

# RECURSOS HÍDRICOS EM ISRAEL

## ÁGUA SUBTERRÂNEA EM SÃO PAULO(\*)

Eng. RENATO JOAO BAPTISTA DELLA TOGNA

### INTRODUÇÃO

Queremos deixar consignados, neste momento, os nossos sentimentos de profunda gratidão e de grande emoção; de emoção, porque esta é a primeira vez que nos dirigimos a colegas e amigos no nosso Instituto de Engenharia; de gratidão ao engenheiro Benoit Almeida Victorette, ilustre Superintendente do FESB e Presidente da ABES, e também Diretor da Divisão de Engenharia Sanitária do Instituto, pelo honroso convite que nos fez para falarmos, hoje, de Recursos Hídricos em Israel e Água Subterrânea em São Paulo.

Alguns colegas, ao tomarem conhecimento do título de nossa palestra, perguntaram qual a relação existente entre Israel e São Paulo no tocante à água. Acreditamos que se os nossos ouvintes tiverem um pouco de paciência, explicaremos o relacionamento existente.

Como Superintendente do DAEE, fomos convidados pela Tahal firma de planejamento e projeto de recursos hídricos de Israel para conhecer não só aquele país como também a tecnologia adotada para solução de vários problemas relacionados com a água.

### ISRAEL

Assim, em princípios de novembro próximo passado, fomos para Israel.

Falemos um pouco de Israel: Israel está localizado à beira do Mediterrâneo, na região onde se encontram os continentes da Ásia, Europa e África. A paisagem de Israel é muito variada, com desertos, planícies verdes e férteis, montanhas e vales, rios e lagos.

O ponto mais alto do país é a montanha de Hermon, no norte com 2.100 metros, e o ponto mais baixo não só de Israel como do mundo, é Sodoma, no Mar Morto, a 392 metros abaixo do nível do mar.

O Estado de Israel foi fundado em 1948. Mas, sua história é muito antiga, porque é também a história do povo judeu. Já há quase 4.000 anos existe um elo todo especial entre o povo judeu e Israel.

Este país já teve vários nomes: Canaã, Palestina, Israel. Mas, seja como for chamado, ou por quem governado, sempre tornaram um só povo. Por isso, o chamam de País de Israel.

Em 29 de novembro de 1947, a Assembléia Geral das Nações Unidas, presidida pelo brasileiro Oswaldo Aranha, decidiu o direito dos judeus de constituírem um Estado. Em 15 de maio de 1948 em Tel Aviv, David Ben Gurion proclamou, de acordo com a resolução da ONU, a independência do Estado de Israel.

Naquele tempo, o país que se chamava Palestina, tinha 430 km de norte a sul e cerca de 80 km de este a oeste, com uma superfície de 28.000 km<sup>2</sup> e com 1.500.000 árabes e 650.000 judeus.

Após a independência, a superfície foi reduzida para 21.000 km<sup>2</sup>, conforme a resolução da ONU.

(\*) Palestra apresentada na Associação Brasileira de Engenharia Sanitária — ABES — Seção de São Paulo.

(\*\*) Superintendente do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo — DAEE.

A linha este-oeste, na parte mais estreita, perto de Natania foi reduzida para 18 km (Osasco-Sé).

Hoje, após a guerra dos 6 dias, Israel tem uma superfície de 80 mil km<sup>2</sup> e se for excluída a península do Sinai, uma superfície de 28 mil km<sup>2</sup> que é o estado sonhado pelos judeus.

Com a vitória militar, Israel conquistou de Golan à Síria, a Cisjordânia à Jordânia, e a Faixa de Gaza e o Sinai ao Egito.

Israel tem várias regiões e as principais são:

Galiléia — cidade principal Nazareth (Vale do Jordão, cidade principal Tiberíades); Região de Carmel — cidade principal Haifa; Região de Samaria — cidade principal Nablós; Região de Judeia — cidade principal Jerusalém; Região de Planície costeira — cidade principal Tel Aviv; Região do deserto de Neguev — cidade principal Berchava; Região do Sinai — cidade principal El Harich; Região de extremo sul — cidade principal Eilat.

No extremo sul do Sinai está Sharm-el-Sheik, um promotório dominando a passagem entre o mar vermelho e o golfo de Akaba, onde se acham os portos de Akaba, jordaniano e de Eilat, israelense. Por esse porto, no sul do deserto do Neguev, Israel importa o petróleo que consome e realiza seu comércio com a Ásia e a África. Foi a decisão de Nasser de fechar essa passagem que levou Jerusalém à guerra dos 6 dias.

