

# NOVAS DIRETRIZES IMPLANTADAS EM S. PAULO NO SERVIÇO HIDROLÓGICO ESTADUAL

Eng.º CARLITO FLAVIO PIMENTA \*

## 1. O APROVEITAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E SUA LIGAÇÃO COM OS DADOS BÁSICOS DE HIDROLOGIA

A fixação da política do uso da água no Estado de São Paulo está afeta ao DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA — DAEE — entidade autárquica criada pela lei n.º 1.350, de 12 de dezembro de 1951. Essa lei compete ao DAEE entre outras atribuições, as seguintes relacionadas ao uso da água:

- estudar o regime dos cursos d'água existentes no Estado, tendo em vista o seu aproveitamento para a produção de energia elétrica, navegação e derivação para fins industriais e agrícolas;
- executar medições e observações hidrológicas gerais;
- proceder a estudos de erosão e sedimentação fluviais;
- promover estudos agrônômicos, em colaboração com outros órgãos especializados, de áreas beneficiadas com obras de aproveitamento hídrico;
- elaborar projetos, executar ou fiscalizar obras de aproveitamento, derivação ou regularização de cursos d'água, bem como de obras referentes a irrigação, drenagem, proteção contra inundações, combate a erosão, saneamento fluvial e proteção às faunas aquáticas.

A rápida expansão demográfica e o desenvolvimento do parque industrial paulista, hoje responsável por expressiva percentagem no valor da produção nacional, aliados à evolução da agricultura, tem levado à utilização da água em quantidades cada vez maiores, a tal ponto que os recursos hídricos, em certas áreas do Estado, já estão se convertendo em pontos críticos que ameaçam tolher as possibilidades de desenvolvimento, dada a sua insuficiência ou falta de característi-

cas adequadas para atender aos usos industriais, agrícolas, municipais e domésticos. Resulta daí a necessidade que o poder público estadual reconheceu e vem cuidando, a de racionalizar cada vez mais a sua utilização, através dos seus órgãos técnicos incumbidos de atuar nos diferentes setores que cuidam do uso da água. Em consequência, torna-se indispensável que esses órgãos disponham de estudos hidrológicos que possam servir aos planos gerais, visando resolver problemas que vão, gradativamente, assumindo crescentes graus de complexidade.

O desenvolvimento e a utilização dos recursos hídricos dependem sempre de estudos hidrológicos, elaborados a partir de dados básicos disponíveis, geralmente coletados por entidades oficiais, já que essa coleta é um empreendimento que não atrai a iniciativa privada. O desenvolvimento exige uma estimativa dos recursos em água que são disponíveis, havendo, portanto, necessidade de dados de chuvas, escoamentos superficiais e vários conhecimentos correlatos, particularmente ligados à climatologia. Já a utilização desses recursos requer a análise e a interpretação dos dados hidrológicos, medidas que possibilitarão determinar as melhores aplicações para o aproveitamento da água.

O conhecimento de valores de precipitação pluviométrica é básico para que se possa proceder a um inventário dos recursos hídricos; para isso, torna-se necessário o estabelecimento de redes de estações de observação bem dimensionadas, para que haja precisão suficiente na determinação das chuvas em áreas escolhidas para estudos; a continuidade das observações, durante intervalos de tempo consideráveis, é também fator determinante. Os dados devem incluir valores das alturas de precipitação, duração e intensidade, e devem ser suficientemente abundantes e de qualidade para permitir uma avaliação da distribuição geográfica das chuvas.

O regime hidrológico também precisa ser caracterizado através dos escoamentos superficiais nas bacias hidrográficas, para o que devem ser previstas e implantadas redes hidrométricas com estações bem distribuídas e bem operadas. Geralmente estabelecem-se estações básicas, isto é,

\* Diretor Geral do Departamento de Águas e Energia Elétrica.

postos de observação de caráter permanente e em pontos escolhidos de forma a possibilitar um conhecimento geral dos escoamentos na área de interesse; adicionam-se estações suplementares, ditas secundárias à medida em que as necessidades e os objetivos específicos forem ditando sua conveniência. Outros dados devem ser objeto de levantamentos, como os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos pelos cursos d'água, a água subterrânea, a qualidade da água, sua temperatura, os teores de umidade do solo e do ar, a evaporação, a direção e a velocidade dos ventos.

