

I.4.6. Qualidade das águas

À luz das influências antrópicas, a qualidade das águas não se relaciona necessariamente à sua pureza, mas sim está ligada a seu uso. Assim, a qualidade é considerada boa ou ruim para um determinado uso.

O gerenciamento da qualidade das águas exige formas de acompanhamento da alteração de suas variáveis indicadoras. Este acompanhamento deve, na medida do possível, ser explicitado em números, através de critérios (valores estabelecidos de forma científica, que associam concentrações ou níveis das variáveis a efeitos no meio ambiente) e padrões (valores-limites estabelecidos por lei para serem atendidos no manancial destinado a um determinado uso), constantes em normas técnicas e legislações específicas (Porto, 1998).

Assim, o conhecimento da legislação e normas técnicas pertinentes é muito importante no diagnóstico da qualidade das águas. Neste sentido, este capítulo inicia com uma síntese das legislações federal e estadual sobre controle da qualidade dos recursos hídricos, cujas principais leis e instrumentos jurídicos encontram-se no **Anexo 1, Volume II**.

A seguir, são apresentados os dados disponíveis sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas do Pontal do Paranapanema. Para as águas superficiais, são apresentados valores de IQAs - Índices de Qualidade das Águas, elaborados pela CETESB. Para as águas subterrâneas, são apresentados dados de análises físico-químicas e microbiológicas de águas extraídas de poços tubulares da rede de monitoramento da CETESB, além de dados obtidos em relatórios de poços perfurados na região.

I.4.6.1. Síntese das normas e da legislação

I.4.6.1.1. Legislação federal

O marco inicial da legislação de controle da qualidade das águas no Brasil foi o Código das Águas, baixado através do Decreto nº 24.643, de 10.07.1934, e modificado posteriormente pelo Decreto-Lei nº 852, de 11.11.1938, e por leis subseqüentes. Esse código estabelece o conceito de "águas públicas de uso comum" e definia o direito de propriedade das águas. Desta forma, o código regulamenta o aproveitamento dos recursos hídricos e estabelece como proprietário o abastecimento público, reforçando a necessidade de manter-se sua qualidade (Salvador, 1989 e ABRH, 1991).

O Código Penal Brasileiro, promulgado através do Decreto-Lei nº 2.848, de 07.12.1940, ao estabelecer a proteção apenas de "água potável", introduziu séria dificuldade à penalização e ao controle de poluição, criando o argumento várias vezes utilizado pela defesa de que não se pode poluir o que já é poluído, isentando de responsabilidade inúmeras indústrias e atividades poluidoras. Entretanto, a partir de 1940 e, mais ainda, durante a década de 50, surgiram várias leis e decretos estaduais, principalmente nos estados de SP, RJ, RS e MG, visando ao controle de poluição das águas e criando órgãos colegiados destinados a estabelecer critérios e parâmetros para sua classificação (ABRH, *op. c t.*).

Em 29.06.1961, foi promulgado o Decreto Federal nº 50.877, que constituiu a primeira legislação federal específica sobre poluição das águas. Estabeleceu a

exigência de tratamento dos resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, domiciliares ou industriais, antes do seu lançamento às águas interiores ou litorâneas. Previa também a classificação das águas, de acordo com seus usos preponderantes, com respectivas taxas de poluição permissíveis, a ser estabelecida em regulamentação posterior. Pela primeira vez é definido em lei federal o termo "poluição", aplicado às águas: "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas das águas que possa implicar prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações e, ainda, comprometer sua utilização para fins agrícolas, industriais, comerciais, recreativos e, principalmente a existência normal da fauna aquática" (Salvador, 1989).

Diversos outros documentos legais surgidos na década de 60 continham dispositivos de proteção dos recursos hídricos, a exemplo dos Códigos Florestal (lei 4.771, de 15.09.1965), do Código de Pesca (Decreto-Lei nº 227, de 28.02.1967) e do Código de Mineração (Decreto nº 62.934, de 02.07.1968).

Passo importante foi dado em 28.02.1967, através do Decreto-Lei nº 303, criando o Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental, estendendo o conceito de poluição aos ambientes aéreo e terrestre e introduzindo a expressão "meio ambiente". Segundo este decreto-lei, "denomina-se poluição qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente (solo, água e ar) causadas por qualquer substância sólida, líquida, gasosa ou em qualquer estado da matéria que direta ou indiretamente:

- seja nociva ou ofensiva à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações;
- crie condições inadequadas para fins domésticos, agropecuários, industriais e outros; ou
- ocasione danos à fauna e à flora".

Neste sentido, conceitos como os de "meio ambiente" e "impacto ambiental" começaram a fazer parte da linguagem jurídica a partir da década de 60. Entretanto, sua consolidação só veio a realizar-se na década de 70, com a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), do Ministério do Interior, pelo Decreto nº 73.030, de 30.10.1973.

A partir daí, as águas passaram a ser analisadas dentro de um panorama mais amplo, perdendo sentido a discussão apenas em termos da expressão "água potável" empregada pelo Código Penal de 1940 como sinônimo de águas naturais. Assim, a água passou a ser protegida não somente por sua potabilidade atual ou potencial (água "potabilizável", de Branco & Rocha, 1977), mas sim como elemento de um ecossistema a ser preservado na sua totalidade.

A Portaria GM/N nº 013, de 15.01.1976, baixada pelo Ministério do Interior, estabeleceu, pela primeira vez em âmbito federal, um critério de classificação das águas interiores, fixando padrões de qualidade e parâmetros a serem observados para cada uso a que se destina.

A Lei nº 6.803, de 02.07.1980, estabeleceu as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição. Entre outros dispositivos, a lei previa o licenciamento para implantação, operação e ampliação de estabelecimentos industriais naquelas áreas, o qual seria de competência dos órgãos estaduais de proteção ao meio ambiente (Salvador, op. cit.).

A Lei nº 6.938 de 31.08.1981, definiu a Política Nacional do Meio Ambiente e criou o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) e o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Foram aí fixados vários princípios em que seria pautada a Política Nacional do Meio Ambiente, entre os quais figuram o equilíbrio ecológico, o planejamento do uso do solo, a proteção dos ecossistemas, o controle e zoneamento de atividades poluidoras, o desenvolvimento de tecnologias de proteção aos recursos naturais, a recuperação de áreas já degradadas, a educação ambiental etc. (ABRH, 1991). Os seguintes instrumentos são citados para a consecução desses objetivos:

- estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- zoneamento ambiental;
- a avaliação de impactos ambientais;
- o licenciamento de atividades poluidoras etc.

Além disso, era reconhecida a legitimidade do Ministério Público Federal para propor ações de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente.

Entre as atribuições do CONAMA, regularizadas pelo Decreto nº 88.351, de 01.06.1983, e modificadas pelo Decreto nº 91.305, de 03.06.1985, figuram:

- baixar normas para a implementação da Política Nacional de Meio Ambiente;
- estabelecer normas e critérios para licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, incluindo a exigência de estudos de impacto ambiental quando for o caso.

A Resolução CONAMA nº 20, de 18.06.1986, veio alterar os critérios de classificação dos corpos d'água da União, estabelecidos anteriormente pela Portaria nº 013/1976, do Ministério do Interior, estendendo-os às águas salobras e salinas, acrescentando vários parâmetros analíticos e alterando os padrões relativos a vários componentes, tornando-os mais restritivos.

Através desta resolução (CONAMA, 1986), as águas foram classificadas, segundo seu artigo 1, em:

Águas doces:

I - **Classe Especial** - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - **Classe 1** - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IV - Classe 3 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística;
- c) aos usos menos exigentes.

Águas salinas:**VI - Classe 5** - águas destinadas:

- a) à recreação de contato primário;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

VII - Classe 6 - águas destinadas:

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à recreação de contato secundário.

Águas salobras:**VIII - Classe 7** - águas destinadas:

- a) à recreação de contato primário;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IX - Classe 8 - águas destinadas:

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à recreação de contato secundário

Para efeito desta resolução, são adotadas as seguintes definições (art. 2, CONAMA, 1986):

- a) **Classificação:** qualificação das águas doces, salobras e salinas com base nos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade).
- b) **Enquadramento:** estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo.
- c) **Condição:** qualificação do nível de qualidade apresentado por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada.
- d) **Efetivação do enquadramento:** conjunto de medidas necessárias para colocar e/ou manter a condição de um segmento de corpo d'água em correspondência com a sua classe.
- e) **Águas doces:** águas com salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰ (500 ppm).
- f) **Águas salobras:** águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (500 ppm) e superior a 30 ‰ (3.000 ppm).
- g) **Águas salinas:** águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰ (3.000 ppm).

Apesar dos avanços, adverte-se para a aplicabilidade da resolução, principalmente face à realidade técnico-analítica disponível/acessível no Brasil e à quantidade de parâmetros, incluindo compostos orgânicos sintéticos, cujas análises, além de muito caras, são efetuadas satisfatoriamente apenas em alguns laboratórios (modificado de ABRH, 1991). Neste sentido, Branco (1989) relata que "uma lei não deve ser muito tolerante, a ponto de tornar-se ineficaz, nem muito rigorosa a ponto de não poder ser cumprida, o que a tornaria igualmente ineficaz".

ABRH (*op. cit.*) adverte, ainda, para o fato de a resolução não ter introduzido legalmente os padrões baseados em bioensaios. Estes testes, utilizados em São Paulo pela CETESB, consistem, segundo Gherardi *et al.* (1990), em verificar o grau de inibição biológica que a água (ou resíduo bruto) em diferentes diluições, produz sobre organismos aquáticos pertencentes a diferentes níveis tróficos.

Atualmente, os órgãos incumbidos do cumprimento das medidas de proteção e manutenção da qualidade e do uso racional dos recursos hídricos são principalmente os que compõem a Secretaria do Meio Ambiente, da Presidência da República, instituída pela Lei nº 8.028, de 12.04.1990 e regulamentada pelos decretos 99.244, de 10.05.1990, e 99.274, de 06.06.1990.

Compõem a Secretaria do Meio Ambiente:

- Conselho Nacional do Meio Ambiente;
- Departamento de Planejamento e Coordenação da Política Ambiental;
- Departamento Técnico-Científico e de Cooperação;
- Comitê do Fundo Nacional do Meio Ambiente.

Ainda em nível federal, a Constituição de 1988 estabeleceu, em seu art. 23, a competência supletiva dos Estados e municípios para "proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas", e, no art. 24, a competência dos Estados para "legislar corretamente sobre florestas, caça, pesca, fauna,

conservação da natureza, defesa do solo e recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição". Em consequência, todos os Estados possuem secretarias ou coordenadorias de meio ambiente e legislações específicas para a proteção da qualidade de suas águas. Da mesma forma, muitas leis orgânicas de municípios contêm dispositivos e/ou estabelecem a criação de órgãos municipais de proteção ao meio ambiente e aos recursos naturais, inclusive recursos hídricos (ABRH, 1994.).

A legislação federal atual sobre recursos hídricos e temas afins é bastante vasta e inclui, dentre outras (Geocities, 1999; Senado Federal, 1999):

- Constituição do Brasil, de 05.10.1988: artigos 20 a 24, 26, 30, 43, 49, 68, 200 e 231;
- Lei 6.938, de 31.08.1981 - Política Nacional do Meio Ambiente;
- Lei 9.433, de 08.01.1997 - Política Nacional e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei 9.605, de 12.02.1998 - Crimes Ambientais;
- Decreto Federal 2.612, de 03.06.1998 - Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Além destes, há inúmeras medidas provisórias e outros instrumentos legais contendo dispositivos sobre proteção dos recursos hídricos, além de alterar ou revogar leis anteriores. Cita-se o caso da Medida Provisória n.º 1.710, de 07/08/98, que propõe anistia aos infratores enquadrados na lei 9.605, dispendo sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, conhecida como a lei de "Crimes Ambientais".

As atenções e discussões das legislaturas mais recentes, abordando recursos hídricos têm contemplado os temas a seguir, os quais têm relação estreita direta ou indireta com a qualidade das águas:

- gerenciamento integrado dos recursos hídricos (subterrâneos e superficiais);
- gestão participativa e descentralizada, através dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH); e
- discussão sobre a outorga e cobrança pelo uso da água.

