

## REDE PIEZOMÉTRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO Uma Proposta Metodológica Para Sua Implantação

por José Eduardo Campos <sup>(1)</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de implantação de uma Rede Piezométrica no Estado de São Paulo, pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica-DAEE. Descreve os projetos desenvolvidos anteriormente, o estado atual da rede do DAEE, bem como as etapas necessárias à sua reativação. Tem como maior finalidade o fornecimento de bases técnicas para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, através da coleta, armazenamento e processamento dos níveis de águas dos poços distribuídos em todo o Estado.

<sup>(1)</sup> Geólogo do Departamento de Águas e Energia Elétrica-DAEE  
Rua Riachuelo, 115, CEP 01007-000, São Paulo, Capital.

### FINALIDADE

Este trabalho tem por finalidade apresentar uma proposta para a efetiva implantação de uma Rede Piezométrica, que venha a dar suporte técnico ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos em processo de desenvolvimento no estado de São Paulo.

### INTRODUÇÃO

Como registro histórico permitimo-nos descrever, brevemente, o relato da mesa redonda "Importância do Postos Piezométricos", no seminário "Redes Hidrométricas no Estado de São Paulo", promovido pela Associação Brasileira de Recursos Hídricos-ABRH, no Instituto de Engenharia, São Paulo, em 10/12/1990, onde foram apresentadas as experiências do DAEE, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo-EESC/USP e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo-IPT, na implantação e operação de redes piezométricas.

O IPT, a partir de 1981, implantou redes em partes da bacia hidrográfica do rio Paraná no estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul, bacia do rio Tietê, rio Paranapanema, com o objetivo específico de monitorar e avaliar os efeitos induzidos pelo enchimento de reservatórios artificiais sobre o sistema aquífero adjacente.

A EESC-USP, manteve durante o período de 1972 a 1987 o monitoramento de uma rede piezométrica local em área de afloramento de cobertura aluvionar sobreposta ao aquífero Botucatu, com o objetivo de analisar a interação rio-aquífero. Os dados coletados estão armazenados em bancos de dados e disponíveis para consulta.

O DAEE, em decorrência dos Estudos de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, implantou uma rede abrangendo as Regiões Administrativas 6 - Ribeirão Preto; 7,8,9 - Bauru, São José do Rio Preto e Araçatuba; 10, 11 - Presidente Prudente e Marília; 3 - São José dos Campos e 2 - Santos (as duas últimas sem informações sobre medições sistemáticas dos níveis de águas dos poços selecionados). A distribuição dos 342 poços utilizados é apresentada na figura 1. Sua operação ocorreu entre 1974 e 1979, e parte dos dados estão disponíveis nas fichas originais de coleta de campo.

Não foi registrado no relato da mesa redonda, mas é necessário citar, até como importante contribuição aos objetivos aqui propostos, uma rede implantada pelo DAEE em convênio com o Instituto de Geociências - USP, na bacia do Alto Rio Turvo (SP). Os 120 poços lá selecionados tiveram medições no período de 12/80 a 4/81. Outras informações incluindo taxas de infiltração do aquífero Bauru e parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos foram obtidos neste estudo.

SITUAÇÃO ATUAL - Atendo-se apenas às redes implantadas pelo DAEE, pode-se dizer que não há informações sobre a operação das mesmas, bem como as condições de utilização dos poços. Pretende-se, pois, através de uma revisão dos trabalhos existentes, em parte aqui já apresentados, reativar o que denominaremos a "REDE PIEZOMÉTRICA ESTADUAL".

As fases da implantação, sua operacionalização e o armazenamento, tratamento e utilização das informações coletadas são os objetivos específicos do trabalho

## OBJETIVOS

De acordo com a " Proposta de Programa Piloto de Piezometria " ( DAEE, 1990 ), os objetivos do estabelecimento de uma rede piezométrica são, resumidamente, os seguintes:

- a - determinar a interação da pluviometria com as variações do nível da água dos aquíferos.
- b - definir a interação entre o escoamento superficial e o subterrâneo.
- c - avaliar a situação do armazenamento subterrâneo.
- d - estabelecer a resposta dos aquíferos às extrações.
- e - determinar as características hidráulicas dos aquíferos ( coeficientes de transmissividade e armazenamento ).
- f - determinar o grau de confinamento do aquífero.
- g - determinar a extensão territorial dos aquíferos.