A coleta e a interpretação de dados básicos hidrológicos, ao lado das investigações científicas, devem merecer especial interesse e apóio, criando-se condições para melhor avaliação e mais eficiente utilização da água. Daí a necessidade do estabelecimento de um serviço de hidrologia encarregado da instalação e manutenção das redes de postos com densidade adequada e com normas de trabalho uniformes, de modo que os dados coletados possam ser utilizados na elaboração de planos ligados a:

- ABASTECIMENTO DE AGUA;
- DISPOSIÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS;
- CONTRÔLE DE POLUIÇÃO;
- CONTRÔLE DE ENCHENTES;
- USO RECREATIVO DOS CURSOS D'AGUA;
- IRRIGAÇÃO;
- NAVEGAÇÃO;
- GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

## 2. A MULTIPLICIDADE DE AGÊNCIAS ENCARREGADAS DA OBTENÇÃO DE DADOS HIDROLÓGICOS

No Estado de São Paulo, a exemplo do que acontece em várias partes do mundo, incluindo-se aqui países onde os estudos e as investigações científicas já alcançaram alto nível de desenvolvimento, existe uma multiplicidade de entidades em operação, coletando dados de hidrologia. Esta situação tem raízes históricas e, de um momento para outro, procurar uma coordenação que centralize as suas atividades, parece ser tarefa impossível. A medida em que surgem os problemas, as organizações vão se formando para atingir finalidades específicas e vão superpondo suas áreas de trabalho às de outras entidades que, já estabelecidas, não puderam cumprir a contento os programas de trabalho traçados ou, pelo menos, não em grau suficiente para atender a todas as necessidades. Cada nova organização, além de visar determinados fins, conta com fundos limitados que não permitem programas de ação adequados para cobrir, com suficiência, as necessidades de um todo. Embora essa situação nada tenha de surpreendente, precisará evoluir para maior coordenação nos padrões dos serviços executados, melhor seleção das estações de observação e melhores serviços de obtenção e distribuição dos resultados dos dados apurados. A falta de divulgação sistemática dos dados de observações hidrológicas é uma agravante do problema porque, além de provocar o arquivamento e mesmo a sua perda, pela impossibilidade de análise de importantes registros muito tempo depois

das coletas, obriga os interessados a intervir diretamente no processo de levantamento de dados, estabelecendo suas próprias redes de estações de observação. Este comportamento tem sido frequente, sobretudo nos casos em que entidades particulares, voltadas para estudos no campo da hidrologia, vêm-se obrigadas a suprir lacunas existentes no trabalho de entidades oficiais que, por razões diversas, não mantêm postos ou não publicam dados na região de interesse.

As observações acima, despidas de qualquer espírito de crítica destrutiva, pretendem apenas traduzir a necessidade de que sejam tais situações consideradas nos planejamentos futuros, atenuando-se, tanto quanto possível, as deficiências e os problemas que resultam do fato de várias entidades empreenderem esforços e dispenderem recursos em uma mesma área, buscando um mesmo objetivo.

## 3. NOVAS DIRETRIZES NO SERVIÇO DE HIDROLOGIA ESTADUAL

Procurando ser realista com as deficiências existentes no campo de trabalho de sua competência (falta de observadores qualificados em número suficiente para suprir as redes de estações, recursos financeiros limitados, escassez e rotação muito grande do pessoal técnico qualificado para os serviços especializados de hidrologia), o atual serviço de hidrologia do Estado de São Paulo está estabelecendo diretrizes mais adequadas ao desenvolvimento dos seus programas. Em linhas gerais a sua política de ação está fundamentada nos seguintes pontos prioritários:

I. Estabelecer redes adequadas de estações de observação para coleta de dados básicos. Essas redes, aceitando a classificação de Koehler (1965), estão divididas em:

- a) REDES HIDROMÉTRICAS.
- b) REDES HIDROMETEOROLÓGICAS.

As redes hidrométricas compreendem aquelas cujas estações estão destinadas a fazer medições ao longo dos cursos d'água e compreendem:

- níveis d'água e descargas líquidas nos rios;
- temperatura da água;
- qualidade da água;
- transporte de sedimentos;
- nível d'água subterrânea.

As redes hidrometeorológicas são aquelas cujas estações estão destinadas a colher dados básicos sobre uma área de drenagem e compreendem:

- temperatura do ar;
- velocidade do vento;
- umidade do ar;
- radiação solar;
- precipitação;
- evaporação;
- evapotranspiração.