I.4.6.1.2. Legislação estadual

O Estado de São Paulo também apresenta vasta legislação sobre recursos hídricos e temas afins. Citam-se, a seguir, os principais instrumentos legais (ABRH, 1999; Geocities, 1999; Legislativo Estadual, 1999):

- Constituição do Estado, de 05.10.1989 - Seção II - dos Recursos Hídricos;
- Lei 997, de 31.05.1976 - Controle da Poluição do Meio Ambiente;
- Lei 6.134, de 02.06.1988 - Preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo;
- Lei 7.663, de 30.12.1991 - Política Estadual e Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei 7.750, de 31.03.1992 - Política Estadual de Saneamento;

- Lei 8.275, de 29.03.1993 - Cria a Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras;
- Lei 9.034, de 27.12.1994 - Plano Estadual de Recursos Hídricos - 94/95;
- Lei 9.866, de 28.11.1997 - Diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado;
- Lei 10.020, de 03.07.1998 - Autoriza o poder executivo a participar das Agências de Bacias do Estado de São Paulo.

Os principais decretos estaduais e portarias são (DAEE, 1999; Geocities, *p. c t.*; Legislativo Estadual, 1999):

- Decreto 8.468, de 08.09.1976 - Regulamenta a lei 997/1976 - Controle da poluição. Foi alterado pelos decretos 11.720, 12.045, 15.425, 12.266, 17.299, 18.386, 22.032, 23.128, 27.399 e 28.313.
- Decreto 10.755, de 22.11.1977 - Enquadramento dos corpos d'água receptores do Decreto 8.468/1976. Foi alterado pelo Decreto 24.839/1986.
- Decreto 32.955, de 07.02.91 - Regulamenta lei 6.134/1988 de Água Subterrânea
- Decreto 36.787, de 18.05.1993 - Adapta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH e o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos - CORHI, criados pelo decreto 27.576/1987, às disposições da lei 7.663/91.
- Decreto 37.300, de 25.08.1993 - Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO, criado pela lei 7.663/1991.
- Decreto 41.258, de 31.10.1996 - Outorga e Fiscalização.
- Decreto 41.679, de 31.03.1997 - Composição e funcionamento do Conselho Estadual de Saneamento - CONESAN.
- Portaria 717 do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), de 1996 - Outorga de uso da água.

Águas superficiais

A classificação das águas interiores do Estado de São Paulo é dada pelo Decreto Estadual n.º 8.468 de 08.09.1976 (São Paulo, 1976):

- Classe 1 - águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;
- Classe 2 - águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);
- 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 à dessedentação de animais;
- Classe 4 - águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

O Decreto Estadual n.º 10.755 enquadrando os corpos d'água do Estado de São Paulo nas classes previstas no Decreto n.º 8.468/1976.

Em 1986, a resolução federal CONAMA n.º 20 estabeleceu nova classificação para as águas doces, bem como para as águas salobras e salinas do Território Nacional.

O fato de um trecho de rio estar enquadrado em determinada classe não significa, necessariamente, que este seja o nível de qualidade que apresenta, mas sim aquele a ser alcançado e/ou mantido ao longo do tempo. Para cada uma das classes descritas, a Resolução CONAMA n.º 20 estabeleceu limites e/ou condições de qualidade a serem respeitados, sendo mais restritivos quanto mais nobre for o uso pretendido.

Quando da publicação da referida resolução, a CETESB, sendo agência ambiental do Estado de São Paulo, analisou os aspectos jurídicos e suas repercussões na legislação estadual e na atuação da companhia. Em consequência, ficou estabelecido que, enquanto não houver um estudo mais aprofundado, seriam adotadas as seguintes medidas (CETESB, 1996a):

- prevalecer os dispositivos da norma estadual sempre que inexistentes na Resolução Federal, ou que sejam estabelecidos padrões mais restritivos em nível estadual;
- para efeito de controle, permanece a classificação dos corpos d'água definida no Decreto Estadual n.º 10.755 com respeito aos rios de classe 2 a 4. Quanto aos rios enquadrados na “classe 1” (estadual), estes deverão receber tratamento de “classe especial” da resolução CONAMA n.º 20, já que a “classe 1” da norma federal é bem menos restritiva do que a “classe 1” estadual que, por suas características, aproxima-se muito mais da “classe especial” ;
- será necessária a revisão do Decreto Estadual n.º 10.755, a fim de proceder à classificação e ao enquadramento dos rios estaduais nas novas classes, principalmente nas classes Especial, 1, 5 e 6, referindo-se as duas últimas às águas salobras. Já as águas salinas, deverão ser classificadas e enquadradas pelo Governo Federal por se tratarem, em quase sua totalidade, de águas de domínio federal;
- embora a Resolução CONAMA n.º 20 tenha elencado uma série de substâncias e fixado padrões inexistentes na Portaria CM 0013176, deve ser observado o disposto em seu art. 12, o qual prevê que as substâncias potencialmente prejudiciais, ali referidas, deverão ser investigadas apenas quando houver suspeita de sua presença. Em outras palavras, a resolução não estabelece a obrigatoriedade de tais substâncias serem sempre investigadas.

Visando adequar a legislação estadual à federal, a CETESB, desde 1990, vem elaborando propostas de reenquadramento dos corpos d'água do Estado de São Paulo nas novas classes definidas pela Resolução CONAMA n.º 20. A aprovação destas propostas é de competência dos comitês de bacias hidrográficas e de órgãos consultivos e deliberativos de nível regional, inclusive com o apoio de audiências públicas, conforme dispõe no seu artigo 26 a Lei Estadual no 7.663, de 30.12.1991, que estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (CETESB, 1996a).

Águas subterrâneas

Em nível federal, ainda não há legislação específica e atualizada sobre a proteção da qualidade das águas subterrâneas. Segundo ABAS (1998), o projeto de Lei n.º 7.127, de 1.986, que "dispõe sobre águas subterrâneas, define critérios de outorga de direitos de seu uso e dá outras providências" encontra-se paralisado, em tramitação no Congresso Nacional, enquanto se estudam substitutivos ao mesmo, já com enfoque de compatibilização com a lei federal n.º 9.433/1997.

Em nível estadual, com respeito à qualidade das águas subterrâneas, o Decreto Estadual 32.955, de 07.02.91, regulamenta a Lei 6.134/1988 (São Paulo, 1981).

Em sua seção III (capítulo I), das atribuições, "cabe à CETESB prevenir e controlar a poluição das águas subterrâneas" (art. 8) e "cabe à Secretaria da Saúde a fiscalização das águas subterrâneas destinadas a consumo humano, quanto ao atendimento aos padrões de potabilidade (art. 9)".

O capítulo II trata da defesa da qualidade das águas subterrâneas.

Segundo o art. 14, "nenhuma atividade desenvolvida poderá poluir, de forma intencional ou não, as águas subterrâneas". Segundo o art. 15, "todos os projetos de implantação de empreendimentos de alto risco ambiental, pólo petroquímico e cloroquímico, usinas nucleares e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou de periculosidade e risco para as águas subterrâneas deverão conter uma detalhada caracterização da hidrogeologia e vulnerabilidade de aquíferos, assim como medidas de proteção a serem adotadas".

Sobre a disposição de resíduos, o art. 16 estabelece que "os resíduos sólidos, líquidos ou gasosos provenientes de quaisquer atividades, somente poderão ser transportados ou lançados se não poluírem águas subterrâneas". Pelo art. 17, "os projetos de disposição de resíduos no solo devem conter descrição detalhada de caracterização hidrogeológica de sua área de localização, que permita a perfeita avaliação de vulnerabilidade das águas subterrâneas, assim como a descrição detalhada das medidas de proteção a serem adotadas".

Seguem-se os parágrafos do art. 17:

Parágrafo 1º - As áreas onde existirem depósitos de resíduos no solo devem ser dotadas de monitoramento das águas subterrâneas, efetuado pelo responsável pelo empreendimento, a ser executado conforme plano aprovado pela CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, e que deverá conter:

1º - a localização e os detalhes construtivos do poço de monitoramento;

2º - a forma de coleta de amostras, freqüência, parâmetros a serem observados e métodos analíticos e

3º - a direção, espessura e o fluxo do aquífero freático e possíveis interconexões com outras unidades aquíferas.

Parágrafo 2º - O responsável pelo empreendimento deverá apresentar relatórios à CETESB, até 31 de janeiro de cada ano, informando os dados obtidos no monitoramento.

Parágrafo 3º - Se houver alteração estaticamente comprovada, em relação aos parâmetros naturais de qualidade da água nos poços a jusante, por ele causada, o responsável pelo empreendimento deverá executar as obras necessárias para recuperação das águas subterrâneas.

Sobre a potabilidade das águas, o art. 18 dita que "as águas subterrâneas destinadas a consumo humano deverão atender aos padrões de potabilidade fixados na legislação sanitária".

I.4.6.1.3. Padrões de potabilidade e de qualidade das águas

São apresentados, no **Quadro I.4.6.a**, os parâmetros-limites dos principais padrões de potabilidade vigentes em nível estadual, federal e internacional. No **Quadro I.4.6.b**, são apresentados os parâmetros-limites para padrões de qualidade das águas, conforme seus usos preponderantes.

I.4.6.2. Qualidade das águas superficiais

I.4.6.2.1. Enquadramento dos corpos d'água do Pontal do Paranapanema

O Decreto Estadual n.º 10.755 enquadrou os corpos d'água nas classes previstas no Decreto n.º 8.468/76, sendo que para o Pontal do Paranapanema estão incluídos (CETESB, 1996a):

CLASSE 2

Pertencem à classe 2 todos os corpos d'água, exceto os abaixo classificados.

CLASSE 3

Da Bacia do Rio Paraná – Vertente Parcial:

- Ribeirão do Veado a jusante do ponto de captação da água de abastecimento para Presidente Venceslau até a confluência como Córrego Água da Colônia, no município de Presidente Venceslau;

Da Bacia do Rio Santo Anastácio:

- Rio Santo Anastácio a partir da confluência com o ribeirão Vai e Vem até a confluência com o ribeirão Claro, no Município de Santo Anastácio.

CLASSE 4

Da Bacia do Rio Santo Anastácio:

- Córrego Guaraiuvira até sua confluência com o córrego do Veado, no município de Presidente Prudente;
- Córrego Limoeiro desde a confluência com o córrego do Veado até a confluência com o ribeirão Santo Anastácio, no município de Álvares Machado;
- Córrego Sete de Setembro até a confluência com o ribeirão do Vai e Vem, no município de Santo Anastácio;
- Córrego do Veado até a confluência com o córrego Limoeiro, no Município de Presidente Prudente;
- Ribeirão Santo Anastácio desde a confluência com o córrego Limoeiro até a confluência com o ribeirão do Vai e Vem até a confluência com o ribeirão Santo Anastácio, no município de Santo Anastácio.

Nota-se que a quantidade de trechos de corpos d'água do PP incluídos nos decretos estaduais é pequena, sendo que seu reenquadramento ou o enquadramento dos demais corpos deverá ser objeto de estudos específicos no âmbito do CBH-PP, inclusive com a adoção de critérios que se adequem mais à realidade local ou regional.

Quadro I.4.6.a. Principais padrões de potabilidade das águas vigentes em nível estadual, federal e internacional (CETESB, 1996b).

Parâmetro	Unidade	Decreto Federal n.º 79637 09.03.77 Portaria 56	Portaria 36 Minist. da Saúde 19.1.90(¹)	Decreto Estadual 12.486 20.10.78 NTA-60(²)	Organiz. Mundial da Saúde-OMS (Recom.)	Organiz. Mundial da Saúde (Recom.p/ Europa)	Comunidade Econ. Européia-CEE	Canadá	E.U.A.	Alemanha	Ex-U.R.S.S.	Japão
I - Físicos e organolépticos												
Cor	pt/L	20	5(³)	10-20	15	-	20	15	15	-	20	-
Odor	-	N.O.	N.O.	Isento ou lev. Cloro	Inofensivo	-	2 à 12 °C (4) / 3 à 25 °C(4)	Inofensivo	3	2 à 12°C(4) / 3 à 25°C(4)	-	-
Sabor	-	N.O.	N.O.	-	Inofensivo	-	2 à 12 °C (4) / 3 à 25 °C(4)	-	-	-	-	-
Turbidez	UNT	5	1	2-5	5	-	4	5	1-5	-	-	-
Temperatura	°C	-	-	-	-	-	25	15	-	25	-	-
pH	-	-	6,5-8,5	5-9	6,5-8,5	-	9,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,5	6,5-8,5	-
Condutividade	µScm ⁻¹ (25°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	2.000	-	-
Aspecto	-	-	-	Límpido	-	-	-	-	-	-	-	-
II - Químicos		-										
II – a) Componentes inorgânicos												
Antimônio	mg/L	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-
Arsênio	mg/L	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05
Bário	mg/L	1	1	1	-	1,0	-	1,0	1,0	-	0,1	-
Boro	mg/L	-	-	-	-	-	-	5,0	-	-	-	-
Cádmio	mg/L	0,01	0,005	0,01	0,005	0,01	0,005	0,005	0,01	0,005	-	0,01
Chumbo	mg/L	0,1	0,05	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,04	0,1	0,1
Cianetos	mg/L	-	0,1	0,2	0,1	-	0,05	0,2	-	0,05	-	N.D.