Estes objetivos específicos vêm, em boa parte, ao encontro das necessidades de investigação da extração das águas subterrâneas, como também aos problemas relacionados à disposição de resíduos líquidos e sólidos. Em certas localidades do estado de São Paulo, a perfuração indiscriminada de poços ( estima-se a existência de 40.000 poços em todo o estado ) vem provocando rebaixamentos excessivos dos lençóis subterrâneos, como por exemplo em Ribeirão Preto (Montenegro, Righetti e Sinelli, 1988); e em outras suspeita-se que isto esteja acontecendo.

No tocante aos aspectos da qualidade a principal conclusão extraída do relatório do projeto " Mapa de Vulnerabilidade e risco à Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo " ( IG, 1993, no prelo ), é que as áreas de maior preocupação ambiental concentraram-se próximo às cidades de Ribeirão Preto/Franca e arredores; Bauru; no vale do Paraíba, junto a São José dos Campos, Taubaté e Pindamonhangaba; Campinas e arredores; além da zona de recarga do aquífero Botucatu.

Os resultados obtidos com o estabelecimento de uma rede piezométrica, em conjunto com informações hidrometeorológicas, geológicas, qualidade das águas superficiais e subterrâneas, e outras, contribuirão para a definição dos tópicos abaixo descritos, necessários à política de gestão :

- 1 - melhor caracterização dos impactos à que se submetem os recursos hídricos.
- 2 - elaboração do relatório anual sobre a " Situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo conforme o que determina o artigo 19 da lei 7663 de 30/12/91 (SP)
- 3 - estabelecimento de Áreas de Proteção, Restrição e Controle das águas subterrâneas, previstas no decreto 32955 de 7/2/1991 (SP)

Complementarmente, pode-se prever a edição de periódicos, tendo como público alvo especialistas e usuários dos recursos hídricos, como, por exemplo, os boletins do U.S. Geological Survey - Water Resources Division, que citam dados de relatórios ou atividades de pesquisa. A figura 2 mostra

hidrógrafas de poços representativos no aquífero Bauru (SP), extraído do relatório do projeto do Alto Rio Turvo, que poderiam ilustrar boletins deste tipo.

## METODOLOGIA

A metodologia para a (re)implantação da Rede Piezométrica Estadual em São Paulo, aqui apresentada, é simples, e não difere muito das verificadas nas referências bibliográficas consultadas. Principalmente em relação aos poços de observação, cuja densidade da rede depende, basicamente : das características geológicas e hidrodinâmicas da unidade aquífera, da morfologia do terreno e das condições climáticas. Depende também, logicamente, dos objetivos de uma política voltada para o desenvolvimento e gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos.

A escolha dos locais para a instalação de poços de observação, antes passa pela investigação dos já existentes, selecionando-os com base em critérios definidos conforme os objetivos assumidos. Em nosso caso esta etapa já está, em parte, contemplada, tendo em vista a existência dos 342 poços assinalados na figura 1 e dos poços do projeto do Alto Rio Turvo, já mencionado.

Partindo deste ponto, são elencadas, a seguir, as atividades necessárias à reimplantação da rede, devendo, oportunamente, serem discutidas e complementadas no âmbito das diretorias do DAEE envolvidas com este trabalho.

- 1 - campanha de escritório e campo para atualização das informações sobre as condições atuais de utilização dos poços, por bacias ( Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - UGRHIs )
- 2 - armazenamento dos dados ( junto ao CTH - Vila dos Remédios)
- 3 - elaboração de relatório-diagnóstico que informe a situação geral da rede, condições dos poços, áreas com deficiência expressiva de dados, etc.
- 4 - campanha em áreas selecionadas para inclusão de novos poços.
- 5 - aquisição de equipamentos : medidores de nível manuais e automáticos ( conforme o caso ), altímetros, etc.
- 6 - campanha de coleta de dados dos poços piezômetros em conjunto com a coleta de dados hidrometeorológicos.
- 7 - armazenamento e processamento dos dados no CTH-Vila dos Remédios.

As atividades acima descritas não esgotam o assunto e, também, podem ser feitas algumas concomitante com outras. A elaboração futura de um cronograma poderá elucidar um pouco mais as atividades descritas.

A estimativa de custos das várias fases vai depender dos entendimentos entre as diretorias de bacias e o CTH-Vila dos Remédios. Entretanto, lembra-se que deve ser aproveitada a programação de viagens das equipes encarregadas das coletas de dados da rede hidrometeorológica do DAEE, onde espera-se haver uma racionalização das atividades e, conseqüentemente, dos custos.

