal na horta.
PC 07	Inácio Gonçalves	R. Rio Preto, 330	1,20	16,00	12,85	Bebem	Sim	1993	Poço tampado com laje de concreto. Quintal todo calçado. O vizinho possui uma horta.
PC 08	Rossini	R. Benedito D. Mendes, 235	0,85	5,20	3,30	Não bebem	Sim	1990	Poço tampado com laje de concreto. Quintal todo cimentado.
PC 09	Antônio Beltran	Av. Presidente Kennedy, 227	1,20	9,00	6,50	Bebem	Sim		Poço tampado com laje de concreto. Quintal todo cimentado. Os atuais moradores vivem nesta casa a dois anos.
PC 10	José Carlos Chaves	R. Ceará, 159	1,00	18,00	16,00	Não bebem	Sim	1997	Poço tampado com laje de concreto. Quintal de terra ao redor do poço.
PC 11	Anorí de Fátima	R. Tanabi, 287	1,20	15,00	12,00	Não bebem	Sim		Poço tampado com laje de concreto. Quintal todo cimentado.
PC 12	Laurito Roque Nunes	R. Maranhão, 230	1,20	8,10	7,12	Bebem	Sim	1992	Poço tampado com várias tábuas e com 50 cm de azulejo ao redor. Existe uma fossa com cota topográfica maior do que a do poço.
PC 13	Valdemar Francisco	R. Barão do Branco, 954	1,00	5,00	3,50	Bebem às vezes	Sim	1998	Poço tampado com laje de concreto. Quintal de terra ao redor do poço.
PC 14	João Maria de Lima	R. Barão do R. Branco, 1194	1,05	5,20	4,15	Não bebem	Sim	1990	Poço tampado com laje de concreto. Quintal de terra ao redor do poço. Foram colocados peixes no poço.
PC 15	Sebastião Muniz	R. Barão do R. Branco, 1854	0,95	3,90	2,80	Bebem	Sim	1994	Poço tampado com laje de concreto. Quintal de terra com 30 cm de cimento ao redor do poço.
PC 16	Bento Bituri	R. Aleixo Pigário, 987	1,00	6,90	5,35	Não bebem	Sim		Poço tampado com laje de concreto. Quintal todo cimentado.
PC 17	Silas L. Moura (antigo morador)	Av. Presidente Kennedy, 1219	0,95	7,40	6,15	Não bebem	Sim		Poço tampado com laje de concreto. Quintal todo cimentado.
Pc 18	Antônio R. Gomes	R. Benedito D. Mendes, 19	1,20	9,60	7,90	Bebem	Sim	1992	Poço tampado com laje de concreto. Quintal todo cimentado. O vizinho possui uma fossa.