Quadro I.4.6.a (continuação). Principais padrões de potabilidade das águas vigentes em nível estadual, federal e internacional (CETESB, 1996b).

Parâmetro	Unidade	Decreto Federal n.º 79637 09.03.77 Portaria 56	Portaria 36 Minist. da Saúde 19.1.90 ⁽¹⁾	Decreto Estadual 12.486 20.10.78 NTA-60 ⁽²⁾	Organiz. Mundial da Saúde-OMS (Recom.)	Organiz. Mundial da Saúde (Recom.p/ Europa)	Comunidade Econ. Européia-CEE	Canadá	E.U.A.	Alemanha	Ex-U.R.S.S.	Japão
Cromo hexavalente	mg/L	-	-	0,05	-	-	-	-	0,05	-	-	0,05
Cromo total	mg/L	0,05	0,05	-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-
Cloro residual	mg/L Cl ₂	-	-	0,3	0,2-0,5	-	-	-	-	-	0,3-0,5	-
Fluoretos	mg/L	0,6-1,7	0,6-1,7	1	1,5	1,5	1,5	1,5	4,0	1,5	1,5	-
Mercúrio	mg/L	0,002	0,001	-	0,001	PC	0,001	0,001	0,002	0,001	-	0,0005
Nitrato	mg/L N	10	10	10	10	-	50	10	10	50	10	-
Nitrito	mg/L N	-	-	-	-	-	0,1	1,0	-	0,1	-	-
Níquel	mg/L	-	-	-	-	-	0,05	-	-	0,05	-	-
Oxigênio Consumido	mg/L O ₂	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Potássio	mg/L	-	-	-	-	-	12	-	-	12	-	-
Prata	mg/L	0,05	0,05	-	-	-	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05	-
Selênio	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Notas:

UNT - Unidade nefelométrica de turbidez

N.O. - Não objetável

N.D. - Não detectável

PC - Presença deve ser controlada

Bq/L - Becquerel/Litro

pCi/L - Pico Curie/L

Observações:

(1) A vigorar a partir de 23.01.92

(2) Não são tolerados resíduos de pesticidas e outras substâncias estranhas

(3) Cor aparente

(4) Taxa de diluição

(5) Média anual

(6) Valor experimental

(7) Para compostos organofosforados e carbamatos

(8) Expresso em unidades pCi/L

(9) Soma de Ra (226) e Ra (228), expresso em

Unidades pCi/L

Quadro I.4.6.a (continuação). Principais padrões de potabilidade das águas vigentes em nível estadual, federal e internacional (CETESB, 1996b).

Parâmetro	Unidade	Decreto Federal n.º 79637 09.03.77 Portaria 56	Portaria 36 Minist. da Saúde 19.1.90(*)	Decreto Estadual 12.486 20.10.78 NTA-60(?)	Organiz. Mundial da Saúde-OMS (Recom.)	Organiz. Mundial da Saúde (Recom.p/ Europa)	Comunidade Econ. Européia-CEE	Canadá	E.U.A.	Alemanha	Ex-U.R.S.S.	Japão
II - b) Componentes orgânicos												
Aldrin e Dieldrin	µ g/L	1,0	0,03	–	0,03	–	–	0,7	–	0,2	–	–
Benzeno	µ g/L	–	10	–	10	–	–	5,0	–	0,2	–	–
Benzo-a-pireno	µ g/L	–	0,01	–	0,01	–	–	0,01	–	–	–	–
Clordano(total de isômeros)	µ g/L	3,0	0,3	–	0,3	–	–	7,0	–	–	–	–
Clorobenzenos	µ g/L	–	0,1-3,0	–	0,1-10	–	–	5-200	–	–	–	–
Clorofenóis	µ g/L	–	0,1	–	0,1-1,0	–	–	0,03-900	–	–	–	–
Clorofórmio	µ g/L	–	–	–	30	–	–	–	–	–	–	–
DDT(p-p'DDT;p-p'DDE;o-p'DDE)	µ g/L	50	1,0	–	1,0	–	–	30	–	–	–	–
Endrin	µ g/L	0,2	0,2	–	–	–	–	0,2	0,2	–	–	–
Fenol	µ g/L	1,0	0,1	–	–	–	0,5	2,0	1,0	–	–	–
Heptacloro + heptacloro epóxido	µ g/L	0,1	0,1	–	0,1	–	–	3,0	–	–	–	–
Hexaclorobenzeno	µ g/L	–	0,1	–	0,01	–	–	–	–	–	–	–
Lindano (Gama HCH)	µ g/L	4,0	3,0	–	3,0	–	–	4,0	4,0	–	–	–
Metoxicloro	µ g/L	100	30	–	30	–	–	100	100	–	–	–
Pentaclorofenol	µ g/L	–	10	–	10	–	–	60	–	–	–	–
Tetracloro de carbono	µ g/L	–	3,0	–	3,0	–	5,0	5,0	–	3,0	–	–

Quadro I.4.6.a (continuação). Principais padrões de potabilidade das águas vigentes em nível estadual, federal e internacional (CETESB, 1996b).

Parâmetro	Unidade	Decreto Federal n.º 79637 09.03.77 Portaria 56	Portaria 36 Minist. da Saúde 19.1.90(*)	Decreto Estadual 12.486 20.10.78 NTA-60(?)	Organiz. Mundial da Saúde-OMS (Recom.)	Organiz. Mundial da Saúde (Recom.p/ Europa)	Comunidade Econ. Européia-CEE	Canadá	E.U.A.	Alemanha	Ex-U.R.S.S.	Japão
Tetracloroetano	µ g/L	–	10	–	10	–	–	–	–	25	–	–
Toxafeno	µ g/L	5,0	5,0	–	–	–	–	5,0	5,0	–	–	–
Tricloroetenos	µ g/L	–	30	–	30	–	–	–	–	25	–	–
I,I,I, Tricloroetano	µ g/L	–	*	–	–	–	–	–	–	25	–	–
Trihalometanos	µ g/L	–	100	–	–	–	–	350	100	–	–	–
1,1 Dicloroetano	µ g/L	–	0,3	–	0,3	–	–	–	–	–	–	–
1,2 Dicloroetano	µ g/L	–	10	–	10	–	–	–	–	–	–	–
2,4 D	µ g/L	20	100	–	100	–	–	100	100	–	–	–
2,4,6 Triclorofenol	µ g/L	–	10	–	10	–	–	100	–	–	–	–
Pesticidas - individual	µ g/L	–	–	0,1	–	0,1	0,1	–	–	0,1	–	–
total	µ g/L	100	–	–	–	–	0,5	–	–	0,5	–	–
2,4,5 TP	µ g/L	30	–	–	–	–	–	10	10	–	–	–
2,4,5 T	µ g/L	2,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Notas:

UNT – Unidade nefelométrica de turbidez

N.O – Não objetável

N.D. – Não detectável

PC – Presença deve ser controlada

Bq/L – Becquerel/Litro

pCi/L – Pico Curie/L

Observações:

(1)A vigorar a partir de 23.01.92

(2) Não são tolerados resíduos de pesticidas e outras substâncias estranhas

(3) Cor aparente

(4) Taxa de diluição

(5) Média anual

(6) Valor experimental

(7) Para compostos organofosforados e carbamatos

(8) Expresso em unidades pCi/L

Quadro I.4.6.a (continuação). Principais padrões de potabilidade das águas vigentes em nível estadual, federal e internacional (CETESB, 1996b).

Parâmetro	Unidade	Decreto Federal n.º 79637 09.03.77 Portaria 56	Portaria 36 Minist. da Saúde 19.1.90(*)	Decreto Estadual 12.486 20.10.78 NTA-60(?)	Organiz. Mundial da Saúde-OMS (Recom.)	Organiz. Mundial da Saúde (Recom.p/ Europa)	Comuni-dade Econ. Européia-CEE	Canadá	E.U.A.	Alemanha	Ex-U.R.S.S.	Japão
II -c) Afetam a qualidade orgaloléptica												
Alumínio	mg/L Al	0,1	0,2	-	0,2	-	0,2	-	-	0,2	0,5	-
Surfactantes	mg/L LAS	0,5	0,2	-	-	-	0,2	-	0,5	0,2	-	-
Cloretos	mg/L Cl	600	250	250	250	-	-	250	250	-	350	-
Cobre	mg/L Cu	1	1	1	1	0,005	-	1	1	-	1	-
Dureza total	mg/L CaCO ₃	-	-	-	500	-	-	-	-	-	-	-
Ferro total	mg/L Fe	1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1
Manganês	mg/L Mn	0,5	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	-
Magnésio	mg/L Mg	-	-	-	-	-	50	-	-	50	0,1	-
Sódio	mg/L Na	-	-	-	200	-	175	-	-	150	-	-
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	1000	-	-	1000	-	-	500	500	-	-	-
Sólidos totais	mg/L	1500	500	500	-	-	1500	-	-	-	-	-
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	-	250	250	400	-	250	500	-	240	500	-
Sulfeto de hidrogênio	µ g/L S ²⁻	-	-	-	N.D.	-	N.D.	0,05	-	-	-	-
Zinco	mg/L Zn	5	5	5	5	5	-	5	-	-	5	-

Quadro I.4.6.a (continuação). Principais padrões de potabilidade das águas vigentes em nível estadual, federal e internacional (CETESB, 1996b).

Parâmetro	Unidade	Decreto Federal n.º 79637 09.03.77 Portaria 56	Portaria 36 Minist. da Saúde 19.1.90(*)	Decreto Estadual 12.486 20.10.78 NTA-60(?)	Organiz. Mundial da Saúde-OMS (Recom.)	Organiz. Mundial da Saúde (Recom.p/ Europa)	Comunidade Econ. Européia-CEE	Canadá	E.U.A.	Alemanha	Ex-U.R.S.S.	Japão
III – Radioativos												
Radioatividade alfa total	Bq/L	-	-	-	0,1	-	-	-	15	-	-	-
Radioatividade beta total	Bq/L	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Césio 137	Bq/L	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-
Iodo 131	Bq/L	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
Rádio 226	Bq/L	-	-	-	-	-	-	1	5	-	2,9	-
Estrôncio 90	Bq/L	-	-	-	-	-	-	10	-	-	9,6	-
Tritio	Bq/L	-	-	-	-	-	-	40000	-	-	-	-
IV - Microbiológicos												
Coliformes fecais	NMP/100 mL	0	-	-	0	-	0	0	-	-	-	-
Coliformes totais	NMP/100 mL	0	-	-	0	-	0	10	-	-	-	0

Notas:

UNT – Unidade nefelométrica de turbidez

N.O – Não objetável

N.D. – Não detectável

PC – Presença deve ser controlada

Bq/L – Becquerel/Litro

pCi/L - Pico Curie/L

Observações:

(1)A vigorar a partir de 23.01.92

(2) Não são tolerados resíduos de pesticidas e outras substâncias estranhas

(3) Cor aparente

(4) Taxa de diluição

(5) Média anual

(6) Valor experimental

(7) Para compostos organofosforados e carbamatos

(8) Expresso em unidades pCi/L

(9) Soma de Ra (226) e Ra (228), expresso em unidades pCi/L

Quadro I.4.6.b. Principais padrões de qualidade das águas vigentes em nível estadual, federal e internacional, segundo seus usos preponderantes.

Padrões de Qualidade Ambiental - Água														
País ou Entidade	Brasil (1)										Cetesb (2)			
PARÂMETRO	UNIDADE	Classe especial (6)	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5 salinas	Classe 6 salinas	Classe 7 salobras	Classe 8 salobras	Classe 1 (6)	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Tetracloroetano	mg/L	-	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricloroetano	mg/L	-	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tecloroetano Carbono	mg/L	-	0,003	0,003	0,003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,4,6 - Tricloro Fenol	mg/L	-	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urânio Total	mg/L U	-	0,02	0,02	0,02	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Vanadio	mg/L V	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinco	mg/L Zn	-	0,18	0,18	5,0	-	0,17	-	0,17	-	-	5,0	5,0	5,0
Aldrin	µ g/L	-	0,01	0,01	0,03	-	0,003	-	0,003	-	-	-	-	-
Cloroano	µ g/L	-	0,04	0,04	0,3	-	0,004	-	0,004	-	-	-	-	-
DDT	µ g/L	-	0,002	0,002	1,0	-	0,001	-	0,001	-	-	-	-	-
Diedrin	µ g/L	-	0,005	0,005	0,03	-	0,003	-	0,003	-	-	-	-	-
Endrin	µ g/L	-	0,004	0,004	0,2	-	0,004	-	0,004	-	-	-	-	-
Endosulfan	µ g/L	-	0,056	0,056	150	-	0,034	-	0,034	-	-	-	-	-
Epóxido de Heptacloro	µ g/L	-	0,01	0,01	0,1	-	0,001	-	0,001	-	-	-	-	-
Heptacloro	µ g/L	-	0,01	0,01	0,1	-	0,001	-	0,001	-	-	-	-	-
Linoano	µ g/L	-	0,02	0,02	3,0	-	0,004	-	0,004	-	-	-	-	-
Metoxicloro	µ g/L	-	0,03	0,03	30	-	0,03	-	0,03	-	-	-	-	-
Deocacloro + Nonacloro	µ g/L	-	0,001	0,001	0,001	-	0,001	-	0,001	-	-	-	-	-
PCB's	µ g/L	-	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toxafeno	µ g/L	-	0,01	0,01	5,0	-	0,005	-	0,005	-	-	-	-	-

Quadro I.4.6.b (continuação). Principais padrões de qualidade das águas vigentes em nível estadual, federal e internacional, segundo seus usos preponderantes.