Os 28 mil km<sup>2</sup> de Israel representam um pouco mais de 10% de São Paulo e 0,3% do Brasil. E é bem menor que a área escolhida neste Estado para estudo de água subterrânea.

Como vemos, Israel que, tinha 18 km de largura passa a ser maior com uma largura em torno de 80 km (São Paulo a Valinhos).

Hoje, Israel tem uma população de 3 milhões de habitantes, sendo 2.600.000 judeus, 30 mil druzos e 300 mil muçulmanos e 70 mil cristãos. Para se ter uma idéia, Nova York tem 3 milhões de judeus e no Brasil habitam 250 mil judeus.

Judeu é aquele que tem a religião judaica; judeu israelense é o que mora e tem cidadania israelense. Judeu sabra é aquele que nasceu em Israel. Judeu de origem européia é o chamado achknázi e o judeu de origem oriental chamado sefaradi.

A língua oficial em Israel é o hebraico de origem semita, escreve ao contrário, da direita

para esquerda, com caracteres hebraicos. O idich é a língua judaica falada pelos judeus europeus, é um jargão alemão. Existe ainda em Israel o idioma ladino que é falado pelos judeus de descendência espanhola; foram expulsos da Espanha em 1492 pela Inquisição: É o espanhol falado no tempo de Cervantes.

Como dados complementares de Israel, podemos dizer que existe um parlamento de 120 representantes, dos quais 7 são árabes.

Israel possui, hoje, uma das agriculturas tecnicamente mais avançada do mundo. E isso foi possível pelo emprego da metodologia, pesquisa, etc., aplicada dentro da melhor técnica na utilização das terras e da água.

Assim, nos Kibutz e Moshavs, os judeus que não tinham tradição de agricultura iniciaram um novo ciclo nessa atividade.

Kibutz é uma colônia coletiva, ou é uma aldeia de comunidade. Ali os bens são comuns. Casas, tratores, gados, etc., pertencem aos membros do Kibutz. Existem 230 Kibutz em Israel, com 85.000 habitantes.

Moshav é um povoado cooperativo baseado em princípios de ajuda mútua. Existem 370 moshaves e cerca de 130.000 habitantes.

Em Israel existe um Kibutz composto em quase sua totalidade por judeus que emigraram do Brasil. Chama-se Bror Hayl e é um dos mais produtivos do país.

Os produtos principais de Israel são: diamantes lapidados (260 milhões de dólares de exportação), laranja (120 milhões de dólares), indústria têxteis, frutas, verduras, fosfato, cobre e potássio. O total da exportação de Israel é de 900.000.000 de dólares. O turismo está também em franco desenvolvimento.

## RECURSOS HÍDRICOS DE ISRAEL

Agora, falaremos, então, de recursos hídricos de Israel.

Quando se fala em água onde o deserto predomina, vem logo a idéia de escassez e de necessidade, entretanto, por mais paradoxal que pareça, não é o que acontece em Israel. É que os recursos hídricos naquele Estado estão sendo aproveitados dentro da mais moderna tecnologia e com um rendimento muito acima do conhecido de outros países.

A água é tão escassa em Israel e sua utilização tão perfeita que nos lembra um episódio ocorrido com a senhora Eleonora Roosevelt, esposa do saudoso presidente dos Estados Unidos, Franklin Delano Roosevelt. A senhora Roosevelt

foi convidada a inaugurar um sistema de captação de água, nas cabeceiras do rio Yarkon, perto de Tel Aviv e após as diversas orações, saudações, flores, ela não se conteve e disse: — Está tudo muito bonito e agradável, mas, onde está o rio?

O potencial dos recursos hídricos de Israel é de 1.500 milhões de m<sup>3</sup>. Em termos de vazão: (cerca de 50 m<sup>3</sup>/s).

Atualmente se explora ao redor de 94% desse total que provém dos seguintes recursos:

1 — Rio Jordão e seus tributários incluindo o mar da Galileia e manancial de Bet-Shean.

2 — Águas subterrâneas na Galileia e sistema do rio Kishon.

3 — Águas subterrâneas da planície costeira, que inclui o aquífero de arenito e o aquífero de calcáreo.

4 — Rio Yarkon e seus mananciais.

5 — Águas torrenciais, provenientes de chuvas, que são conduzidas e injetadas nos aquíferos costeiros.

6 — Água recuperada das águas servidas da região da «Grande Tel Aviv».

7 — Recursos locais subterrâneos no deserto de Negev.

8 — Desalinização de água salgada e de água do mar.

Da quantidade total explorada, 54% provém de água subterrânea, 33% de rios, 8% de água recuperada e 5% de águas torrenciais captadas.

