

VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA

SÃO PAULO - 17 a 22 DE JANEIRO DE 1971

ESTUDO DA DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA GRANDE SÃO PAULO

SOLUÇÃO INTEGRADA E ORIGINAL

55000

es: Engº Rodolfo José da Costa e Silva

Engº Nelson Luiz Rodrigues Nucci

Engº Manoel Inácio D'Abadia Aquino de Sá Filho

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

**ESTUDO DA DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS DA GRANDE SÃO PAULO**  
**SOLUÇÃO INTEGRADA E ORIGINAL**

**RESUMO**

**AUTORES:** Eng<sup>o</sup> Rodolfo José da Costa e Silva  
Eng<sup>o</sup> Nelson Luiz Rodrigues Nucci  
Eng<sup>o</sup> Manoel Inácio D'Abadia Aquino de Sá Filho

Este trabalho trata de uma Solução Integrada, para Disposição dos Esgotos Sanitários da Grande São Paulo, concebida, pelos autores, quando trabalhavam como consultores das empresas que elaboraram o Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado da Grande São Paulo. Iniciaram suas especulações, partindo duma visão global dos problemas metropolitanos, considerando os aspectos sócio-econômicos, territoriais, institucionais e infra-estruturais; analisaram, especificamente em Saneamento e em Recursos Hídricos, a demanda e o quadro carencial de serviços, os estudos, os projetos e os planos, tendo sempre em vista os conceitos de planejamento e de integração, tanto setorial quanto urbano e macrorregional, para chegarem ao partido adotado e aos resultados que, em nível de plano, apresentam.

Fazem considerações sobre a poluição das águas dos rios Tamaquateí, Pinheiros e Tietê e dos reservatórios de acumulação que servem à produção de energia e ao fornecimento de água à Região; tecem comentários sobre o desenvolvimento da urbanização metropolitana; consideram os aspectos anteriores e, de forma mais detalhada, descrevem a Solução que se apoia num partido diferente de quantos têm sido estudados, apresenta vantagens sobre as demais alternativas analisadas que são relacionadas, considerando os aspectos de tratamento, de poluição e de ordem ge-

55100  
Class. 55000  
Temp. 9996

2.

ral.

Em resumo, a Solução consiste em bombear, para a Serra da Cantareira, a vazão média de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 1980,  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 1990 e  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 2000, cerca de 80% dos esgotos sanitários de São Paulo, a fim de ganhar energia de posição. Ao afastá-los da cidade, para tratá-los, procuraram locais apropriados, emergentes e consequentes dos estudos feitos para o planejamento global integrado da Metrópole, separados da região urbana, pelos contrafortes ocidentais, elevados, da Serra da Cantareira. Aproveitaram as faixas de domínio da rodovia Anhanguera, da via Norte, em projeto, e do vale do Ribeirão Vermelho, para lançamento do emissário que conduzirá os esgotos, recalcados por uma Estação Elevatória, situada à margem do Tietê, à Serra da Cantareira, que é transposta por um túnel, em conduto livre. Os esgotos descerão o vale do São Miguel, numa extensão de 5,1 km, onde sofrerão aeração e sedimentação, aproveitando os 50 metros de cota, ganhos no bombeamento, no caminhamento até o vale do Juqueri; ao longo deste rio, num percurso de 24,5 km e no reservatório de Pirapora, receberão estabilização anaeróbia aeróbia e alcançarão, através de elevatória existente, a represa de Santana do Parnaíba e, em série, o Tietê, o Pinheiros e por fim o Reservatório Billings. Neste percurso total, da garganta do Jaraguá, à barragem de Pedreiras, percorrerão cerca de 90 km, submetidos à intervenções de tratamentos e de diluição, de forma tal que suas águas possam satisfazer a determinados padrões de qualidade, cada vez mais exigentes, ao atingirem sucessivamente Edgard de Souza, Tietê, Pinheiros e Billings, compatíveis com os usos que lhes desejarem impor.

Dentre as mais importantes vantagens sobressaem:

- Proteção da Billings, contra a poluição, o que conduziria a mais água para São Paulo, tanto para abastecimento, como para produção de energia, recreação e paisagismo;
- limpeza dos rios da cidade;

- garantia do atual aproveitamento hidrelétrico, permitindo fornecer, a jusante de Pirapora, a vazão que convier aos interesses da comunidade;
- aproveitamento dos "corpos-receptores" e das áreas de tratamento distantes e separados por serra e a sotavento da área habitada da Metrópole;
- solução parcelada e econômica, inclusive integrando o tratamento do lixo.

#### RECOMENDAÇÕES

1. Que se dê condições para prosseguimento dos estudos da Solução Integrada, ora proposta, a nível de Plano Diretor de Esgotos.
2. Que, entre as alternativas de Disposição de Esgotos na Billings, seja definida a que os órgãos competentes se propõem implantar;
3. Que, atendidos os itens 1 e 2, se aprofundem e ampliem os estudos técnicos e econômicos de forma a assegurar-se uma análise das alternativas, caminho natural para o exercício da opção, que dará a São Paulo, uma solução adequada para o grave problema de poluição de suas águas.

...a respeito da atual situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

...a respeito da atual situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

...a respeito da atual situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

### CONCLUSÃO

1. Nos termos da legislação em vigor, a indústria da  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

2. Nos termos da legislação em vigor, a indústria da  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

3. Nos termos da legislação em vigor, a indústria da  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

4. Nos termos da legislação em vigor, a indústria da  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

5. Nos termos da legislação em vigor, a indústria da  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

6. Nos termos da legislação em vigor, a indústria da  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

7. Nos termos da legislação em vigor, a indústria da  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a  
...a respeito da situação da indústria, particularmente a

ESTUDO DA DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS DA GRANDE SÃO PAULO  
SOLUÇÃO INTEGRADA E ORIGINAL

AUTORES: Eng<sup>o</sup> Rodolfo José da Costa e Silva  
Eng<sup>o</sup> Nelson Luiz Rodrigues Nucci  
Eng<sup>o</sup> Manoel Inácio D'Abadia Aquino de Sá Filho

INTRODUÇÃO

A solução apresentada, neste trabalho, para Disposição dos Resíduos Líquidos Domésticos e Industriais de São Paulo, resultou dos estudos efetuados pelos autores num período de oito meses, de março a outubro de 1970, quando participavam como consultores das empresas que elaboraram o PLANO METROPOLITANO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DA GRANDE SÃO PAULO.

Este plano foi contratado pelo GEGRAN - GRUPO EXECUTIVO DA GRANDE SÃO PAULO - Órgão da Secretaria de Economia e Planejamento do Governo do Estado, com as seguintes empresas: ASPLAN S/A - Assessoria em Planejamento, GPI - Grupo de Planejamento Integrado Ltda, e Neves & Paoliello S.C. Ltda, e, como sub-contratada, SOTEPLAN - Sociedade Técnica de Planejamento Ltda.

Tendo como objetivo fundamental definir os elementos técnicos, necessários e indispensáveis, para implantar e desenvolver um processo de planejamento, de forma permanente e integrada, elaborou os seguintes estudos:

- sócio-econômicos ou básicos, que fundamentaram o Plano;
- territoriais, que envolveram as atividades destinadas à organização futura do espaço metropolitano;

6.

- de programas, referentes à infraestrutura urbana, dentre os quais o SANEAMENTO se projeta;
- e os institucionais, que abrangem a Administração Pública, as finanças e a implantação do próprio Plano.

O Saneamento foi focalizado segundo seus principais subsetores, com ênfase nos integrantes da problemática de recursos hídricos: Abastecimento de Água e Esgotos Sanitários (Saneamento Básico), Drenagem, Contrôlo de Enchentes e Poluição das Águas. A Limpeza Urbana, a Poluição Atmosférica e o Saneamento Geral completaram o quadro do Setor na área.

Apoiados numa visão dessa amplitude, preocupados em apreender a totalidade dos fatores fundamentais envolvidos, para realização de um planejamento global; e sabedores da necessidade do estabelecimento de um processo dinâmico, que permita a intervenção na estrutura do Plano, para garantir implantação e operação integradas, foi que, analisando, crítica e construtivamente e completando os estudos do setor de saneamento, chegaram à solução que apresentam.

#### VISÃO HISTÓRICA DOS ESGOTOS E DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS DE SÃO PAULO

A cidade de São Paulo, antes do início do século, já contava com serviços de esgotos sanitários e de abastecimento de água. Mais precisamente, em 1895, atendia a 57.000 habitantes com sua rede de esgotamento, ou seja, 41% da sua população.

O sistema adotado restringia-se à rede que, através de seus coletores-tronco ou de emissários, lançava o efluente bruto nos rios.

O Tietê, cuja vazão média em Pirapora é de  $90 \text{ m}^3/\text{s}$ , dispunha de capacidade de diluição para os esgotos nele lançados, de forma que a solução adotada nenhum inconveniente sanitário apresentava.

A situação não se modificou quanto à disposição dos esgotos e ao regime dos rios até o ano de 1927, ocasião em que a cidade havia atingido 800 000 habitantes, dos quais, 46% eram atendidos por 680 km de rede. Não obstante o aumento da vazão dos esgotos e da carga poluidora, o Tietê continuava um rio vivo, de águas claras e saudáveis, largamente usado para a recreação. A nataçãõ e os esportes náuticos nele eram praticados e constituíam verdadeiras festas permanentes para a população. A "Travessia da Cidade", através do seu curso, constituía uma concorrida competição nacional de nataçãõ. Enfim, as águas completavam a vida da grande capital, comunicando-lhe beleza e alegria.

O desenvolvimento econômico se processou rapidamente e passou a demandar energia para mais industrialização e maior urbanização. A solução encontrada para o problema foi a construção do projeto hidrelétrico de Cubatão, da Light.