Padrões de Qualidade Ambiental - Água														
País ou Entidade	Brasil (1)										Cetesb (2)			
PARÂMETRO	UNIDADE	Classe especial (6)	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5 salinas	Classe 6 salinas	Classe 7 salobras	Classe 8 salobras	Classe 1 (6)	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Demeton	µ g/L	-	0,1	0,1	14,0	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
Gusation	µ g/L	-	0,005	0,005	0,005	-	0,01	-	0,01	-	-	-	-	-
Malation	µ g/L	-	0,01	0,01	100	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
Paration	µ g/L	-	0,04	0,04	35	-	0,04	-	0,04	-	-	-	-	-
Carbaril	µ g/L	-	0,02	0,02	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Org. Fosforados e Carbamatos	µ g/L em Paration	-	10	10	10	-	10	-	10	-	-	-	-	-
2,4 D	µ g/L	-	4,0	4,0	20	-	10	-	10	-	-	-	-	-
2,4,5 - TP	µ g/L	-	10	10	10	-	10	-	10	-	-	-	-	-
2,4,5 - T	µ g/L	-	2,0	2,0	2,0	-	10	-	10	-	-	-	-	-
Pesticidas Totais	µ g/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes(7) Total	n.º/100ml	ausentes (8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	20.000	20.000
Coliforms (7) Fecal	n.º/100ml	-	200	1.000	4.000	-	1.000	4.000	1.000	4.000	-	1.000	4.000	4.000

Notas:

V.A. - virtualmente ausente

N.O - Não Ojetável

I.T. -iridiscência tolerável

UNT - unidade nefelométrica de turbidez

LAS - alquibenzeno sulfonado

pCi/L - Pico Curie/L

Observações :

(1)Resolução CONAMA n.º 20/86

(2) Decreto Estadual n.º 8458/76

(3) Directive 75/440/CEE

(4) Landenamnt Fur Wasser Und Abfall (NRW)/82

(5) Environment Agency Notification n.º 59/71 Amendments 74,75

(6) Prevalece a qualidade natural do corpo receptor

(7)Quano destinado à balneabilidade, observar o Art. 26 da Resolução CONAMA 20/86

(8) Quando para uso de abastecimento sem prévia desinfecção

(9) Presença não permitida de corantes artificiais, não removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencional

Fontes de consulta

-Legislação Federal - CETESB (86)

-Legislação Estadual - CETESB (88)

-Materialen Zur Ermittlung Und Sanierung Von

Altlasten/Nordrhein - Westfalen Band 2 (89)

- Quality of the Environment in Japan (85)

Padrões de Qualidade Ambiental - Água									
País ou Entidade	Comunidade Econômica Européia (CEE)			ALEMANHA(4)	JAPÃO(5)				
	A ¹	A ²	A ³	II-III	AA	A	B	C	D
PARÂMETRO	A ¹	A ²	A ³	II-III	AA	A	B	C	D
Gusation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paration	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Org. Fosforados e Carbamatos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,4 D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,4,5 - TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,4,5 - T	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pesticidas Totais	0,001	0,0025	0,005	-	-	-	-	-	-
Coliformes(7) Total	50	5.000	50.000	-	50	1.000	5.000	-	-
Coliforms (7) Fecal	20	2.000	20.000	-	-	-	-	-	-

Notas:

V.A. - virtualmente ausente

N.O - Não Ojetável

I.T. -iridiscência tolerável

UNT - unidade nefelométrica de turbidez

LAS - alquibenzeno sulfonado

pCi/L - Pico Curie/L

Observação :

(1)Resolução CONAMA n.º 20/86

(2) Decreto Estadual n.º 8458/76

(3) Directive 75/440/CEE

(4) Landenamt Fur Wasser Und Abfall (NRW)/82

(5) Environment Agency Notification n.º 59/71

Amendments 74,75

(6) Prevalece a qualidade natural do corpo receptor

(7)Quano destinado à balneabilidade, observar o Art. 26 da Resolução CONAMA 20/86

(8) Quando para uso de abastecimento sem prévia desinfecção

(9) Presença não permitida de corantes artificiais, não removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencional

Fontes de consulta

-Legislação Federal - CETESB (86)

-Legislação Estadual - CETESB (88)

-Materialen Zur Ermittlung Und Sanierung Von

-Altlasten/Nordrhein - Westfalen Band 2 (89)

- Quality of the Environment in Japan (85)

Obs.: Quadro incompleto, faltando metais e outros compostos.

I.4.6.2.2. Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Para a avaliação da qualidade das águas superficiais do Pontal do Paranapanema, foram usados os postos de monitoramento da CETESB (CETESB, op. cit.).

Com freqüência bimestral, a CETESB efetua amostragem para análise em laboratório, sendo determinados 33 parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade (**Quadro I.4.6.c**). Destes, nove compõem o índice de qualidade das águas (IQA): oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais, temperatura da água, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

O IQA adotado pela CETESB baseia-se na adaptação de um estudo realizado em 1970 pela *ato a Sta da d o dato* dos Estados Unidos, que incorpora parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

Quadro I.4.6.c. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos utilizados pela CETESB para monitoramento ambiental de águas superficiais (CETESB, 1996a).

Parâmetros	Métodos analíticos
Temperatura da água	termômetro de mercúrio
Temperatura do ar	termômetro de mercúrio
pH	pHmetro
Oxigênio dissolvido (OD)	titulometria permanganato de potássio
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	nd
Demanda química de oxigênio (DQO)	nd
Coliformes totais	tubos múltiplos ou membranas filtrantes
Coliformes fecais	tubos múltiplos ou membranas filtrantes
Nitrogênio nitrato	colorimétrico, método do difenilsulfônico
Nitrogênio nitrito	colorimétrico, método do N-naftil-etilenodiamina
Nitrogênio amoniacal	colorimétrico, método automático do fenato
Nitrogênio Kjeldal total	colorimétrico, método automático do fenato
Fósforo total	cromatografia
Ortofosfato solúvel	nd
Resíduo total	nd
Resíduo não filtrável	nd
Turbidez	nd
Condutividade elétrica	condutivímetro
Coloração da água	nd
Surfactantes	nd
Fenóis	comatografia
Cloreto	titulometria com nitrato de prata
Ferro total	colorimétrico, método ortofenantrolina
Manganês	absorção atômica
Bário	absorção atômica
Cádmio	absorção atômica
Chumbo	absorção atômica
Cobre	absorção atômica
Cromo total	absorção atômica

Parâmetros	Métodos analíticos
Níquel	absorção atômica
Mercúrio	gerador de hidreto
Zinco	absorção atômica

nd = não disponível

Seu cálculo é dado pela fórmula abaixo:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (7)$$

sendo:

IQA = Índice de qualidade das águas, um número entre 0 e 100;

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro - um número de 0 a 100, obtido da respectiva "curva média de variação" (**Figura I.4.6.a**), em função de sua concentração ou medida;

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro - um número entre 0 e 1, atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (8)$$

sendo n = número de parâmetros que entra no cálculo.

No caso de não se dispor do valor de algum dos nove parâmetros, o cálculo do IQA fica inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA em uma escala de 0 a 100, é classificada segundo a gradação contida no **Quadro I.4.6.d**.

Quadro I.4.6.d. Intervalos de valores de IQAs e qualidades associadas (CETESB, 1996a).

Intervalo de valor - IQA	Qualidade associada
80 - 100	ótima
52 - 79	boa
37 - 51	aceitável
20 - 36	ruim
0 - 19	péssima

Na interpretação dos dados obtidos devem ser levados em consideração dois fatores importantes (CETESB, 1996a):

- a qualidade da água muda ao longo do ano, em função de fatores meteorológicos e da eventual sazonalidade de lançamentos poluidores e das vazões. Por este motivo, o nível de qualidade mostrado, corresponde à qualidade realmente observada no rio durante, pelo menos, 80% do tempo.

No resto do tempo esses trechos podem ter apresentado níveis mais baixo de qualidade que o indicado;

- o ponto do rio onde ocorre mudança de qualidade tem sido estimado por interpolação, a partir de dados da rede de monitoramento complementados com os conhecimentos de campo e outras observações adicionais. Assim, existe um nível de incerteza quanto à real posição de alguns destes limites que correspondem à mudança da faixa de qualidade do rio.

Segundo a CETESB, criação deste IQA também baseou-se numa pesquisa de opinião feita junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem medidos, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores *at g*. Dos nove parâmetros selecionados, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, são apresentadas na **Figura I.4.6.a**.

O levantamento do IQA de um determinado posto de monitoramento ao longo do tempo pode ser observado através de representações gráficas (**Gráfico I.4.6.a**), acompanhadas de quadros com os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados, os índices de qualidade das águas (IQAs) e os testes de toxicidade.

Testes de toxicidade

O teste de toxicidade consiste na determinação do potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura complexa, sendo os efeitos desses poluentes mensurados através da resposta dos organismos vivos.

Para a descrição de efeitos deletérios de amostras sobre os organismos aquáticos, utilizam-se os termos “efeito agudo” e “efeito crônico”.

O efeito agudo caracteriza-se por uma resposta severa e rápida a um estímulo, a qual se manifesta nos organismos aquáticos em geral num intervalo de 0 a 96 horas (Rand & Petrocelli, 1985, CETESB, 1996a). Usualmente, o efeito observado é a letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, tal como o estado de imobilidade em alguns crustáceos.

O efeito crônico traduz-se pela resposta a um estímulo e continua por longo tempo, normalmente por períodos que vão de 1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo, como a reprodução, o crescimento, o comportamento etc.

A detecção de efeitos agudos ou crônicos através de testes de toxicidade evidencia que os corpos d'água testados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática.