## CONCLUSÕES

É viável a reativação da Rede Piezométrica Estadual, a partir da utilização dos poços existentes nos arquivos do DAEE, cujo número deve ser superior a 400 poços.

As atividades de coleta, armazenamento, e processamento dos dados devem ficar a cargo do Centro Tecnológico de Hidráulica do DAEE, com a colaboração das diretorias de bacias.

As informações armazenadas deverão integrar um banco de dados da Rede Hidrométrica do DAEE, ficando à disposição dos usuários internos e externos.

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos ao geólogo Gerônimo Rocha pelas sugestões apresentadas, e a Sra. Amiris Nerillo Marcon pela colaboração na execução das figuras.

## REFERENCIAS

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 1981. Bacia Representativa do Alto Turvo, Reconhecimento Hidrogeológico. Relatório da 1ª Etapa do Programa I - Convênio com o Instituto de Geociências - USP.

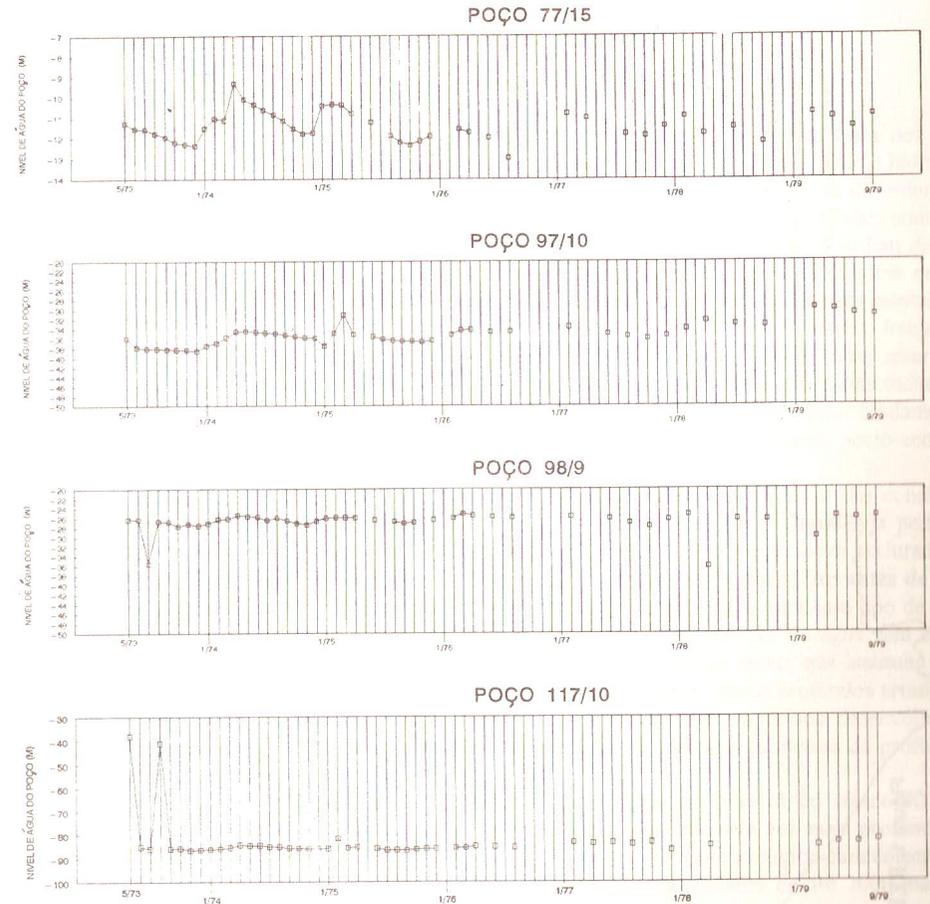
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 1982. Proposta de Programa Piloto de Piezometria. minuta de projeto do geólogo Gerônimo Rocha, relatório interno. DP/PRS.

INSTITUTO GEOLOGICO.(1993, no prelo). Mapa de Vulnerabilidade e Risco à Poluição das Águas Subterrâneas. São Paulo.