O sistema final instalado impele as águas do Tietê, através do Pinheiros, invertendo o curso destes rios, e encaminhando-as à represa Billings, e ao reservatório das Pedras, por uma série de elevatórias, lançando-as na vertente oceânica.

Fácil será observar-se que os esgotos diluídos, após este conjunto de obras, deixaram de seguir seu primitivo rumo, rio abaixo, para serem mantidos represados no Tietê ou circulando a baixas velocidades, que chegam a zero em alguns locais, transformando mais de 33 km do Tietê e todo o Pinheiros em zonas de remanso de barragem, verdadeira lagoa de estabilização dentro da Capital.

Executado como ocorreu com muitos, os projetos hidrelétricos brasileiros, apenas considerou as vantagens da produção de energia, sem atentar para as demais implicações, inclusive as sanitárias, embora se possa admitir que, à época, seu custo de oportunidade o justificasse plenamente. Resultado notório, entretanto, foi que a cidade se industrializou, cresceu e induziu o desenvolvimento regional. Dizem Hazen & Sawyer: no seu "Relatório sobre

Disposição dos Esgotos de São Paulo" - "O desenvolvimento da Light negou a São Paulo os primeiros esforços na disposição de seus esgotos - construção do emissário para descarga dos esgotos de Leopoldina suficientemente distantes, a jusante do rio, que evitaria inconvenientes sanitários e reverteu inteiramente a descarga dos resíduos pelas áreas residenciais e comerciais no vale do Pinheiros".

A urbanização, aqui agora compreendida como um processo de concentração populacional e de atividades econômicas, gerando mudanças ecológicas, demográficas, econômicas, sócio-culturais, infraestruturais e políticas, levou a um novo processo de "causação circular", que conduziu a mais urbanização, com ênfase nas imigrações, tanto por "fatores de atração" da cidade, como pelos de "expulsão" do campo. Os reflexos na infraestrutura urbana, exigindo mais e melhores serviços, se revelam nos baixos percentuais atendidos, através de crises periódicas de falta d'água, na própria região abastecida e na agressiva poluição dos recursos hídricos.

Dispondo de água, energia, facilidade de lançamento de seus resíduos (verdadeiro incentivo), apresentando economias externas para implantação de novas indústrias, a cidade crescia e se multiplicava a um ritmo superior à capacidade governamental de atendimento das demandas de infraestrutura urbana.

Em Saneamento Básico, as providências públicas limitavam-se à busca de água de boa qualidade, cada vez mais longe, e à construção de rede de esgotos, lançados, como os das indústrias, "in natura" nos vales mais próximos.

O Tamanduateí, com as descargas dos resíduos domésticos e industriais e sua pequena capacidade de diluição ( $Q_{min} = 1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ), passou a apresentar um aspecto de rio de esgotos; o Tietê começou a sofrer restrições para a prática de esportes náuticos; o Pinheiros, como o "rio principal", pois passou a receber as descargas dos outros dois, não teve destino diferente. O oxigênio

dissolvido e a relação da vazão do rio para a vazão dos esgotos ( $Q_{\text{rio}}/Q_{\text{esg}}$ ) decresceram; a presença de poluentes físicos, químicos e bacteriológicos se acentuavam; os depósitos de matéria orgânica e mineral se acumulavam, assoreando os leitos dos rios; as águas, dia a dia, ficavam negras, oleosas e fétidas. A poluição antes identificada por alguns, passava a clamar por solução na voz de muitos.

A Repartição de Águas e Esgotos, núcleo técnico e administrativo do setor, atenta ao problema, que acompanhava desde que foi criada em 1893, voltou-se para a pesquisa e os estudos; em 1933 construía instalações, em Ponte Pequena, destinadas a estudos de tratamento de esgotos.

Já em 1937, os estudos efetuados conduziam ao projeto e à construção da Estação de Tratamento de Esgotos do Ipiranga, por João Pedro de Jesus Netto, com capacidade nominal de 80 l/s, que passou a funcionar em caráter experimental, mas sobretudo, com vistas ao treinamento e formação de pessoal. Era a tomada de consciência sanitária que surgia.

O Desenvolvimento Econômico, por que vem passando o País nas últimas décadas, não poderia deixar de impactar o Setor de Recursos Hídricos em geral e, em particular, com a urbanização, o Saneamento Básico, pela sua importância na saúde e na economia comunitária. A formação de uma mentalidade de saneamento no País, como um todo, teve, em alguns centros, os polos geradores e dinamizadores do processo. Indiscutivelmente, coube ao Estado de São Paulo e, mais decisivamente, à sua Capital um meritório papel, não só no que diz respeito a estudos e pesquisas, formação e treinamento de pessoal para as suas necessidades e nacionais, como pelo vulto dos investimentos em projetos e obras que vem realizando, num "continuum", desde o início do século. Suas Universidades e seus problemas, num constante gerar de soluções e de necessidades, podem ser responsabilizados pela maior ou me-

nor ênfase com que certos reclamos têm sido enfrentados pelos governos. No caso especial da Metrópole, cabe salientar-se a contradição entre seus recursos humanos, financeiros, tecnológicos - institucionais e as condições sanitárias imperantes.

De uma forma geral, ocorreram certos fatos marcantes sob aspectos técnicos, educacionais e institucionais que devem ser evidenciados, para melhor compreensão da marcha do processo. Alinharemos alguns que nos dão, em certos campos de atividades, uma visão histórica, embora possam ser menos importantes que outros omitidos por desconhecimento ou por não serem essenciais à apreciação deste trabalho.

#### Aspectos Educacionais

- A formação de Engenheiros Civis na Escola Politécnica da USP, com uma cadeira de "Hidráulica Urbana - Saneamento", atuante, estruturada e dinamizada, tentando vincular a formação profissional à realidade, com ênfase nos problemas locais e criando condições experimentais através do Laboratório de Hidráulica;
- A criação do curso de Engenheiros de Saúde Pública (Sanitaristas), na Faculdade de Higiene e Saúde Pública da USP, hoje Faculdade de Saúde Pública, que logo se transformou num foco de irradiação de uma nova mentalidade sanitária e em centro de aperfeiçoamento, de influência não só em São Paulo e no País, como na América Latina;
- A formação de Engenheiros Civis - Opção Hidráulica, na Escola Politécnica da USP, ampliando a faixa de especialistas em Recursos Hídricos, de nível superior;
- A criação e a manutenção da Revista R.A.E., posteriormente denominada D.A.E., que, como legítimo órgão de divulgação e ensino, merece realce especial pelos inestimáveis serviços prestados.

### Aspectos Técnicos

- Os estudos da RAE que permitiram, já em 1947, a realização de uma concorrência internacional para projeto e construção das Estações de Tratamento de Esgotos, E.T.E. de Vila Leopoldina e Pinheiros;
- Os estudos e o Plano de Greeley & Hansen para disposição de esgotos sanitários para São Paulo e vizinhanças, elaborados para a R.A.E.;
- O Plano Diretor de Obras das Bacias do Alto Tietê e Cubatão, elaborado para o D.A.E.E., pelo Convênio Hibrace, dentro de uma concepção mais avançada, a da utilização global dos recursos hídricos;
- Os estudos sobre disposição de esgotos sanitários na área metropolitana, elaborado pela firma Hazen & Sawyer, para o DAE;
- O estudo de viabilidade técnico financeiro, elaborado pelo consórcio de empresas: Hazen & Sawyer, Asplan S/A e Coplasa, para o DAE e a COMASP, destinado a obtenção de financiamento, para a execução de obras de água e esgotos;
- O conjunto de estudos específicos de Água e Esgotos para diversos municípios componentes da Grande São Paulo.

### Aspectos Institucionais

- Na década de cinquenta, a Codificação das Normas Sanitárias do Estado (Lei 1.561-A); as leis e decretos referentes ao Controle da Poluição das Águas; a criação do Departamento de Águas e Energia Elétrica (D.A.E.E.), do Departamento de Obras Sanitárias e a transformação da pioneira R.A.E. na autarquia, Departamento de Águas e Esgotos - D.A.E.;

- No último decênio, a criação da Comissão Intermunicipal de Contrôlo da Poluição das Águas e do Ar, por convênio entre os municípios do ABC, Mauá e o Governo do Estado, constituiu um primeiro passo de um período em que se multiplicaram as providências de natureza institucional, prosseguindo com a criação dos seguintes órgãos:

- COMASP - Companhia Metropolitana de Águas de São Paulo, com o objetivo de produzir e distribuir, por atacado, água potável na Área Metropolitana;
- FESB - Fundo Estadual de Saneamento Básico, posteriormente transformado em Fomento, com as funções de financiamento, promoção de programas de Saneamento Básico, apoio tecnológico e controle de poluição das águas;
- SANESP - Companhia Metropolitana de Saneamento de São Paulo, para cuidar do afastamento e da disposição final dos esgotos sanitários da Metrópole;
- SUSAM - Superintendência do Saneamento Ambiental, para controle da poluição atmosférica, controle e erradicação de endemias, efetuar estudos e pesquisas, treinamento de pessoal e assistência técnica em assuntos de Saneamento Geral.

Merece destaque também a criação do SAEC - Superintendência de Águas e Esgotos da Capital, com o objetivo principal de prestar serviços de distribuição de água e de coleta de esgotos sanitários na área da Capital.

#### Planos Existentes

Greeley & Hansen (1952 a 1953)

Em seus estudos, apresentaram três alternativas, para Disposição dos Esgotos Sanitários, recomendando uma delas, que implica

ria na construção de seis estações de tratamento, por filtros biológicos, em Vila Leopoldina, Pinheiros, Santo Amaro, Casa Verde e São Caetano, das quais, a de Leopoldina foi construída até o primário, e a de Pinheiros teve suas obras iniciadas em 1961.