Figura 1.4.6.a - Curvas média de variação de qualidade das águas

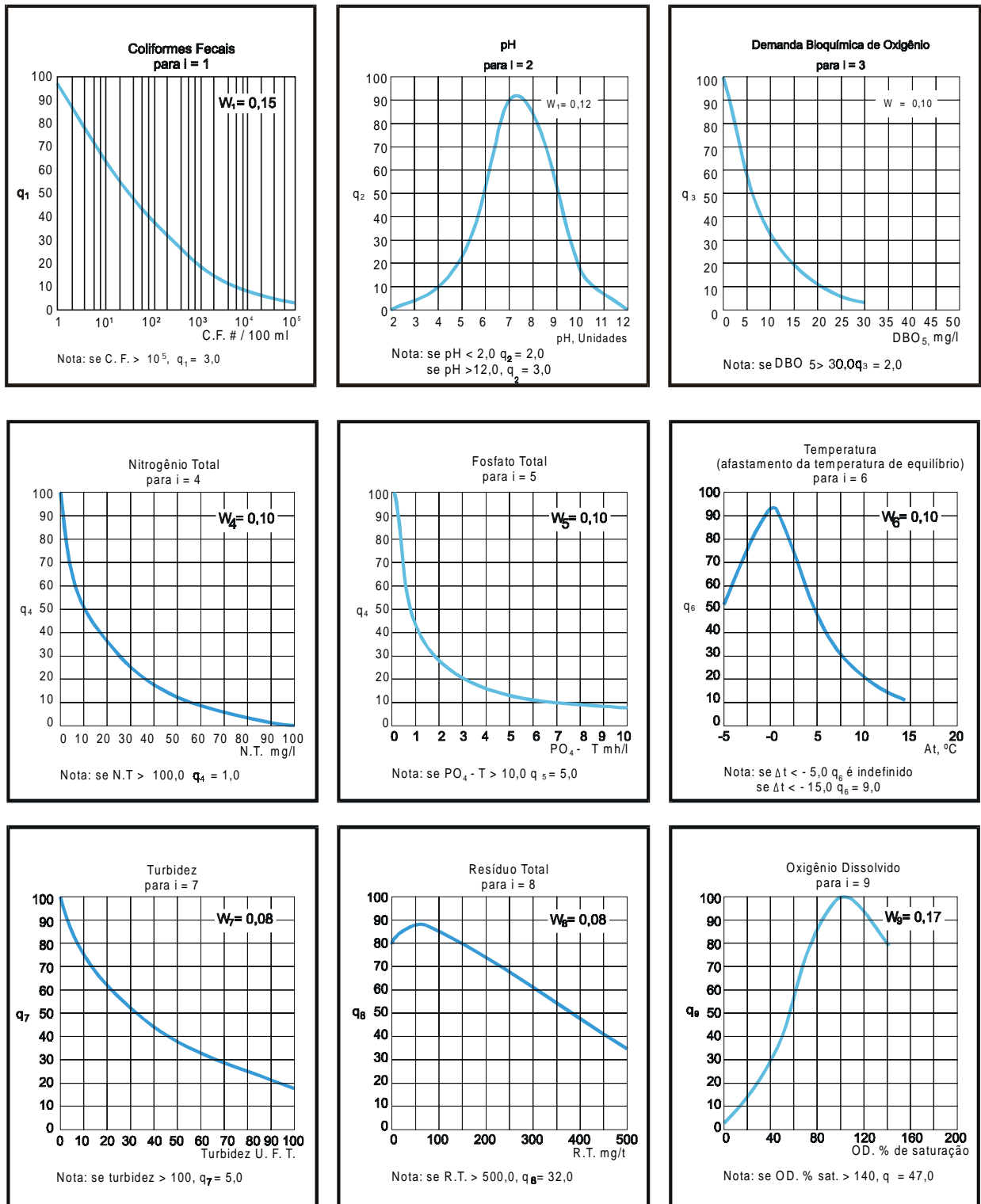
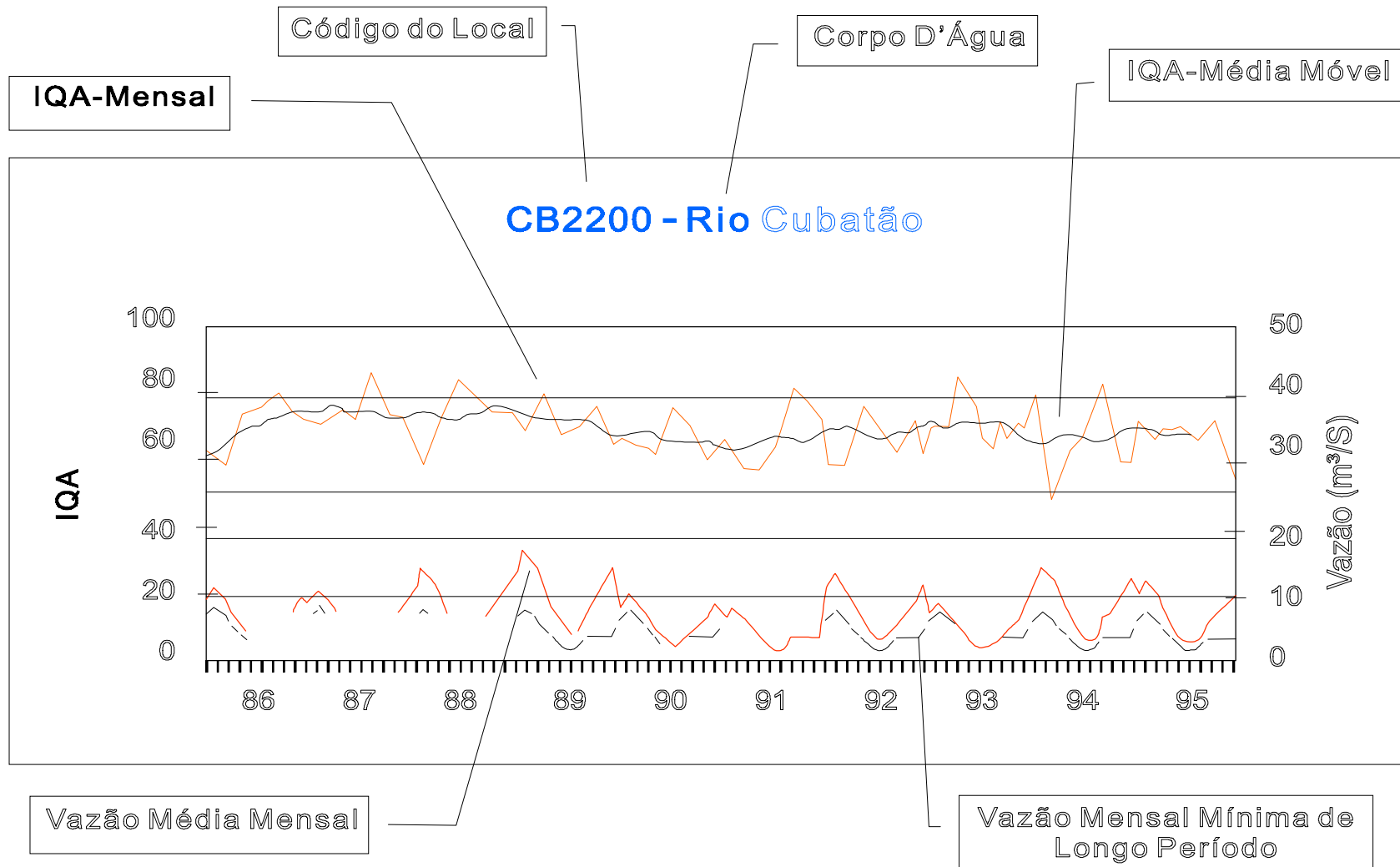


Gráfico I.4.6.a. Gráfico típico de levantamento de IQA efetuado pela CETESB em pontos de monitoramento (CETESB, 1996a).



IQAs do Pontal do Paranapanema

Apesar da iniciativa da CETESB em efetuar o monitoramento das águas superficiais do interior do Estado de São Paulo, os resultados no Pontal do Paranapanema ainda são pouco representativas, pela pouca expressiva quantidade de postos existentes: apenas dois. Os dados disponíveis (um posto no rio Santo Anastácio, um no rio Paranapanema e dois no rio Paraná, sendo que estes iniciaram em 1997) estão dos **Quadros I.4.6.e** (resumo), e **Quadros I.4.6.f a I.4.6.k**.

O **Gráfico I.4.6.a** mostrou o tipo de gráfico de levantamento efetuado pela Cetesb e o **Gráfico I.4.6.b**, a evolução histórica do posto do rio Paranapanema, de 1986 a 1995, em posto localizado na UGRHI-22.

Quadro I.4.6.e. Resumo dos valores de IQAs calculados para postos de monitoramento situados no Pontal do Paranapanema (modificado de CETESB, 1996a e 1999).

	Posto SP22676PAR 02750 (rio Paranapanema) Ano: 1995	Posto SP22676PAR 02750 (rio Paranapanema) Ano: 1997	Posto SP22532STAN027 00 (rio Santo Anastácio) Ano: 1995
Classe	2	2	2
Janeiro	73	76	35.
Março	72	81	40
Maio	77	76	49
Julho	87	88	52
Setembro	74	89	28
Novembro	84	84	46
Média	78,2	82,3	41,7

	Posto SP22532STAN027 00 (rio Santo Anastácio) Ano: 1997	Posto SP22730PARN029 00 (rio Paraná, Res. Porto Primavera Ano: 1997	Posto SP225561PARN02 500 (rio Paraná, Pres. Epitácio – Mato Grosso do Sul Ano: 1997
Classe	2	2	2
Janeiro	38	82	65
Março	46	80	71
Maio	68	91	79
Julho	47	92	74
Setembro	51	90	76
Novembro	36	92	69
Média	47,7	87,8	72,3

Os valores de IQAs (síntese no **Quadro I.4.6.e** e **Gráfico I.4.6.b**) mostram, em média, qualidade boa das águas superficiais analisadas, à exceção do rio Santo Anastácio, onde a qualidade é somente aceitável.

De forma quase geral, alguns dos parâmetros utilizados nos cálculos dos IQAs têm apresentado resultados acima dos padrões para classe 2 da Resolução CONAMA 20: coliformes fecais e totais, e fósforo total. No caso do rio Santo Anastácio, também há problemas com DBO e turbidez.

Uma grande ressalva se faz para o parâmetro chumbo, um elemento tóxico (Top 20, pela lista da ATSDR - *Agency Toxic Substances and Hazardous Waste Agency* - ATSDR, 1999), para o qual o laboratório que efetua as análises apresenta limite de detecção acima do padrão de qualidade para esta classe de corpo d'água.

No caso de coliformes, sendo indicadores microbiológicos, mereceriam estudos mais detalhados sobre a eventual existência de patógenos que possam utilizar a água como veículo de disseminação de doenças. Neste sentido, o cruzamento com dados de saúde pública, referentes a doenças de veiculação hídrica, poderiam auxiliar no mapeamento de eventuais enfermidades. Além disso, a análise de outros indicadores microbiológicos, e mesmo de patógenos emergentes, como protozoários dos gêneros *Cyptospora* e *Gadaria*, poderia ser incluída neste tipo de estudo de detalhe.

Testes de toxicidade

O teste de toxicidade consiste na determinação do potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura complexa, sendo os efeitos desses poluentes mensurados através da resposta dos organismos vivos.

Para a descrição de efeitos deletérios de amostras sobre os organismos aquáticos, utilizam-se os termos “efeito agudo” e “efeito crônico”.

O efeito agudo caracteriza-se por uma resposta severa e rápida a um estímulo, a qual se manifesta nos organismos aquáticos em geral num intervalo de 0 a 96 horas (Rand & Petrocelli, 1985, CETESB, 1996a). Usualmente, o efeito observado é a letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, tal como o estado de imobilidade em alguns crustáceos.

O efeito crônico traduz-se pela resposta a um estímulo e continua por longo tempo, normalmente por períodos que vão de 1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo, como a reprodução, o crescimento, o comportamento etc.

A detecção de efeitos agudos ou crônicos através de testes de toxicidade evidencia que os corpos d'água testados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática.

Quadro I.4.6.f. RESULTADOS DOS PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

LOCAL: RIO PARANAPANEMA, 800 m A JUSANTE DA BARRAGEM DE CAPIVARI . ANO: 1995

CÓDIGO LOCAL: 00SP22PR9300 CLASSE: 2 : UGRHI: PONTAL DO PARANAPANEMA. NÃO ATENDEM AOS LIMITES: DA CLASSE (*)

PARÂMETROS	UNID.	PADRÕES CONAMA 20 DEC. 8468#	JAN 03/15:00	FEV	MAR 23/14:20	ABR	MAI 04/15:50	JUN	JUL 06/14:55	AGO	SET 28/14:55	OUT	NOV 30/14:55	DEZ
TEMP. ÁGUA	° C	-	25		28		25		21		22		26	
Ph	-	6.0 a 9.0	7.0		7.1		7.2		7.6		6.9		6.8	
OD	mg/L	5.0	7.4		6.4		8.5		9.3		9.2		7.7	
DBO (5.20)	mg/L	5	2		4		4		1		2		<1	
COLI FECAL	NMP/100 ml	1000	8.0E+02		2.3E+02		8.0E+01		1.3E+01		8.0E+02		2.0E+01	
N. TOTAL	mg/L	-	0.15		0.36		0.34		0.54		0.62		0.51	
FOSF. TOTAL	mg/L	0.025	·0.026		·0.050		<0.010		<0.014		·0.032		·0.035	
RES. TOTAL	mg/L		70		64		106		86		64		56	
TURBIDEZ	UNT	100	11		23		25		11		0.95		9	
IQA			73		72		77		87		74		86	
BÁRIO	mg/L	1.00												
CÁDMIO	mg/L	0.001												
CHUMBO	mg/L	0.03												
COBRE	mg/L	0.02												
CROMO	mg/L	0.05#												
NÍQUEL	mg/L	0.025												
MERCÚRIO	mg/L	0.0002												
ZINCO	mg/L	0.18												
FENOL	mg/L	0.001												
TESTE DE TOXIDADE			Não Tóxico		Não Tóxico						Não Tóxico			
TEMP. AR	° C	-	25		35		31		31		24		34	
COLI. TOTAL	NMP/100 mL	5000	2.4E+03		5.0E+02		2.3E+02		1.3E+02		1.3E+03		2.3E+02	
FERRO	mg/L	-												
MANGANÊS	mg/L	0.1												
CLORETO	mg/L	250	3.8		3.1		4.9		2.0		2.6		3.0	

Quadro I.4.6.f. RESULTADOS DOS PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

LOCAL: RIO PARANAPANEMA, 800 m A JUSANTE DA BARRAGEM DE CAPIVARI . ANO: 1995

CÓDIGO LOCAL: 00SP22PR9300 CLASSE: 2 : UGRHI: PONTAL DO PARANAPANEMA. NÃO ATENDEM AOS LIMITES: DA CLASSE (*)

PARÂMETROS	UNID.	PADRÕES CONAMA 20 DEC. 8468#	JAN 03/15:00	FEV	MAR 23/14:20	ABR	MAI 04/15:50	JUN	JUL 06/14:55	AGO	SET 28/14:55	OUT	NOV 30/14:55	DEZ
DQO	mg/L	-	16		<14		<14		<14		<14		<14	
SURFAC.	mg/L	0.5												
N. NITRATO	mg/L	10	0.07		0.14		0.09		0.20		0.10		0.12	
N. NITRITO	mg/L	1	0.004		0.010		0.003		0.004		<0.002		0.004	
N. AMONACAL	mg/L	0.50#	<0.08		<0.08		<0.08		<0.08		<0.08		<0.08	
N. KJELD.	mg/L	-			0.21		0.25		0.34		0.52		0.39	
RES. FILTR.	mg/L	500												
RES. não FILT.	mg/L	-												
ORTOF. SOL.	mg/L	-												
COND. ESP.	uS/cm	-	64		62		63		54		56		59	
COLORAÇÃO	-	-	Turva		Turva		Turva		Límpida		Límpida		Límpida	
CHUVAS	-	-	Sim		Não		Não		Não		Sim		Não	
VAZÃO	m ³ /s	10 ³ m ³ /s x	0.604		0.967		1.109		0.875		0.923		1.338	

Quadro I.4.6.g. RESULTADOS DOS PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQAs)														
LOCAL: RIO SANTO ANASTÁCIO, PONTE NA RODOVIA PRESIDENTE VENCESLAU – MARABÁ PAULISTA. ANO: 1995														
CÓDIGO LOCAL: 00SP22SA2300 , CLASSE: 2 : UGRHI: PONTAL DO PARANAPANEMA. NÃO ATENDEM AOS LIMITES: DA CLASSE (*)														
PARÂMETROS	UNID.	PADRÕES CONAMA 20 DEC. 8468#	JAN 03/11:00	FEV	MAR 23/10:40	ABR	MAI 04/11:00	JUN	JUL 06/10:55	AGO	SET 28/10:50	OUT	NOV 30/11:15	DEZ
TEMP. ÁGUA	° C	-	30		28		25		22		21		28	
Ph	-	6.0 a 9.0	7.3		7.4		7.1		7.2		6.6		6.8	
OD	mg/L	5.0	6.4		6.6		8.4		8.1		* 4.7		5.9	
DBO (5.20)	mg/L	5	* 11		* 18		* 9		* 6		* 19		* 9	
COLI FECAL	NMP/100 ml	1000	* 5.0e+05		* 1.3E+05		* 2.3E+04		* 2.3E+04		* 1.3E+05		* 3.0E+04	
N. TOTAL	mg/L	-	2.73		3.38		3.33		3.57		5.19		3.29	
FOSF. TOTAL	mg/L	0.025	* 0.167		* 0.232		* 0.032		* 0.179		* 0.066		* 0.296	
RES. TOTAL	mg/L		450		162		248		212		702		215	
TURBIDEZ	UNT	100	* 135		28		75		32		* 410		45	
IQA			35		40		49		52		28		46	
BÁRIO	mg/L	1.00	0.18		0.15		0.07		<0.02		<0.02		<0.02	
CÁDMIO	mg/L	0.001	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
CHUMBO	mg/L	0.03	i <0.05		i <0.05		i <0.05		i <0.05		* 0.10		i <0.05	
COBRE	mg/L	0.02	* 0.05		0.01		0.006		<0.004		<0.004		<0.004	
CROMO	mg/L	0.05#	0.05		<0.05		<0.05		<0.005		* 0.06		<0.05	
NÍQUEL	mg/L	0.025	0.020		0.020		0.020		<0.01		* 0.050		* 0.040	
MERCÚRIO	mg/L	0.0002	<0.0001		i <0.0005		<0.0001		<0.0001		0.0002		<0.0001	
ZINCO	mg/L	0.18	0.03		<0.001		0.03		0.03		<0.01		<0.01	
FENOL	mg/L	0.001	* 0.005		<0.001		* 0.002		0.001		* 0.007		<0.001	
TESTE DE TOXIDADE														
TEMP. AR	° C	-	32		32		29		30		21		31	
COLI. TOTAL	NMP/100 mL	5000	·5.0E+05		·50E+05		·1.3E+05		·2.4E+05		·8.0E+05		·2.3E+05	
FERRO	mg/L	-	17.80		7.15		3.52		2.74		24.00		2.06	
MANGANÊS	mg/L	0.1	·0.34		·0.22		·0.11		·0.16		·1.00		0.07	

Quadro I.4.6.g. RESULTADOS DOS PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQAs)

LOCAL: RIO SANTO ANASTÁCIO, PONTE NA RODOVIA PRESIDENTE VENCESLAU – MARABÁ PAULISTA. ANO: 1995

CÓDIGO LOCAL: 00SP22SA2300 , CLASSE: 2 : UGRHI: PONTAL DO PARANAPANEMA. NÃO ATENDEM AOS LIMITES: DA CLASSE (*)

PARÂMETROS	UNID.	PADRÕES CONAMA 20 DEC. 8468#	JAN 03/11:00	FEV	MAR 23/10:40	ABR	MAI 04/11:00	JUN	JUL 06/10:55	AGO	SET 28/10:50	OUT	NOV 30/11:15	DEZ
CLORETO	mg/L	250	8.1		16.3		15.6		11.5		20.5		11.2	
DQO	mg/L	-	39		35		20		29		62		22	
SURFAC.	mg/L	0.5	<0.07		<0.07		<0.07		<0.07		<0.07		<0.07	
N. NITRATO	mg/L	10	0.27		0.24		0.40		0.63		0.30		0.18	
N. NITRITO	mg/L	1	0.780		0.870		0.940		0.730		0.200		0.700	
N. AMONICAL	mg/L	0.50#	0.22		1.56		1.18		1.27		2.00		1.03	
N. KJELD.	mg/L	-	1.68		2.27		1.99		2.21		4.69		2.41	
RES. FILTR.	mg/L	500	196		104		192		151		175		109	
RES. Não FILT.	mg/L	-	254		58		56		61		526		106	
ORTOF. SOL.	mg/L	-												
COND. ESP.	uS/cm	-	114		110		165		139		163		145	
COLORAÇÃO	-	-	Turva		Turva		Turva		Turva		Marrom		Límpida	
CHUVAS	-	-	Sim		não		não		Não		Sim		não	
VAZÃO	m ³ /s		21.33		20.50		12.06		13.36		12.97		10.22	

Quadro I.4.6.h. RESULTADOS DOS PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

LOCAL: RIO PARANAPANEMA, 800 M À JUSANTE DA BARRAGEM DE CAPIVARA, ANO: 1997

CÓDIGO LOCAL: 00SP22676PARDP02750 , CLASSE: 2: UGRHI: PONTAL DO PARANAPANEMA. NÃO ATENDEM AOS LIMITES: DA CLASSE (*)

PARÂMETROS	UNID.	PADRÕES CONAMA 20 DEC. 8468#	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TEMP. ÁGUA	° C	-	27		28		22		20		26		26	
Ph	-	6.0 a 9.0	7.0		7.5		7.7		6.5		7.6		6.0	
OD	mg/L	5.0	8.9		8.2		7.9		9.9		7.4		8.1	
DBO (5.20)	mg/L	5	4		2		1		* 1		<1		1	
COLI FECAL	NMP/100 ml	1000	130		8		230		<2		8		8	
N. TOTAL	mg/L	-	0.37		0.63		0.47		0.24		0.30		1.33	
FOSF. TOTAL	mg/L	0.025	<0.010		* 0.099		0.014		* 0.011		<0.010		0.023	
RES. TOTAL	mg/L		54		57		16		54		56		57	
TURBIDEZ	UNT	100	21		47		25		* 19		9.0		10	
IQA			76		81		76		88		89		84	
BÁRIO	mg/L	1.00												
CÁDMIO	mg/L	0.001												
CHUMBO	mg/L	0.03												
COBRE	mg/L	0.02												
CROMO	mg/L	0.05#												
NÍQUEL	mg/L	0.025												
MERCÚRIO	mg/L	0.0002												
ZINCO	mg/L	0.18												
FENOL	mg/L	0.001												
TESTE DE TOXIDADE			Não Tóxico		Crônico		Crônico		Crônico		Crônico		Não Tóxico	Crônica
TEMP. AR	° C	-	31		33		23		25		32		31	
COLI. TOTAL	NMP/100 mL	5000	1.3E+03		500		300		8		50		230	
FERRO	mg/L	-												
MANGANÊS	mg/L	0.1												
CLORETO	mg/L	250	2.9		1.9		1.9		2.1		0.05		2.36	

Quadro I.4.6.i. RESULTADOS DOS PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

LOCAL: RIO PARANÁ, PONTE NA RODOVIA QUE LIGA PRESIDENTE EPITÁCIO (SP) A BATAGUAÇU (MS) ANO: 1997

CÓDIGO LOCAL: 01SP22561PARN02500; CLASSE: 2; UGRHI: PONTAL DO PARANAPANEMA; NÃO ATENDEM AOS LIMITES: DA CLASSE (*)

PARÂMETROS	UNID.	PADRÕES CONAMA 20 DEC. 8468#	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TEMP. ÁGUA	° C	-	28		29		23		23		26		26	
Ph	-	6.0 a 9.0	6.6		7.4		7.6		7.0		6.6		7.2	
OD	mg/L	5.0	8.0		7.1		7.8		8.1		7.7		6.6	
DBO (5.20)	mg/L	5	1		2		<1		3		2.1		3	
COLI FECAL	NMP/100 ml	1000	* 5.0E+03		800		230		800		500		* 1.3E+03	
N. TOTAL	mg/L	-	0.41		0.78		0.28		0.41		0.33		0.46	
FOSF. TOTAL	mg/L	0.025	* 0.038		* 0.032		<0.010		0.011		<0.010		0.023	
RES. TOTAL	mg/L		85		74		59		53		47		77	
TURBIDEZ	UNT	100	32		20		4.5		3.5		4.0		15	
IQA			65		71		79		74		76		69	
ALUMÍNIO														
BÁRIO	mg/L	1.00												
CÁDMIO	mg/L	0.001												
CHUMBO	mg/L	0.03												
COBRE	mg/L	0.02												
CROMO	mg/L	0.05#												
NÍQUEL	mg/L	0.025												
MERCÚRIO	mg/L	0.0002												
ZINCO	mg/L	0.18												
FENOL	mg/L	0.001												
TESTE DE TOXIDADE														
TEMP. AR	° C	-	28		31		29		30		30		32	
COLI. TOTAL	NMP/100 mL	5000	5.0e+03		5.0E+03		300		5.0E+03		3.0E+03		3.0E+03	

Quadro I.4.6.j. RESULTADOS DOS PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

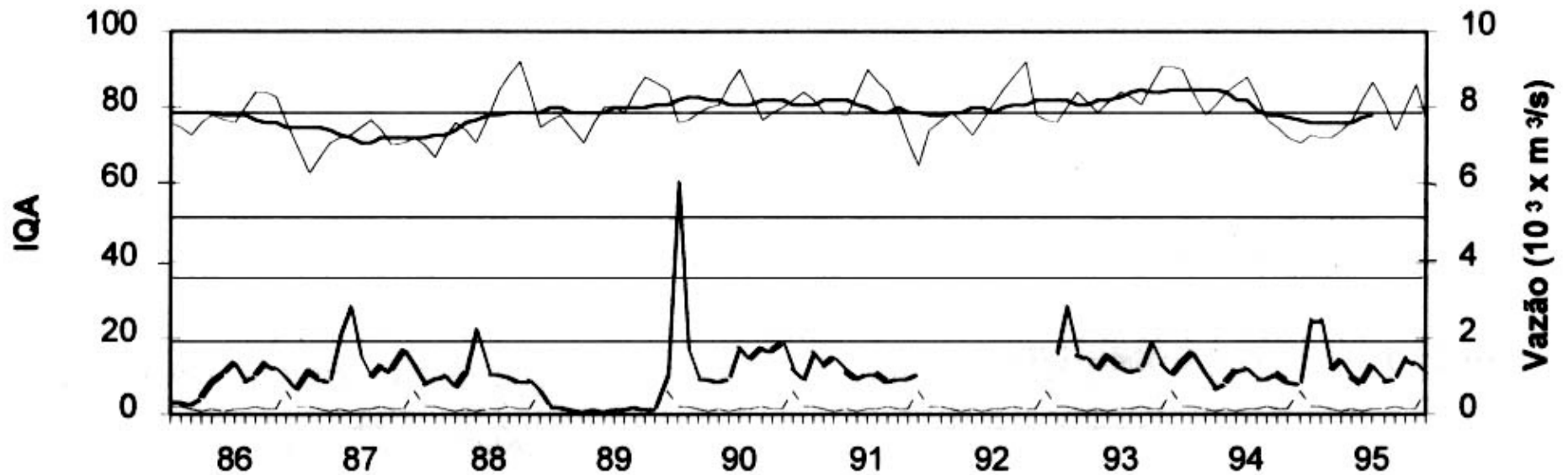
LOCAL: RIO SANTO ANASTÁCIO, PONTE NA RODOVIA QUE LIGA PRESIDENTE VENCESLAU A TEODORO SAMPAIO
ANO: 1997