## DISTRIBUIÇÃO DE CHUVAS EM ISRAEL

A distribuição de chuvas em Israel é bem diferente da conhecida no Brasil. Se começarmos pelo norte, teremos chuvas de até 750 mm por ano, na região da Galileia, baixando gradualmente para 200 mm em Ber-Sheva e 30 mm por ano em Eilat.

Em termos comparativos podemos dizer: o máximo de Israel é a metade da média de nosso Estado; 30 mm foi a chuva em São Paulo no dia 20 próximo passado.

Como vemos, se dependesse só de chuva Israel continuaria um deserto.

Devido a quantidade limitada de água, toda a utilização está controlada pelo Governo.

No início do Estado de Israel existiam vários sistemas isolados de aproveitamento de água e, pouco depois, passou-se a desenvolver sistemas

regionais como o projeto Yarkon-Negev e o sistema do rio Kishon.

Paralelamente, prosseguiu-se a exploração de água subterrânea até que se chegou ao limite de exploração dessa fonte de água.

Os efeitos negativos dessa super-exploração das águas subterrâneas se fizeram sentir, especialmente, nos aquíferos costeiros onde o rebaixamento do nível do lençol freático causou o avanço da água do mar, salinizando os recursos locais.

Essa situação foi aliviada em 1964 com a construção e utilização do «Condutor Nacional» após um detalhado estudo, planejamento e projeto de interligação com a quase totalidade dos sistemas existentes.

Formou-se, então, o Sistema Nacional de Abastecimento de Água.

## CONDUTOR NACIONAL DE AGUAS

Falemos alguma coisa sobre o Condutor Nacional: o projeto é da Tahal e a construção da Mekoroth, e leva a água do rio Jordão até o deserto de Negev. Campõe-se de uma estação de captação inicial no mar da Galileia ou lago Tiberiades, seu principal manancial, formado, principalmente, com águas do rio Jordão.

O lago Tiberiades tem uma superfície de 165 km<sup>2</sup> e 4 bilhões de m<sup>3</sup> de água. (a água dos reservatórios de Paraitinga e Paraibuna).

O rio Jordão tem uma vazão de 18 m<sup>3</sup>/s. A estação elevatória capta 11 m<sup>3</sup>/s. A estação elevatória capta 11 m<sup>3</sup>/s, na cota menos 210 m (isto é abaixo 210 m do nível do mar Mediterrâneo) e eleva até a cota 120, por meio de 3 bombas, tipo Escher Wyss de 22.000 H.P. cada, de eixo vertical. A alimentação é feita através de mais 3 bombas horizontais de 2.500 H.P. cada.

A água é recalçada através de tubulação de ferro com revestimento de concreto, com diâmetro de 2,20 a 2,80 m. Após passar pelo Sifão Amud (depressão de 150 m) vai pelo canal de Jordão, por 16 km, com uma seção de 12,0 metros de largura máxima, 2,50 m na base e profundidade de 3,15 m, até o reservatório de Tsalmon passando pelo Sifão Tsalmon (profundidade de 50,0 m).

Convém frisar que este canal é totalmente revestido em concreto e protegido nas encostas.

Por bombeamento e pelo túnel de Eilabum a água vai até o reservatório de Bet-Netofa, onde entra em tubulação fechada de 108 polegadas. Eilabum é o ponto mais alto do condutor com 370 m de altura.

Após, até o rio Yarkon segue o condutor Nacional por tubulação de 108 polegadas e na altura de Rosh Ha ayn, perto de Tel Aviv, o condutor se bifurca passando para tubulação de 66 polegadas até o Negev e junta-se novamente perto do Kibutz brasileiro de Bror Hayl.

O fato limitante do uso completo da água do condutor Nacional é a salinidade.

O conteúdo de cloretos no lago Tiberiades é de 280 a 380 miligramas de cloreto por litro de água, e para uso de irrigação que é a principal utilização da água em Israel (80%) se precisa uma menor quantidade de sal na água. Assim, para laranja, menos de 280 mg/litro, abacate, menos de 100 mg/litro.

Comparando com São Paulo, a água aqui raramente tem acima de 10 mg/litro.

Surge, então, o problema da redução da salinidade no condutor que é parcialmente solucionado por diversas captações de água salgada, já ao longo do próprio lago abastecedor.

Após, existe mescla de alimentação do condutor por águas subterrâneas de boa qualidade ao longo do seu percurso.

A operação dessa correção de salinidade está relacionada com um engenhoso dispositivo muito bem planejado pela Tahal.

