

**SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

INPE-5318-PRE/1715

**PROJETO MAVALE: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE POLUIÇÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS EM FUNÇÃO DO USO DA TERRA E
CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO NO VALE DO
RIO PARAÍBA DO SUL, SP, BRASIL**

Tânia Maria Sausen

**Apresentado no V Simpósio Latino Americano de Percepção
Remota, Cuzco, Peru, 28 Oct. a 01 Nov., 1991**

**INPE
São José dos Campos
Agosto de 1991**

**PROJETO MAVALE: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS
HÍDRICOS EM FUNÇÃO DO USO DA TERRA E CARACTERÍSTICAS DO MEIO
FÍSICO NO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL, SP, BRASIL**

Tania Maria Sausen
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Divisão de Sensoriamento Remoto e Meteorologia Espacial
Av. dos Astronautas 1758, Caixa postal 515
CEP 12201- São José dos Campos, SP, Brasil
Telefone: (0055) (123) 418977 ramal 289/367
Fax: (0055) (123) 218743 ou 229325
Telex: (123) 3530

ABSTRACT

In May 1976, it was promulgated a law about the prevention and control of environment pollution. In this law, there is a chapter about water pollution. By means of this the objective of this study is to characterize and to evaluate the potencial sources (domestic and industrial effluents, waste deposits) in the Paraíba do Sul valley in order to evaluate the quality of the superficial and subterranean water resources. Multiespectral images corresponding to LANDSAT TM 3 and 4, in the scale 1:250.000 path/row 218 e 219.76 and many thematic maps (land use, geologic, geomorphologic) were analysed considering the drainage network and the pollution sources in the study area. At the end of the study it was possible to conclude that there are more than 30 pollution sources in the Paraíba do Sul valley, the water pollution is very high and it is necessary to increase the pollution control in this regions.

INTRODUÇÃO:

A região compreendida pelo Projeto Mavale é composta por uma série de bacias de grande e pequeno porte, que tem um papel importante na região.

Os rios destas bacias funcionam como abastecedores de mananciais, como abastecedores de redes urbanas de água, tanto para uso doméstico como industrial, e como abastecedores de áreas de cultura irrigada.

Paralelamente, eles são receptores dos esgotos domésticos e industriais, dos agrotóxicos provenientes das áreas de cultura e de sedimentos que possam ser gerados por processos erosivos na bacia.

A crescente expansão urbana e industrial da região, principalmente ao longo do rio Paraíba e via Dutra, tem comprometido a qualidade dos corpos d'água aí existentes e, para preservá-la foi criado um decreto que dispõe sobre a "PREVENÇÃO E O CONTROLE DA POLUIÇÃO DO MEIO AMBIENTE.

Neste decreto há dois capítulos que tratam da poluição das águas, classificando os rios em 4 classes de qualidade d'água. Para atender as exigências do mesmo a área compreendida pelas bacias deve cumprir uma série de normas com relação ao uso do solo, efluentes urbanos, industriais, pontos de captação de água superficial e deposição de resíduos sólidos.

O objetivo deste trabalho é verificar a situação das bacias hidrográficas na área abrangida pelo projeto MAVALE e se estas atendem ou não as exigências do decreto sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

Este trabalho refere-se a um capítulo de um projeto maior - PROJETO MAVALE - realizado por pesquisadores da Divisão de Sensoriamento Remoto e Meteorologia Espacial, na área compreendida pela bacia do rio Paraíba do Sul e litoral Norte, no estado de São Paulo, Brasil. No projeto MAVALE foi desenvolvido um estudo integrado sobre esta bacia e a parte referente a avaliação do potencial de poluição dos recursos hídricos, esteve sob a responsabilidade da autora deste trabalho.

ÁREA DE ESTUDO:

A área de estudo do projeto MAVALE corresponde ao vale do rio Paraíba do Sul e Litoral Norte do estado de São Paulo, Brasil. Esta compreendida entre as coordenadas de 22 15' a 24 00 de Latitude Sul e 44 00 a 46 30' de Longitude Oeste, num total de aproximadamente 18000 Km .

MATERIAIS:

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- cartas topográficas, na escala 1:250.000 do IBGE, folhas Santos, Guaratingetá, Ilha Grande e Volta Redonda;
- imagem TM/Landsat, canais 3 e 4, na escala 1:250.000 , órbitas 218 e 219, ponto 76;
- mapa de cobertura vegetal e uso da terra, escala 1:250.000 gerado a partir de imagens TM/Landsat, para o projeto MAVALE;
- mapa de aptidão agrícola das terras, escala 1:250.000 gerado a partir das características físicas e químicas do solo e do mapa de declividade, para o projeto MAVALE;
- mapa interpretativo das áreas favoráveis à recarga e exploração de água subterrânea, gerado a partir de dados TM/Landsat na escala 1:250.00;
- mapa de lineamentos estruturais e curvas inferidas do fluxo preferencial da água subterrânea, gerado a partir de dados TM/Landsat, na escala 1:250.000, para o projeto MAVALE;
- mapa geomorfológico, gerado a partir de dados TM/LANDSAT, na escala 1:250.000, para o projeto MAVALE;
- relatório da CETESB do projeto sobre "Recuperação da Qualidade Ambiental do Rio Paraíba do Sul", subsídios para o disciplinamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica; São Paulo, SP, 1988;
- decreto n 8468 de 8 de setembro de 1976, regulamento da Lei n 907, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente;
- relatório da SABESP/SRV Municípios Operados, São José dos Campos, SP, Brasil, 1989;
- cartas topográficas do IGC, na escala 1:10.000 do município de Campos do Jordão, com informações sobre pontos de efluentes urbanos e depósitos de resíduos sólidos;

METODOLOGIA:

A metodologia utilizada para a avaliação do potencial de poluição dos recursos hídricos na área do projeto MAVALE foi a seguinte:

- retirada da rede de drenagem das cartas topográficas, escala 1:250.000;
- complementação dos dados de rede de drenagem através das imagens TM/Landsat, escala 1:250.000;
- levantamento, no relatório da CETESB, das classes em que estão enquadrados os rios das bacias da área do projeto. Para cada classe de rio foi atribuída uma legenda diferente.
- levantamento no relatório da CETESB e localização no mapa de drenagem, de dados sobre pontos de captação de água superficial efluentes urbanos, lixões ativos e desativados, efluentes industriais líquidos-orgânicos e metais pesados;
- caracterização da aptidão do uso do solo para cada uma das bacias, através do mapa de uso do solo do projeto MAVALE;
- localização das zonas de recarga existentes na área do projeto e sua disposição em relação as bacias de drenagem, através do mapa interpretativo das áreas favoráveis à recarga e exploração de água subterrânea;
- localização das zonas mais favoráveis à perfuração de poços em relação as bacias de drenagem, através do mapa interpretativo das áreas favoráveis à recarga e exploração de água subterrânea;
- análise integrada das informações levantadas em cada uma das bacias, para verificar se elas atendem as exigências da lei sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

O decreto n 8468 de 8 de setembro de 1976, regulamento da lei n 997 de 31 de março de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle do meio-ambiente, título III - Da Poluição das Águas, Capítulo I - Da classificação das Águas diz:

Art. 7 - As águas interiores situadas no território do estado, para os efeitos deste regulamento, serão classificadas segundo os seguintes usos preponderantes:

I - Classe 1: águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;

II - Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e a recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);

III - Classe 3: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e a dessedentação de animais;

IV - Classe 4: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

1 - Não há impedimento no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

2 - A classificação de que trata o presente artigo poderá abranger parte ou totalidade da coleção de água, devendo o decreto que efetuar o enquadramento definir os pontos limites.

Art. 8 - O enquadramento de um corpo de água, em qualquer classe, não levará em conta a existência eventual de parâmetros fora dos limites previstos para a classe referida devido a condições naturais.

Art. 9 - Não serão objeto de enquadramento nas classes deste regulamento os corpos d'água projetados para tratamento e transporte de águas residuárias.

No capítulo II, que trata dos padrões, na Seção I que trata dos Padrões de Qualidade, o artigo 10 diz o seguinte:

- "Nas águas de classe 1 não serão tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados, em todas as outras classes poderão ser lançados efluentes desde que atendam as exigências de cada uma das classes.

RESULTADOS:

Na área do projeto MAVALE foram caracterizadas 17 bacias, a saber:

- Bacias do Litoral
- Bacia do rio Paraibuna
- Bacia do rio Paraitinga
- Bacia do alto-médio rio Paraíba do Sul
- Bacia do rio Tietê
- Bacia do rio Jaguari
- Bacia do rio Buquira
- Bacia do rio Sapucaí-Mirim
- Bacia do rio Sapucaí-Guaçu
- Bacia do médio rio Paraíba do Sul
- Bacia do rio Formoso
- Bacia do rio Barreiro de Baixo
- Bacia do rio Bananal
- Bacia do rio Braço
- Bacia do rio Paca Grande
- Bacia do rio Mambucaba

Destas 17 bacias as mais importantes no contexto da região e de maior porte são:

- Bacia do rio Paraibuna
- Bacia do rio Paraitinga
- Bacia do alto-médio rio Paraíba do Sul
- Bacia do médio rio Paraíba do Sul
- Bacia do rio Tietê

A figura 1 apresenta o mapa de recursos hídricos da região bem como todas as informações sobre fontes potenciais de poluição existentes na área do projeto.

99% da área compreendida pelo projeto MAVALE está enquadrada dentro das classes 1 e 2 de qualidade d'água dos rios. Destes 50% são representados por rios que devem atender as exigências da classe 1. Apenas 4 córregos e 15 ribeirões estão enquadrados na classe 4. Não existem na área de estudo corpos d'água enquadrados na classe 3.

Os corpos d'água enquadrados na classe 1 correspondem basicamente aqueles que constituem-se nas bacias abastecedoras dos reservatórios existentes na área de estudo. São também os corpos d'água que escoam pelo trecho de escarpas da serra do Mar ou da Mantiqueira.

A classe 1 é a mais rígida em termos de exigências a serem atendidas para a manutenção da qualidade d'água e por isso mesmo, os rios que abastecem mananciais devem atender a todos os seus requisitos, garantindo um alto padrão de qualidade para estes corpos d'água.

Portanto, nesta classe de águas não pode haver a presença de efluentes domésticos ou industriais; a presença de lixões (ativos e desativados); a presença de minerações na área da bacia, cujos resíduos poluíam os rios; uso do solo inadequado ou super-utilização, que poderia dar origem a processos erosivos e consequentemente a geração de sedimentos para os rios.

Os corpos d'água enquadrados na classe 2 constituem-se basicamente na área compreendida pelas bacias localizadas na porção limítrofe com o estado do Rio de Janeiro e o médio rio Tietê. Os trechos correspondentes ao alto-médio rio Paraíba do Sul são as áreas mais urbanizadas e industrializadas da região abrangida pelo projeto MAVALE.

A classe 2 permite que os rios recebam efluentes urbanos e industriais, desde que sejam tratados e atendam exigências como:

- estejam virtualmente ausentes materiais flutuantes, substâncias que comuniquem gosto ou odor, substâncias potencialmente prejudiciais;
- proibição de corantes artificiais que não sejam removíveis;
- Número Mais Provável (NMP) de coliformes até 5000, sendo 1000 o limite para os de origem fecal em 100ml, para 80% de pelo menos 5 amostras colhidas num período de 5 semanas consecutivas;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em 5 dias, a 20 °C em qualquer amostra até 5mg/l;
- Oxigênio Dissolvido(OD) em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/l.

Dos 39 municípios analisados apenas 12 tratam seus efluentes domésticos, e dos 18 distritos analisados apenas dois tratam seus efluentes. Além disso, três distritos não possuem rede coletora de esgotos o que reflete uma situação bastante deficiente em termos de qualidade d'água no vale do rio Paraíba do Sul.

Paralelamente apenas 2 municípios e 1 distrito tem 100% da sua população atendida por rede de esgoto, em todos os demais o atendimento da população varia de 10% a 95%.

O tratamento utilizado nos esgotos em 8 destes municípios reduz a carga orgânica em torno de 70% a 95%, o que é um bom índice e adequado as exigências da classe 2 de qualidade d'água dos rios.

Nos outros 4 municípios que tem seus esgotos tratados a redução da carga orgânica é de apenas 25% a 30%, índice muito baixo e não adequado as exigências da classe 2 de rio, que permite o lançamento de efluentes desde que eles sejam tratados.

Um outro problema é que algumas cidades, por serem muito antigas, foram instaladas na região muito antes da promulgação da lei de "Prevenção e controle da poluição do meio ambiente", que entrou em vigor em Maio de 1976. Com isto algumas delas, como Natividade da Serra e Redenção da Serra, estão localizadas em áreas de proteção de mananciais e por isso mesmo, em áreas de rios de classe 1. Apesar destas duas cidades terem de 95% a 100% das suas populações atendidas por rede de esgoto e terem seus efluentes domésticos tratados antes de lançá-los nos rios, elas estão totalmente contrárias as exigências da lei, pois nos rios de classe 1 não é permitido o lançamento de efluentes de nenhuma espécie mesmo que tratados. Por outro lado é impossível impedir que estas cidades cresçam ou deixem de produzir esgotos.

Outras cidades estão em situação pior, como Jambuí, Salesópolis, Igaratá e Monteiro Lobato, que estão localizadas em áreas de rios de classe 1 e não tratam seus esgotos, ou seja não atendem sequer as exigências da classe 2, que dirá as exigências da classe 1.

Com o exposto até o momento observa-se que em termos de efluentes urbanos são raríssimos os municípios que atendem as exigências da lei de proteção do meio ambiente.

Com relação aos efluentes industriais, a grande concentração de indústrias ocorre ao longo do médio curso do rio Paraíba do Sul, onde está instalada a rodovia federal BR-116, Via Dutra, que serve de eixo de ligação entre as duas mais importantes cidades do país, São Paulo e Rio de Janeiro.

Neste trecho estão localizadas 102 indústrias de médio e grande porte que produzem efluentes com potencial poluidor por metais pesados, sendo o elemento zinco o de maior contribuição, seguido pelo manganês, cromo, cobre, chumbo, níquel, bário, cádmio e mercúrio.

(Cetesb, 1988).

De acôrdo com informações fornecidas pelos técnicos da CETESB, órgão encarregado do contrôle da poluição no estado de São Paulo, todas estas indústrias tem sistemas de tratamento de seus efluentes antes de lançá-los nos rios. Estes sistemas atendem as exigências da classe 2 mesmo, que os efluentes sejam lançados em cursos d'água de classe 4.

Não podemos esquecer porém de que tais elementos são prejudiciais à saúde humana e que os tratamentos convencionais da água não os removem totalmente. Deve-se lembrar também que alguns deles apresentam características cumulativas a longo prazo, no corpo humano.

Apesar destas indústrias terem seus efluentes tratados, não podemos esquecer que elas apresentam constantemente um alto potencial de poluição, na medida em que seus equipamentos não sejam utilizados adequadamente ou mesmo não sejam utilizados por algum período por motivo de quebra no equipamento ou mal funcionamento.

São encontradas também neste trecho 57 indústrias com potencial poluidor por substâncias orgânicas. Segundo informações prestadas pela CETESB, todas estas indústrias apresentam sistema de tratamento em seus efluentes que reduz a carga orgânica em torno de 80%, atendendo as exigências da classe 2.

De todas as 159 indústrias analisadas apenas 2 com efluentes compostos por material orgânico e 3 com efluentes compostos por metais pesados estão situadas em bacias de rios de classe 1, todas as demais estão localizadas em bacias de rios de classe 2. Conforme já mencionado, em rios de classe 1 não é permitido o lançamento de efluentes de nenhuma espécie.

Uma outra fonte potencial de poluição na área de estudos é a forma como é feita a disposição final dos resíduos sólidos. Estes geralmente são depositados, sem nenhum tratamento ou mesmo uma triagem adequada, em um lugar escolhido pela prefeitura localizado geralmente em uma área pertencente a ela, sendo denominados lixões. O material aí depositado fica exposto a ação do tempo (chuva, vento), de animais ou de pessoas até que a prefeitura decida cobri-lo com terra. O grande problema é que geralmente estes lixões estão localizados muito próximos aos cursos d'água, podendo ser arrastados até eles pelas enxurradas, ou estão localizados em zonas de grande ocorrência de falhamentos ou fraturamentos. Caso o material depositado nos lixões decomponha-se e infiltre no solo, poderá atingir os depósitos de água subterrânea existentes na área de estudo, através das falhas e fraturas. Grande parte da área estudada constituiu-se de altos estruturais e portanto, área de provável ocorrência de água subterrânea.

Na área de estudo ocorrem muitas zonas favoráveis a perfuração de poços e, infelizmente, em muitas destas zonas são encontrados lixões, tanto ativos como desativados. Salienta-se que mesmo que os lixões estejam desativados eles continuam a ser fontes potenciais de poluição.

Um outro ponto importante a salientar é a presença, na área de estudos, de fossas para recepção dos esgotos urbanos das cidades que não tem 100% da sua população atendida por rede de esgoto. A totalidade das cidades existentes no vale do rio Paraíba do Sul estão localizadas ou em áreas de ocorrência de falhamentos ou em áreas de várzea. Com isto a possibilidade do material contaminado atingir a água subterrânea é muito grande. Sem mencionarmos que muitas vezes o material recolhido nestas fossas são lançados diretamente nos cursos d'água ou no mar. A grande maioria das áreas urbanas analisadas tem sómente 70% a 85% da população atendida pela rede de esgoto. Os restantes 25% a 30% utilizam o sistema de fossa ou, como no caso dos distritos Meia Lua e Bairro Alto, não possuem nem rede de esgoto e nem sistema de fossa, estando os esgotos a céu aberto. Com isto as exigências da lei de proteção do meio ambiente não são atendidas em nenhum ponto.

Com relação ao uso do solo na região, pode-se constatar que o uso predominante é o de pastagem e/ou campo antrópico. Este tipo de uso do solo ocupa cerca de 60% da área do projeto MAVALE. Está presente tanto nos trechos montanhosos como nos de planície fluvial. A atividade predominante na região é a criação de gado leiteiro. Mesmo nas áreas de proteção de mananciais pode-se encontrar este tipo de uso do solo.

Nos trechos de escarpa, como os que ocorrem na serra da Mantiqueira e serra do Mar, é observada a presença de mata natural e capoeira. Este tipo de uso do solo é bastante recomendável nesta porção da área do projeto MAVALE, pois protege as cabeceiras de rios, as áreas de mananciais e evita os processos erosivos nos trechos de maior declividade.

Nas áreas de várzeas, principalmente ao longo do rio Paraíba do Sul, ocorrem áreas de agricultura. Na várzea do rio Paraíba encontram-se grandes trechos de áreas de cultura irrigada. Ao longo desta várzea estão também localizadas as principais cidades da região, que tem apresentado uma crescente expansão nos últimos 30 anos.

Ao se fazer a integração dos dados da área de estudos pode-se constatar que com excessão das áreas urbanas que estão basicamente localizadas em áreas de várzeas e estão expandindo-se cada vez mais para estes trechos, todo o restante da área apresenta um uso do solo bastante adequado a aptidão agrícola das terras.

Salienta-se no entanto que o uso do solo na área de estudo deve levar em consideração os relevos acidentados aí existentes, muitos com altas declividades. Um superpastoreio ou excessiva utilização das terras com fins agrícolas, podem dar início a processos erosivos.

Chama-se atenção também ao fato de que trechos de várzea sendo ocupados com áreas urbanas é extremamente nocivo, pois além de não atenderem a vocação principal da várzea que é de área agrícola, impermeabiliza a várzea e gera resíduos líquidos e sólidos que podem contaminar, tanto os recursos hídricos superficiais como os subterrâneos.

CONCLUSÕES:

Ao término desta análise foi possível constatar que a grande maioria das bacias analisadas não atendem as exigências das classes em que estão enquadradas.

As principais fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos encontradas na área do projeto são:

- a presença de efluentes domésticos que são lançados nos cursos d'água sem tratamento.

- a utilização do sistema de fossas para o recebimento dos esgotos não canalizados, em áreas de várzea ou de recarga.
- a presença de lixões (ativos ou desativados) que geralmente estão localizados muito próximos aos cursos d'água, em áreas de recarga ou em zonas favoráveis a perfuração de poços, com presença de falhamento e fraturas

A geração de mapas temáticos através de imagens TM/Landsat, de vários aspectos físicos e sócio-econômicos da área de estudos, permitiu uma análise integrada da mesma e uma avaliação mais apurada, bem como uma correta localização das várias fontes potenciais de poluição. As informações retiradas das imagens além de permitirem uma visão integrada do vale do rio Paraíba do Sul e Litoral Norte do estado, permitiram também uma visão global da área, o que proporcionou a avaliação das fontes de poluição dentro de um contexto regional.

Ao término desta análise recomenda-se que:

- todos os efluentes domésticos sejam tratados para atender pelo menos as exigências da classe 2. Com o tratamento destes efluentes o problema de poluição dos cursos d'água seria diminuído ou mesmo resolvido em parte;
- ampliar a rede de esgoto dos municípios de forma que 100% da população seja atendida, evitando o uso de fossas, principalmente em áreas de recarga, em zonas favoráveis a perfuração de poços ou em trechos de várzea;
- evitar o uso de lixões principalmente em áreas próximas aos cursos d'água, várzeas, zonas de recarga e zonas favoráveis a perfuração de poços. Deveria ser feita uma triagem dos resíduos sólidos, reciclando o que poderia ser reciclado e cuidar de fazer um melhor tratamento do resíduo orgânico;
- fazer um uso adequado do solo tanto do ponto de vista de pastagens como de agricultura de forma a evitar processos erosivos e contaminação dos cursos d'água por meio de agrotóxicos.

BIBLIOGRAFIA:

- CETESB Recuperação da Qualidade Ambiental do rio Paraíba do Sul, subsídios para o disciplinamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica; São Paulo, Brasil, 1988
- SABESP SRV, Municípios Operados, relatório, São José dos Campos, SP, Brasil, 1989.