MONTENEGRO, A.A.A., RIGHETTO, A.M., SINELLI, O. (1988). Modelação do manancial subterrâneo de Ribeirão Preto. 1. Descrição do domínio. In: 5º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. p.32

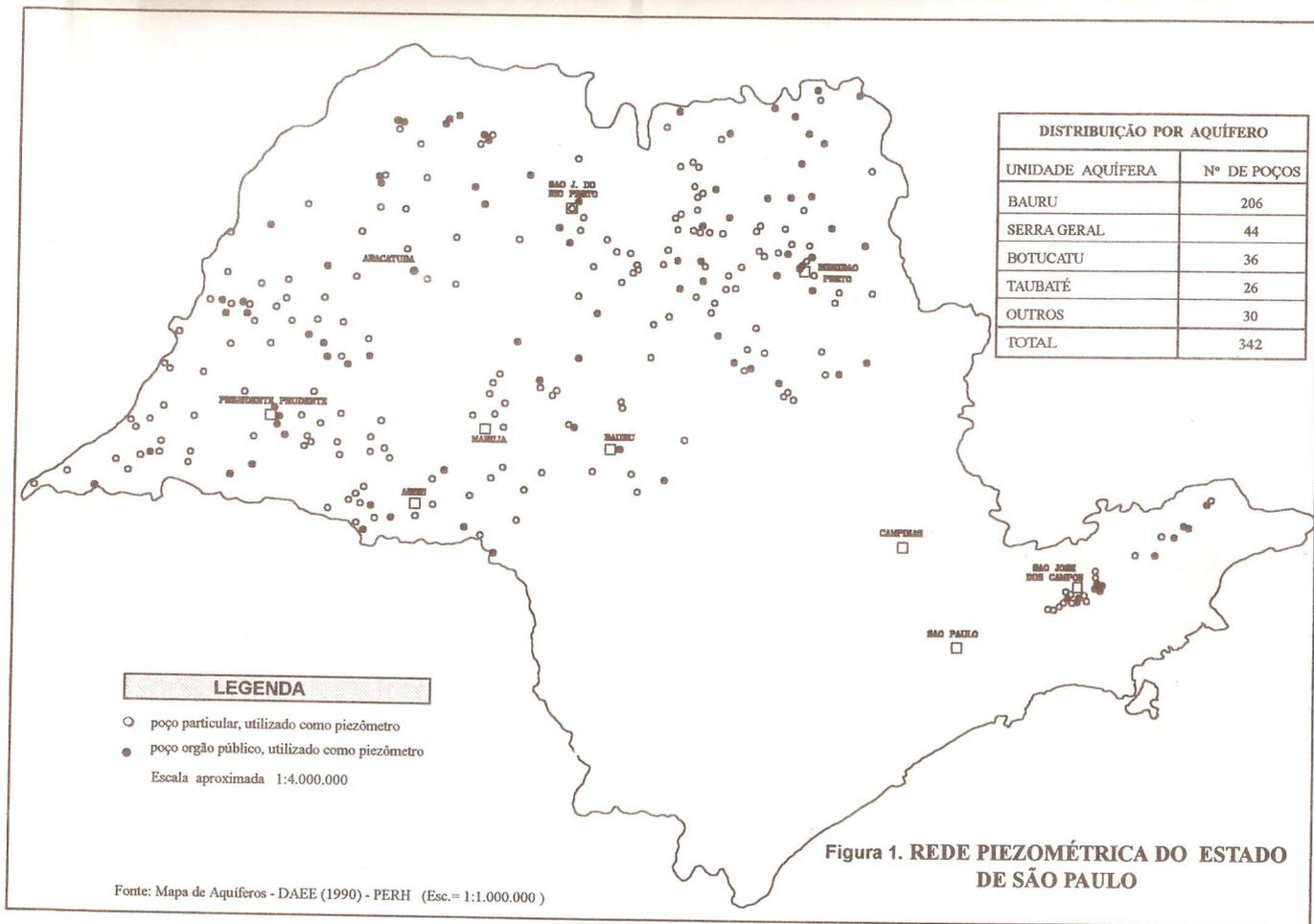
UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, WATER RESOURCES DIVISION, CARIBBEAN DISTRICT, SAN JUAN PUERTO RICO. The Water Resources in Puerto Rico and U.S. Virgin Islands : ... A Review. v.11, n. 1/2, June 1992

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. 1971. Guide to Hydrological Practices. Third edition, pag. 2.81 a 2.87



P E R Í O D O

Figura 2 – HIDRÓGRAFAS DE POÇOS DA BACIA DO ALTO RIO TURVO  
Fonte : arquivo de dados do DAEE.



**Figura 1. REDE PIEZOMÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO**