

O SISTEMA MAPS — MODELO DE ANÁLISE DA POLUIÇÃO POR SIMULAÇÃO

Eng^o WALTER DEL PICCHIA*

I. INTRODUÇÃO

O Sistema MAPS — Modelo de Análise da Poluição por Simulação é um sistema para computador digital, desenvolvido na CETESB para prever a qualidade sanitária das águas de bacias contendo rios, lagos e reservatórios. Os parâmetros indicadores das condições sanitárias escolhidos foram: a concentração de oxigênio dissolvido (OD), função da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e da demanda imediata de oxigênio (DIO), o número mais provável de bactérias coliformes e as concentrações de sólidos em suspensão e de substâncias conservativas, mas outros parâmetros poderão ser adicionados futuramente.

O sistema compreende programas de simulação e programas auxiliares que visam facilitar a alimentação e obtenção dos dados necessários, todos eles interconectados por um programa de controle geral, para proporcionar facilidades operacionais ao usuário.

O MAPS está presentemente em fase adiantada de implantação**; seu objetivo é ser uma ferramenta auxiliar e importante para administradores, engenheiros e sanitários da CETESB, no estudo de bacias visando o controle da poluição das águas, contribuindo assim para harmonizar o desenvolvimento sócio-econômico com a proteção da ecologia.

Fornecidos os dados geométricos da bacia, cargas, demandas e parâmetros sanitários, o MAPS determina as concentrações do parâmetro indicador escolhido, em toda

a bacia. Suas características próprias, em confronto com programas congêneres são, além de sua grande generalidade, as facilidades operacionais disponíveis e sua maleabilidade. É um sistema dirigido ao usuário.

No que se refere a rios, utilizou-se o modelo de Streeter-Phelps-Camp, estendido para condições anaeróbicas, como apresentado em [1]. No referente a lagos e reservatórios, inicialmente adotou-se o modelo de mistura completa, porém com a inovação de se considerar os reservatórios com volume variável, como será descrito em futura publicação; modelos ainda mais elaborados poderão ser implementados, quando necessário, dada a flexibilidade do sistema.

II. DESCRIÇÃO GERAL E FACILIDADES

O MAPS compreende quatro programas de simulação (DBOX, BACT, SOS, SUBC) e quatro programas auxiliares (PRAM, QNAT, LANC, CALK), interligados por um programa de controle geral.

Os programas de simulação DBOX, BACT, SOS e SUBC calculam, respectivamente, as concentrações de DBO, OD e DIO, as concentrações de bactérias, as concentrações de sólidos em suspensão e as concentrações de substâncias conservativas (até dez substâncias diferentes). Os programas auxiliares PRAM, QNAT, LANC e CALK têm por finalidade calcular certos dados necessários à simulação a partir de dados de campo, de laboratório e outros. O programa de controle geral executa as operações especificadas por meio de cartões de controle. Adiante daremos mais detalhes sobre estes programas.

* Professor Adjunto da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Consultor em Engenharia de Sistemas.

** O início do desenvolvimento do MAPS deu-se em junho de 1974, na Superintendência do Controle da Poluição das Águas (CPA) da CETESB.

Resumidamente, algumas características e facilidades operacionais do sistema são:

a) Possibilidade de simular bacias com geometria qualquer (os rios são divididos em trechos com características uniformes, o número de trechos sendo apenas limitado pela capacidade do computador disponível, podendo ser da ordem de centenas).

b) Simulação de qualidade em lagos e reservatórios, inicialmente com a hipótese de mistura completa, como já mencionamos, prevendo-se a possibilidade de acoplar programas para simular alguns tipos de regras de operação dos reservatórios.

c) Possibilidade de simular lançamentos pontiformes ou distribuídos de qualquer dos parâmetros indicadores (DBO, OD, DIO, número mais provável de bactérias, sólidos em suspensão, substâncias conservativas).

d) Grande generalidade, podendo-se variar todos os parâmetros envolvidos por exemplo, a concentração de saturação de oxigênio, calculada pelo programa em função da temperatura e da altitude, pode ter seus argumentos variando de 5 a 30°C e de 0 a 3000 m, respectivamente; a temperatura e a altitude podem variar de trecho para trecho.

e) Simulação da qualidade em condições aeróbicas e anaeróbicas nos trechos de rios, prevendo-se futura extensão para lagos e reservatórios.

f) A seqüência das operações desejadas (simulação, transferência ou leitura de dados, impressão de relatórios, modificações de parâmetros etc) é comandada por meio de cartões de controle.

g) Os programas de simulação do balanço de oxigênio operam também em condições limites das características dos rios (por exemplo, para $K_1=0$, $K_2=0$, $K_2=K_1 + K_3$ etc.)

h) As modificações de dados podem ser especificadas individualmente ou por trechos, sendo simples variar os parâmetros para simulações sucessivas visando estudos de sensibilidade.

i) O MAPS não é um simples programa, mas constitui um sistema, com programas auxiliares que prevêm arquivos completos de dados, constituindo cadastros de ampla utilidade de cada bacia em estudo. É intenção acoplar no futuro o MAPS com o Banco de Dados da CETESB.

j) Os dados são alimentados por fita magnética e resultados parciais ou finais também podem ser guardados em fita, assim como os cadastros acima citados.

k) A extensão para cálculo da DBO nitrogenada pode ser feita facilmente.

l) Caso não sejam disponíveis certos dados especificados pelo modelo adotado, eles serão automaticamente admitidos iguais a zero pelo programa, equivalendo assim à adoção de um modelo menos sofisticado.

m) O sistema tem estrutura modular, podendo-se substituir ou adicionar programas para novas situações, sempre que necessário.

n) Está prevista a emissão de relatórios de saída por meio de gráficos, facilitando assim a interpretação dos resultados.

o) O valor do coeficiente de reoxigenação K_2 de cada trecho pode ser dado pelo usuário, ou calculado pelo programa; caso ele não seja dado, será automaticamente calculado.

III. PROGRAMA DE CONTROLE GERAL

Este programa comanda a execução das operações desejadas pelo usuário. A especificação dessas operações é feita por meio de palavras-chave (mneumônicas) perfuradas em cartões de controle. Temos duas categorias de cartões de controle, os de trabalho e os que especificam o tipo de trabalho desejado.

Os principais cartões de controle de trabalho são o cartão "FITA", que é utilizado quando desejamos alimentar o computador com os dados existentes na fita magnética correspondente à bacia em estudo, o cartão "DADO", que permite alimentar o computador com outros dados necessários à simulação, ou modificar dados anteriormente fornecidos, o cartão "OPER", que é utilizado quando vamos efetuar alguma simulação, o cartão "MAPA", que é utilizado quando desejamos imprimir uma lista com todos os dados empregados na simulação.

Os cartões de controle do tipo de trabalho vêm sempre após um cartão de trabalho. Desse modo, após o cartão de trabalho "DADO" podemos indicar que vamos fornecer novos dados para um trecho inteiro (cartão de controle TREC), que vamos modificar dados de um trecho (cartão MODF), ou que vamos utilizar algum dos programas auxiliares para alimentar o computador (cartões PRAM, QNAT, LANC, CALK, conforme o programa auxiliar a ser utilizado). Após o cartão de trabalho OPER, devemos especificar qual o parâmetro indicador cuja concentração desejamos simular; isto é feito por meio dos cartões de controle DBOX, BACT, SOSP, SUBC, conforme a simulação desejada.

IV. PROGRAMAS AUXILIARES

Estes programas têm por finalidade o cálculo de certos dados necessários à simulação. Estão previstos inicialmente quatro programas auxiliares:

a) Programa PRAM, o qual recebe dados de campo de velocidade (V), vazão (Q) e profundidade (H) de postos de medida. Para relacionar estas variáveis adotamos as expressões $V = a \cdot Q$ e $H = c \cdot Q$, e o programa calcula os valores a, b, c, d, a partir dos dados de campo, fornecendo-os aos programas de simulação.

b) Programa QNAT, o qual, a partir de áreas e coeficientes fornecidos, calcula as vazões de contribuição de cada trecho.

c) Programa LANC, que admite como entrada um cadastro das cidades, indústrias e áreas rurais da bacia em estudo, com suas vazões de lançamento, demandas, cargas, parâmetros, trechos a que estão relacionados, eficiências de tratamento e códigos indicando quais cargas deverão ser concentradas ou distribuídas. A partir desses dados o programa calcula as cargas concentradas e distribuídas em cada trecho, demandas, vazões de lançamento, eficiências médias de tratamento etc.

d) Programa CALK, o qual, a partir das medidas de laboratório sobre as amostras coletadas, calcula os valores dos coeficientes de desoxigenação K_1 .

V. PROGRAMAS DE SIMULAÇÃO

O modelo adotado para o balanço de oxigênio está descrito em [1]. O programa DBOX, para simulação das concentrações de DBO, OD e DIO incorpora todas as idéias descritas naquele trabalho, inclusive os casos limites estudados nas situações aeróbicas e anaeróbicas.

O cálculo da concentração de bactérias é feito pela lei de Chick, com lançamentos concentrados e/ou distribuídos.

O cálculo das concentrações de sólidos em suspensão admite que a velocidade de sedimentação é proporcional à quantidade de material remanescente; os lançamentos podem ser concentrados e/ou distribuídos.

A simulação da concentração de substâncias conservativas pode se dar para até dez substâncias, os lançamentos podendo também ser concentrados e/ou distribuídos.

VI. CONCLUSÃO

Descrevemos sucintamente o Sistema MAPS para simulação de qualidade das águas, em adiantada fase de implantação na CETESB. Este sistema compreende programas de simulação dos parâmetros geralmente adotados como indicadores da qualidade das águas, e pode vir a ser de fundamental importância para auxiliar os engenheiros da CETESB no controle da poluição das águas das bacias, e os administradores de recursos hídricos a tomarem decisões atinentes aos múltiplos e conflitantes usos da água, principalmente pela sua grande flexibilidade para aplicações nas situações as mais diversas.

AGRADECIMENTOS

Desejamos agradecer aos membros da Divisão de Programação da CPA e à direção da CPA da CETESB pela colaboração recebida no desenvolvimento do MAPS.

REFERÊNCIA

[1] Del Picchia, W., *Estudo de um Modelo de Autodepuração das Águas dos Rios em Condições Aeróbicas e Anaeróbicas*, Revista DAE, número 99, 1975.