## Anexo 03

Figuras

Figura 01 - Localização da cidade de União

# URÂNIA

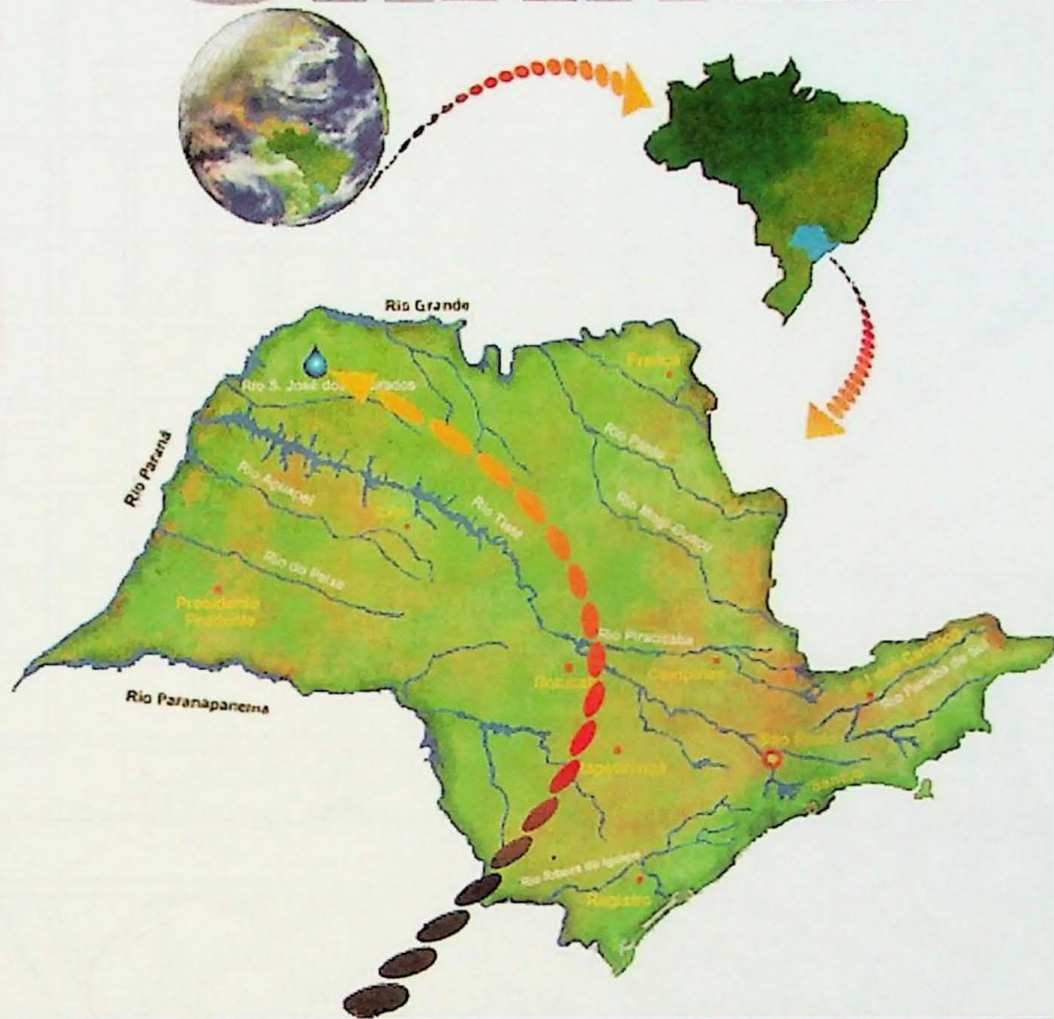


Figura 01 – Localização da cidade de Urânia

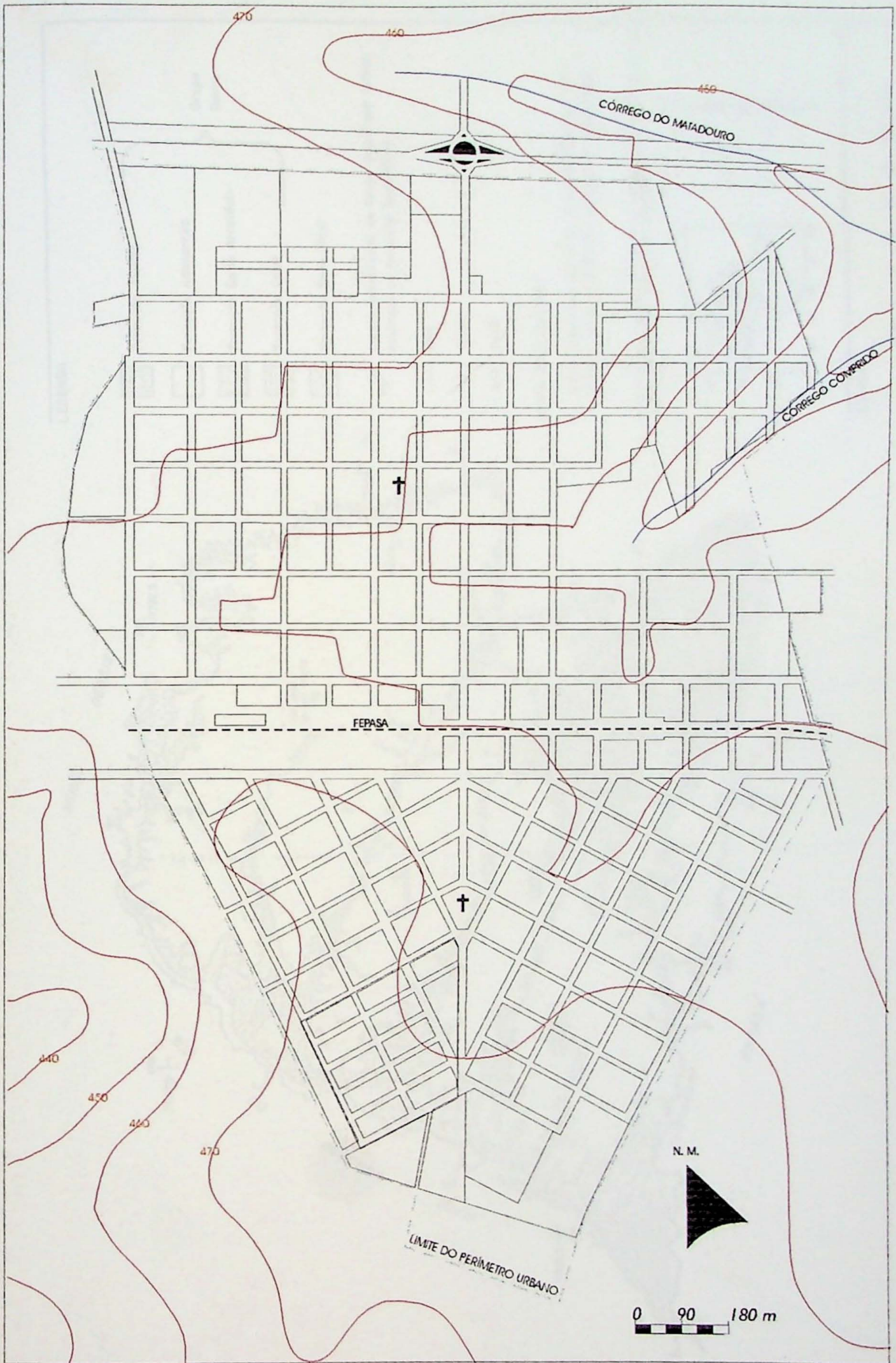


Figura 02 - Mapa Topográfico da Cidade de Urânia

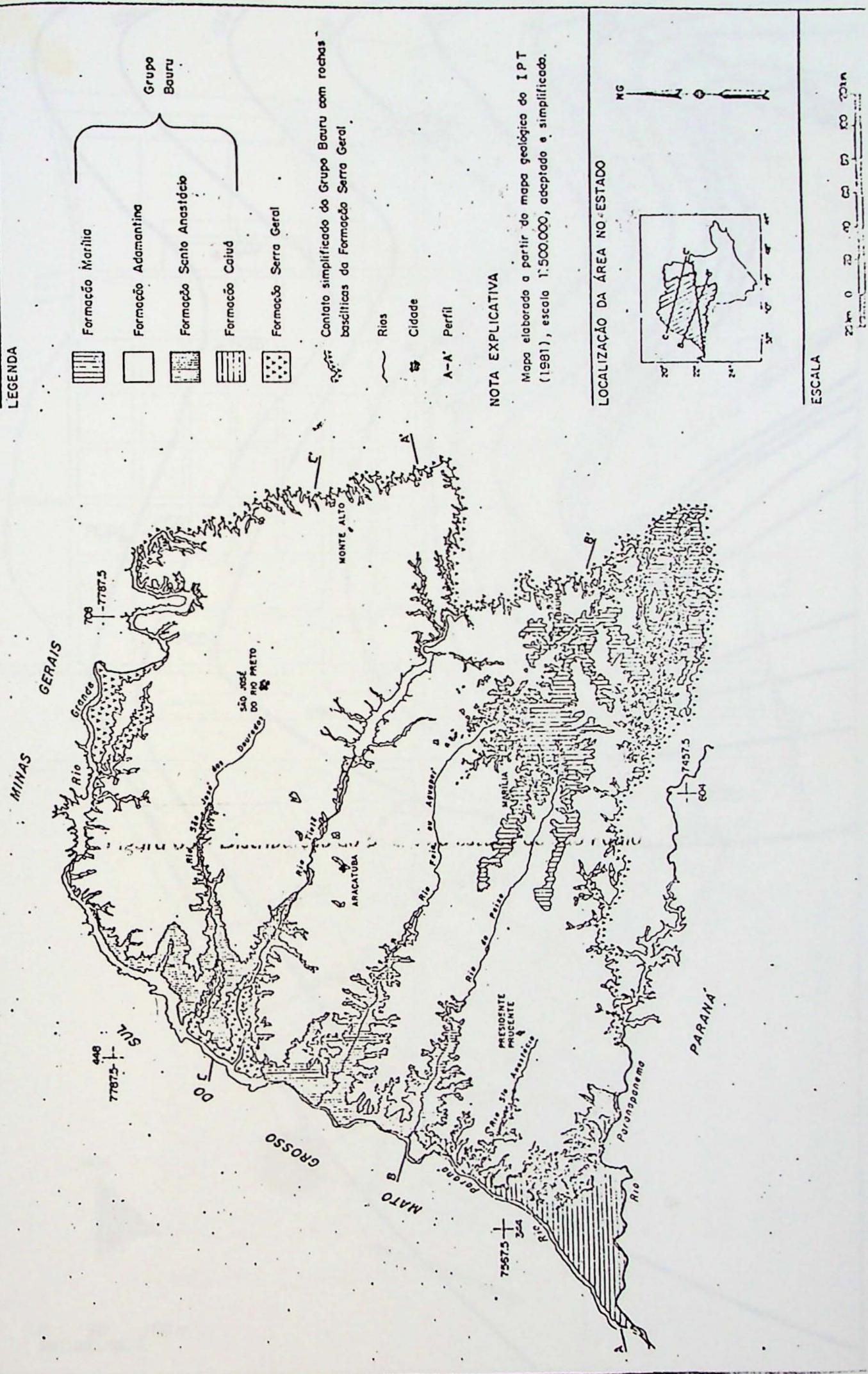


Figura 03 - Distribuição do Bauru no estado de São Paulo

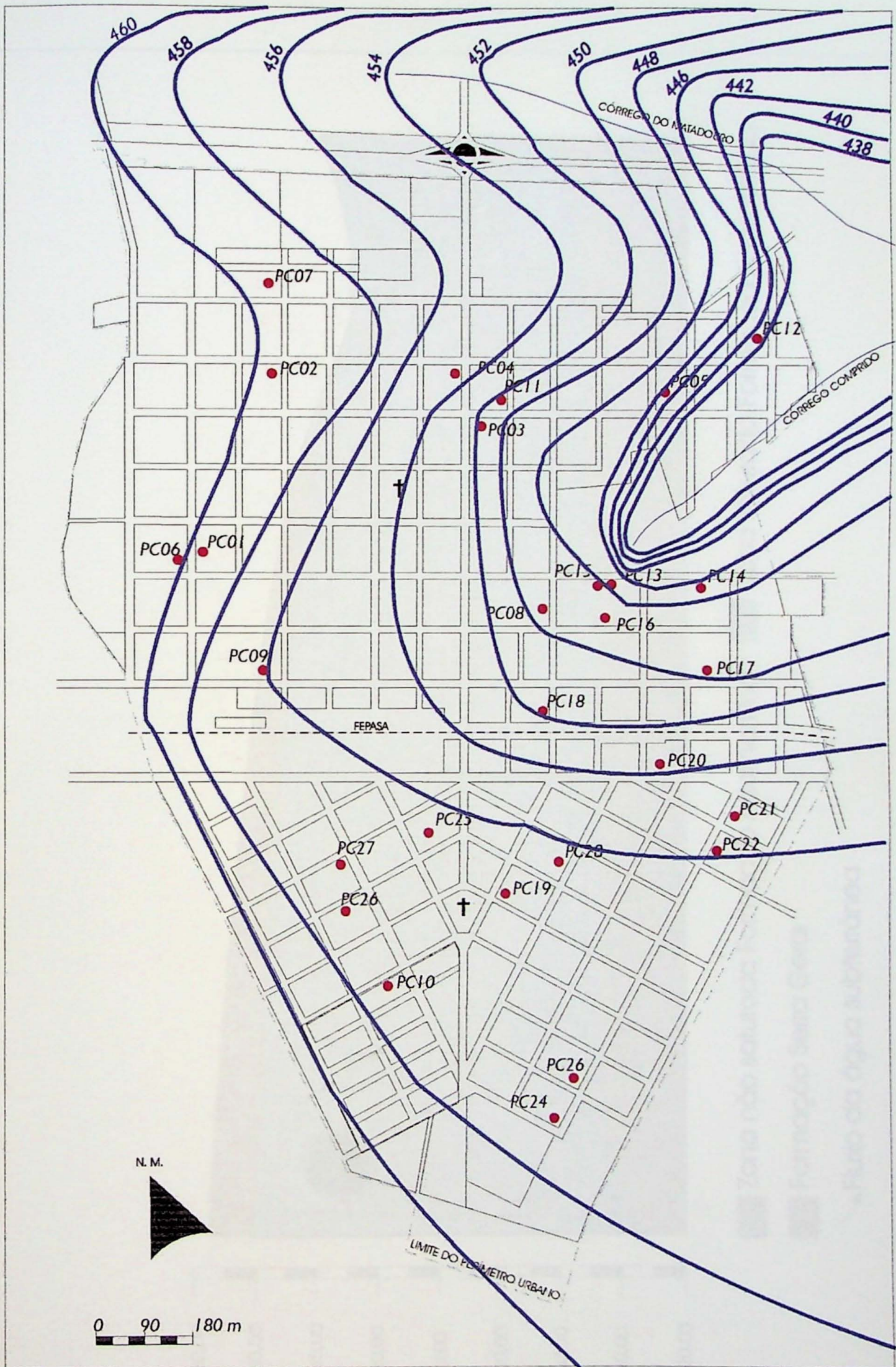


Figura 04 - Mapa Potenciométrico

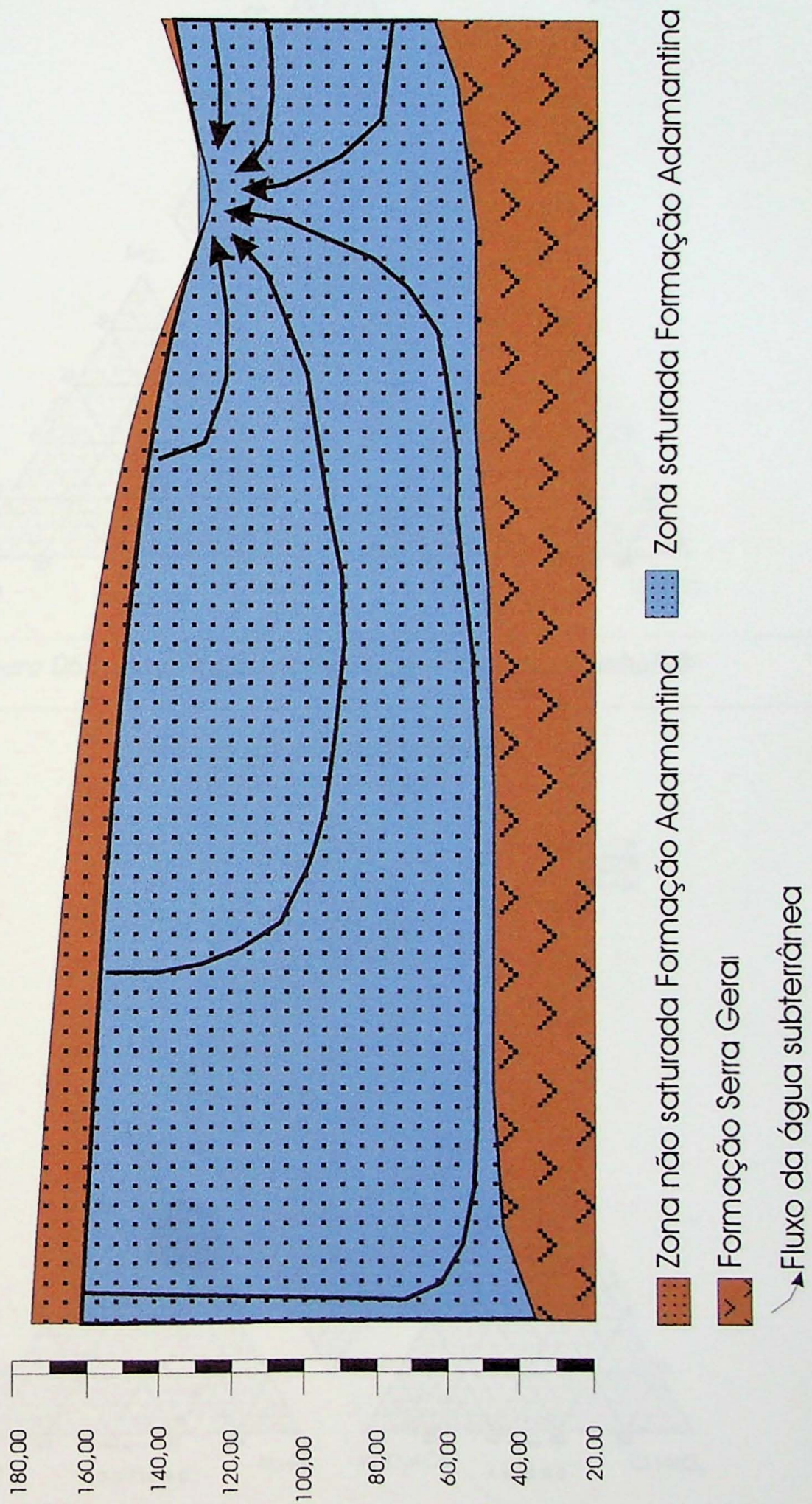


Figura 05 - Modelo conceitual de circulação da água

Poços Tubulares Profundos SABESP  
Urânia - Junho/98

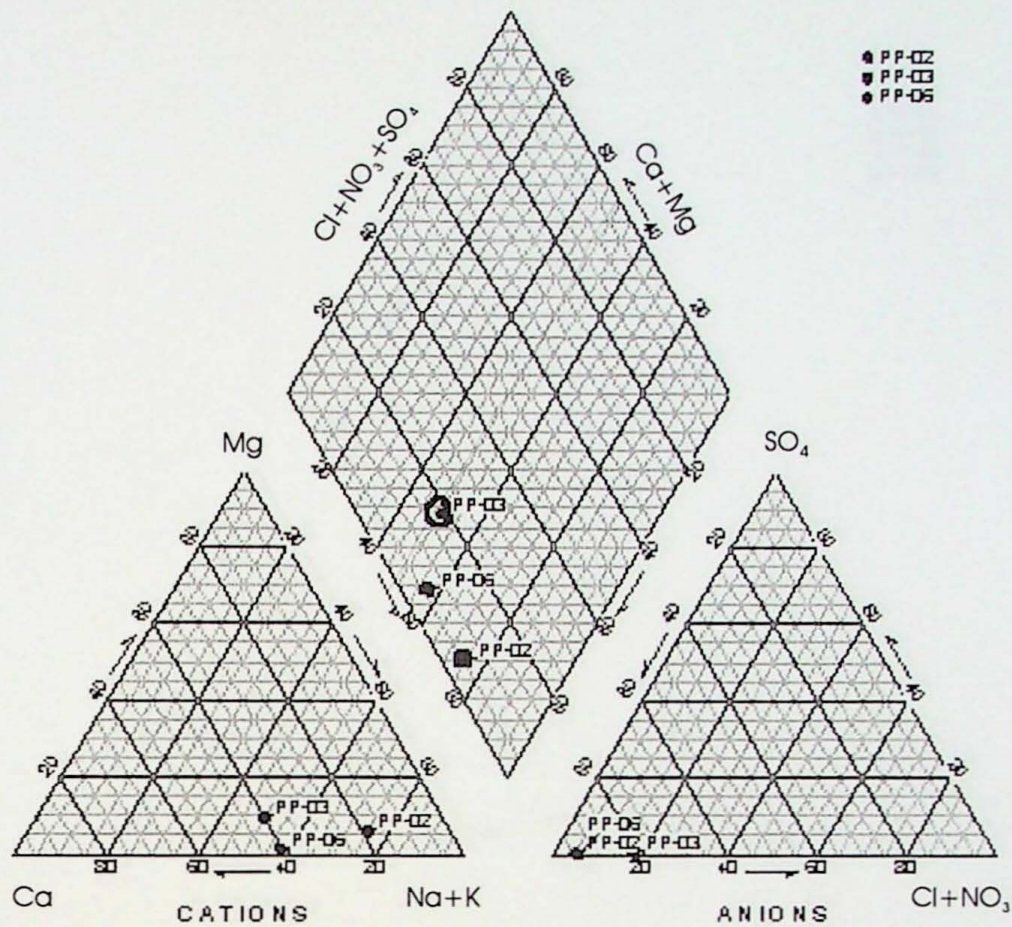


Figura 06 - Classificação de Piper para PP's, coleta Junho/98

Poços Tubulares Profundos SABESP  
Urânia - Novembro/98

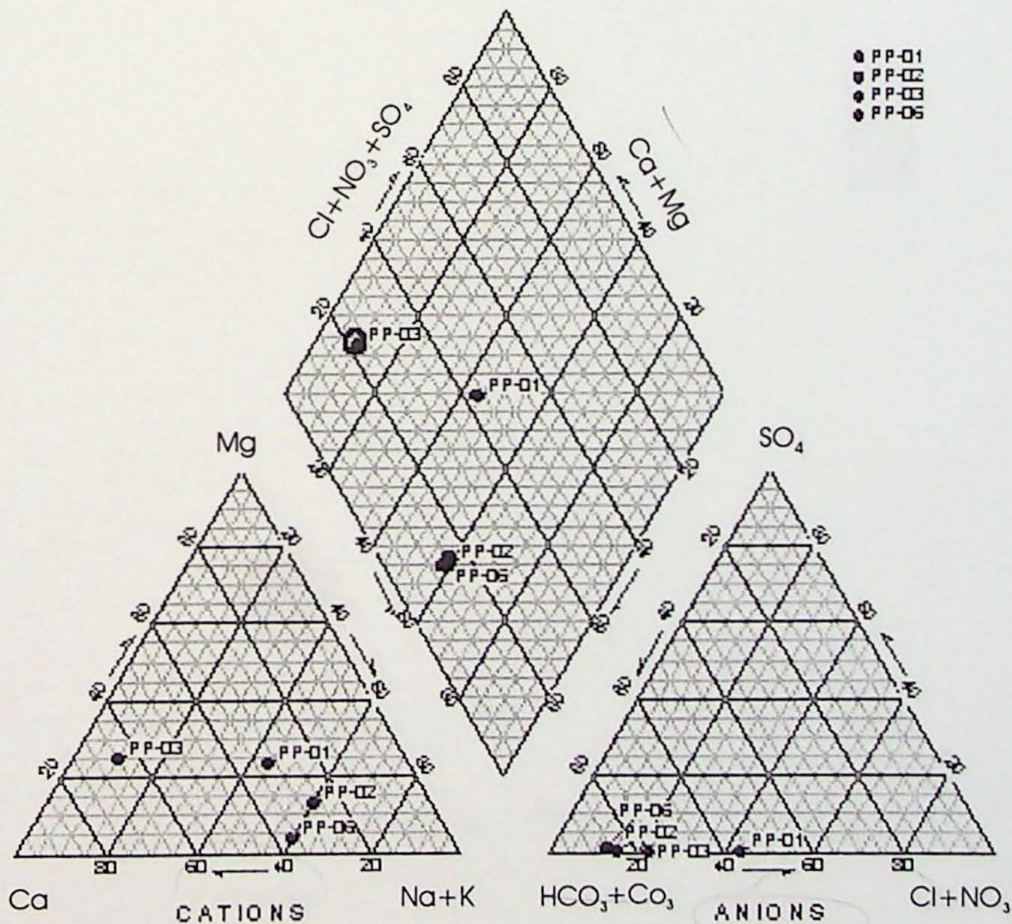


Figura 07 - Classificação de Piper para PP's, coleta Novembro/98

Poços Tubulares Profundos SABESP  
Urânia - Março/99

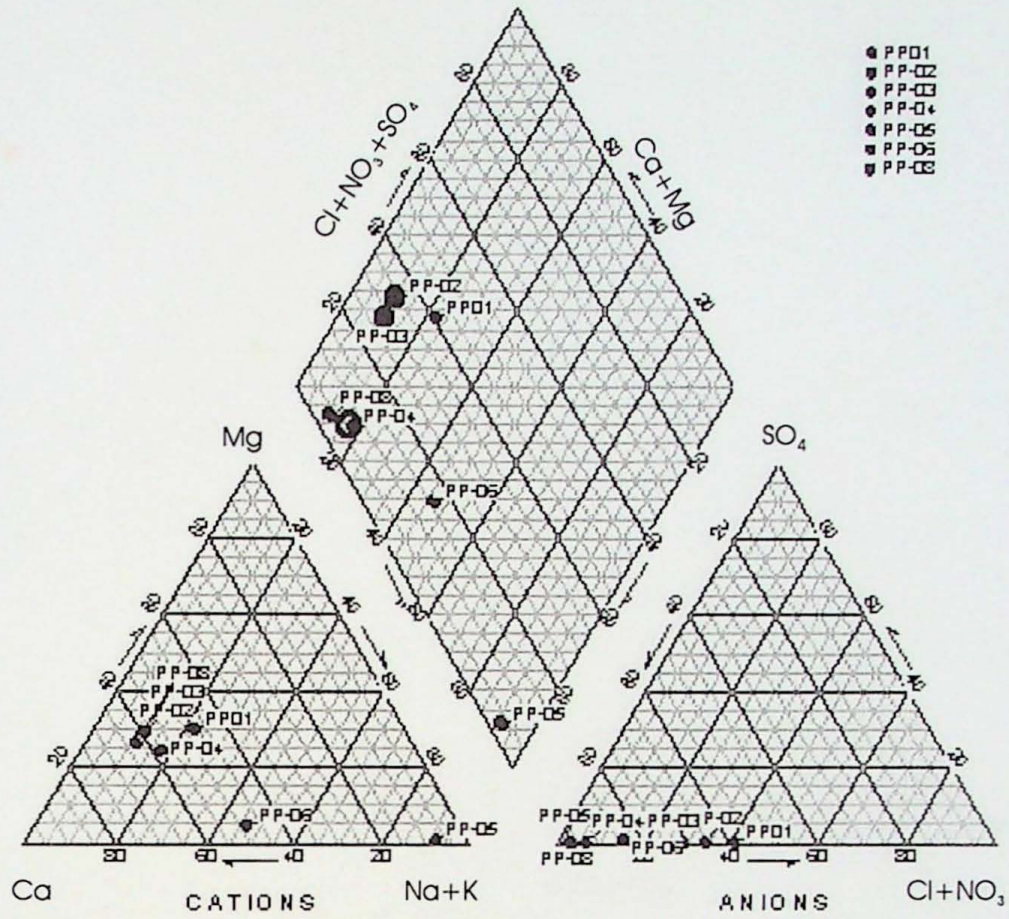


Figura 08 - Classificação de Piper para Pp's, coleta Março/99

Poços Tubulares Profundos SABESP  
Urânia - Junho/99

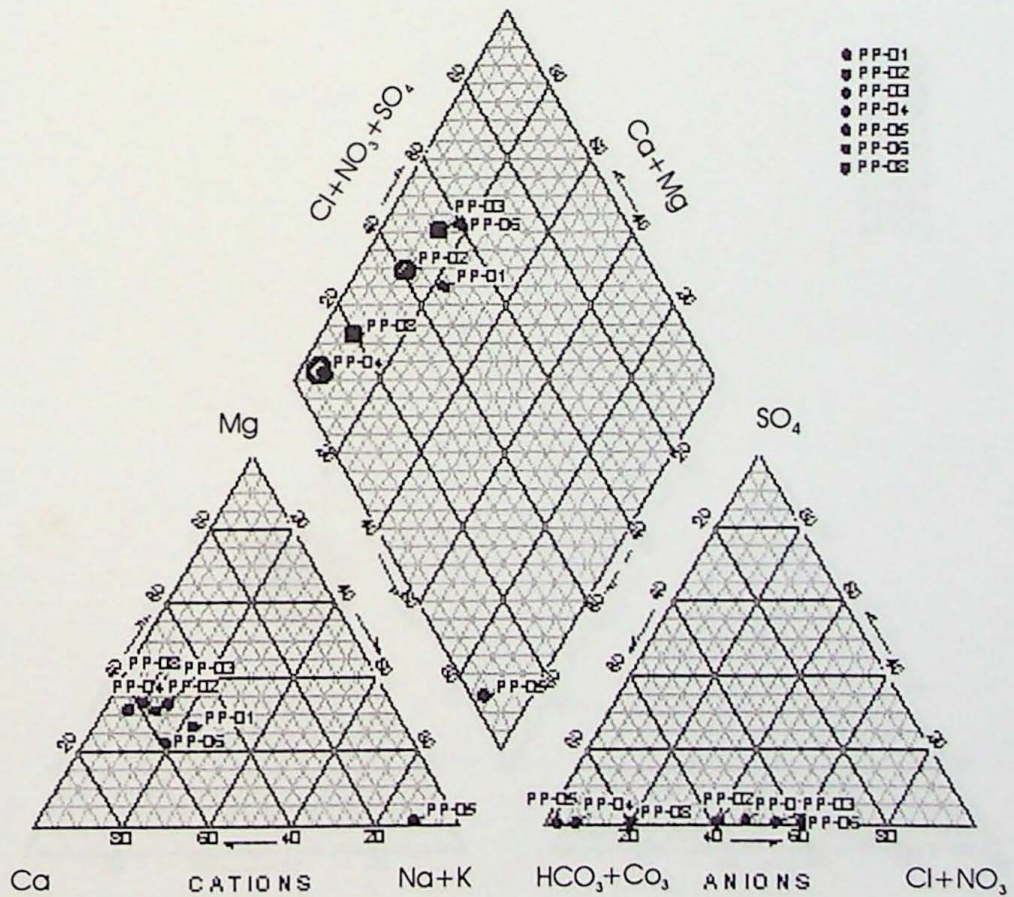


Figura 09 - Classificação de Piper para PP's, coleta Junho/99

Poços Tubulares Particulares  
Urânia - Novembro/98

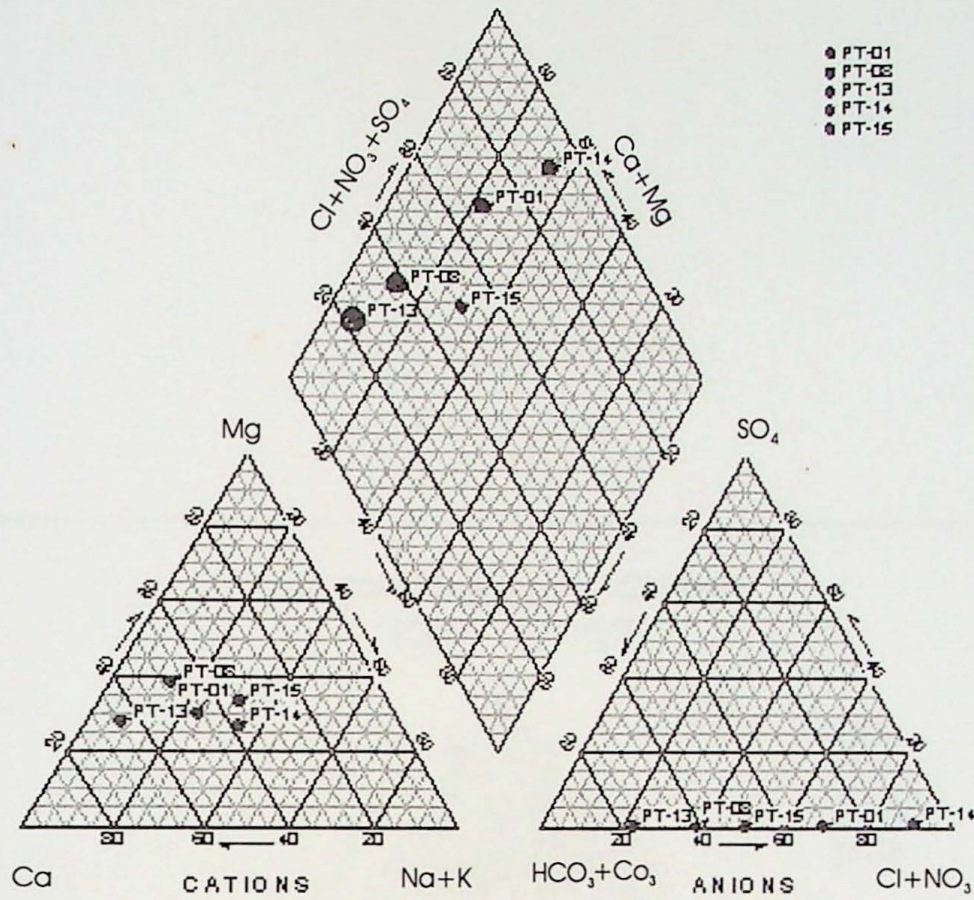


Figura 10 - Classificação de Piper para PT's, coleta Novembro/98

Poços Tubulares Particulares  
Urânia - Março/99

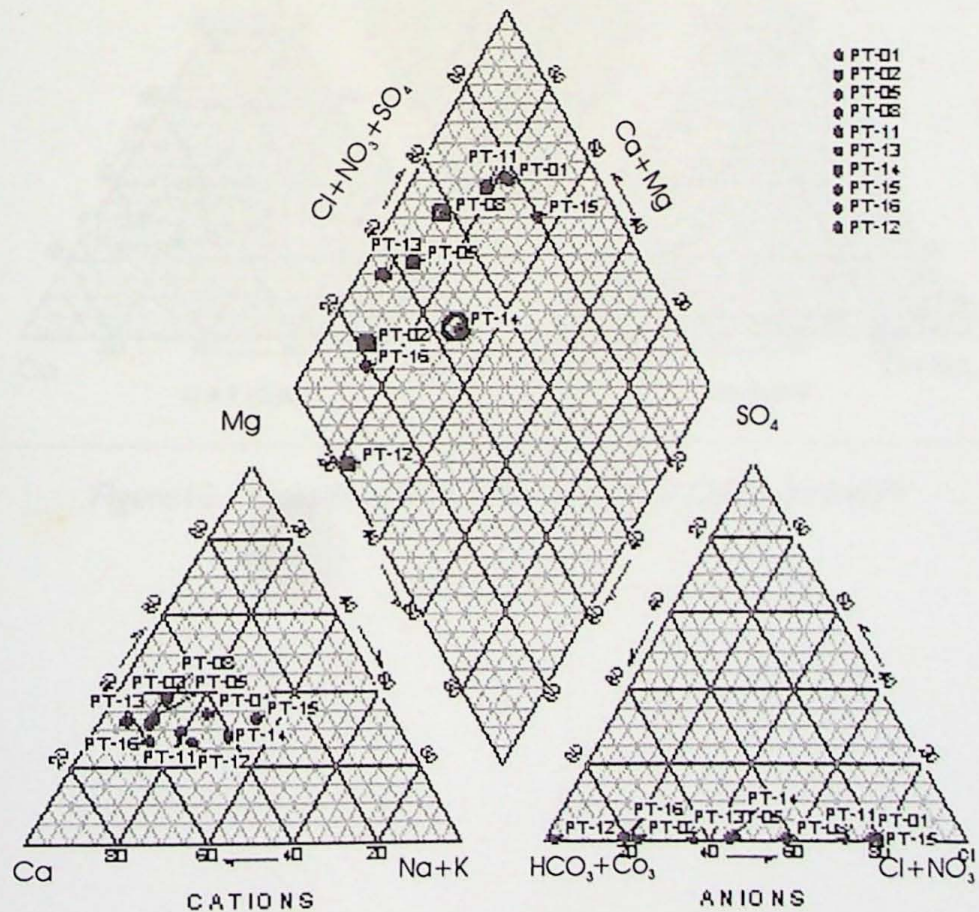


Figura 11 - Classificação de Piper para PT's, coleta Março/99

Poços Tubulares Particulares  
Urânia - Junho/99

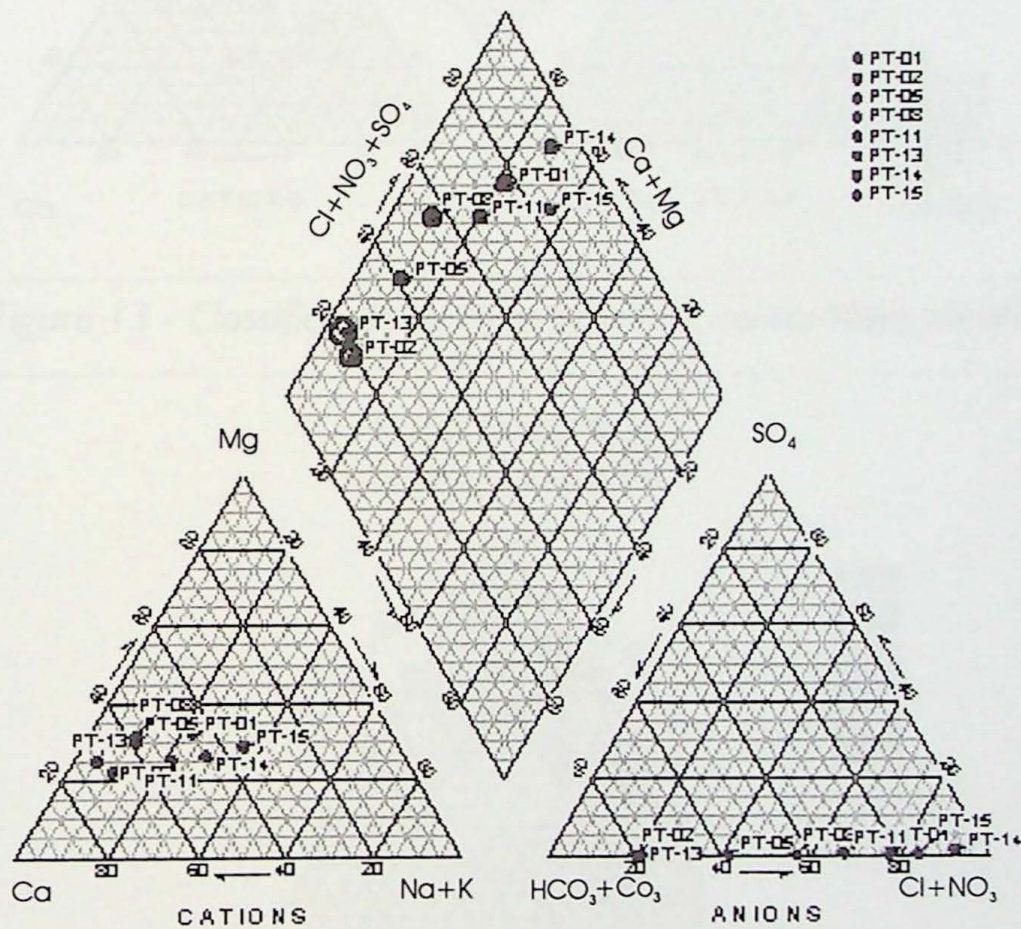