CÓDIGO LOCAL: 00SP22532STAN02700 ; CLASSE: 2; UGRHI: PONTAL DO PARANAPANEMA; NÃO ATENDEM AOS LIMITES: DA CLASSE (*)

PARÂMETROS	UNID.	PADRÕES CONAMA 20 DEC. 8468#	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TEMP. ÁGUA	° C	-	30		27		24		24		26		27	
Ph	-	6.0 a 9.0	6.6		7.4		7.6		7.0		6.5		6.8	
OD	mg/L	5.0	5.8		6.9		7.0		7.5		5.7		6.0	
DBO (5.20)	mg/L	5	*6		*9		*8		*9		*10		*6	
COLI FECAL	NMP/100 ml	1000	*8.0E+04		*3.0E+04		50		*8.0E+03		*1.3E+04		*5.0E+04	
N. TOTAL	mg/L	-	2.18		5.54		1.55		2.00		4.04		2.83	
FOSF. TOTAL	mg/L	0.025	*0.102		*0.224		*0.134		*1.070		*0.035		*0.298	
RES. TOTAL	mg/L		618		235		142		151		160		1046	
TURBIDEZ	UNT	100	*332		75		48		45		20		*455	
IQA			38		46		68		47		51		36	
BÁRIO	mg/L	1.00	0.29		<0.08		<0.08		0.13		<0.08		<0.08	
CÁDMIO	mg/L	0.001	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
CHUMBO	mg/L	0.03	i <0.05		i <0.05		i <0.05		i <0.05		i <0.05		i <0.05	
COBRE	mg/L	0.02	0.020		<0.004		<0.004		<0.004		0.01		*0.03	
CROMO	mg/L	0.05#	0.0002		<0.05		<0.05		<0.05		<0.05		*0.08	
NIQUEL	mg/L	0.025	0.020		<0.010		<0.010		<0.010		<0.010		0.010	
MERCÚRIO	mg/L	0.0002	0.0002		<0.0002		* <0.0002		<0.0002		<0.0002		<0.0002	
ZINCO	mg/L	0.18	0.03		0.02		0.03		<0.01		0.02		0.03	
FENOL	mg/L	0.001	<0.001		*0.004		0.002		<0.001		*0.004		<0.001	
TESTE DE TOXIDADE														
TEMP. AR	° C	-	30		30		29		29		32		31	
COLI. TOTAL	NMP/100 mL	5000	*2.3E+05		*8.0E+04		300		*1.6E+05		*5.0E+04		*9.0E+05	
FERRO	mg/L	-	23.00		5.37		1.69		2.24		3.49		29.00	
MANGANÊS	mg/L	0.1	*0.42		*0.18		*0.19		*0.14		*0.54		*0.46	

Gráfico I.4.6.b. Gráfico com histórico de levantamento de parâmetros ambientais efetuado no posto de monitoramento SP22PR9300, localizado no rio Paranapanema. Os valores da parte superior equivalem aos de IQAs e os da porção inferior, às vazões, conforme indicado no **Gráfico I.4.6.a** (CETESB, 1996a).

PR9300 - Rio Paranapanema



I.4.6.3. Qualidade das águas subterrâneas

Neste item, serão abordados primeiramente os conceitos de vulnerabilidade e risco à poluição das águas subterrâneas. Em seguida, serão apresentados os dados hidroquímicos e microbiológicos disponíveis sobre a rede de monitoramento estadual das águas subterrâneas, operada pela CETESB.

A critério de informação, também serão apresentados dados hidroquímicos e microbiológicos disponibilizados pelo DAEE (modificados de PRODESP, 1998) ou constantes em relatórios de poços tubulares localizados no Pontal do Paranapanema. Tais dados foram obtidos em cadastros da SABESP e/ou DAEE, que, na realidade, são análises químicas efetuadas pós-desenvolvimento dos poços, após sua perfuração e instalação.

I.4.6.3.1. Vulnerabilidade e risco de contaminação dos aquíferos

Este item, assim como o **Desenho 8, Volume II**, foi elaborado com base em IG *et a.* (1997).

Risco de poluição das águas subterrâneas

Uma caracterização aproximada da idéia de risco de poluição das águas subterrâneas consiste na associação e interação da vulnerabilidade natural do aquífero com a carga poluidora aplicada no solo ou em subsuperfície (**Figura I.4.6.b**).

De acordo com o esquema da figura acima, pode-se configurar uma situação de alta vulnerabilidade, porém, sem risco de contaminação se não existir carga poluidora significativa, ou vice-versa. A carga poluidora pode ser controlada ou modificada; mas o mesmo não ocorre com a vulnerabilidade natural, que é uma propriedade intrínseca do aquífero.

A vulnerabilidade de um aquífero significa, assim, sua maior ou menor suscetibilidade de ser afetado por uma carga poluidora. É um conceito inverso ao de capacidade de assimilação de um corpo d'água receptor, com a diferença de o aquífero possuir uma cobertura não saturada que proporciona uma proteção adicional.

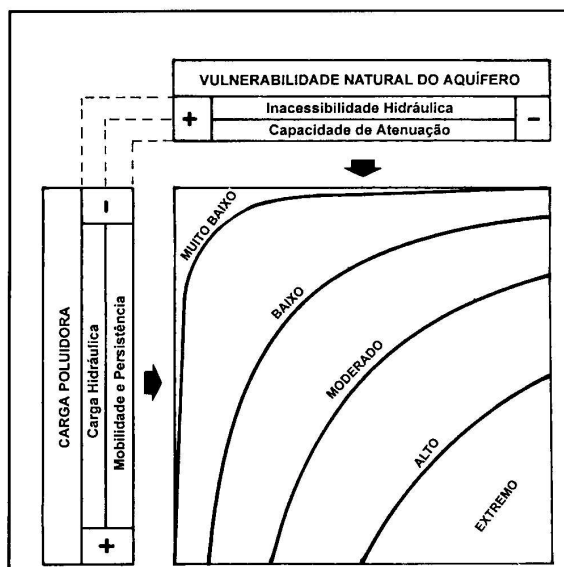


Figura I.4.6.b. Esquema conceitual do risco de contaminação das águas subterrâneas (Foster & Hirata, 1988).

A caracterização da vulnerabilidade do aquífero pode ser melhor expressa por meio dos seguintes fatores:

- acessibilidade da zona saturada à penetração de poluentes;
- capacidade de atenuação, resultante da retenção físico-química ou de reação de poluentes.

Estes dois fatores naturais são passíveis de interação com os elementos característicos da carga poluidora, a saber:

- modo de disposição no solo ou em subsuperfície;

a mobilidade físico-química e a persistência do poluente. A interação destes fatores permite avaliar o grau de risco de contaminação a que um aquífero está sujeito. Nesta avaliação devem ser ponderadas, ainda, a escala e a magnitude do episódio de poluição, assim como as características do recurso hídrico afetado.

Caracterização da vulnerabilidade natural

Os componentes da vulnerabilidade de um aquífero não são diretamente mensuráveis mas, sim, determinados por meios de combinações de outros fatores (**Quadro I.4.6.j**).

Quadro I.4.6.j. Lista de dados e informações necessárias para a caracterização da vulnerabilidade (Foster & Hirata, 1988).

Vulnerabilidade do aquífero	Informações necessárias	Informações normalmente disponíveis
Ocorrência da água Subterrânea	existência do aquífero qualidade hidroquímica da água subterrânea	existência do aquífero qualidade hidroquímica da água subterrânea
Acessibilidade hidráulica	tipo de ocorrência de água subterrânea profundidade da água subterrânea capacidade de infiltração do solo conteúdo da umidade da zona não saturada / retenção específica condutividade hidráulica vertical do aquífero ou aquífero	Tipo de ocorrência de água subterrânea profundidade da água subterrânea litologia, grau de consolidação e conteúdo de argila do aquífero ou aquífero
Capacidade de atenuação	espessura do solo e textura distribuição e tamanho dos grãos mineralogia da matriz (argila/óxidos de Fe e Al/conteúdo de matéria orgânica porcentagem de argila	característica litológica do aquífero ou aquífero
Capacidade de atenuação	espessura do solo e textura distribuição e tamanho dos grãos mineralogia da matriz (argila/óxidos de Fe e Al/conteúdo de matéria orgânica porcentagem de argila	característica litológica do aquífero ou aquífero

Vulnerabilidade do aquífero	Informações necessárias	Informações normalmente disponíveis
Poluente – mobilidade e persistência	<p>substância poluente</p> <p>característica físico-química (filtração, sorção, troca iônica, volume e solubilidade)</p> <p>reatividade química (precipitação, hidrólise, complexação)</p> <p>biodegradabilidade</p>	<p>possibilidade de ocorrência do poluente</p> <p>aspectos gerais da mobilidade dos poluentes</p> <p>aspectos gerais da reação química</p> <p>persistência rel. do poluente</p>
Intensidade do poluente	<p>concentração relativa a padrões de qualidade do evento poluidor</p> <p>proporção afetada da área de recarga</p> <p>tratamento dos resíduos poluidores</p>	<p>concentração máxima possível do evento</p> <p>tipo de fonte poluidora</p>
Duração da carga poluidora	<p>Duração da aplicação</p> <p>Probabilidade de ocorrência da carga</p>	<p>tipo de fonte poluidora</p>
Modo de disposição	<p>profundidade de descarga de poluente</p> <p>carga hidráulica (associado com descarga de poluente + infiltração precipitação + escoamento superficial)</p>	<p>Profundidade da descarga de poluente</p> <p>carga hidráulica</p>

Além disso, dados referentes a vários fatores não podem ser facilmente estimados ou não estão disponíveis, o que obriga, na prática, a uma redução e simplificação da lista de parâmetros requeridos. No limite, a lista de parâmetros disponíveis ficará reduzida a três, a saber:

- tipo de ocorrência de água subterrânea (ou a condição do aquífero);
- as características dos estratos acima da zona saturada, em termos de grau de consolidação e tipo litológico;
- a profundidade do nível da água.

O método empírico (Foster, 1987), proposto para a avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero, engloba sucessivamente esses três fatores (**Figura I.4.6.c**). A primeira fase consiste na identificação do tipo de ocorrência da água subterrânea, num intervalo de 0 – 1. A segunda fase trata da especificação dos tipos litológicos acima da zona saturada do aquífero, com a discriminação do grau de consolidação (presença ou ausência de permeabilidade por fissuras) e das características granulométricas e litológicas. Tal fator é representado numa escala de 0,3 - 1,0, além de um sufixo para os casos de tipos litológicos que apresentem fissuras ou com baixa capacidade de atenuação de poluentes. A terceira fase é estimativa da profundidade do nível d'água (ou do topo do aquífero confinado), numa escala de 0,4 – 1,0. O produto dos três parâmetros será o índice de vulnerabilidade, expresso em um escala de 0 – 1, em termos relativos.

Mapas de vulnerabilidade obtidos por meio de esquemas simplificados com esse, devem sempre ser interpretados com certa precaução, uma vez que não existe uma vulnerabilidade geral a uma poluição universal, num cenário típico de poluição (Foster, 1987). Não obstante, considera-se que um sistema de classificação e mapeamento de aquíferos com base em um só índice de vulnerabilidade pode ser útil ao nível de reconhecimento. Sua validade técnica pode ser assumida desde que

fique claro que esse índice não se refere a poluentes móveis e persistentes que não sofrem retenção significativa ou transformação durante o transporte em subsuperfície. Esquemas generalizados e simplificados, quando não existem informações suficientes ou dados adequados, vêm sendo progressivamente desenvolvidos por vários autores (Albinet & Margat, 1970; Allert *et al.*, 1985).