Hazen & Sawyer (1965-1967) e Convênio Hibrace (1964-1968)

O relatório final de Hazen & Sawyer apresenta um circunstanciado Plano, constante de ampliação da rede coletora, dos interceptores, das estações elevatórias, dos emissários e da disposição final dos efluentes sanitários, em nível de estudos preliminares. Acrescenta recomendações sobre o controle da poluição dos cursos d'água da região e sobre organização e financiamento dos serviços.

Divide a área de estudo em Área Interna e Área Externa (planta nº 1), anexa, compreendendo, a primeira, seis setores identificados de A a F e, a segunda, 12 setores, de G a R; eliminou dos estudos os setores Q (sub-bacia do Juqueri) e R, sub-bacia do Tietê-Superior por considerá-los fora da região "metropolitana".

Depois de analisar quatro alternativas para disposição dos esgotos da região, recomenda o Plano nº 4 que consta, fundamentalmente do seguinte: construção de quatro estações de tratamento de esgotos, uma para tratamento primário, em Pedras, destinada ao setor P; outras duas por lodos ativados, em São Miguel Paulista e Suzano, serviriam aos setores A e G, e a última situada no braço do rio Guacuri, margem direita do rio Grande (Billings), para tratamento primário, receberia o restante dos esgotos de toda a área interna. O efluente seria lançado na Billings, que funcionaria como lagoa de estabilização e seria aproveitada para recreação. Se o intenso crescimento de algas não o permitisse, aventa a hipótese de construir-se um "by-pans" ou um túnel,

para lançamento do efluente do Guacuri no rio das Pedras. Esta solução admitirá as alternativas de tratar o efluente antes das Pedras ou na embocadura do Cubatão ou, ainda, de lançá-lo no Atlântico.

O Convênio Hibrace, considerando: a inconveniência de soluções que permitam o desvio de águas residuárias do aproveitamento hidrelétrico de Cubatão; a inconveniência de importação de água exclusivamente para diluição de esgotos e a vantagem em se reduzir ao mínimo possível o número de estações de tratamento, após uma minuciosa análise de oito esquemas, recomenda o de nº VIII (planta nº 2), que é similar ao de Hazen & Sawyer para coleta, interceptação e condução dos esgotos na "Área Interna", praticamente coincidentes nos dois Planos. Não difere também na estratégia para sua disposição, pois mantém a utilização da Billings (braços) como corpo receptor, para tratamento, num sistema de quatro lagoas em série que, resultantes de barramentos dos rios Cocaia, Bororé, Taquaquacetuba e Capivari, deveriam funcionar com carga de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  em 1970 e de  $57 \text{ m}^3/\text{s}$  no ano 2000. A primeira seria operada como aneróbia, com 85% de capacidade de remoção de DBO; a segunda, a de Bororé, como facultativa e as demais como aeróbias. O efluente, através de uma lagoa auxiliar, seria conduzido ao reservatório das Pedras, para ser aproveitado na produção de energia.

O professor Benoit Victoretti, em artigo na Revista D.A.E. diz: "O Convênio Hibrace ao estudar o sistema de coleta e afastamento dos esgotos da área metropolitana, dentro do plano geral de aproveitamento dos Recursos Hídricos da Região, adotou, em seu relatório, solução semelhante à recomendada pela firma Hazen & Sawyer ou seja, encaminhamento ao reservatório Billings. Apenas previu o destino final através de uma série de lagoas de estabilização, criadas em braços daquele reservatório, mediante a construção de pequenas barragens. Assim, basicamente, tais planos são coincidentes. (O grifo é dos autores) De fato, enquanto

Hazen & Sawyer propõe o bombeamento através dos emissários Leste e Oeste para uma estação primária no rio Guacuri, margem direita do rio Grande, o Convênio Hibrace, igualmente, recomenda o recalque, pelos emissários de mesma designação, para o citado sistema de lagoas, à margem esquerda do Rio Grande.

Estudo de Viabilidade Técnico-Financeiro, (1969-70) elaborado para o DAE-COMASP, pelo Consórcio de empresas: Hazen & Sawyer, Asplan S/A e Coplasa.

Tendo por objetivo a obtenção de financiamento do BIRD, fundamentalmente é o estudo de Hazen & Sawyer de 1967, apresentando ainda, como alternativa de disposição final, as lagoas de estabilização do HIBRACE, nos braços da reprêsa Billings. Como programa executivo, do que considera uma 1ª etapa, propõe:

1. Adaptação da Estação de Vila Leopoldina para tratamento primário;
2. Recuperação do interceptor sul do Tietê, entre o Tamanduateí e a ETE de Vila Leopoldina;
3. Término de instalação e adaptação da Estação de Tratamento de Pinheiros, para tratamento primário;
4. Construção da estação de bombeamento de São Caetano, recomendada pelo esquema 4 de Hazen & Sawyer e pelo esquema VIII do Hibrace;
5. Construção do emissário, em conduto forçado, de São Caetano a Billings;
6. Ampliação da rede coletora de esgotos.

Note-se que se pretende, na 1ª etapa, lançar os esgotos "in natura" na reprêsa. Não há qualquer referência à Estação de tratamento primário de Guacuri ou às lagoas do Hibrace. Ou não se possui ainda uma opção do Governo sobre o assunto, ou se pretende transladar a poluição maciça do rio Tamanduateí para a Billings, a título precário, mas que, na realidade, perdurando por

um longo período, poderá degradá-la para sempre, tornando sua recuperação praticamente impossível.

Na realidade, o conjunto de obras acima não trará benefícios efetivos à Metrópole, pois, embora remova parte da poluição do Tamanduateí, vai levá-la a um manancial de fins mais nobres e em nome do qual se diz ter elaborado o Plano conjunto de disposição de esgotos da Região.

## A SOLUÇÃO INTEGRADA E ORIGINAL PROPOSTA

### Concepção Geral

Esta Solução se apoia em estratégia diferente de quantas têm sido examinadas para remover a poluição dos cursos d'água da Metrópole Paulista. Ao invés de tratar e dispor os esgotos no Atlântico, no Tietê ou na represa Billings (braços), elege para estes fins, o vale do rio São Miguel, parte do rio Juqueri e o reservatório de Pirapora, situados do outro lado da Serra da Cantareira. Ao mesmo tempo, reserva, àquela represa e aos seus braços, funções mais adequadas aos papéis que devem desempenhar no desenvolvimento metropolitano, isto é, principalmente: suprimento de água, lazer e produção de energia. Em síntese, estabelece que mais de 80% dos esgotos sanitários da Grande São Paulo depois de desviados dos cursos d'água, deverão percorrer 39 quilômetros de uma região que fica a sotavento e separada da Metrópole pela citada serra e seus contrafortes, sofrendo tratamento conveniente.

O efluente tratado em lagoas de estabilização, com cerca de 99,3% de sua demanda bioquímica de oxigênio removida, prossegue o passeio iniciado pelos esgotos, votejando e sofrendo influência de vários fatores depuradores. Através das instalações do

sistema hidrelétrico existente, completa mais de 65 quilômetros de percurso, recompondo sucessivamente as vazões dos rios Tietê e Pinheiros. Por fim, andando mais 25 quilômetros, aumenta a reservação da Billings.

Os 20% dos esgotos restantes receberão tratamento secundário em sistemas independentes antes de seus efluentes serem lançados nos cursos d'água.

Dentro desta concepção, mantendo sob contrôlo todo o Sistema, po der-se-á intervir, para assegurar padrões de qualidade das á-guas metropolitanas, ajustados ao destino que se lhes desejem impor.

#### Área Global de Estudos

A região considerada é a da Grande São Paulo, definida pelos decretos nº 48.163, de 3 de junho de 1967 e 50.096, de 30 de junho de 1968, constante da planta nº 3, anexa, onde se encontram indicados os limites da Bacia do Alto Tietê, com 34 municípios dos 37 que compõem a Área Metropolitana. Naqueles, se encontram quase t<sup>o</sup>da a produção e população regionais, já que Guararema, Santa Isabel e Juquitiba contam apenas com 36 813 hab., num total de 8 104 904 (censo de 1970) e com produção inexpressiva em relação ao conjunto.

A Região foi dividida em dois compartimentos: um, exterior, correspondente aos sistemas periféricos e independentes, que servem às cidades ainda não envolvidas pela trama urbana da Metr<sup>o</sup>pole e um, interior, referente aos municípios de São Paulo, Gua rulhos, Arujá, Itaquaquecetuba, Santo André, São Caetano, São Bernardo, Diadema, Mauá, Osasco, Carapicuíba, Barueri e Taboão, com população urbana total segundo o censo de 1970, de 7 537 166 habitantes. Este compartimento envolve a chamada "Área Central de Estudos" (planta nº 3), identificada pela sua drenagem natu-

ral, continuidade urbana com a capital, adensamento populacional, condições econômicas, aspectos saneamentais, concentração industrial, complexo viário etc. Será, portanto, o foco das atenções deste trabalho.

É importante ressaltar que esta Área Central coincide, exceto a oeste, com a "Área Interna" de Hazen & Sawyer, vale dizer, com os setores de B a K, dos estudos do Convênio Hibrace. Na realidade, ela é a área programática principal, por abranger o "continuum" urbano, conforme se pode observar na planta nº 3.

No equacionamento do problema, apresentaram-se como elementos limitativos, de utilização obrigatória, principalmente, os interceptores construídos, visando atender aos Planos da antiga Repartição de Águas e Esgotos, que já previam as estações de tratamento de Vila Leopoldina e Pinheiros nos seus atuais locais. Outros fatores restritivos foram acrescentados pela construção, em caráter prioritário, da Estação de Vila Leopoldina e início da de Pinheiros, atendendo ao Plano de Greeley e Hansen, cujas previsões para o desenvolvimento urbano de São Paulo foram excessivamente pessimistas.