Figura 12 - Classificação de Piper para PT's, Coleta Junho/99

Poços Cacimbas  
Urânia - Novembro/98

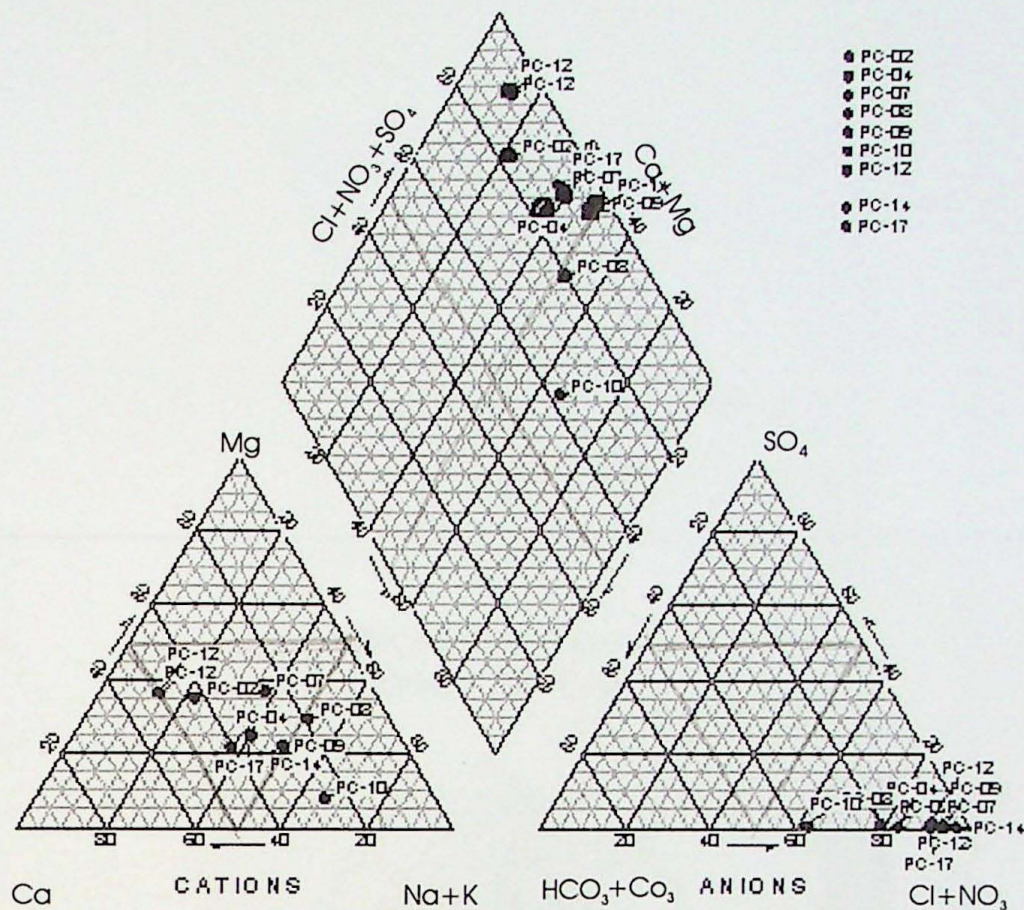


Figura 13 - Classificação de Piper para Pc's, coleta Novembro/98

Poços Cacimbas  
Urânia - Março/99

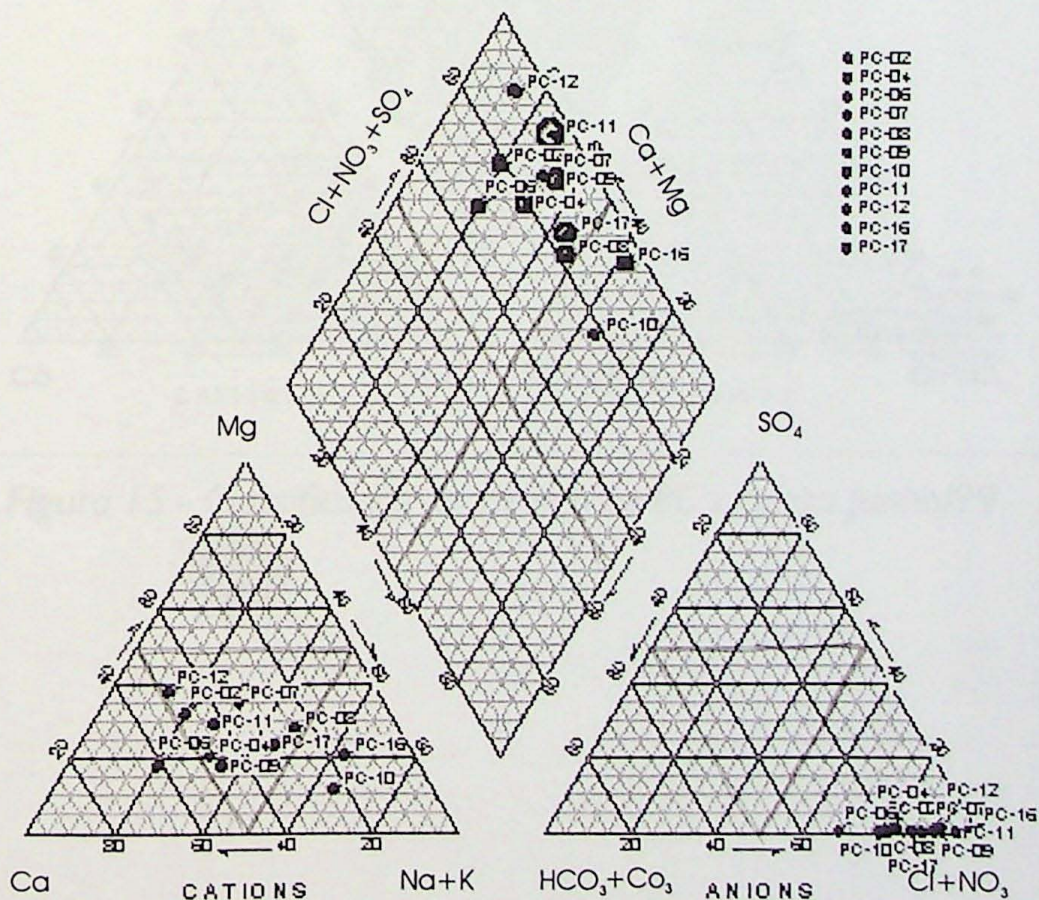


Figura 14 - Classificação de Piper para Pc's, coleta Março/99

Poços Cacimbas  
Urânia - Junho/99

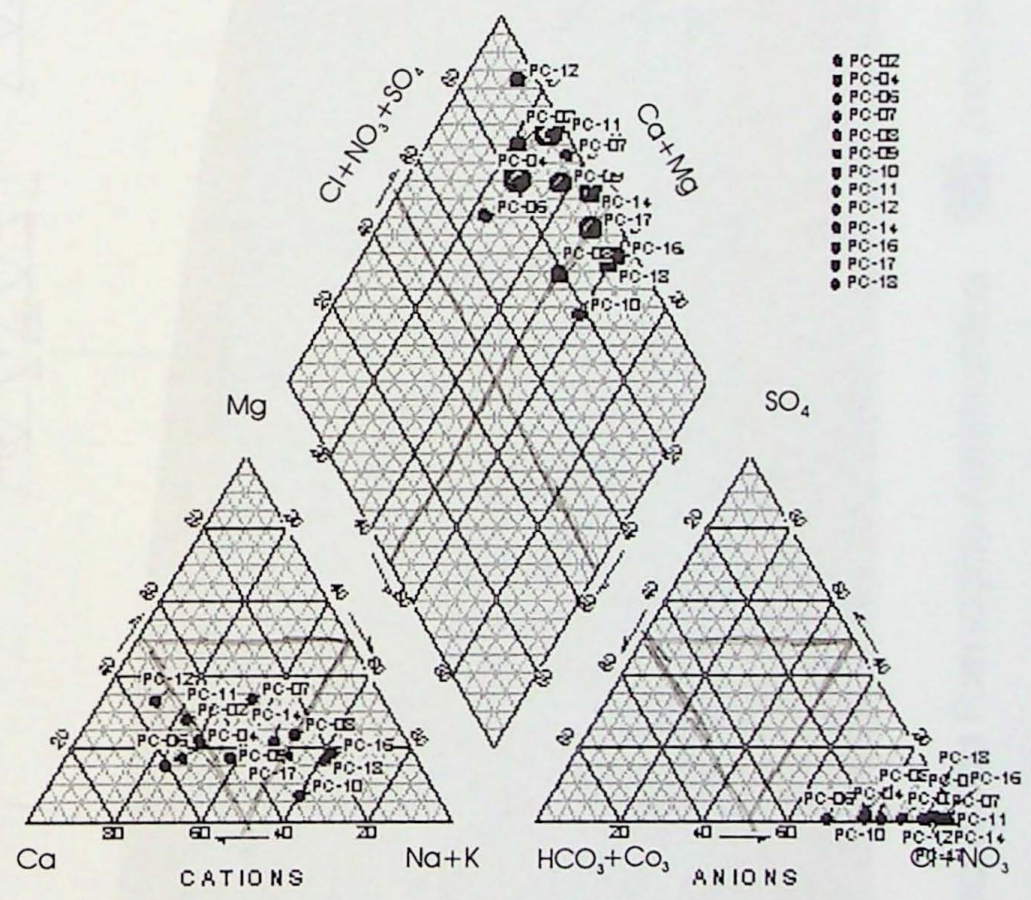


Figura 15 - Classificação de Piper para PC's, coleta Junho/99

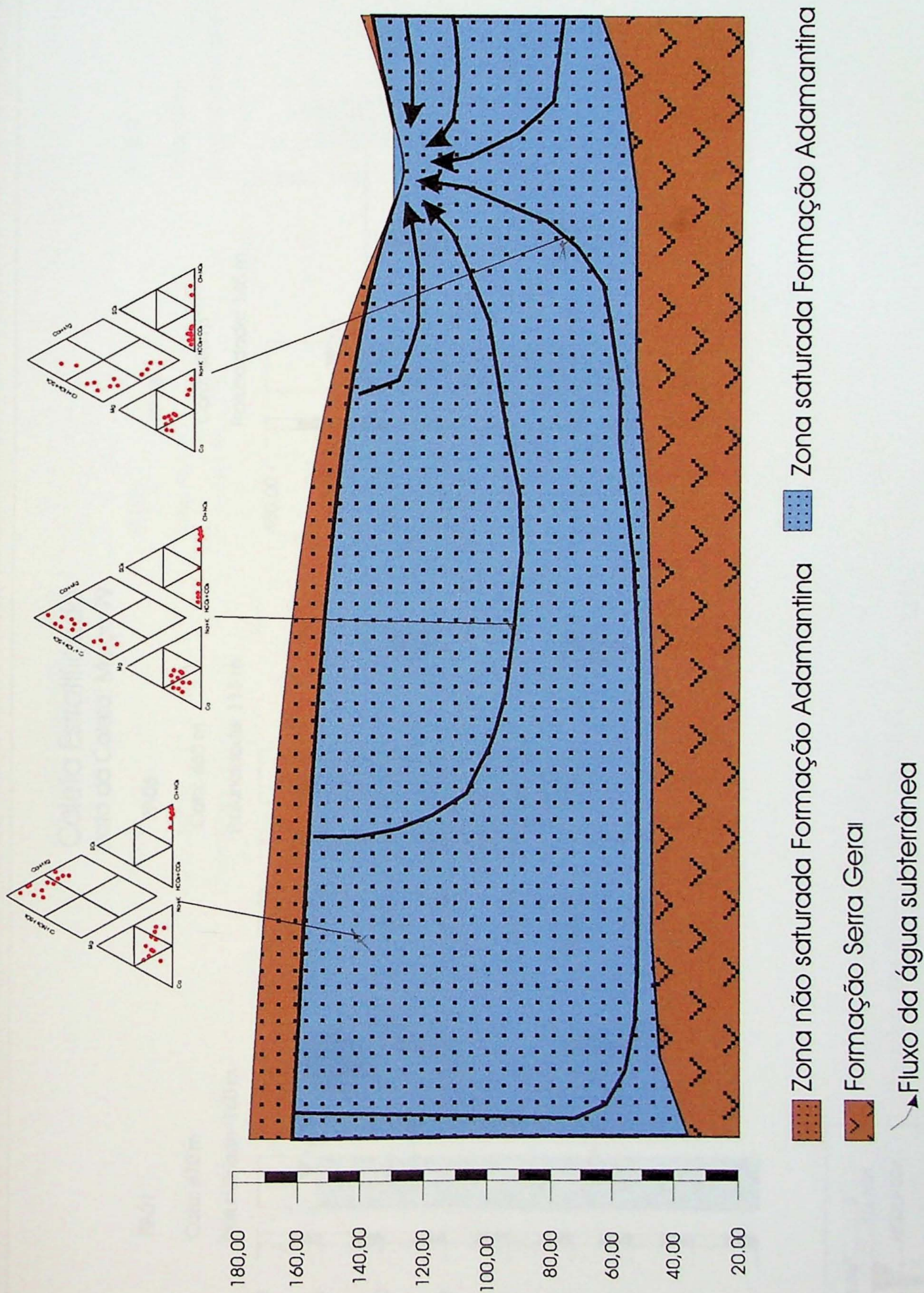


Figura 16 - Evolução hidrogeoquímica dos poços cacimbas para os poços profundos da SABESP

# Coleta Estratificada

Data da Coleta: Março/99

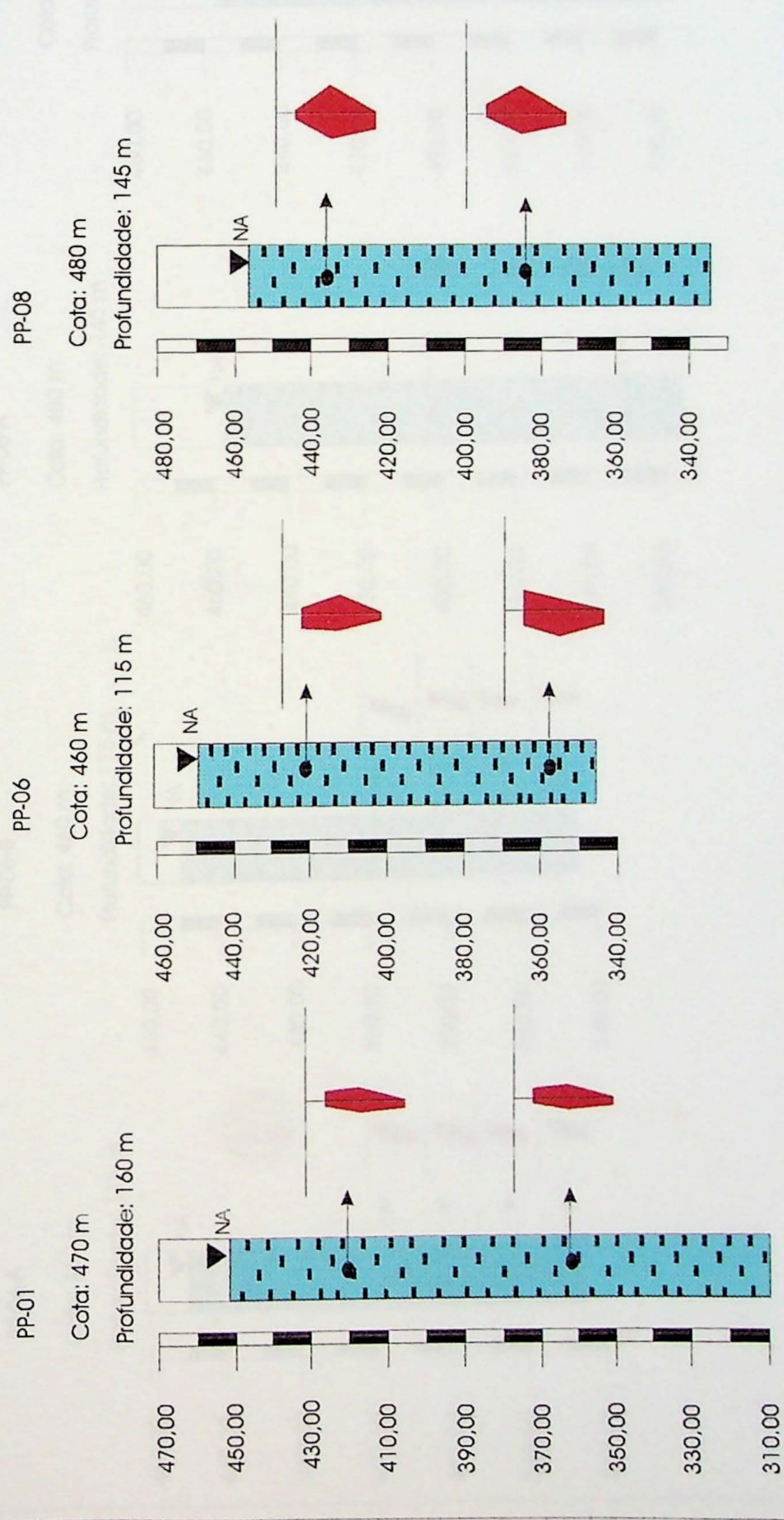
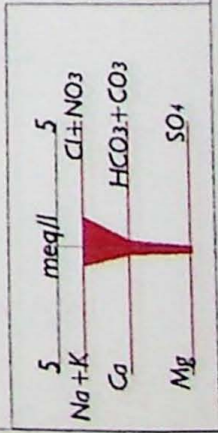
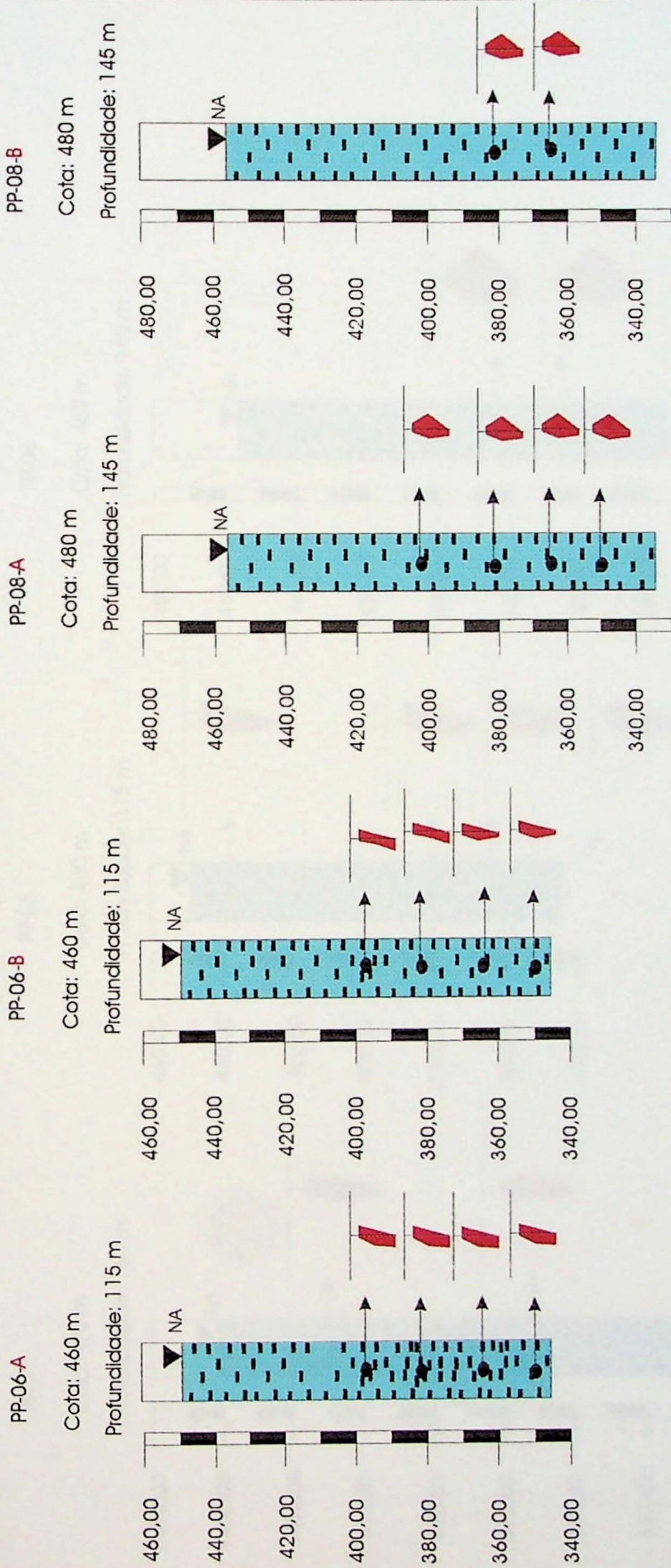


Figura 17 - Coleta estratificada com a utilização da garrafa amostradora em poços tubulares profundos da SABESP

# Coleta Estratificada

Data da Coleta: Maio/99



A - 24 horas depois da limpeza  
B - 48 horas depois da limpeza

Figura 18 - Coleta estratificada com a utilização da garrafa amostradora em poços tubulares profundos da SABESP

# Coleta Estratificada

Data da Coleta : Junho/99

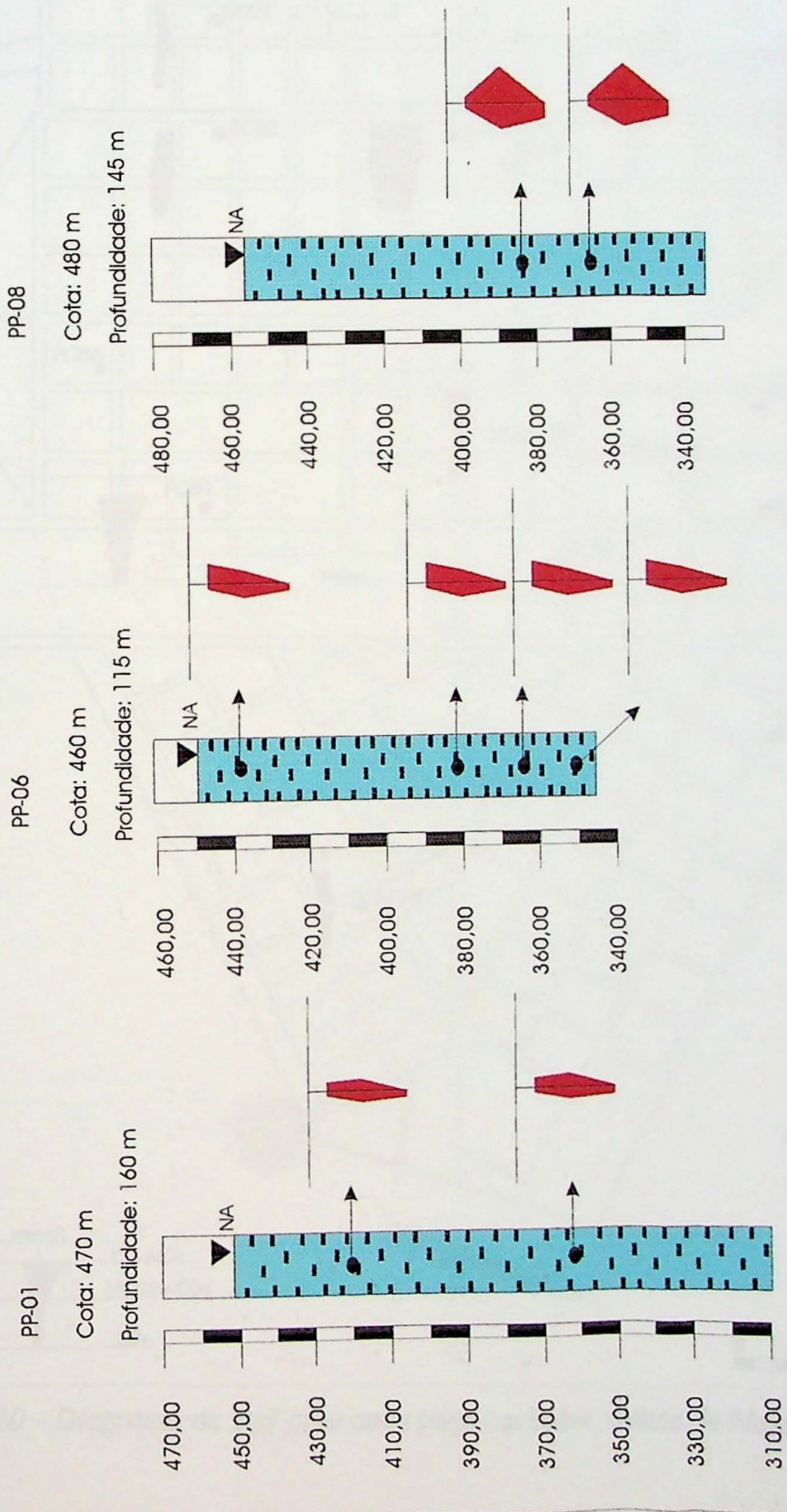


Figura 19 - Coleta estratificada com a utilização da garrafa amostradora em poços tubulares profundos da SABESP

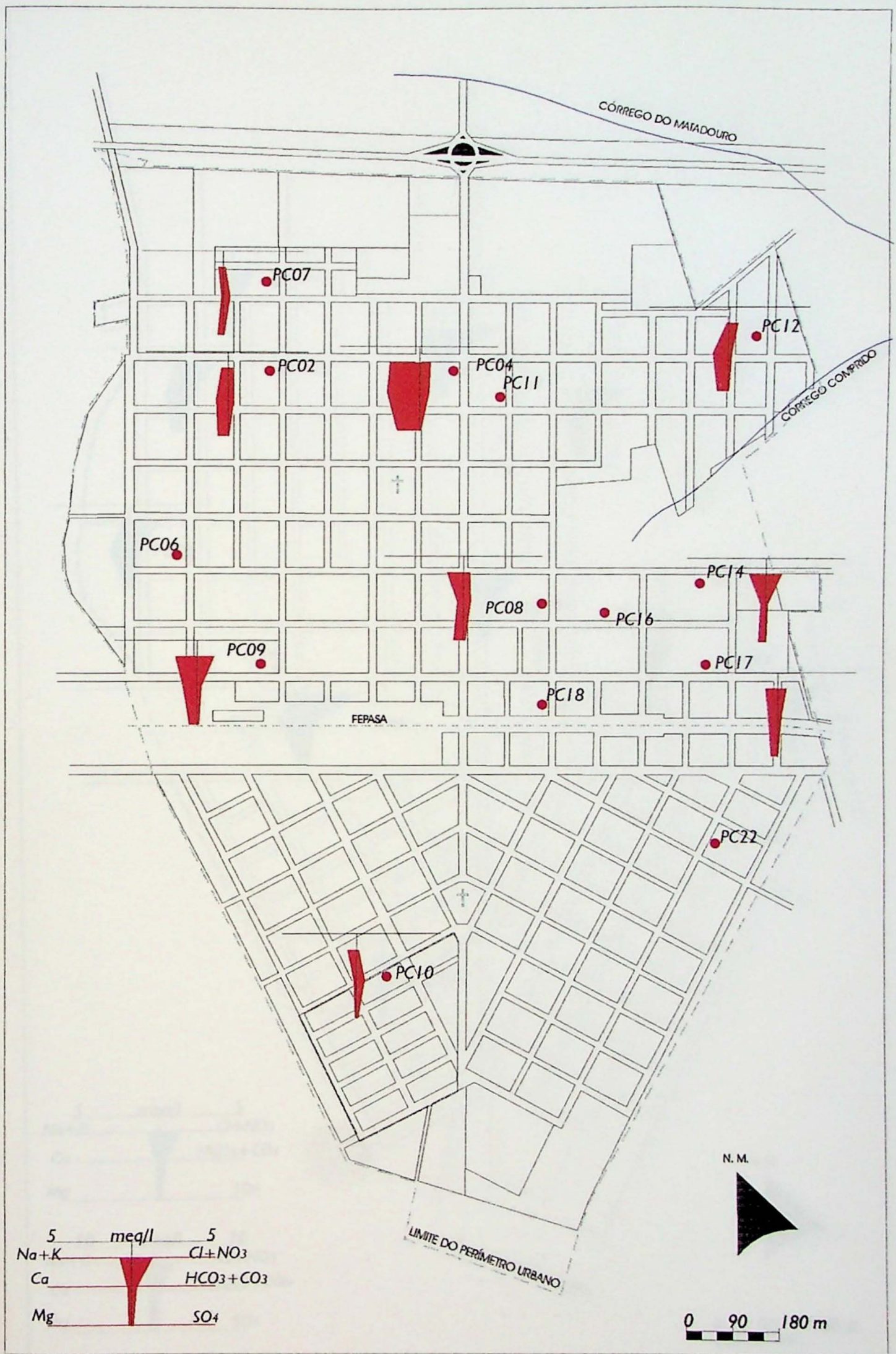


Figura 20 - Diagrama de Stiff para cada poço cacimba, coleta de Novembro/98

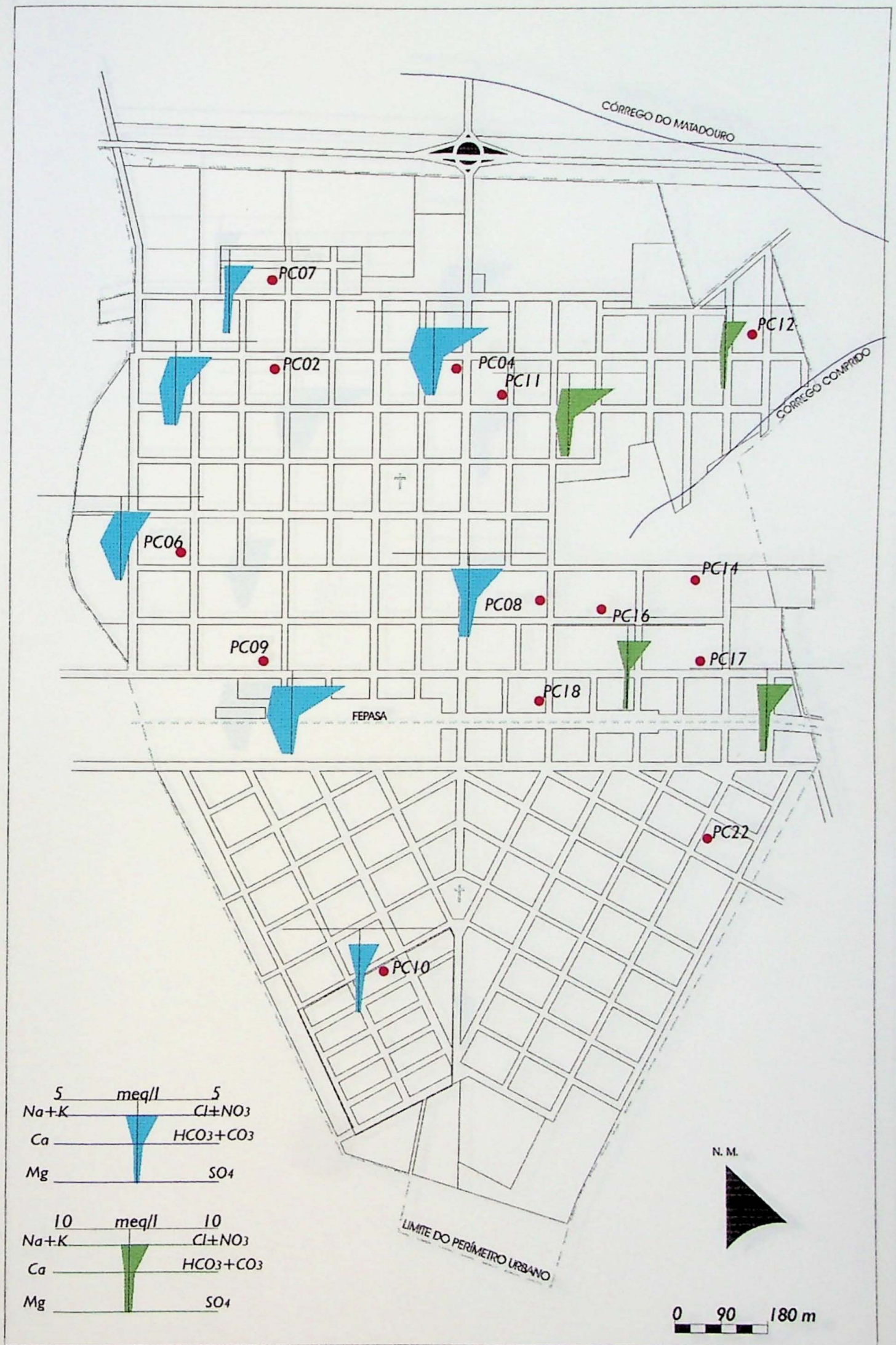


Figura 21 - Diagrama de Stiff para cada poço cacimba , coleta de Março/99

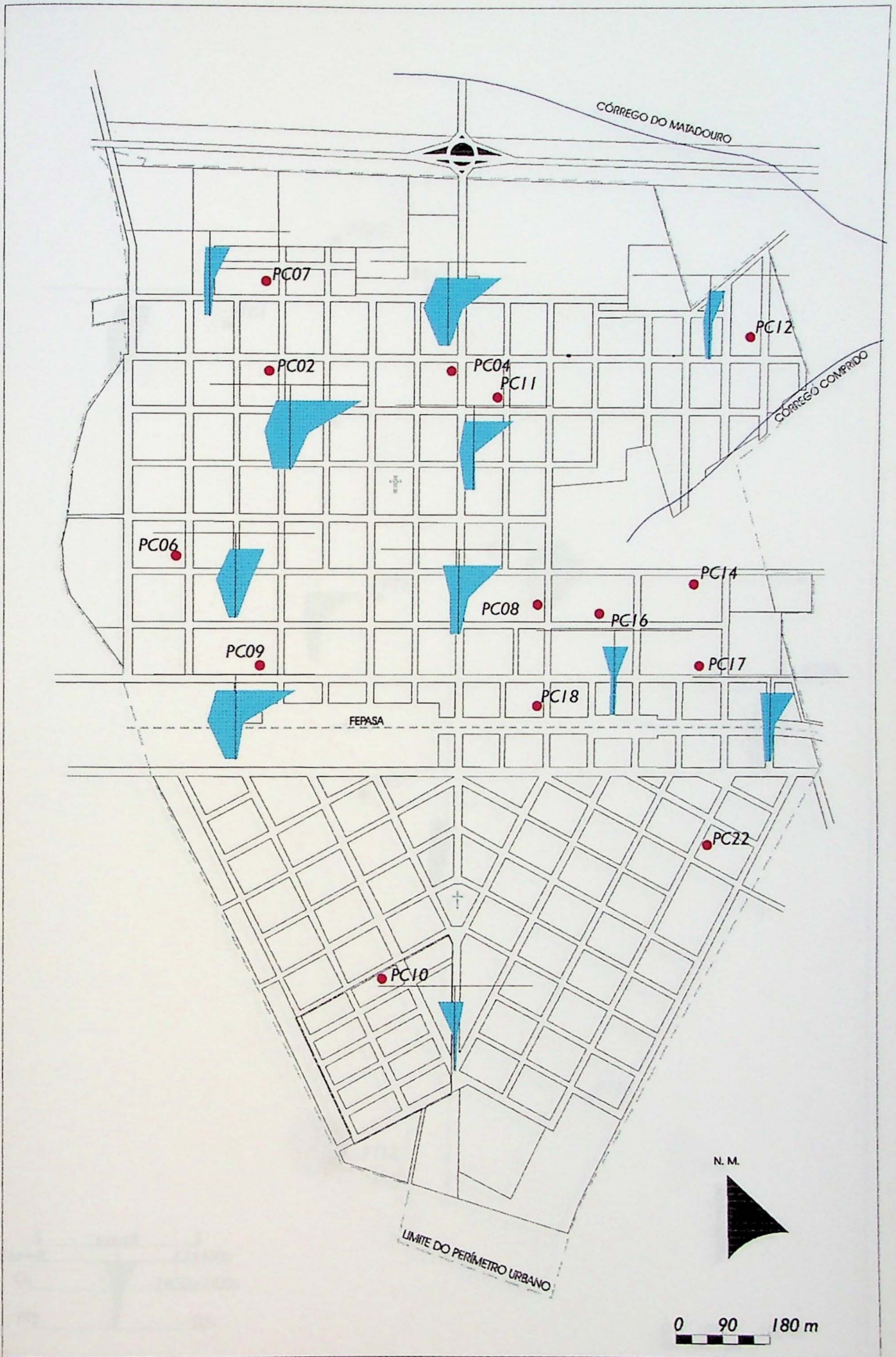


Figura 22 - Diagrama de Stiff para cada poço cacimba, coleta de Junho/99



Figura 23 - Diagrama de Stiff para cada poço tubular particular, coleta de Novembro/98