Assim, no período chuvoso, as bombas de alimentação que são reversíveis, injetam o excesso de água nos aquíferos que servem como reservatórios subterrâneos operacionais reguladores do sistema. O problema de recarga do lençol freático não é tão fácil como pode parecer à primeira vista, eis que surgem dificuldades com o caminho de percolação da água.

Assim, às vezes esse caminho de percolação da água no subsolo é obstruído por lama ou silte, e o poço funcionando como recarga do lençol freático e bombeamento pode reduzir essas obstruções. A quantidade total de recarga chega a 100.000.000 m<sup>3</sup> de água por ano.

## AQUÍFEROS

Em Israel os principais aquíferos são:

1) — aquífero calcáreo na região da Galileia, montes da Judeia (Jerusalém) e parte leste da faixa costeira. É responsável por cerca de 100 a 1.500 m<sup>3</sup>/hora de vazão, com profundidade variando de 100 a 900 m.

Ultimamente se desenvolve uma campanha de desenvolvimento e desobstrução dos poços no calcáreo por meio de ácido clorídrico que chega

a aumentar a vazão do poço de até 3 vezes a vazão inicial.

2) — aquífero costeiro numa faixa de 18 km ao longo da costa do mar Mediterrâneo, composto de arenitos calcáreos, cuja vazão varia entre 50 a 500 m<sup>3</sup>/hora.

A profundidade é pequena, até 150 m. Neste aquífero se faz as baterias de poço rasos e se retira a última gota de água.

Procura-se enganar o mar, pois estes poços retiram a água doce do subsolo, junto ao mar, sem afetar o equilíbrio existente na manutenção do nível freático, previsto para prevenir a infiltração de água do mar.

Os outros aquíferos como o de basalto, etc., são locais e não tem a importância dos dois mencionados.

Israel também está desenvolvendo um programa de chuvas artificiais que chega a incrementar em 15% a quantidade de chuvas.

## REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS SERVIDAS

Quanto a recuperação de águas servidas, o principal projeto é o da região do Dan.

A finalidade é a coleta e tratamento, seguidos de recuperação das águas servidas da região Dan, composta de 7 cidades na parte central de Israel, ao redor de Tel Aviv.

A obra vem sendo executada em fases correspondentes à ligação dos despejos das cidades à região de tratamento e recuperação.

Atualmente, duas das sete cidades já estão conectadas ao sistema e em julho deste ano, com o início da operação de uma estação de bombeamento em Tel Aviv, a capacidade do sistema será triplicada. Em 1975, o terceiro estágio da obra entrará em funcionamento completando o projeto.

As linhas gerais do processo podem ser assim traçadas: depois do tratamento biológico o efluente passa por tratamento químico com calcio, evaporação da amônia e infiltração/percolação no lençol subterrâneo por um período superior a 1.000 dias. A água tratada é então recuperada por poços e injetada novamente na rede de distribuição nacional.

As lagoas de grande escala constituem o tratamento biológico escolhido para os dois primeiros estágios do projeto Dan. O sistema visitado apresentava as seguintes características: n.º de lagoas: 6; área total: 400.000 m<sup>2</sup>; equili-

brío biológico: facultativo-aeróbico; profundidade média: 2,5 m; descarga média efluente: 25.000 m<sup>3</sup>/dia; cidades conectadas: Holon e Bat Yam; taxa de recirculação: 1,5:1; redução do BOD: 88%; perspectivas: o sucesso do processo de lagoas de oxidação garantiu o seu uso para o segundo estágio da obra. Para aumentos de vazão afluente, avançados estudos já estão sendo feitos para a determinação do tratamento mecânico que deverá preceder a recuperação final das águas servidas, num total projetado de 130 MCM por ano.

Também se executa a desalinização de água salgada do subsolo, através de eletro-diálise e osmose reversível.

O processo de eletro-diálise utiliza eletrodos e por meio de descarga elétrica se separa os sais da água. Consegue-se 5.000 m<sup>3</sup>/dia de água.

Na osmose reversível utiliza-se membranas para a separação de sais. Obtem-se cerca de 2.200 m<sup>3</sup>/dia de água.

Esses processos são utilizados em alguns Kibutz do Negev. A quantidade de sal retirada da água por esses processos chega a 5.000 miligramas por litro do total de sal, pois a água acima referida é a água do subsolo, porém, salinizada.

A água do mar tem 23.000 miligramas por litro de sal e Eilat é abastecida por água do mar, desalinizada por diversos processos.

No momento, em Israel, explora-se os 6% restantes de recursos hídricos para postergar o mais possível o processo de desalinização porque este processo é muito oneroso.

Prossegue-se também as campanhas junto ao público para economizar água, introdução de novos métodos de irrigação como as gotas diretamente na raiz das plantas, novos estudos, etc.

Para que exista de fato o controle do uso da água, existe em Israel o Conselho de água, composto por elementos do Governo, Tahal, Mekoroth usuários, e deste Conselho, através do Comissário de Águas emanam as normas, diretrizes e vigilância da exploração dos recursos hídricos.

Para efeitos legais em relação ao uso da água existe ainda um Tribunal de Água que analisa e decide as pendências porventura existentes entre os usuários e a autoridade.

Em Israel todos os estudos, planejamentos e projetos, relativos a recursos hídricos, são executados pela Tahal.

Tahal quer dizer Planejamento de Água para Israel. A execução de todas as obras bem como a operação e manutenção do sistema compete à Mekoroth. Mekoroth quer dizer Fontes.

Em Tel Aviv funciona também um «despacho de água» que controla os sistemas de captação, adução e distribuição de água em todo país.

Como podemos verificar, no curto espaço de tempo da existência do Estado de Israel, os estudiosos e técnicos conseguiram um verdadeiro milagre na obtenção de água para sua sobrevivência e expansão.

Especialmente, no tocante a água subterrânea. Daí a esperança e confiança que depositamos nos técnicos de Israel que ora integram e orientam o projeto de água subterrânea para o Estado de São Paulo, ao lado da equipe do DAEE, especialmente constituída para tal fim.

## ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### 1. Situação atual

De modo geral, os recursos hídricos de superfície são abundantes no Estado de São Paulo. As captações de águas superficiais para abastecimento de populações urbanas, e industriais ou irrigação, são limitadas apenas por condições econômicas resultantes de distâncias e desníveis a serem vencidos e da necessidade de tratamento para corrigir a qualidade das águas.

Assim, embora existentes em quantidade, os recursos hídricos superficiais são, em muitos casos, abandonados em favor de águas subterrâneas mais atrativas por suas condições econômicas de obtenção.

Houve na antiguidade, e temos resquícios disso na nossa moderna civilização, principalmente em populações mais incultas, uma aura de mistério envolvendo as águas subterrâneas, cuja inclusão no ciclo hidrológico só foi compreendida em épocas relativamente recentes.

Restos do caráter milagroso das águas que se retiram do subsolo, encontram-se em métodos ainda em voga para a localização de lençóis aquíferos por meio de eflúvios radiestésicos.

Ao contrário das águas superficiais, os recursos hídricos subterrâneos não são acessíveis a uma medição direta, devendo-se lançar mão de métodos indiretos, de levantamentos geológicos e hidrogeológicos para se avaliar o potencial aquífero subterrâneo de uma região, potencial esse resultante das condições do subsolo e o balanço hídrico geral de precipitações, escoamento superficial, evaporação e infiltração.

Desta maneira, abandonando-se a mágica varinha dos achadores de água, o estudo das águas subterrâneas é feito com a metodologia de planejamento característico de trabalhos de pesquisa e engenharia.

No Estado de São Paulo diversos trabalhos de levantamento de recursos hídricos foram feitos no passado, por organismos oficiais e particulares interessados no assunto como o IGG, o IPT, o FESB, o DOS, a Faculdade de Higiene, algumas firmas perfuradoras, como a CORNER, a AIR-LIFT, etc.

Esses trabalhos, no entanto, abrangiam pequenas regiões do Estado e eram feitos ao sabor das eventuais oportunidades de obtenção de verbas e recursos, não estando, além disso, subordinados a uma coordenação geral que os orientasse sob uma diretriz única destinada a colimar objetivos de interesse mútuo e a evitar a superposição de esforços.

Embora valiosos, constituíram-se em estudos isolados que apenas deram uma primeira visão do problema em algumas regiões do Estado.

O interesse na obtenção de água subterrânea impedia, evidentemente, que se aguardassem os estudos dos aquíferos. Perfurações foram feitas em todo o Estado em aquíferos, bons ou maus, fracassando-se nestes ou obtendo-se naqueles, poços com produtividade inadequada.

A produtividade pode ser muito melhorada quando a perfuração é executada dentro de padrões técnicos recomendados e precedida de estudos de reconhecimento do aquífero e localização do poço.

Os profissionais ligados aos problemas de saneamento sabem que muito raramente as condições citadas são obedecidas na prática.

## 2. Posição do D.A.E.E.

O Departamento de Águas e Energia Elétrica, consciente da gravidade da situação a que se poderá chegar se as futuras perfurações continuarem a ser executadas indiscriminadamente, resolveu proceder a um estudo completo dos aquíferos de todo o Estado.