II. Dimensionar as redes de forma a colher dados que permitam estabelecer um inventário dos recursos hídricos do Estado e que possibilitem maior conhecimento das suas condições climáticas;

- III. Padronizar os instrumentos e os métodos de trabalho, de acordo com critérios universais, estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial;
- IV. Promover o entrosamento e a coordenação com entidades congêneres, evitando duplicidade de esforços;
- V. Dinamizar o processamento de dados coletados nas estações de observação através do emprêgo de computadores, implantando programas de cálculo que permitam a rápida divulgação dos resultados;
- VI. Publicar sistematicamente, através de anuários, os dados obtidos nas estações de observação e divulgar estudos de bacias hidrográficas em regiões características do Estado de São Paulo, procurando esclarecer a influência dos diversos fatores que condicionam os regimes hidrológicos.
- VII. Melhorar o nível dos conhecimentos técnicos do pessoal ligado aos trabalhos de hidrologia, através de treinamentos, cursos e seminários desenvolvidos com a colaboração de especialistas em cada área de trabalho.

#### 4. O REMANEJAMENTO DAS REDES HIDROLÓGICAS DE ACÓRDO COM NOVOS CRITÉRIOS DE PLANEJAMENTO

A primeira medida necessária à reorganização do serviço de hidrologia do Estado de São Paulo foi estudar um organograma adequado às suas finalidades, que propiciasse uma divisão racional dos trabalhos. Nêsse organograma foram previstas diversas unidades cujas atribuições, em linhas gerais, podem ser assim definidas:

#### DIRETORIA

Responsável pela definição geral dos planos de trabalho, sua supervisão e obtenção dos recursos materiais e humanos necessários às atividades, bem como pelas gestões políticas e administrativas junto a setores internos do DAEE e a outras entidades.

#### PLANEJAMENTO SETORIAL

Encarregado de detalhar, em nível de programas de trabalho, os planos gerais delineados pela Diretoria, bem como estudar e definir os critérios básicos a serem adotados para o dimensionamento das redes e a localização das estações. Encarregado também de definir as normas de instalação, operação e manutenção de postos e as normas para o processamento e a divulgação dos dados, além de controlar, de forma dinâmica, o posicionamento das estações e os remanejamentos necessários de forma a atender, racionalmente, as necessidades identificadas no decorrer dos trabalhos.

#### OPERAÇÃO DE REDES

Responsável pela parte executiva dos trabalhos de campo, cuidando da instalação, operação e manutenção das redes hidrológicas, de acordo com orientação dada pelo Planejamento Setorial.

#### PROCESSAMENTO DE DADOS

Responsável pelo recebimento, análise, processamento, arquivo e divulgação dos dados hidrológicos.

Após a implantação desse organograma, o serviço de hidrologia procedeu a um levantamento geral dos postos de observação existentes e verificou suas condições gerais de funcionamento. Foram montados painéis com plantas em escala conveniente, contendo as várias bacias hidrográficas do Estado de São Paulo e, com base na distribuição espacial e na continuidade de operação dos postos, foi elaborado um estudo preliminar de remodelação das redes, obedecendo alguns critérios básicos, a saber:

- I. Foi proposta a instalação de postos de observação de forma a obter, com suficiente precisão, um quadro geral dos recursos hídricos nas diferentes regiões climáticas e fisiográficas do Estado.
- II. Tendo em vista o aproveitamento da rede pluviométrica existente, foi estabelecido plano para dotar o Estado com uma densidade média de 1 (um) posto pluviométrico para cada 325 km<sup>2</sup> de área. Para a rede hidrométrica essa densidade é de 1 (um) posto pluviométrico para cada 1.250 km<sup>2</sup>.
- III. Foi planejada rede de estações para medir o transporte de material sólido pelos rios de forma a que os postos fiquem localizados nos pontos de maior interesse, como naqueles onde ocorrem mudanças litológicas apreciáveis, onde já existam ou estejam previstas grandes barragens e em locais onde existam grandes cidades. A densidade média foi estabelecida em 1 (um) posto a cada 4.000 km<sup>2</sup>.
- IV. Estações meteorológicas de primeira e de segunda classe foram previstas, distribuídas pelo Estado, nos seguintes números e dotadas dos seguintes aparelhos:

#### ESTAÇÕES DE 1.ª CLASSE

##### Aparelhos:

Psicrómetro  
 Termômetro de máxima e mínima  
 Termógrafo  
 Higrógrafo  
 Barômetro  
 Barógrafo  
 Anemógrafo  
 Heliógrafo  
 Evaporógrafo  
 Tanque de evaporação  
 Pluviômetro  
 Pluviógrafo

#### ESTAÇÕES DE 2.ª CLASSE

##### Aparelhos:

Psicrómetro  
 Termômetro de máxima e mínima  
 Termógrafo  
 Higrógrafo  
 —  
 —  
 Catavento

Heliógrafo  
Evaporímetro  
—  
Pluviômetro  
Pluviógrafo

**Número total das estações:**

1.ª classe — 16  
2.ª classe — 5  
Total ..... 21

Para o total de 21 estações meteorológicas a densidade média é de 1 estação a cada 12.000 km<sup>2</sup>.