Diante destes fatos e dos projetos e obras em andamento, houve-se por bem ajustar ao "status quo" a Solução que se propõe, prevendo-se o aproveitamento de Leopoldina e de Pinheiros, e de toda a trama de interceptores e coletores tronco existentes, embora devam sofrer pequenas adaptações para servirem aos objetivos de um plano mais compatível com os interesses globais da Metrópole.

Assim sendo, a "Área Central de Estudos" será beneficiada pelos seguintes sistemas, delimitados na planta nº 4:

1. São Miguel
2. Pinheiros
3. Jaraguá-Pirapora.

### Populações e Vazões

Na formulação preliminar da Solução, consideraram-se as populações, as vazões e as concentrações de esgotos apresentadas no relatório de Hazen & Sawyer, para os anos de 1970, 1980 e 1990. Justifica-se este comportamento pelo fato dos órgãos oficiais virem adotando estes dados não só para seu uso, como para obtenção de financiamentos internacionais, como no Estudo de Viabilidade apresentado ao BIRD. A tabela abaixo sintetiza estes elementos.

| DISCRIMINAÇÃO                   | 1970  | 1980  | 1990   |
|---------------------------------|-------|-------|--------|
| População total (1 000 hab)     | 6 122 | 7 950 | 10 131 |
| População esgotável (1 000 hab) | 5 356 | 6 678 | 8 632  |
| Vazão média (m <sup>3</sup> /s) | 25,3  | 33,5  | 48,7   |
| DBO (t/dia)                     | 571,0 | 721,0 | 963,0  |

De outro modo poder-se-iam estimar as vazões prováveis de esgotos, partindo dos estudos dos sistemas de distribuição da COMASP referentes a 1980/1983 e 1990, em seguida transcritos:

### VAZÕES MÉDIAS DE ÁGUA A DISTRIBUIR (m<sup>3</sup>/s)

| DISCRIMINAÇÃO      | 1980/1983 | 1990  |
|--------------------|-----------|-------|
| São Paulo e Osasco | 34,02     | 42,97 |
| Cidades do A B C   | 5,78      | 6,90  |
| Arujá              | 0,15      | 0,80  |
| Diadema            | 0,45      | 0,77  |

VAZÕES MÉDIAS DE ÁGUA A DISTRIBUIR (m<sup>3</sup>/s)

| DISCRIMINAÇÃO   | 1980/1983    | 1990         |
|-----------------|--------------|--------------|
| Mauá            | 0,85         | 2,03         |
| Itaquaquecetuba | 0,21         | 0,94         |
| Guarulhos       | 1,93         | 3,04         |
| Taboão          | 0,27         | 0,48         |
| Barueri         | 0,34         | 0,78         |
| Carapicuíba     | 0,47         | 0,82         |
| TOTAL           | <u>44,47</u> | <u>59,53</u> |

Adotando-se um fator de correlação esgotos/água e a população esgotável correspondente a um percentual da abastecível, foram obtidos para os esgotos da Área Central de Estudos os seguintes valores médios anuais:

- em 1980: 32,0 m<sup>3</sup>/s e 670 t/dia de DBO
- em 1990: 43,0 m<sup>3</sup>/s e 900 t/dia de DBO.

Facé a estes resultados e aos estudos populacionais do Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado, estabeleceu-se a seguinte distribuição de vazões médias:

| SISTEMA          | 1975        | 1980        | 1990        | 2000        |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Jaraguá-Pirapora | 23,7        | 23,7        | 43,7        | 53,7        |
| São Miguel       | -           | 5,0         | 5,0         | 10,0        |
| Pinheiros        | 2,0         | 5,0         | 5,0         | 5,0         |
| TOTAL            | <u>25,7</u> | <u>33,7</u> | <u>53,7</u> | <u>68,7</u> |

### Sistema Jaraguá-Pirapora

É o sistema principal. Servirá a parte da "Área Central de Estudo" (planta nº 4) que compreende as cidades de São Paulo (exceto os bairros que contribuem para os outros dois sistemas), Barueri, Carapicuíba, Diadema, Guarulhos, Mauá, Osasco, Santo André, São Caetano, São Bernardo e Taboão da Serra.

Os interceptores constantes da planta nº 4, aproveitando os já existentes, conduzirão os afluentes beirando o Tamanduateí, o Pinheiros e o Tietê, até as proximidades da confluência destes dois últimos rios, normalmente com declividade no mesmo sentido que a dos respectivos cursos d'água.

De conformidade com os estudos de interceptação, analisados em conjunto com as instalações da ETE de Vila Leopoldina, várias alternativas de solução para tratamento preliminar das vazões afluentes podem ser consideradas. Dentre elas, destacam-se as que aproveitam estas instalações:

1. adaptando-as, exclusivamente, para tratamento preliminar de toda a vazão afluente;
2. usando-as, para a vazão de  $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , sua capacidade média atual, para tratamento primário inicialmente, fazendo o preliminar do restante (maior parte): a- em uma estação situada numa das margens do Tietê, próximo ao mesmo local; b- em estações similares dos 2 lados do mesmo rio.

Os esgotos da Metrópole, bombeados, em sua maior parte, após o tratamento preliminar efetuado em Vila Leopoldina, utilizando a faixa de domínio da Anhanguera, o vale do Ribeirão Vermelho e a faixa da Via Norte, rodovia em fase de estudo de viabilidade, galgarão a Serra da Cantareira, na enseladura situada a leste e bem próximo do morro do Jaraguá; já por gravidade, transporão o divisor de águas Tietê-Juqueri, por túnel (perfil anexo) e alcançarão as nascentes do rio São Miguel, afluente deste último

pela margem esquerda. Percorrerão 5,1 km em seu leito, adrede-mente preparado para a aeração (em cascata, ressalto hidráulico, turbina, ou outro qualquer) e retenção em reprêsa, aproveitando a energia de posição (máxima prevista de 50 metros) obtida com a elevação mecânica, até atingirem o canal do Juqueri, a jusan-te de Perus. É conveniente observar-se que, com êste caminhamento, se ganha ainda, para aeração, o desnível entre Leopoldina e o vale do Juqueri, que é de mais de 15 metros. Ao longo do Juqueri, num percurso de 24,5 km, amplas áreas poderão ser usadas para tratamentos diversos, estabelecidos de conformidade com os padrões de qualidade que se desejar impor às águas internas da Metrópole, desde Pirapora até a Billings.

Além da aeração obtida, pela queda dos esgotos das nascentes do São Miguel serra abaixo, estudos devem ser realizados para constatação das vantagens e conveniência de aerá-los também ao longo do rio Juqueri, reprêsas de Pirapora e Edgard de Souza e rios Tietê e Pinheiros.

Embora, numa primeira análise, se tenha decidido pela opção de transpor a Serra da Cantareira da forma descrita, utilizando-se uma elevatória de alta carga (50 metros de manométrica) com o mínimo de túnel, com a intenção de aerar e usar as áreas do vale do rio São Miguel, estudos mais acurados devem ser feitos, e exhaustivamente, para compará-la com diversas outras, até a de mínima elevação e máxima extensão de túnel.

Esta região, escolhida para tratamento de esgotos de São Paulo, compreende a bacia do rio São Miguel, parte da bacia do Juqueri a jusante de Perus e o reservatório de Pirapora. É praticamente desabitada e utilizada como reserva florestal e para reflorestamento, em grande extensão.

Nos planos urbanísticos elaborados para São Paulo (Plano Urbanístico Básico, Planos Sub-Regionais, Plano Metropolitano de Deenvolvimento Integrado etc) não foi prevista sua ocupação para fins agrícolas (exceto para os anteriormente citados), indus -

triais e habitacionais, face às suas condições de declividade e localização, isolada da cidade pela Serra da Cantareira e seus contrafortes ocidentais. É atravessada pela via Anhanguera na direção SE-NO; servida por uma rodovia de terra, ligando os municípios da região e, no vale do Juqueri, por uma ferrovia de função limitada, para transporte de calcário de Cajamar a Perus.

Possui uma superfície de  $212,5 \text{ km}^2$ , dos quais 1 600 ha são ocupados pelo reservatório de Pirapora. Esta represa, no momento, é utilizada para acumular as águas do rio Juqueri e o extravasamento, em Edgard de Souza, das vazões de enchentes do Tietê. Daí, bombeadas por elevatória existente, ao Reservatório de Santana do Parnaíba e, dêste, através do Pinheiros, para a Billings, com o propósito de alimentarem o sistema hidrelétrico da Light.

Os esgotos, após receberem aeração e sedimentação, ao longo de São Miguel e do Juqueri, sofrerão tratamento, na 1ª etapa, em uma lagoa de estabilização aneróbia, construída no vale dêste último, aproveitando parte do Reservatório de Pirapora. Outra lagoa facultativa poderá funcionar logo a jusante desta, por fim, o efluente atingirá o corpo principal de Pirapora, que funcionará como uma lagoa aeróbia.

As lagoas anaeróbia e facultativa ficarão separadas da área urbana de São Paulo por uma região desabitada, constituída pelos contrafortes ocidentais da Serra da Cantareira, prolongados em cunha, até a confluência do Juqueri com o Tietê, servindo:

- a. como interflúvio das duas bacias;
- b. como obstáculo orográfico entre a região que se propõe para implantação das lagoas e a cidade de São Paulo.

A planta nº 5 mostra que esta Serra se prolonga para oeste, até a Serra do Saboá, com interrupção apenas na "passagem heróica" do Anhembi, como legítimo anteparo contra os odores que se desprenderão das lagoas.

Uma outra alternativa seria, após a aeração e sedimentação no Vale do São Miguel, construir uma Estação de Tratamento Primário, ao longo do Juqueri, similar a do Guacuri e tratar seu afluente na série de lagoas de estabilização, antes enumeradas. Depois do tratamento em Pirapora, duas alternativas de disposição do efluente se apresentam:

Alternativa A - O efluente seguirá parcial ou totalmente - Tietê abaixo, sofrendo auto-depuração em seu longo percurso, onde, em caso de necessidade, novos reservatórios poderão ser adicionados, para funcionarem como lagoas de estabilização. Como resultado ter-se-ia aumento do caudal do Tietê, com possibilidades de múltiplas e repetidas utilizações de suas águas.

Traria como consequência imediata um decréscimo da produção do sistema energético de Cubatão, desde que a vazão escoada para o médio Tietê fôsse superior àquela correspondente à água importada das bacias vizinhas.

Segundo os estudos existentes, esta alternativa não seria conveniente. É importante destacar-se que, no futuro, com o progresso e os acréscimos de novas variáveis indutoras e limitativas, esta alternativa poderá vir a ser reexaminada, mormente considerando-se:

- a pouca disponibilidade de água doce na região, em áreas vizinhas e no curso médio superior do Tietê;
- a disponibilidade crescente de energia na região, proveniente de outras usinas.

Alternativa B - O efluente da lagoa de estabilização de Pirapora será bombeado, através da Elevatória de Edgard de Souza, que tem capacidade instalada de  $55 \text{ m}^3/\text{s}$ , para o reservatório de Santana do Parnaíba, donde seguirá o curso atual das águas da bacia imposto pelo sistema Light. Esta alternativa se justifica pelo menos numa primeira análise, por fazer crescer cíclica e cumulativamente com a importação de água de outras bacias, os

recursos hídricos disponíveis da Billings para abastecimento, re criação e geração de energia.

É importante apreciar que numa estimativa inicial, as diversas fases de tratamento previstos, permitem obter as seguintes reduções sucessivas de demanda bioquímica de oxigênio:

| DISCRIMINAÇÃO                             | DBO em t/dia |            |
|-------------------------------------------|--------------|------------|
|                                           | 1980         | 1990       |
| Esgôto "in natura"                        | 420          | 840        |
| Reduções:                                 |              |            |
| No Tratamento Preliminar (5%)             | 21           | 42         |
| Na Sedimentação simples com aeração (30%) | 120          | 240        |
| Na Lagoa anaeróbia (80%)                  | 222          | 444        |
| Na Lagoa aeróbia (95%)                    | 54           | 108        |
| TOTAL                                     | <u>417</u>   | <u>834</u> |

Estes totais correspondem a 99,3% de redução, sem se incluir a capacidade depuradora de Edgard de Souza, do Tietê até a foz do Pinheiros e deste último. Acrescenta-se ainda que o próprio corpo, da Billings servirá para, mediante controle, realizar mais depuração.

A Estação de Tratamento de Vila Leopoldina em fase de recuperação, com capacidade média de  $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$  na 1ª etapa, foi escolhida numa situação estratégica pela antiga Repartição de Águas e Esgotos; fica à margem esquerda do Tietê, próximo à confluência do Pinheiros, em condições de polarizar os esgotos de toda a área conurbada. Em 1953, os estudos de Greelley & Hansen ratificaram seu local de implantação e a projetaram em ciclo completo por filtros biológicos. Como estação de tratamento primário, entrou em funcionamento em 1959. Em 1967, foi paralisada, estado

em que até hoje permanece, por causa de uma série de defeitos em suas instalações e estrutura, além de desabamentos de trechos do interceptor leste, margem sul do Tietê. No futuro, poderá ter seu projeto completado para o tratamento secundário, numa etapa de melhoria dos padrões de qualidade das águas do Tietê, Pinheiros e Billings, integrada no sistema Jaraguá-Pirapora.

#### Sistema São Miguel

Coletará os esgotos de uma área de cerca de 36 539 ha, servindo a parte de Guarulhos, Distrito de São Miguel e as cidades de Arujá e Itaquaquetuba (planta nº 4). O efluente será conduzido a uma estação de tratamento, à margem esquerda do Tietê, nas proximidades da foz do rio Aricanduva. Deverá tratar os esgotos em ciclo completo, por lados ativados, a não ser que novos estudos venham demonstrar indicação mais adequada.

#### Sistema Pinheiros

Servirá a Santo Amaro, Pinheiros e outros bairros vizinhos, cuja bacia de drenagem, de 16 413 ha, se acha assinalada na planta nº 3.

Aproveitará, como 1ª etapa, a Estação de Tratamento de Pinheiros em construção (só o primário) com capacidade de  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sua utilização é obrigatória, já que está em fase de conclusão. Poderá ter sua capacidade aumentada no futuro, para  $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , para cuja vazão se encontra instalado o interceptor que lhe aflui.

Caso os padrões de qualidade da Billings venham a ser mais exigentes, terá que ser adaptada a ciclo completo, inclusive com cloração do seu efluente.

### CONSIDERAÇÕES SOBRE CUSTO-BENEFÍCIO

É comum, hoje em dia, atribuir-se à análise custo-benefício exagerada importância, embora na maioria das vezes só a parte tangível do empreendimento seja levada em conta. A preocupação com os custos financeiros, a curto prazo, por outro lado, é tão marcante que os benefícios são definidos e julgados no mesmo "rígido" período do projeto, sem considerações de suas projeções para frente, com todo o conjunto de distorções que esta prática pode ocasionar. Os custos sociais são sacrificados na perseguição dos econômicos. Definem-se os chamados benefícios efetivos, como os benefícios brutos menos os custos. Ora, em face do desenvolvimento em que se encontram as alternativas propostas, inclusive a Solução Integrada, que é apresentada em nível de plano, com pretensões de, pelo menos, ser analisada; um trabalho complementar deveria ser feito, antes da análise das alternativas, para a tomada da decisão final.

Como não se dispõe de tempo útil, nem para ultimar os levantamentos e estudos necessários a esta solução, nem para obtenção de dados adicionais, fundamentais à alternativa, em fase de adoção pelos órgãos responsáveis, uma vez que ainda não se sabe se a "solução Billings" adotará o lançamento em Guacuri ou em Cocaia, far-se-á uma ligeira apreciação dos elementos mais influentes nos custos e nos benefícios obtidos com a melhoria das condições dos cursos d'água.

Nas diversas alternativas, as águas do Tamandateí, Tietê, **Pi**nheiros terão a mesma elevação de seus padrões de qualidade, uma vez que os interceptores construídos em suas margens, evitarão o lançamento dos esgotos em seus respectivos vales.

O mesmo entretanto, não ocorrerá com o Reservatório Billings, pois a alternativa de Hazen & Sawyer, quando apresentada no Estudo de Viabilidade do BIRD, na parte referente à Disposição de Esgotos, propõe a "construção da estação de bombeamento de esgo

tos de São Caetano e do Emissário para a Reprêsa Billings" (o grifo é nosso).

O lançamento, portanto, seria "in natura". Este procedimento transferiria a carga poluidora do Tamanduateí para a Billings, o que melhoraria a situação daquele, mas agravaria a degradação desta (reafirmamos, manancial que se diz desejar recuperar e preservar, não só para recreação, como para abastecimento público de água).

Com este lançamento, qualquer que seja a opção adotada pelos órgãos responsáveis pelo setor: construção da Estação de Tratamento Primário do Guacuri ou das lagoas de estabilização do Hibrace, dificilmente seria recuperada a Billings, a não ser num esforço heróico e a custos proibitivos.

No caso de instalação da Estação de Guacuri, a Billings passaria a funcionar como lagoa secundária, após anos de funcionamento como lagoa primária, com amplos e extensos trechos anaeróbios.

Se a opção fôsse a alternativa Hibrace das lagoas, barrando os rios afluentes pela margem esquerda da Billings, ter-se-iam os seguintes aspectos negativos:

- a. perder-se-iam exatamente os mananciais para abastecimento de água, de bacias protegidas com vazão maior do que  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- b. o tratamento por lagoas anaeróbias, com produção de gases e consequentes maus odores, tornaria a Billings, em suas vizinhanças, impraticável para a recreação, além de aumentar a poluição atmosférica de toda a região.

No que diz respeito a elementos fundamentais e influentes na de terminação dos custos, pode-se apreciar:

1. Na Solução Integrada, existe apenas uma elevatória de alta carga, contra cinco da Solução Hazen & Sawyer e a mesma quantidade do Hibrace, resultando numa relação de consumo de energia, destas para aquela, de 1,7, aproximadamente;

2. A tabela nº 1 anexa, compara alturas manométricas, vazões, extensões e diâmetros de emissários, dos principais recalques propostos pelas Soluções;
3. Os interceptores, seguindo o sentido natural dos cursos d'água, terão menores profundidades do que os das alternativas Hazen & Sawyer e Hibrace;
4. Os preços dos terrenos na Billings são mais elevados do que no vale do São Miguel e do Juqueri;
5. O túnel, a construir nesta solução, seria próximo ao morro do Jaraguá, fora da cidade, enquanto que, nas outras, vários são previstos: dentro da cidade ou sub-aquáticos ou, ainda, sub-barragens;
6. As áreas de passagem do emissário Jaraguá são de baixo valor, fora da cidade, em vale natural, quando já não pertencentes a o poder público, como faixas de domínio da via Anhanguera e Via Norte, o que não ocorre com as outras;
7. Os custos de construção, a operação e a manutenção de uma única estação elevatória de cerca de 50 m de altura manométrica, ao invés de cinco, em lugares diversos com dois sistemas de emissários forçados e em paralelo, com altura manométrica de até 113 m, serão bastante reduzidos;
8. Em ambas as alternativas, Billings ou Pirapora, o tempo de percurso em carga será suficientemente longo para que se produza gás sulfídrico, tornando necessária a injeção de ar comprimido a fim de evitar ou atenuar a corrosão de tubulações e equipamentos. Entretanto, a quantidade de pontos de injeção e a vazão de ar necessária serão grandemente reduzidas no Sistema Jaraguá-Pirapora, em virtude de sua eloquente menor extensão.

Outros elementos, que asseguram o melhor desempenho da Solução Integrada, constam do item vantagens, deste mesmo trabalho.

### Vantagens da Solução

#### Vantagens Quanto ao Tratamento

- O tratamento se faria em região não aconselhada para o desenvolvimento metropolitano e (fora da área urbana total), desprovida de mananciais de água disponíveis ou potencialmente aproveitáveis;
- Concentraria a maior parte do tratamento preliminar num único local;
- Asseguraria a aeração natural dos esgotos, aproveitando o próprio bombeamento que, assim, funcionaria como fator de transporte em distância e de elevação, para galgar a serra e garantir aeração, por gravidade, no vale do São Miguel;
- Poder-se-ia estabelecer o grau de tratamento que se desejasse, interpondo lagoas, aeração artificial, estações de tratamento nos vales do São Miguel e do Juqueri;
- O uso do Reservatório de Edgard de Souza, bem como de 24 km do Tietê e de 26 km do Pinheiros como elementos de depuração natural, permitiriam que o corpo da Billings funcionasse como unidade de refinamento do tratamento;
- Permitiria instalar o tratamento de esgotos e de resíduos sólidos na mesma área, onde ambos os setores se beneficiariam nos processos de incineração, uso de gases de esgotos, digestão de lodo e lixo, preparo de adubos, transporte, operação, etc;
- Sendo a região despovoada e florestal, separada da Metrópole por serra, distante e a sotavento da cidade, garantiria flexibilidade e facilidade na construção e operação de lagoas anaeróbias, digestores abertos, lagoas de lodo etc;

- Pelo bombeamento realizado, com o objetivo de elevar para tratar, aerando naturalmente, conseguir-se-ia ganhar cota, de tal forma, que a perda de carga, no recalque, seria t<sup>o</sup>da recuperada, ou melhor, a energia de bombeamento se igualaria à dissipada na aeração natural até Pirapora;
- Mesmo sem qualquer intervenção nos vales do São Miguel e do Juqueri, trataria os esgotos atuais do sistema público, com aproveitamento da capacidade depuradora natural de 90 km de percurso de rios e represas antes de atingirem a Billings.

#### Vantagens Quanto ao Contrôlo da Poluição

- Evitaria a poluição da Billings, possibilitando de imediato, o uso das águas de seus formadores para suprimento público (Rio Grande, Rio Pequeno, Taquacetuba, Capivari, etc), com aproveitamento de uma vazão total da ordem de  $11,9 \text{ m}^3/\text{s}$ , a mais longo prazo, a própria Billings seria manancial de suprimento de água;
- Removeria a maior parte de carga poluidora, imediatamente após a construção da 1ª etapa, sem degradar a Billings;
- Asseguraria a limpeza dos rios, no mesmo nível que as <sup>outras</sup> alternativas e a proteção de t<sup>o</sup>da a Billings, como nenhuma <sup>outra</sup> ~~outra~~;
- Utilizaria Pirapora, como lagoa de estabilização, represa já poluída, e para cujas águas podem ser admitidos padrões de qualidade menos exigentes;
- Com o bombeamento para fora da cidade e ao longo de um vale despovoado, permitiria, em caso de acidente, o refluxo da descarga ao Tietê, e não através de áreas povoadas como nas demais soluções;

- Evitaria o agravamento da poluição atmosférica e o mau cheiro na região habitada da Metrópole;

#### Vantagens de Ordem Geral

- É flexível, ao ponto de garantir o atual aproveitamento hidrelétrico, com a água que circula em São Paulo, devidamente tratada, ou de fornecer vazão total ou parcial, a jusante de Pirapora, também da melhor qualidade que a escoada no momento;
- Conta com um sistema rodo-ferroviário implantado na região, capaz de atender às solicitações da solução;
- Integra Pirapora no Planejamento dos Recursos Hídricos da Região, uma vez que este manancial permanecia abandonado nos estudos da utilização da Bacia do Alto Tietê;
- No caso de se desejar assegurar a navegação do Alto Tietê, manter-se-ia sua vazão média, com o retorno da vazão de esgotos tratado, no Sistema Jaraguá-Pirapora;
- Cria um fator multiplicador das vazões importadas, ampliando a disponibilidade de água para o futuro da Metrópole, pois possibilita uma utilização cíclica e cumulativa das águas na Billings.

#### RECOMENDAÇÕES

1. Que se dê condições para prosseguimento dos estudos da Solução Integrada ora proposta, a nível de Plano Diretor de Esgotos;
2. Que entre as alternativas de Disposição de Esgotos na Billings, seja definida a que os órgãos competentes se propõem implantar;

3. Que, atendidos os itens 1 e 2, se aprofundem e ampliem os estudos técnicos e econômicos de forma a assegurar-se uma análise das alternativas, caminho natural para o exercício da opção, que dará a São Paulo, uma solução adequada para o grave problema de poluição e uso adequado de suas águas.

NOTA: Os autores desejam consignar seus especiais agradecimen -  
tos à Srt<sup>a</sup> LENI ALVES FERREIRA, competente geógrafa, cuja  
inestimável colaboração contribuiu para elevação do nível  
técnico dêste trabalho.

## ESTUDO DA DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS DA GRANDE SÃO PAULO

PRINCIPAIS RECALQUES DE ESGOTOS

TABELA Nº 1

QUADRO 1

| DISPOSIÇÃO       | ESTUDOS           |                    | TUBO             | TÚNEL           | EMISSÁRIO                |
|------------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------------|
| Reprêsa Billings | Hibrace           | Ø MED-M<br>EXT.-KM | 2,75<br>106,72   | 5,30<br>12,69   | Leste e<br>Oeste         |
|                  | Hazen & Sawyer    | Ø MED-M<br>EXT.-KM | 2,77<br>103,21   | 3,76<br>12,60   | Leste e<br>Oeste         |
| Juqueri-Pirapora | Solução Integrada | Ø-MED-M<br>EXT.-KM | 3,80(1)<br>18,00 | 6,00(1)<br>2,10 | V. Leopoldina<br>Jaraguá |

FONTE: Hibrace-Hazen & Sawyer - Solução Integrada  
(1) Pré-Dimensionamento.

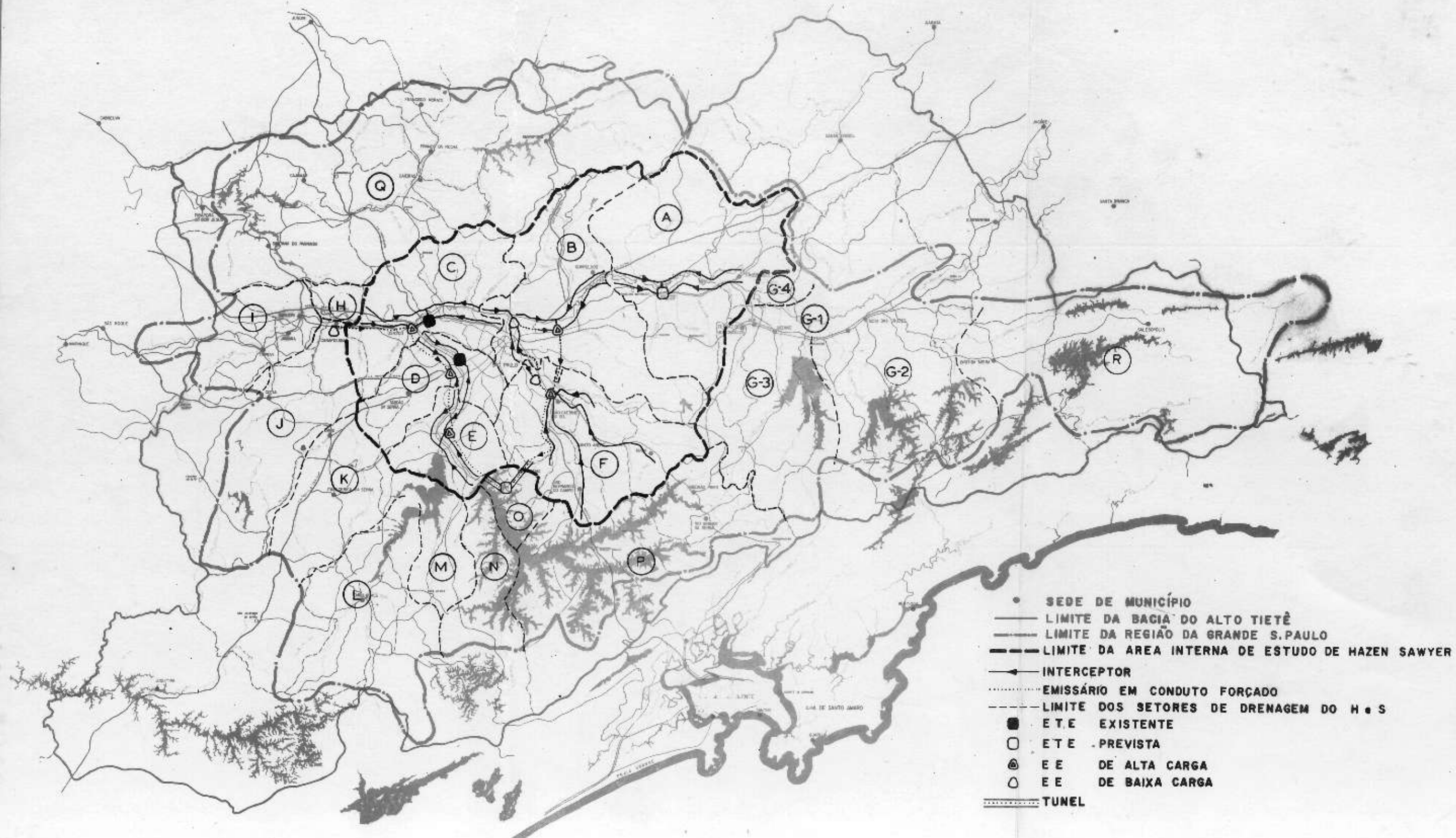
QUADRO 2

| DISPOSIÇÃO       | ESTUDOS           | EMISSÁRIO                | ELEVATÓRIA<br>DE DESCAR<br>GA            | VAZÃO<br>MÉDIA<br>FINAL<br>m <sup>3</sup> /s | ALTURA<br>MANOMÉ -<br>TRICA<br>m |
|------------------|-------------------|--------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|
| Reprêsa Billings | Hibrace           | Oeste                    | Jaguaré<br>Butatã<br>Sto. Amaro          | 9,80<br>8,70<br>3,65                         | 113,60<br>90,40<br>62,80         |
|                  |                   | Leste                    | Tatuapé<br>S. Caetano                    | 17,40<br>14,90                               | 76,40<br>57,40                   |
|                  | Hazen & Sawyer    | Oeste                    | V. Leopoldina<br>Pinheiros<br>Sto. Amaro | 14,00<br>8,20<br>5,80                        | (2)<br>(2)<br>(2)                |
|                  |                   | Leste                    | Tatuapé<br>S. Caetano                    | 21,00<br>18,90                               | (2)<br>(2)                       |
| Juqueri-Pirapora | Solução Integrada | V. Leopoldina<br>Jaraguá | Vila Leopoldina                          | 50,00<br>(3)                                 | 50,00<br>(3)                     |

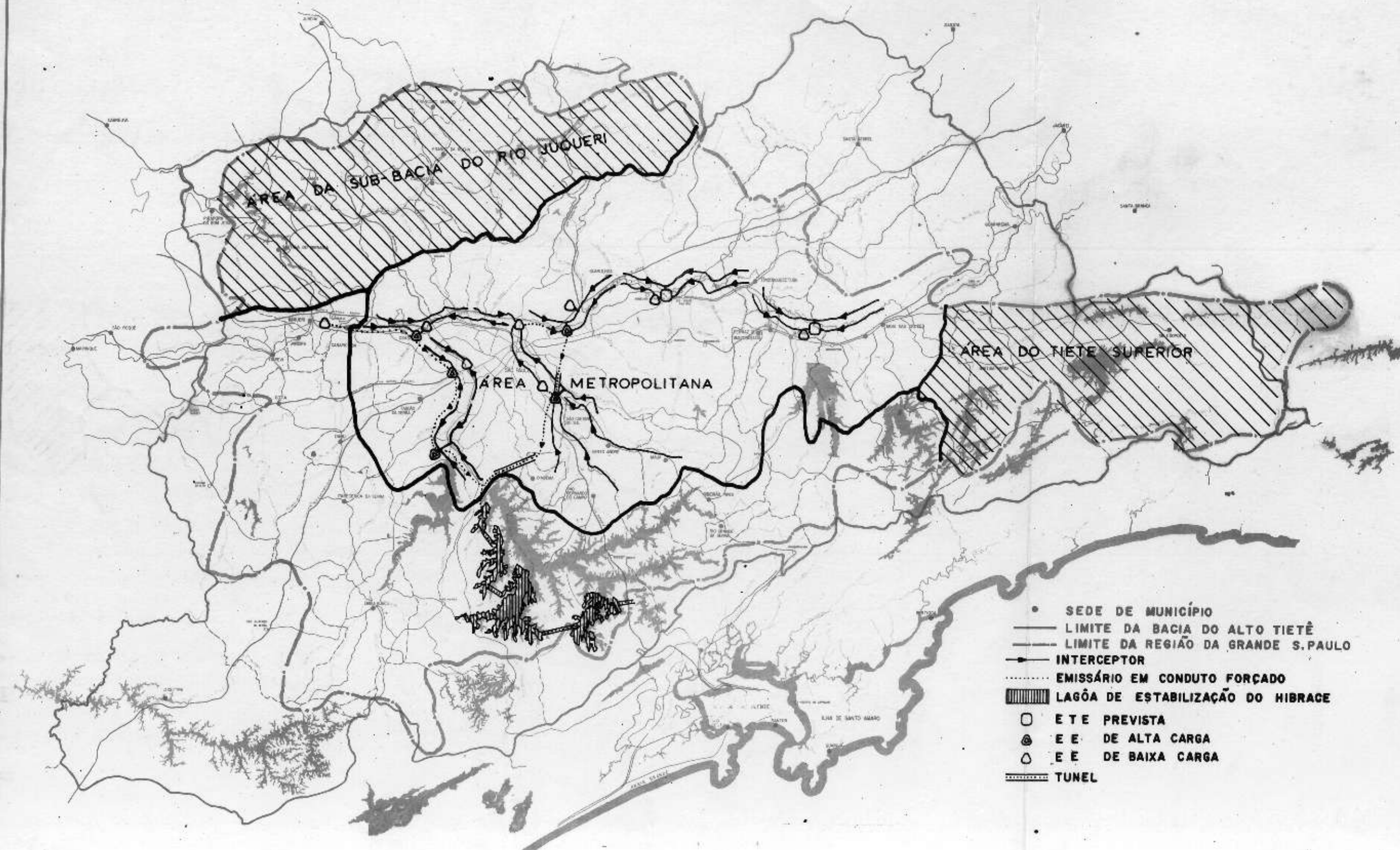
FONTE: Hibrace-Hazen & Sawyer - Solução Integrada  
(2) Dados não obtidos  
(3) Pré-Dimensionamento.

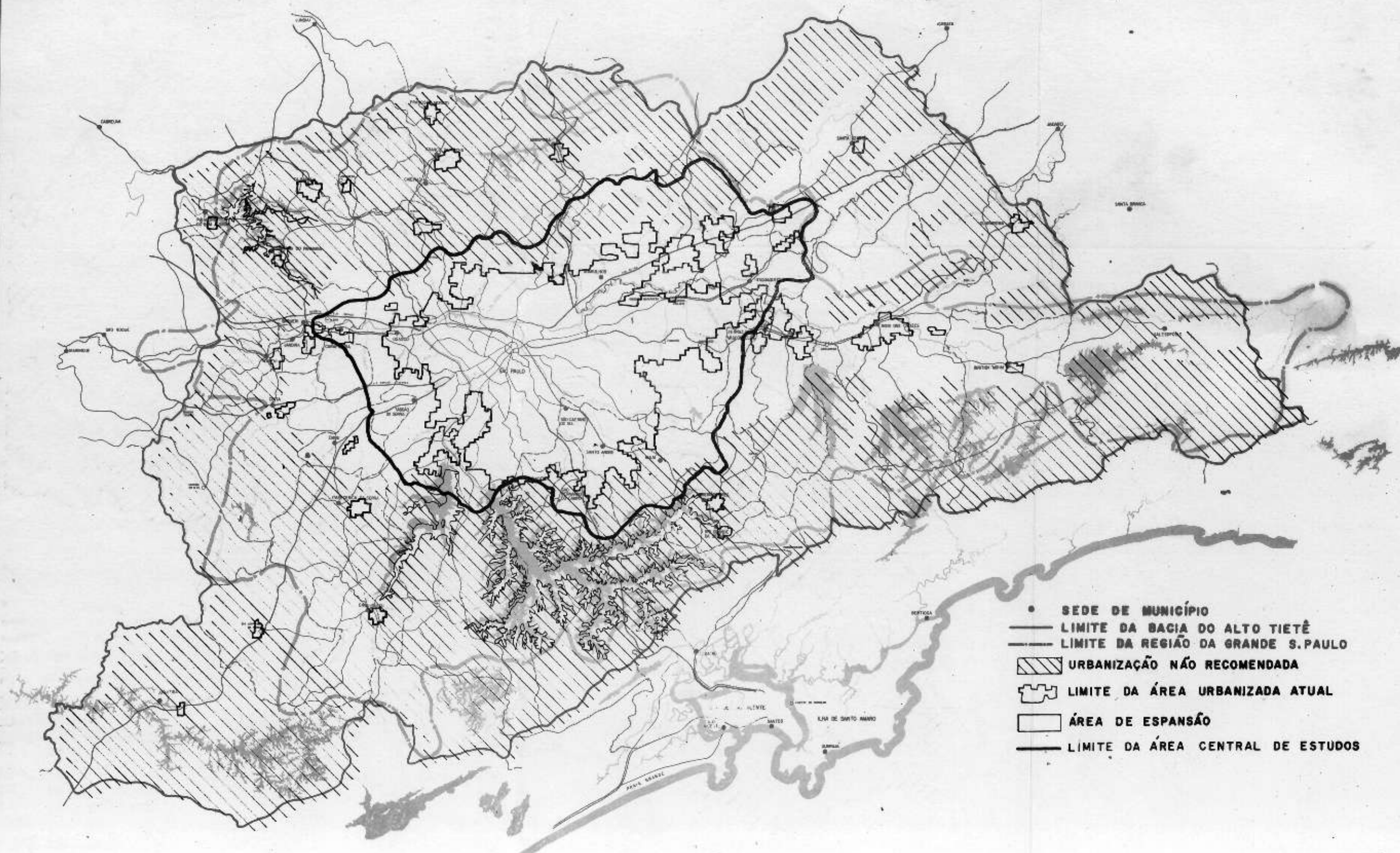
BIBLIOGRAFIA

1. "Relatório sobre Disposição de Esgotos e Resíduos Industriais" Greeley & Hansen, Engineers, junho - 1953
2. "Relatório sobre Disposição de Esgotos, São Paulo, Brasil" - Hazen & Sawyer, Engineers, julho - 1967
3. "Plano Diretor de Obras das Bacias do Alto Tietê e Cubatão" - Hibrace - setembro - 1968
4. Estudos e Relatórios diversos da COMASP, DAE-COMASP e DAEE
5. Planos Sub-Regionais da Grande São Paulo  
Norte-Noroeste, Leste, Sudeste, Sudoeste e Noroeste  
GEGHAN - 1969
6. "Caracterização Preliminar da Região da Grande São Paulo" - GEGHAN - 1968
7. Plano Urbanístico Básico de São Paulo - PUB - 1969
8. Estudos do Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado da Grande São Paulo - PMDI - 1970
9. Desenvolvimento Econômico e Evolução Urbana  
SINGER, Paul
10. Sistema Integrado de Transporte Rápido Coletivo da Cidade de São Paulo - (METRÔ) - Hochtief, Montreal, Deconsult - outubro 1968
11. Diários Oficiais - Leis e Decretos.