O conhecimento dos lençóis subterrâneos dará elementos ao DAEE para agir como órgão planejador e controlador da utilização dos recursos hídricos, completando a ação já exercida sobre os mananciais superficiais.

Essa ação, no que diz respeito às águas subterrâneas, deverá se exercer sob três aspectos distintos, porém interligados e orientados para o objetivo final que é a melhor e racional explo-

ração dos aquíferos no Estado. São eles: cadastro, legislação e planejamento.

### 2.1. — Cadastro

Analogamente ao que já se estava fazendo com as captações superficiais, o DAEE está executando o cadastramento de todos os poços tubulares profundos do Estado de São Paulo, bem como dos demais tipos de captação de águas subterrâneas quando apresentam vazões significativas.

O cadastro está sendo elaborado com auxílio de computador IBM 1130, em programa cuidadosamente estudado para informar o maior número possível de questões de interesse a respeito das captações.

### 2.2. — Legislação

O DAEE está tomando providências relativas ao estabelecimento de normas e leis destinadas a regulamentar as atividades de perfuração de poços profundos. Podem ser sugeridas exigências quanto à habilitação das firmas perfuradoras, às técnicas de execução, ensaio, fiscalização e recebimento de poços, à padronização de métodos de prospeções dos aquíferos e localização dos poços e outras visando, todas elas, a máxima eficiência das obras de captação, a exploração econômica do aquífero e a sua preservação, tanto do ponto de vista de quantidade como de qualidade de água.

### 2.3. — Planejamento

Com a elaboração do «Estudo de Águas Subterrâneas», pretende o DAEE vir a possuir técnica, dados e pessoal habilitado e assim elaborar diretamente ou assistir a elaboração de planos de desenvolvimento integrado de recursos hídricos, sejam superficiais ou subterrâneos, em qualquer região do Estado.

## 3. Contrato «Água Subterrâneas»

Dada a magnitude e o pioneirismo da tarefa a que se propôs, o DAEE necessitava da assessoria de entidades especializadas no assunto, cuja metodologia e orientação fossem absorvidas por uma equipe, antecipadamente organizada, e que irá, nas fases seguintes do trabalho, aplicar o treinamento recebido numa primeira estapa dos estudos.

Assinou-se assim um contrato de Consultoria com a firma Tahal, de Israel, cujo gabarito internacional em trabalhos semelhantes é sobejamente conhecido.

Foi prevista uma primeira etapa, com duração de quatro meses, iniciada em 1972 na qual se procedeu à coleta dos dados existentes de todo o Estado e, após sua análise, se indicará uma região piloto onde serão aprofundados os estudos.

Prevê-se que nessa primeira região escolhida os estudos deverão se prolongar por cerca de 18 meses, findos os quais pretende-se passar para outra região e assim, sucessivamente, abranger todo o Estado.

#### 4. Equipe Executora

Para a fiscalização de diversos contratos assinados no final de 1971, o DAEE introduziu um novo método de trabalho, constituindo equipes de acompanhamento formadas por cinco ou seis engenheiros, sob a direção de um coordenador, junto à Diretoria a que pertence, responsável pelo bom andamento dos serviços contratados.

Para bem desempenhar suas funções, as equipes reúnem-se periodicamente entre si e com a firma contratada, além de efetuarem visitas quase diárias aos seus escritórios.

No caso das «Águas Subterrâneas» a equipe de acompanhamento foi substancialmente ampliada, passando a trabalhar como elaboradora dos serviços, dela fazendo parte funcionários do DAEE e do IPT.

#### 5. Participação do IPT

Através do convênio que o DAEE mantém com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, fazem parte da equipe «Águas Subterrâneas» dois geólogos e três técnicos em geologia pertencentes à Divisão de Minas e Geologia Aplicada.

A experiência do IPT está sendo de grande valia não só pelos dados de seus arquivos fornecidos ao trabalho, como também pela dedicação e conhecimento técnico demonstrados na execução desta primeira fase dos trabalhos.

#### 6. Organização das equipes

Foram constituídas quatro equipes de trabalho responsáveis pela coleta, tabulação, mapeamento e primeira triagem dos dados relativos, respectivamente: Geologia, Hidrogeologia, Hidrologia e Meteorologia e Planejamento.

O DAEE está fazendo um grande esforço não só para realizar um estudo de grande importância como também para absorver o conhecimento técnico e a metodologia dos consultores estran-

geiros, treinando uma equipe que deverá ser capaz de continuar o planejamento das águas subterrâneas.

As funções das quatro turmas antes mencionadas podem ser observadas no cronograma de atividades (diapositivo).

De modo geral, as quatro equipes tiveram como tarefa comum a todas: Coleta de dados, Elaboração de mapas, Síntese e Complementação de dados da região escolhida.