V. Para as medidas de precipitação, ficou estabelecido que 1 estação, em cada grupo de 6 será dotada com aparelho registrador, fazendo-se o rodízio da estação automática a cada intervalo de tempo julgado conveniente, em face dos resultados das observações.

Os critérios acima são gerais e serão reexaminados à luz das condições hidrológicas específicas encontradas em cada região do Estado, em função também do andamento dos programas de desenvolvimento dos recursos hídricos e das facilidades postas à disposição do serviço hidrológico. São, portanto, critérios mínimos estabelecidos para a orientação geral dos trabalhos, os quais serão intensificados nas áreas onde haja probabilidade de maior desenvolvimento nos programas ligados à água. Estes critérios também representam uma aproximação com o objetivo de se obter uma densidade mínima da Rede Básica. Estações adicionais, já encontradas em operação e que não foram suprimidas por razões diversas, passarão a constituir uma Rede Secundária, e deverão operar apenas o tempo necessário ao estabelecimento de uma correlação satisfatória dos seus dados com aquêles coletados em estações básicas vizinhas.

De vez que os planos traçados serão implantados a médio prazo, foi estabelecido um critério de prioridade para atender as estações que têm interesse mais imediato para o estudo dos recursos hídricos ou dos problemas ligados à água. Assim, por exemplo, foi estabelecido em curto espaço de tempo uma rede de estações automáticas para medição de chuvas e vazões na bacia hidrográfica do rio Tamanduaté, que atravessa a cidade de São Paulo, tendo em vista o levantamento de dados necessários ao equacionamento de problemas de inundação da capital do Estado e municípios vizinhos.

Um quadro que sintetiza a situação geral das redes de estações de observação mantidas pelo serviço de hidrologia do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo é, a seguir, apresentado:

**PLUVIOMETRIA**

Postos em operação

Rêde Básica ..... 610  
Rêde Secundária ..... 441  
Postos automáticos ..... 79

Postos a instalar

Rêde Básica ..... 159  
Postos Automáticos ..... 29

**FLUVIOMETRIA**

Postos em operação

Régua ..... 202  
Linigrafos ..... 18

Postos a instalar

Régua ..... 34

**SEDIMENTOMETRIA**

Postos em operação ..... 14  
Postos a instalar ..... 47

**METEOROLOGIA**

Estações de 1.ª classe

em operação ..... 7  
a instalar ..... 9

Estações de 2.ª classe

em operação ..... 2  
a instalar ..... 3

**5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Da exposição feita, verifica-se que o quadro que se apresenta para o futuro, no campo do levantamento de dados básicos de hidrologia, tendo em vista a sua aplicação nos estudos e projetos ligados ao aproveitamento dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, é bastante promissor. Uma sólida definição dos objetivos visados, aliada a um planejamento adequado, realista para as condições do meio ambiente, trará seguramente uma contribuição que, nos dias de hoje, ainda é modesta em face das nossas necessidades. O desenvolvimento de técnicas mais adequadas à coleta e ao processamento de dados, aliado ao número crescente de programas de utilização da água e reconquista de mananciais comprometidos pela poluição, torna o campo de trabalho mais atraente aos estudantes que hoje exercem uma opção; assim, a escassez de técnicos, bastante acentuada atualmente, deverá diminuir em consequência de fatores favoráveis aos trabalhos no campo da hidrologia. Existe hoje um interesse geral pelas iniciativas ligadas à avaliação dos recursos hídricos do globo, conforme o comprovam programas de cooperação internacional propostos por entidades como a UNESCO; nesses programas, como o DECÊNIO HIDROLÓGICO INTERNACIONAL estão previstas atividades ligadas à obtenção de dados básicos e a trabalhos de hidrologia de modo geral.

Assim sendo, motivado pelas solicitações do próprio meio e pelo dinamismo e entusiasmo das atividades existentes em áreas de trabalho de sua competência, é natural que o DAEE venha a dar apoio e incentivo à modernização e aprimoramento dos serviços de coleta de dados básicos hidrológicos, tomando iniciativas como essas sobre as quais versou o presente trabalho.