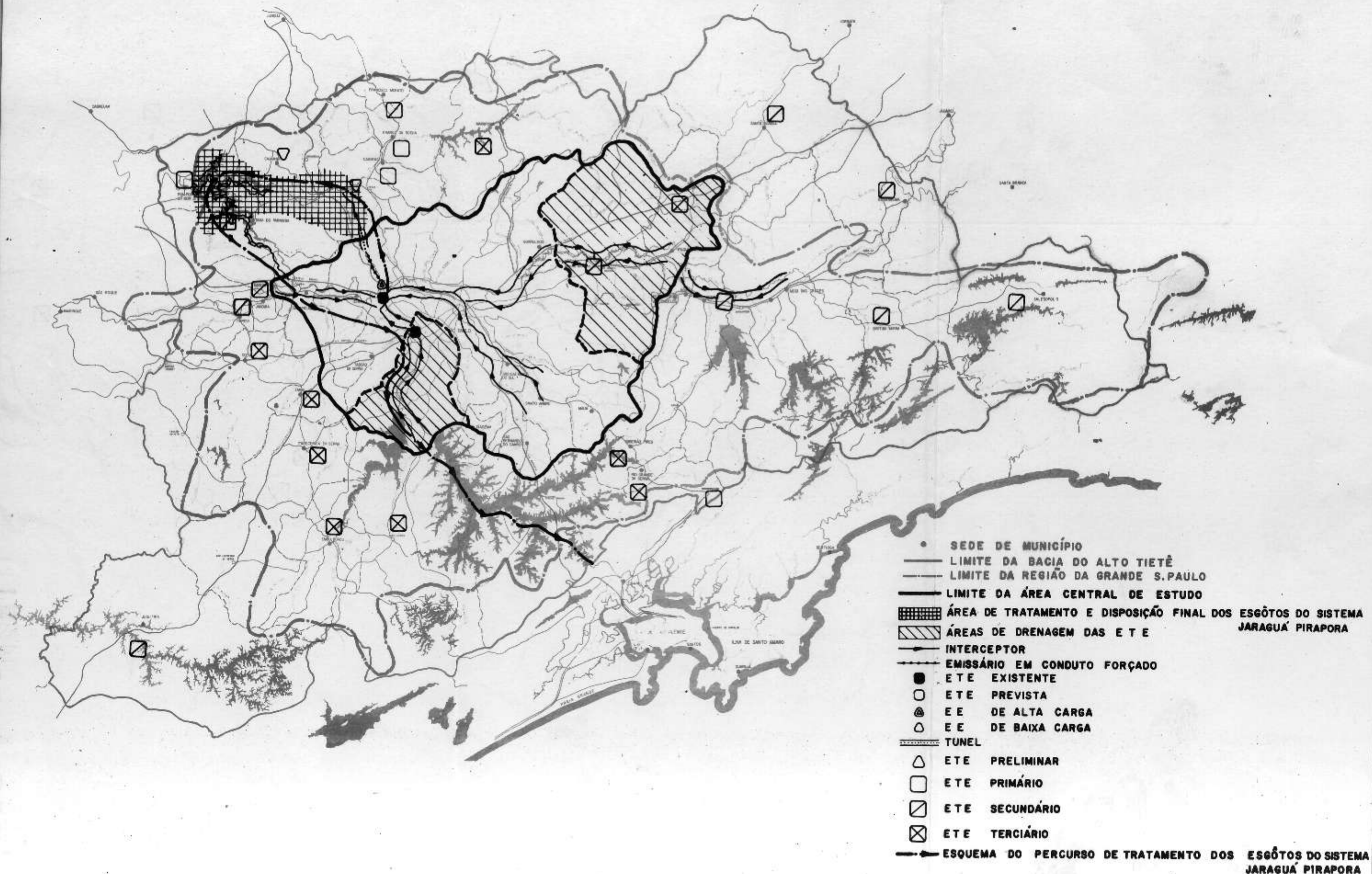


PROPOSIÇÃO Nº 4 HAZEN SAWYER  
**PLANTA Nº 1**



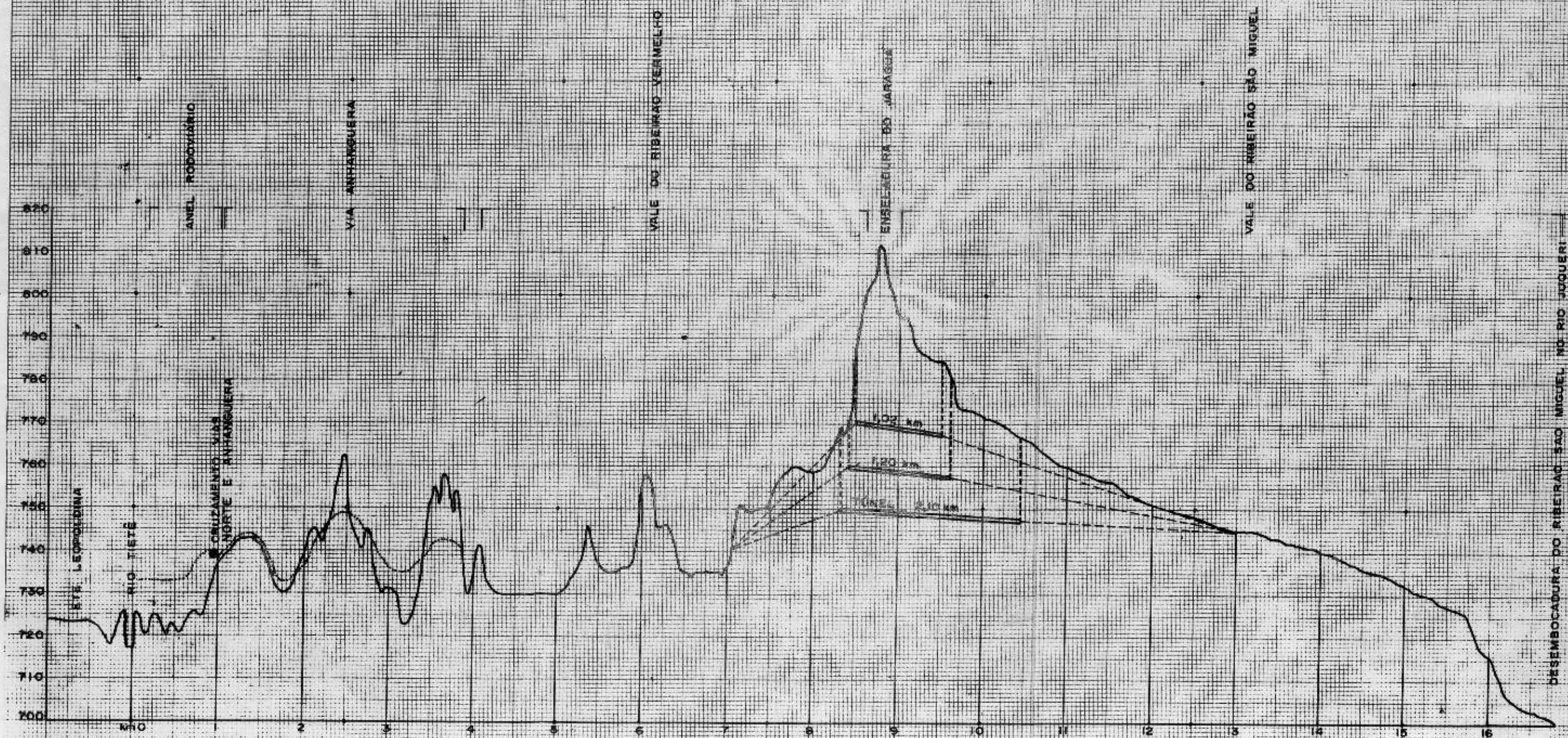


- SEDE DE MUNICÍPIO
- LIMITE DA BACIA DO ALTO TIETÊ
- LIMITE DA REGIÃO DA GRANDE S. PAULO
- ▨ URBANIZAÇÃO NÃO RECOMENDADA
- LIMITE DA ÁREA URBANIZADA ATUAL
- ÁREA DE EXPANSÃO
- LIMITE DA ÁREA CENTRAL DE ESTUDOS



SOLUÇÃO INTEGRADA  
PLANTA Nº 4





PERFIL TOPOGRÁFICO DO TERRENO EXPLORADO PARA LANÇAMENTO DO EMISSÁRIO LEOPOLDINA-JARAGUA