Alguns dos mapas elaborados com esses dados iniciais podem ser observados a seguir: (diapositivo)

-- Levantamento geológico do Estado.

Foram resumidos nesse mapa os dados geológicos existentes. Foram desenhadas as localizações e geometria dos aquíferos, curvas de isópacas, etc.

-- Localização de poços existentes.

Foram levantados dados de cerca de 2.500 poços do Estado.

— Mapas climatológicos e hidrológicos.

#### 7. Critérios de escolha da área piloto

A área total do Estado de São Paulo está sendo estudada e avaliada sob o ponto de vista de águas subterrâneas. No entanto, em razão do seu tamanho, foi selecionada uma primeira região, segundo critérios estabelecidos e na zona escolhida serão utilizados todos os métodos modernos de pesquisa e, paralelamente, se instrui a equipe com todas as técnicas pertinentes.

Na escolha da primeira zona de estudo se levou em conta a divisão do Estado em regiões administrativas, pois que todos os dados disponíveis, exceto os hidrológicos, são apresentados segundo essa divisão e é muito difícil separá-los.

Segundo os objetivos do estudo e para fins de escolher a primeira região, pode-se dividir o Estado em duas partes: uma que abrange as regiões administrativas de 6 a 11 e pequenas áreas das regiões 4 e 5 e inclui aquíferos regionais que permitem desenvolvimento em grande escala das águas subterrâneas. A outra parte abrange as regiões 1 a 5 e requer, quase em toda sua extensão, estudos específicos minuciosos para localizar recursos hídricos subterrâneos.

Na comparação entre as regiões administrativas 6 a 11, conclui-se que a região 6 (Ribeirão Preto) é a mais adequada ao ponto de vista prático e de treinamento para se iniciar o estudo hidrogeológico proposto. A escolha da região

administrativa 6 foi baseada nas seguintes considerações:

A região 6 (Ribeirão Preto) é a única das seis regiões que cobre quase inteiramente uma entidade natural (Bacia do Rio Pardo).

Isto permite, se escolhida esta região, estudar a bacia hidrográfica como uma unidade inteira.

Nas seis regiões há os dois aquíferos regionais. Bauru e Botucatu. Ainda que o aquífero Bauru tenha as mesmas características em todas as regiões, o aquífero Botucatu, que é o de maior importância, oferece condições mais favoráveis na região administrativa 6. Os poços na região que exploram o Botucatu são menos profundos, e conseqüentemente mais baratos e suas vazões são satisfatórias. Se bem que os cálculos preliminares indiquem a inversão de capital na produção de um milhão de metros cúbicos por ano é igual em todas as regiões, a região 6 (Ribeirão Preto) tem duas vantagens:

a) a pequena profundidade do aquífero Botucatu permite, com a mesma inversão de capital, obter uma informação hidrogeológica mais ampla.

b) a vazão obtida em um poço no aquífero Botucatu cobre a demanda de uma população de 5.000 habitantes.

A região administrativa 6, inclusive 80 (oitenta) municípios e é a segunda em número de pequenas populações que necessitam instalação de abastecimento d'água.

A região 6 é a maior em área e em população do que as outras seis regiões interessantes para o estudo dos recursos hídricos subterrâneos e está situada sobre um eixo importante de desenvolvimento. (SP-B).

## 8. Estudo das regiões restantes

Além da continuação do estudo dos aquíferos regionais, há um especial interesse em se estudar o aquífero da Grande São Paulo, devido aos problemas agudos criados pela super exploração indicada pelo abaixamento dos níveis piezométricos, poluição da parte freática e a diminuição de recarga natural devida ao acelerado desenvolvimento urbano.

Por ser a situação crítica, recomenda-se iniciar este estudo quanto antes possível para se poder preservar o aquífero em uso contínuo.

Relativamente à expansão do estudo regional d'água subterrânea, a tendência será de continuar os estudos nas demais regiões de uma maneira contínua.

Os critérios para as preferências a seguir serão principalmente nas zonas onde o aquífero

não é profundo e ou onde as necessidades de abastecimento tem prioridade.

## 9. Programa de estudo na região escolhida

As atividades no estudo detalhado da região escolhida (região 6 — Ribeirão Preto) incluirão:

### 1. Hidrologia

1.1. — Preparação dos dados para computação (fluviometria, Climatologia).

1.2. — Preparação de balanço hidrometeorológico.

### 2. Geologia

2.1. — Cartografia detalhada (escala: 1:100.000).

2.2. — Estudos geofísicos (métodos geoelétricos para determinação das estruturas geológicas e para localização de poços).