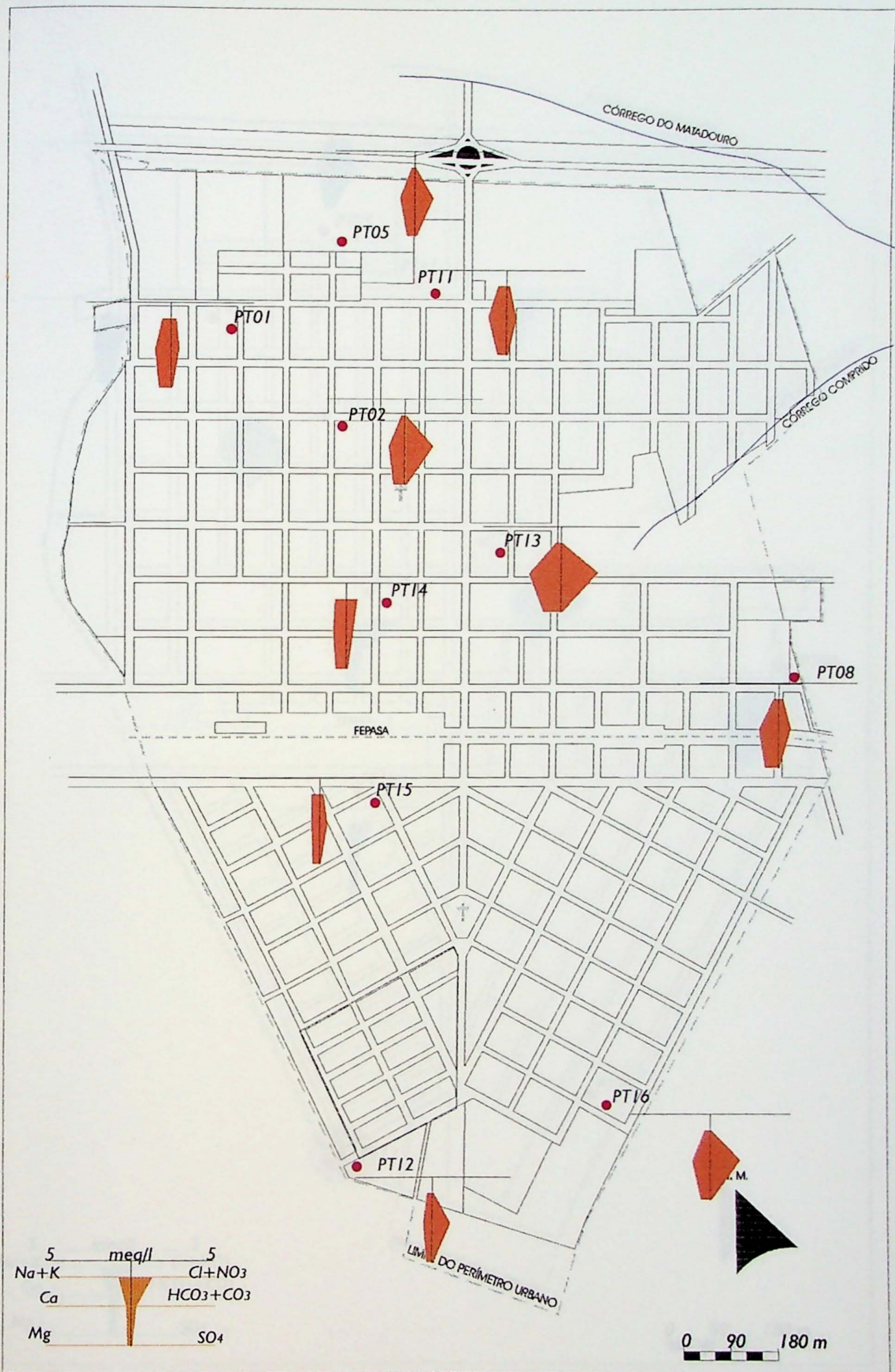


Figura 24 - Diagrama de Stiff para cada poço tubular particular, coleta de Março/99



Figura 25 - Diagrama de Stiff para cada poço tubular particular, coleta de Junho/99

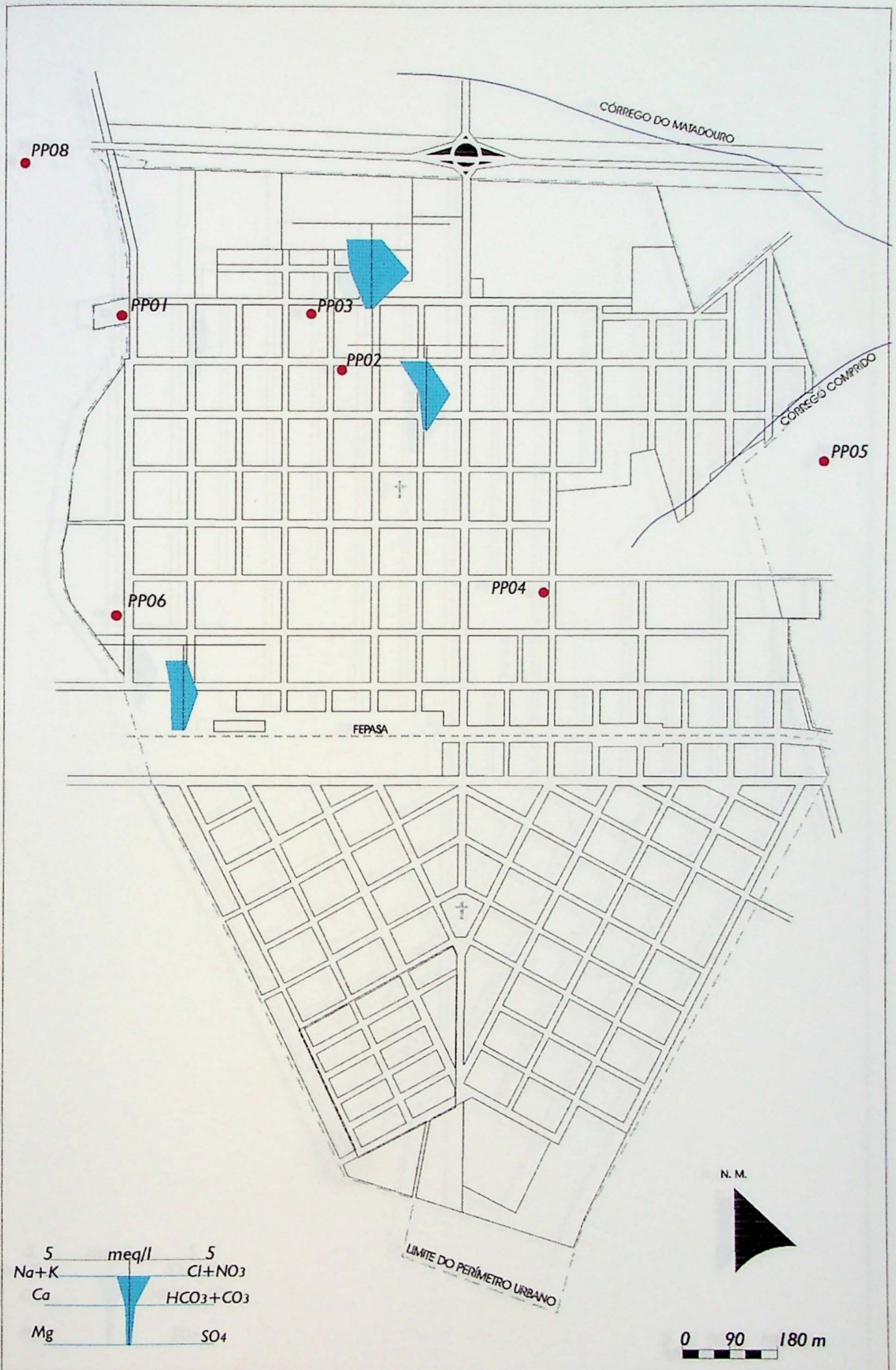


Figura 26 - Diagrama de Stiff para cada poço tubular profundo da SABESP, coleta de Junho/99

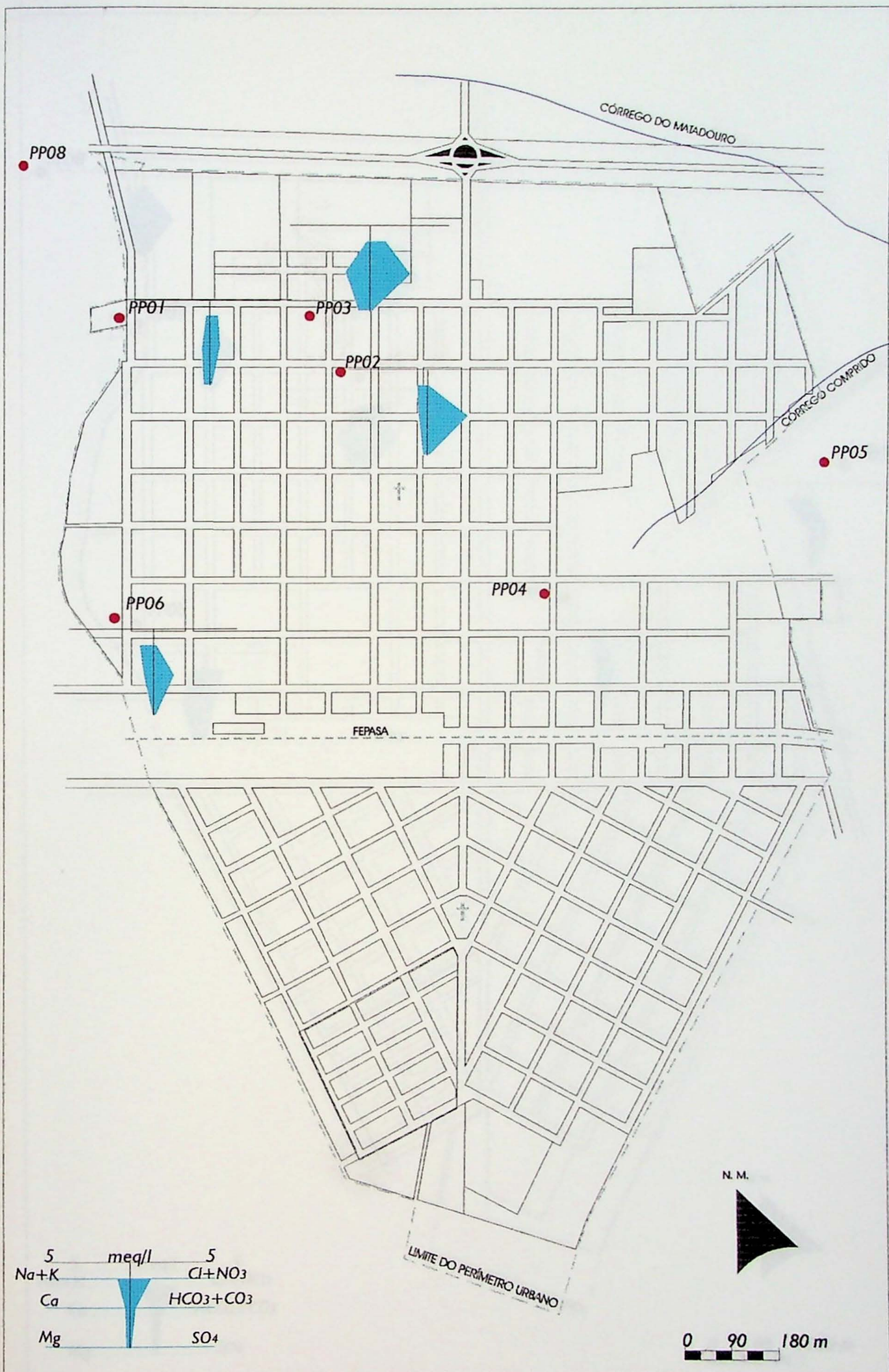


Figura 27 - Diagrama de Stiff para cada poço tubular profundo da SABESP, coleta de Novembro/98

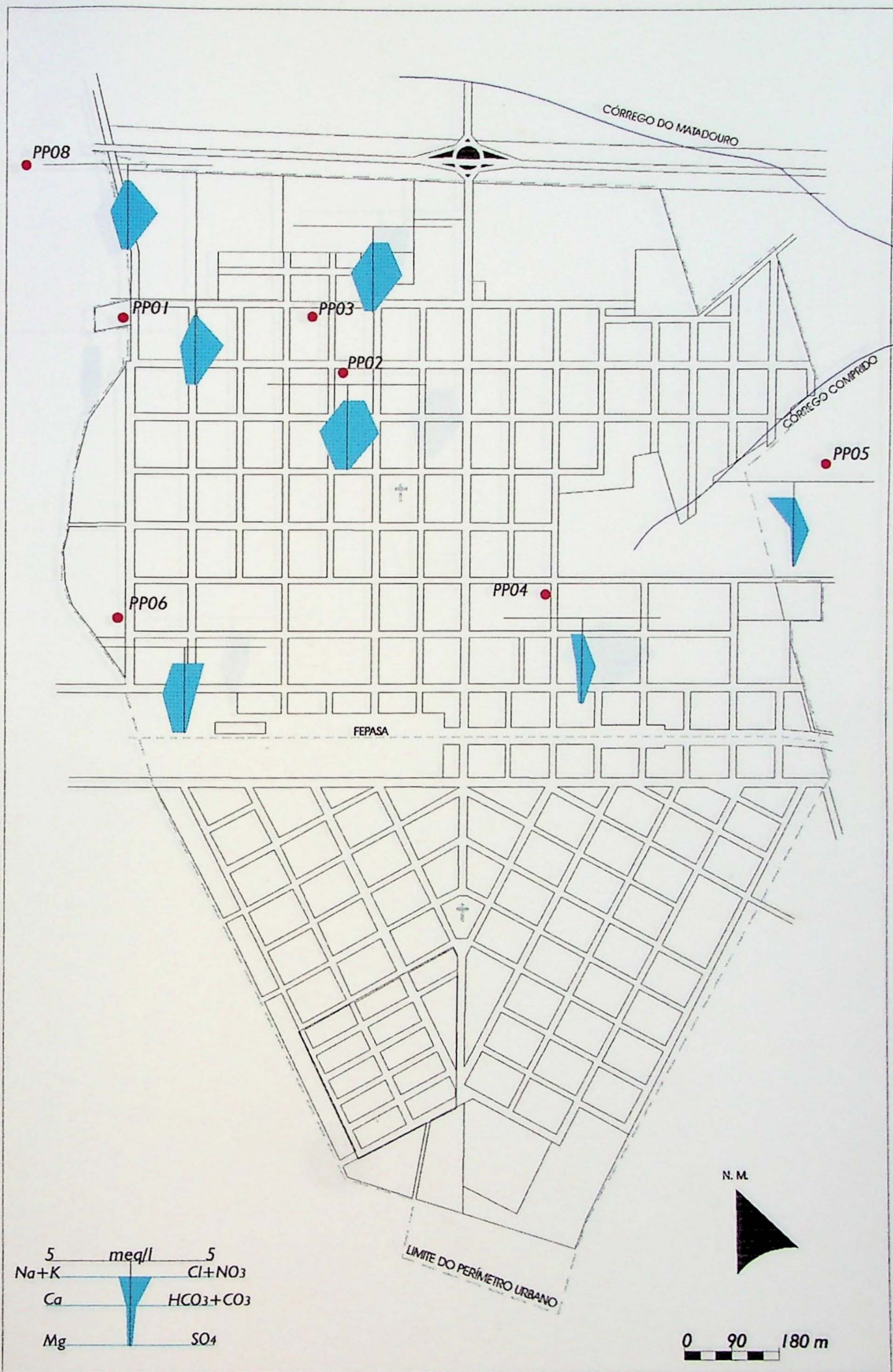


Figura 28 - Diagramas de Stiff para cada poço tubular profundo da SABESP, coleta de Março/99