### 3. Hidrogeologia

3.1. — Inventário detalhado de poços

3.2. — Medidas de níveis piezométricos

3.3. — Ensaio de bombeamento

3.4. — Levantamento de rede de observação

3.5. — Análises químicas d'água

3.6. — Estudos hidrogeológicos em poços realizados para fins de exploração

3.7. — Confecção de balanços hídricos

3.8. — Conclusões sobre extensão e possibilidades de exploração, incluindo zonas promissoras.

### 4. Planejamento

4.1. — Inventário de sistemas existentes de abastecimento

4.2. — Planos detalhados de demanda

4.3. — Demandas locais

4.4. — Possibilidades de soluções.

### 5. Treinamento da equipe

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O extraordinário desenvolvimento econômico do Estado e do País acentua cada vez mais a importância de se harmonizar as necessidades



do homem com a preservação do meio ambiente. Em relação ao recurso natural mais precioso, a água, a moderna tecnologia, inclusive utilizando computadores, possibilita o planejamento integrado do uso dos recursos hídricos, fazendo-se sentir, cada vez mais, a importância de sua coordenação.

É essencial que o desenvolvimento econômico e social de qualquer região ou país, esteve e estará sempre indissolúvelmente vinculado com o aproveitamento racional da água, quer como elemento essencial à vida humana, quer como fator gerador do progresso.

A falta de um planejamento adequado, do uso da água na região da Grande São Paulo em época oportuna, trouxe como consequência problemas gravíssimos em relação especialmente ao abastecimento d'água, coleta e disposição de esgotos e controle de inundações.

Hoje, o poder público é obrigado a programar investimentos vultosos em empreendimentos de grande porte, como o Sistema Cantareira, o Plano de Interceptores e disposição de esgotos, as obras das barragens do Alto Tietê e sua retificação a curto prazo, para evitar que a situação evolua de forma calamitosa. Não se preveniu para o futuro e hoje se é obrigado a remediar.

Podemos mesmo considerar nas últimas administrações, quando, muitos projetos e planos foram executados e embora com razoável volume de obras, faltou uma coordenação maior na definição e interconexão dos problemas surgidos.

Tão somente agora, nesta Administração se consegue, graças à atuação firme e segura da Secretaria dos Serviços e Obras Públicas, o estudo englobado dos recursos hídricos, considerados todos os seus aspectos, integrando a ação dos diversos órgãos do setor.

Se assim falamos, o fazemos bastante à vontade, desde que também nos incluimos nas administrações anteriores, na qualidade de Secretário da Pasta.

Considerando agora, as atribuições legais que envolvem o estabelecimento da política de utilização dos recursos hídricos, tendo em vista o de-

envolvimento integral das bacias hidrográficas, vem o Departamento de Águas e Energia Elétrica, desenvolvendo sua ação, quer no planejamento quer na execução da parcela de obras que lhe cabe, dentro dos programas estaduais concernentes ao setor.

Quanto às obras, podemos citar a luta gigantesca para se conseguir desenvolver um programa visando cada vez mais minorar o problema de inundações na Capital, quer na construção das barragens de cabeceira, como Ponte Nova já concluída e Taiapuê em fase inicial de construção, quer na retificação do Tietê e jusante de São Paulo, onde se concluirá, ainda neste exercício, 75% de sua extensão. Salienta-se, ainda, a conclusão dos estudos que se terá, para retificação e solução dos problemas de enchentes no Tamanduateí.

Outras obras que merecem destaque, vem se desenvolvendo no aproveitamento integrado no Vale do Paraíba, com regularização do rio, construindo-se barragens e protegendo suas várzeas férteis. No Vale do Ribeira, citamos a contenção de cheias e proteção de suas várzeas pela construção de polders.

Quanto ao planejamento, o conhecimento da disponibilidade hídrica, constitui peça básica para o desenvolvimento da ação da Autarquia, que conta com ampla rede, permitindo a obtenção dos dados hidrológicos de superfície.

O estudo das águas subterrâneas, ora encetado com prioridade pelo Governo Laudo Natel, fazia-se sentir para aperfeiçoar o conhecimento do ciclo hidrológico e a disponibilidade hídrica global.

Além disso, tal estudo vai se constituir em valioso instrumento para o desenvolvimento econômico e sua interiorização.

Assim, hoje em dia, graças à diretriz segura da Secretaria dos Serviços e Obras Públicas, está o Departamento de Águas e Energia Elétrica, devidamente aparelhado e capacitado à sua ação ampla, visando dar fiel cumprimento aos seus objetivos. E o DAEE está cumprindo sua missão.