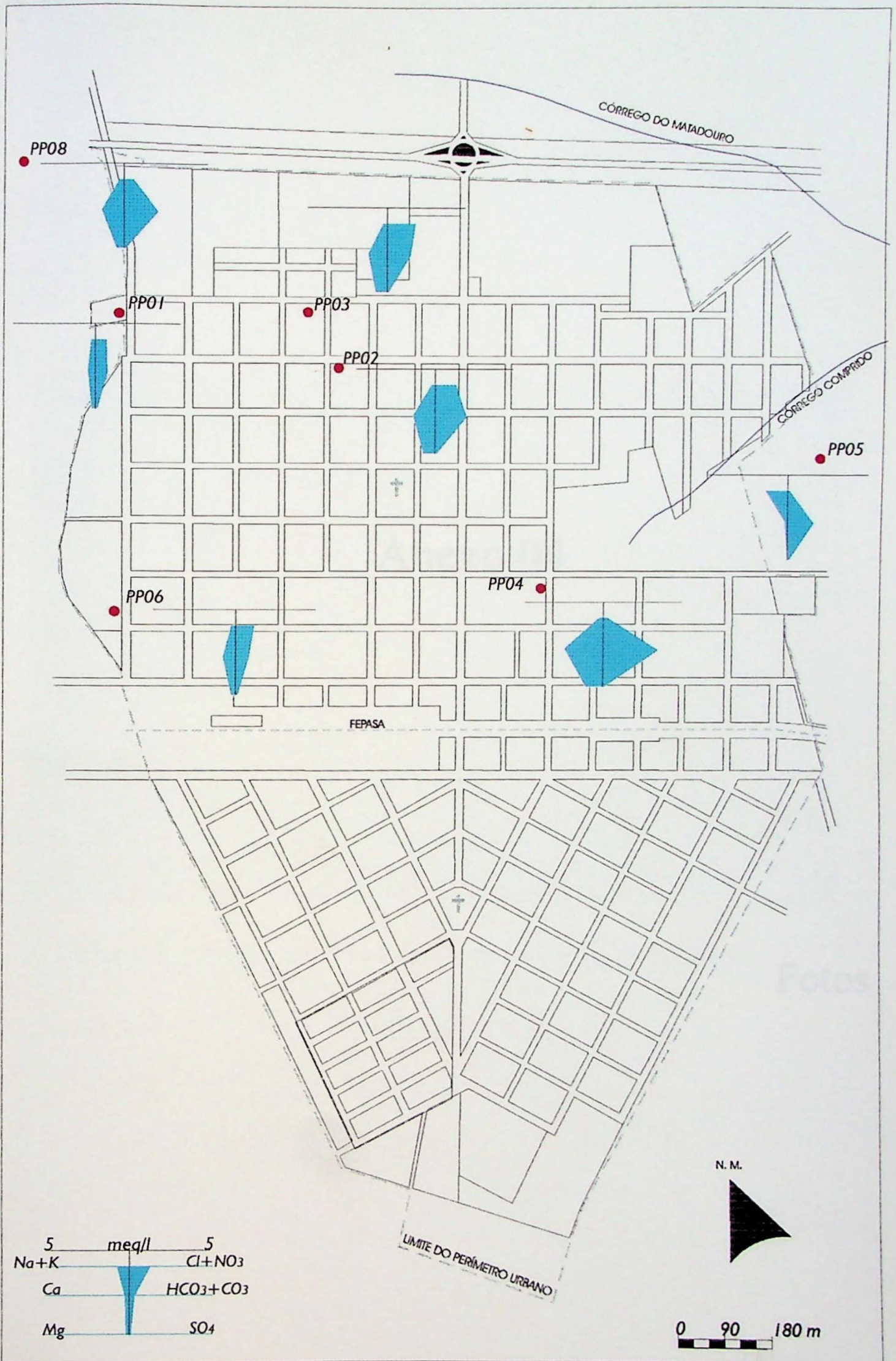


Figura 29 - Diagrama de Stiff para cada poço tubular profundo da SABESP, coleta de Junho/99

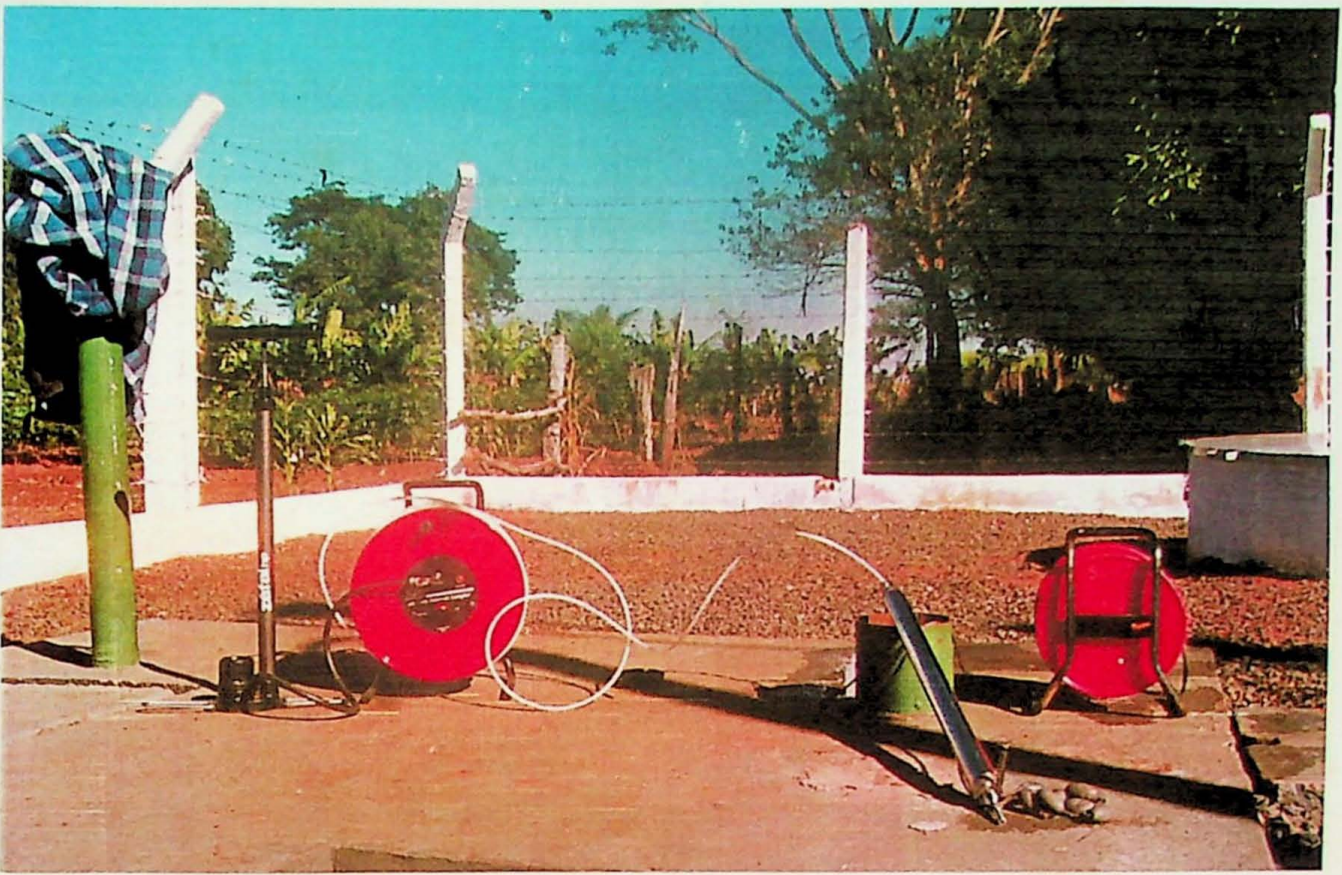
## Anexo 04

Fotos



**Foto 01: Coleta de água diretamente da boca do poço.**

Foto 2b: Carraça utilizada para coleta  
de água.



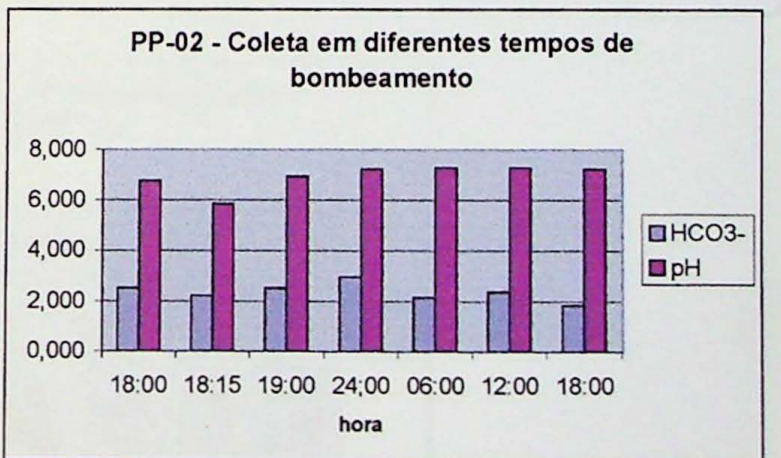
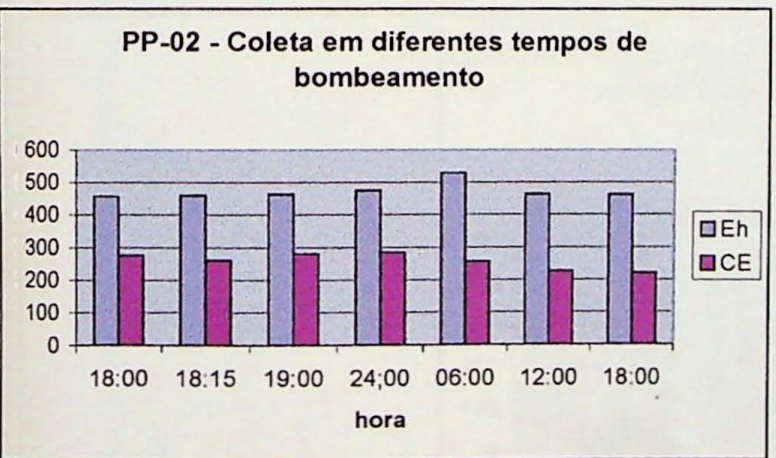
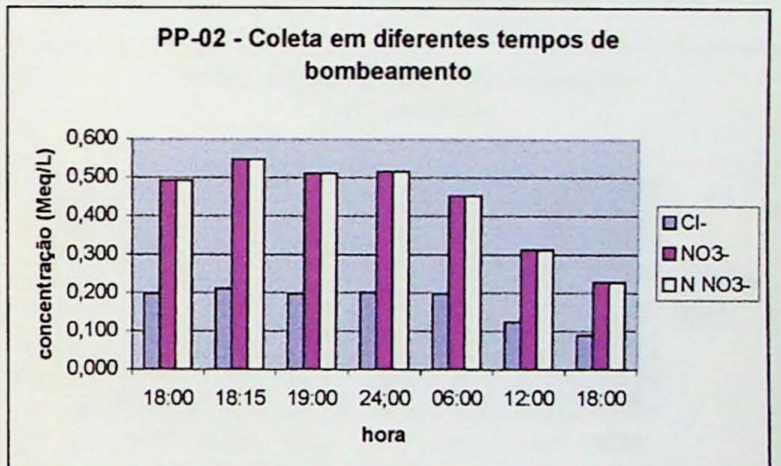
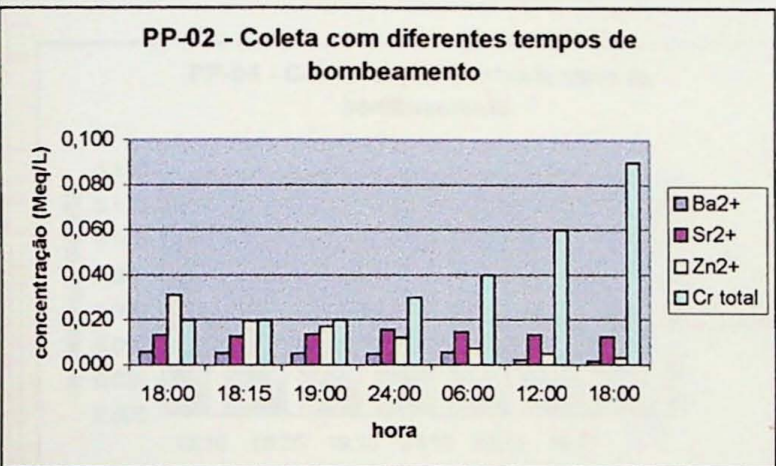
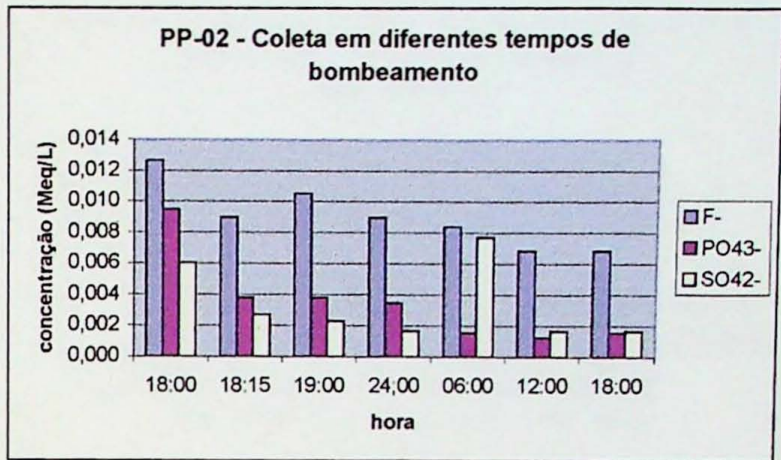
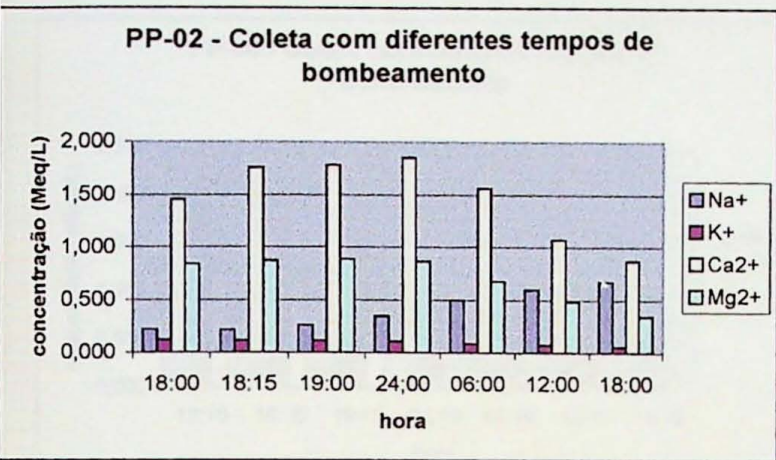
**Foto 02a: Garrafa amostradora para coletas estratificadas.**



**Foto 2b: Garrafa amostradora para coletas estratificadas.**

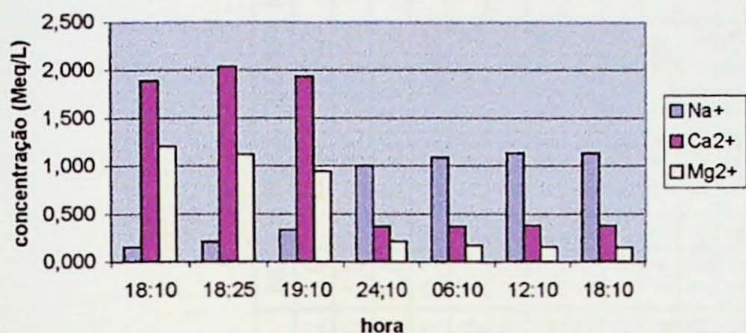
## Anexo 05

Planilhas

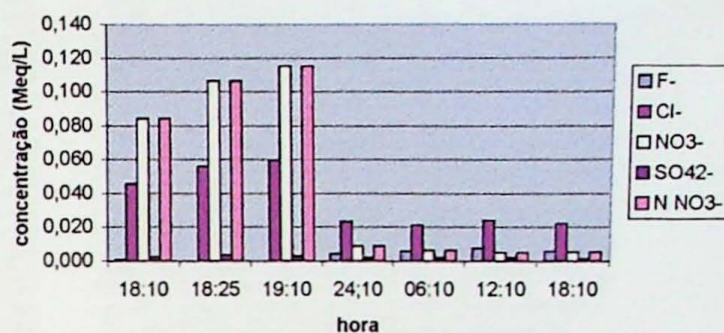


Planilha 01 - Evolução química em relação ao tempo de bombeamento

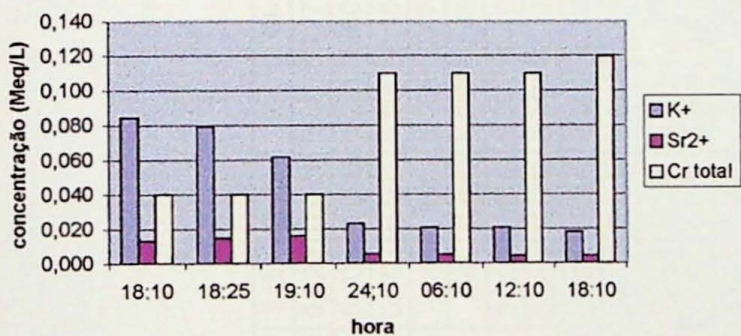
PP-04 - Coleta em diferentes tempos de bombeamento



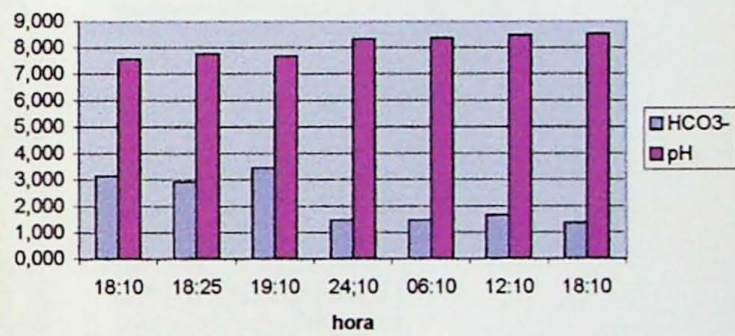
PP-04 - Coleta em diferentes tempos de bombeamento



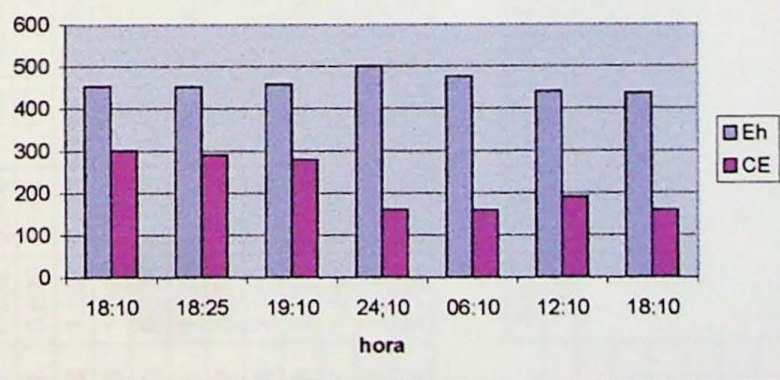
PP-04 - Coleta em diferentes tempos de bombeamento



PP-04 - Coleta em diferentes tempos de bombeamento



PP-04 - Coleta em diferentes tempos de bombeamento



Planilha 02 - Evolução química em relação ao tempo de bombeamento





# Planilha 05 - Correlação de Pearson

Poços Cacimbas

Coleta: Mar/99

Concentrações em Meq/L

Poço	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn2+	Al3+	Ba2+	Sr2+	F-	Cl-	NO2-	Br-	NO3-	PO43-	SO42-	N NO3-	HCO3-	pH	Eh	CE
PC-02	0,239	0,164	0,966	0,638	0,000	0,016	0,005	0,004	0,003	0,315	0,001	0,000	1,119	0,001	0,010	1,118	0,6	6,22	503	237
PC-04	0,848	0,164	1,557	0,667	0,000	0,010	0,005	0,009	0,004	0,583	0,001	0,000	1,607	0,001	0,012	1,606	0,85	6,32	490	358
PC-06	0,217	0,202	1,250	0,366	0,000	0,007	0,003	0,004	0,002	0,249	0,000	0,000	0,900	0,001	0,010	0,899	0,85	6,19	504	227
PC-07	0,217	0,202	1,250	0,366	0,000	0,007	0,003	0,004	0,002	0,249	0,000	0,000	0,900	0,001	0,010	0,899	0,2	5,56	530	124
PC-08	0,870	0,256	0,576	0,654	0,003	0,010	0,004	0,002	0,003	0,409	0,002	0,000	1,050	0,002	0,051	1,049	0,6	5,71	491	254
PC-09	1,261	0,061	1,732	0,667	0,002	0,014	0,007	0,006	0,004	1,075	0,001	0,000	1,539	0,001	0,013	1,538	0,4	5,84	500	386
PC-10	0,617	0,107	0,262	0,132	0,001	0,010	0,001	0,002	0,003	0,176	0,001	0,000	0,602	0,002	0,005	0,602	0,35	5,79	497	125
PC-11	1,022	0,194	1,856	1,276	0,002	0,010	0,013	0,009	0,009	1,241	0,001	0,000	2,632	0,001	0,009	2,630	0,3	5,4	523	512
PC-12	0,135	0,090	0,823	0,634	0,000	0,014	0,004	0,005	0,003	0,407	0,000	0,000	1,093	0,001	0,035	1,093	0,2	5,12	535	202
PC-16	1,435	0,197	0,429	0,539	0,007	0,009	0,004	0,002	0,006	0,746	0,000	0,000	1,271	0,001	0,014	1,270	0,15	5,1	5,3	303
PC-17	1,391	0,207	1,115	0,840	0,003	0,006	0,004	0,004	0,006	0,825	0,001	0,000	1,528	0,001	0,020	1,527	0,6	5,84	515	355

Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Mn2+	Al3+	Ba2+	Sr2+	F-	Cl-	NO2-	Br-	NO3-	PO43-	SO42-	N NO3-	HCO3-	pH	Eh	CE	
1,00	0,10	0,10	0,42	0,75	-0,20	0,34	0,07	0,69	0,75	0,31	-0,27	0,50	-0,48	0,01	0,50	-0,09	-0,18	-0,48	0,67	
	1,00	-0,10	0,19	0,35	-0,65	0,03	-0,19	0,07	-0,09	0,11	-0,22	0,08	0,14	0,25	0,08	0,27	0,05	-0,17	0,06	
		1,00	0,60	-0,34	0,03	0,67	0,89	0,30	0,60	0,15	-0,68	0,71	-0,48	-0,32	0,71	0,24	0,29	0,42	0,66	
			1,00	0,20	0,12	0,90	0,67	0,77	0,81	0,50	-0,52	0,93	-0,45	0,14	0,93	-0,01	-0,17	0,11	0,88	
				1,00	-0,22	0,10	-0,35	0,52	0,42	0,04	-0,19	0,20	-0,48	0,20	0,20	-0,35	-0,53	-0,86	0,32	
					1,00	0,23	0,16	-0,06	0,08	0,37	0,14	0,05	-0,16	0,14	0,05	-0,16	-0,02	0,12	0,06	
						1,00	0,74	0,77	0,82	0,49	-0,42	0,94	-0,47	-0,09	0,94	-0,10	-0,15	0,13	0,86	
							1,00	0,44	0,59	0,13	-0,44	0,79	-0,35	-0,27	0,79	0,18	0,17	0,39	0,70	
								1,00	0,86	0,22	-0,31	0,85	-0,49	-0,17	0,85	-0,31	-0,42	-0,30	0,82	
									1,00	0,35	-0,55	0,89	-0,71	-0,10	0,89	-0,18	-0,26	-0,15	0,93	
										1,00	0,07	0,36	0,11	0,43	0,36	0,23	0,22	0,34	0,43	
											1,00	-0,53	0,78	0,22	-0,53	-0,09	-0,05	0,13	-0,56	
												1,00	-0,54	-0,14	1,00	-0,04	-0,13	0,03	0,94	
													1,00	0,21	-0,54	0,28	0,30	0,49	-0,60	
														1,00	-0,14	0,01	-0,28	0,07	-0,08	
															1,00	-0,04	-0,13	0,03	0,94	
																1,00	0,88	0,35	0,13	
																	1,00	0,44	-0,01	
																		1,00	-0,07	
																			1,00	1,00













## Planilha 12 - Correlação de Pearson

Poços Tubulares SABESP

Coleta: Nov/98

Concentrações em Meq/L

Poço	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Al3+	Ba2+	Sr2+	Zn2+	F-	Cl-	NO3-	PO43-	SO42-	N NO3-	HCO3-	pH	Eh	CE
PP-01	0,135	0,409	0,394	0,292	0,007	0,002	0,001	0,069	0,013	0,204	0,217	0,001	0,003	0,217	0,774	7,04	539	114,2
PP-02	0,957	0,046	0,454	0,218	0,006	0,001	0,004	0,002	0,013	0,069	0,112	0,001	0,004	0,112	1,849	8,07	502	159,9
PP-03	0,204	0,100	2,006	0,782	0,021	0,004	0,012	0,002	0,008	0,107	0,431	0,001	0,006	0,430	2,949	7,77	491	288
PP-06	0,761	0,087	0,521	0,053	0,039	n.d	0,001	n.d	0,018	0,191	0,006	0,001	0,020	0,006	1,400	6,38	451	136,2

	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Al3+	Ba2+	Sr2+	Zn2+	F-	Cl-	NO3-	PO43-	SO42-	N NO3-	HCO3-	pH	Eh	CE	
Na+	1,00	-0,71	-0,47	-0,64	0,16	-0,72	-0,33	-0,56	0,56	-0,41	-0,75	0,80	0,39	-0,74	-0,04	0,07	-0,53	-0,30	
K+		1,00	-0,29	-0,02	-0,40	-0,04	-0,38	0,99	-0,01	0,68	0,16	-0,54	-0,37	0,16	-0,65	-0,30	0,75	-0,45	
Ca2+			1,00	0,92	0,19	0,93	0,95	-0,53	-0,80	-0,37	0,85	-0,46	-0,15	0,85	0,89	0,37	-0,15	0,98	
Mg2+				1,00	-0,17	0,97	0,93	-0,39	-0,96	-0,38	0,98	-0,76	-0,50	0,98	0,77	0,55	0,23	0,90	
Al3+					1,00	0,96	-0,04	-0,44	0,43	0,37	-0,29	0,65	0,94	-0,29	0,15	-0,69	-0,90	0,11	
Ba2+						1,00	0,81	-0,17	-0,94	0,10	1,00	-0,77	0,78	1,00	0,65	-0,11	-0,38	0,82	
Sr2+							1,00	-0,72	-0,89	-0,61	0,85	-0,51	-0,35	0,85	0,95	0,63	-0,04	0,99	
F-								1,00	0,50	0,96	-0,19	-0,50	-0,76	-0,19	-0,86	-0,96	0,98	-0,70	
Cl-									1,00	0,52	-0,96	0,84	0,71	-0,96	-0,71	-0,73	-0,42	-0,82	
NO3-										1,00	-0,28	0,12	0,42	-0,28	-0,71	-0,90	0,03	-0,56	
PO43-											1,00	-0,87	-0,60	1,00	0,64	0,52	0,40	0,80	
SO42-												1,00	0,85	-0,86	-0,22	-0,51	-0,80	-0,41	
N NO3													1,00	-0,60	-0,12	-0,77	-0,88	-0,20	
HCO3-														1,00	0,64	0,52	0,39	0,80	
pH															1,00	0,58	-0,32	0,97	
Eh																1,00	0,39	0,52	
CE																	1,00	-0,18	1,00



### Planilha 14 - Correlação de Pearson

Poços Tubulares SABESP

Coleta: Jun/99

Concentrações em Meq/L

Poço	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Ba2+	Sr2+	Zn2+	F-	Cl-	NO3-	PO43-	SO42-	N NO3-	HCO3-	pH	Eh	CE
PP-01	0,122	0,097	0,479	0,255	0,002	0,001	0,012	0,007	0,069	0,295	0,032	0,012	0,295	0,650	6,43	540	100,9
PP-02	0,191	0,123	1,477	0,807	0,001	0,012	0,025	0,008	0,268	0,613	0,047	0,019	0,613	1,949	6,68	508	275
PP-03	0,191	0,118	1,138	0,708	0,004	0,007	0,002	0,014	0,271	0,830	0,032	0,013	0,830	1,450	6,66	508	272
PP-04	0,109	0,095	2,330	1,169	0,002	0,013	0,001	0,000	0,073	0,116	0,012	0,002	0,116	3,449	7,65	491	309
PP-05	1,457	0,008	0,170	0,016	0,000	0,002	n.d	0,008	0,049	0,000	0,006	0,002	0,000	1,150	9,1	442	163
PP-06	0,135	0,107	0,773	0,296	0,002	0,003	n.d	0,001	0,130	0,576	0,002	0,002	0,575	0,750	6,17	482	156
PP-08	0,083	0,092	1,203	0,683	0,003	0,005	n.d	0,005	0,036	0,269	0,003	0,003	0,269	2,099	6,65	460	207

Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Ba2+	Sr2+	Zn2+	F-	Cl-	NO3-	PO43-	SO42-	N NO3-	HCO3-	pH	Eh	CE	
1,00	-0,93	-0,57	-0,61	-0,59	-0,34	0,40	0,20	-0,27	-0,51	-0,27	-0,29	-0,51	-0,24	0,88	-0,62	-0,26	
	1,00	0,52	0,58	0,51	0,42	0,50	0,04	0,61	0,76	0,50	0,55	0,76	0,14	-0,89	0,68	0,36	
		1,00	0,98	0,33	0,92	-0,28	-0,33	0,21	0,09	0,13	0,06	0,09	0,91	-0,16	0,16	0,86	
			1,00	0,43	0,91	-0,29	-0,17	0,30	0,19	0,24	0,18	0,19	0,88	-0,22	0,22	0,88	
				1,00	0,07	-0,82	0,25	0,19	0,46	-0,04	-0,01	0,46	0,19	-0,48	0,21	0,30	
					1,00	0,00	-0,15	0,42	0,13	0,34	0,27	0,13	0,85	0,01	0,15	0,92	
						1,00	0,12	0,34	0,19	0,84	0,79	0,19	-0,31	-0,50	0,33	-0,21	
							1,00	0,59	0,50	0,59	0,63	0,50	-0,34	0,01	0,21	0,08	
								1,00	0,87	0,73	0,79	0,87	-0,05	-0,38	0,44	0,49	
									1,00	0,52	0,63	1,00	-0,26	-0,71	0,48	0,25	
										1,00	0,98	0,52	-0,05	-0,31	0,75	0,25	
											1,00	0,63	-0,15	-0,40	0,71	0,21	
												1,00	-0,26	-0,71	0,48	0,25	
													1,00	0,21	-0,15	0,82	
														1,00	-0,62	0,07	
															1,00	-0,02	
																1,00	0,00