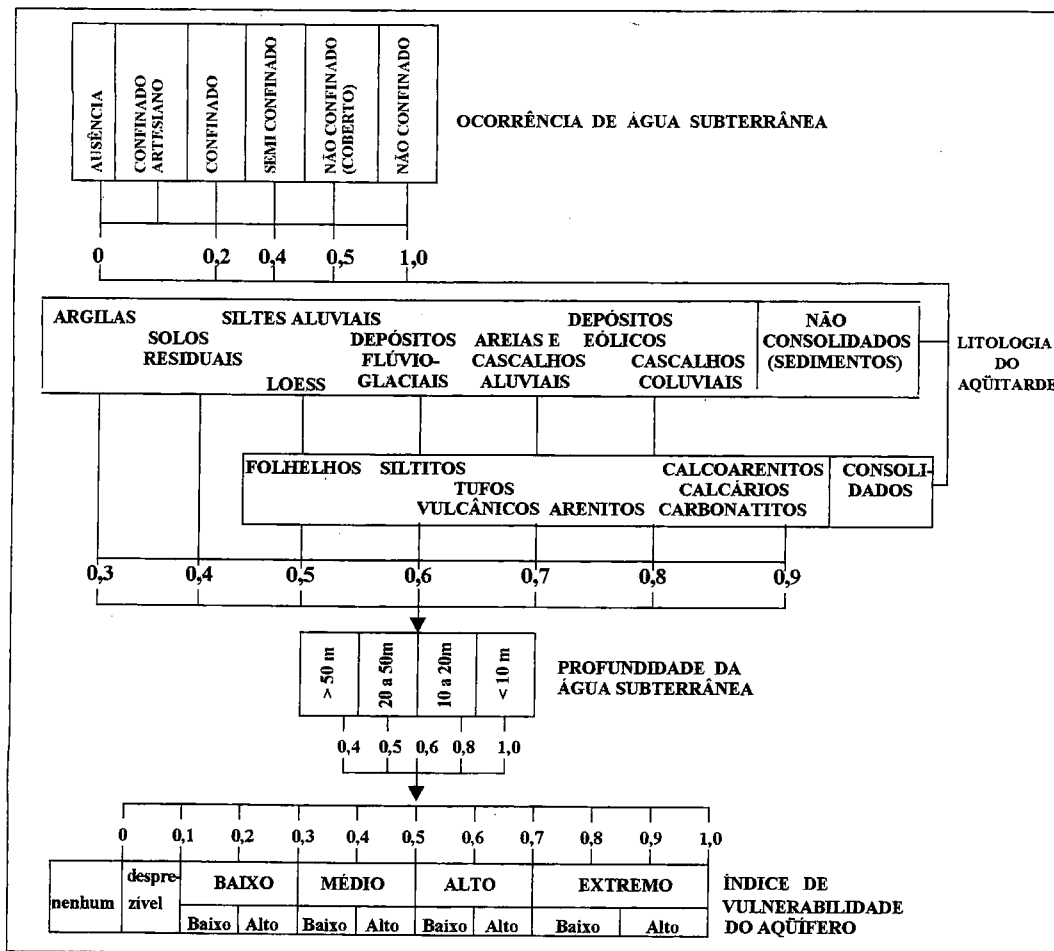


Figura I.4.6.c. Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade natural do aquífero (adaptado de Foster & Hirata, 1988).

A cartografia da vulnerabilidade desenvolvida por IG *et al.* (1997) utilizou-se do método proposto, com pequenas adaptações. O tipo de ocorrência da água subterrânea (modelo de circulação de água no aquífero) foi obtido a partir de estudos regionais desenvolvidos pelo DAEE e estudos locais de detalhe. As características dos estratos acima da zona saturada foram retirados do Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981a), na escala 1: 500.000.

O projeto da Carta Hidrogeológica do Estado (DAEE, em preparação), selecionando poços com informações geológicas e hidráulicas confiáveis, permitiu compor uma rede de informações onde, com base em um mapa topográfico na escala 1:500.000, foi possível traçar linhas de isopropriedade da água subterrânea. O cruzamento das três informações foi plotado em um mapa, definindo-se as zonas de índices relativos de vulnerabilidade natural dos aquíferos. A gradação estendeu-se de índices baixo, e alto, subdivididos em dois subníveis (alto e baixo), definindo seis classes.

A aplicação do método de vulnerabilidade não se estendeu aos domínios dos aquíferos cristalinos (embasamento cristalino pré-cambriano e eruptivas básicas associadas ao evento Serra Geral). Os principais motivos foram a baixa densidade de informações e a grande heterogeneidade hidráulica dessas unidades aquíferas que dificulta extrapolar níveis de água de um poço a outro, impossibilitando um zoneamento de profundidade de água. Esse estudo, quando se analisam tais aquíferos, sugere linhas gerais de proteção voltadas muito mais para a captação e para as condições geológicas locais dessas obras (lineamentos estruturais).

Caracterização da carga poluidora no subsolo

Numa avaliação de risco, a carga poluidora é, seguramente, a que apresenta maior dificuldade em ser estimada. Apesar da existência de uma ampla gama de atividades humanas, que geram certa carga poluidora, são poucas as responsáveis pelos maiores riscos de contaminação das águas subterrâneas em uma área.

A caracterização inadequada da carga poluidora dificulta a identificação de áreas que deverão requerer uma investigação detalhada ou predição da evolução da qualidade das águas subterrâneas contaminadas.

Uma lista de atividades potencialmente geradoras de carga poluidora ao subsolo é apresentada no **Quadro I.4.6.k**. É fundamental a divisão entre poluição por fontes pontuais (que são mais fáceis de se identificar) e por fontes difusas. Da mesma forma, é importante uma divisão entre as atividades em que a geração de carga poluidora é intrínseca ao processo e, daquelas em que o componente é incidental ou acidental, especialmente considerando sua aplicação para prevenir e controlar a poluição.

Do ponto de vista teórico, quatro características semi-independentes da carga poluidora precisam ser estabelecidas para cada atividade:

- a classe de poluentes envolvida, definida quanto a sua tendência à degradação (como resultado de atividade bacteriológica ou reação química) e à tendência ao retardamento devido a processos de troca de cátions, porção e outros;
- a intensidade do evento de poluição, em termos da concentração relativa de cada poluente em relação aos valores recomendados pela OMS para a potabilidade da água e da extensão da área afetada;
- modo de disposição no solo ou subsolo, analisando quanto à carga hidráulica associada e à profundidade de descarga do efluente, de lixiviação de resíduos sólidos ou produtos aplicados no solo; e
- a duração da aplicação da carga poluidora, incluindo o período em que a carga é aplicada e a probabilidade de que ela atinja o subsolo.

Cada uma destas características atua com os diferentes componentes da vulnerabilidade natural do aquífero, resultando no maior ou menor risco de poluição. Dessa maneira, não é apropriado combinar estes componentes de carga num só índice, à semelhança da vulnerabilidade.

Na prática, dado o estágio atual de conhecimento técnico, é difícil encontrar todos os dados requeridos para a caracterização da carga poluidora numa determinada área. Face a este problema, uma alternativa viável é focar a questão por grupos de atividades geradoras de poluição e, a partir daí, listar as atividades predominantes na área.

Em áreas urbanas, a principal preocupação é a carga poluidora em zonas residenciais sem esgotamento sanitário, com tanques sépticos e fossas negras; tal carga inclui nutrientes (nitrogênio e enxofre) e sais (cloreto), bactérias, vírus e compostos orgânicos sintéticos.

Quadro I.4.6.k. Sumário das principais atividades potencialmente geradoras de carga poluidora em subsuperfície (Foster & Hirata, 1988).

Atividade	Característica da carga poluidora			
	Distribuição	Principal poluente	Sobrecarga hidráulica	Ausência de camada de solo
Urbana				
Saneamento <i>s tu</i>	u/r P-D	n f o	+	*
vazamento de esgotos (a)	u P-L	o f n	+	*
lagoas de oxidação (a)	u/r P	o f n	++	*
aplicação de águas residuais em superfície (a)	u/r P-D	n s o f	+	-
rios e canais de recreação (a)	u/r P-L	n o f	++	*
lixiviação de lixões/aterros sanitários	u/r P	o s m	-	*
tanques de combustível	u/r p-D	o	-	*
drenos de rodovias	u/r P-D	s o	+	*
Industrial				
Vazamento de tanques/tubos (b)	u P-D	o m	-	*
Derramamento acidental	u P-D	o m	+	-
Lagoas de efluentes	u P	o m s	++	*
Lançamento de efluentes em superfície	u P-D	o m s	+	-
Canais e rios receptores	u P-L	o m s	++	*
Lixiviação de resíduos sólidos	u/r P	o m s	-	*
Drenos de pátios	u/r P	o m s	++	*
Material em suspensão de gases	u/r D	s o	-	-

(continuação)

Atividade	Distribuição	Principal poluente	Sobrecarga hidráulica	Ausência de camada de solo
Agrícola				
a) Área de cultivo com agroquímicos	r D	n o	-	-
com irrigação	r D	n o s	+	-
com lodos/resíduos	r D	n o s	-	-
com irrigação de águas residuais	r D	n o s f	+	-
b) Beneficiamento/criação de gado e animais				
lagoas de efluentes sem revestimento	r P	f o n	++	*
lançamento em superfície	r P-D	n s o f	-	-
canais e rios receptores de efluentes	r P-L	o n f	++	*
Extração mineral				
Desmonte hidráulico	r/u P-D	s m	-	*
Descarga de água de drenagem	r/u P-D	m s	++	*
Lagoa de decantação	r/u P	m s	+	*
Lixiviação de resíduos sólidos	r/u P	s m	-	*

(a) pode incluir componentes industriais; (b) pode também ocorrer em áreas não industriais; (c) intensificação apresenta aumento no risco de contaminação; u/r = urbano/rural; P/L/D = pontual/linear/difuso; n = nutrientes; f = patógenos fecais; o = compostos orgânicos sintéticos e/ou carga orgânica; s = salinidade; m = metais pesados; * = ausente; + = reduzida; ++ = elevada.

Na área de concentração industrial, devido à extrema diversidade de atividades, de processos de fabricação e práticas de disposição de efluentes, há maior dificuldade em estimar a carga poluidora. Geralmente é possível estimar o volume efluente a partir da quantidade de água utilizada, mas é difícil estabelecer a fração infiltrada no subsolo. Resíduos sólidos, depositados em lixões ou dispostos em aterros sanitários, podem ter seus volumes de lixiviados estimados com certa segurança; em muitos casos, porém, não há informação confiável sobre a sua composição. Em todos eles, torna-se necessário identificar cada fonte e analisá-las individualmente.

Em áreas agrícolas, algumas práticas de manejo da terra podem causar uma séria poluição difusa das águas subterrâneas, com altas taxas de lixiviação de nitratos e de outros íons móveis e persistentes. A taxa de lixiviação é normalmente estimada em termos de proporção de perda do peso aplicado.

De um modo geral, importa sobretudo identificar os constituintes que apresentam maior ameaça à saúde pública e prestar especial atenção a estes. Dentre os constituintes inorgânicos, os nitratos são os de ocorrência mais generalizada e problemática devido a sua alta mobilidade e estabilidade em sistemas aeróbicos. Os metais pesados perigosos (cádmio, cromo, chumbo e

mercúrio) tendem a ser imobilizados por precipitações e só migram em condições de pH e Eh extremos. Quanto aos constituintes orgânicos, alguns dos alcanos e alcenos clorados, relativamente solúveis na água, parece apresentar maior ameaça.

Considera-se que, mesmo com as dificuldades de se caracterizar a carga poluidora em relação às águas subterrâneas, é possível estabelecer uma gradação em termos de periculosidade (Mazurek, 1979). A partir das informações sobre os poluentes envolvidos e as suas concentrações, associadas à carga hidráulica, pode-se estabelecer três níveis de risco (reduzido, moderado e elevado) distinguindo fontes potencialmente perigosas de outras que não oferecem grandes riscos.

O **Quadro I.4.6.I** apresenta, de forma resumida, os critérios para a classificação das cargas poluidoras de fontes pontuais e o **Quadro I.4.6.m**, os critérios de cargas dispersas de origem domésticas (Hirata *et al.*, 1991).

A discussão sobre métodos de classificação industrial e impactos nas águas subterrâneas foi enfocada por Hirata & Bastos (1990); Bastos *et al.* (1991) e Hirata & Ferreira (1992).

Quadro I.4.6.I. Critérios para classificação das cargas potenciais poluidoras de fontes pontuais (Hirata *et al.*, 1991).

Atividades	Carga potencial poluidora		
	Elevada	Moderada	Reduzida
Atividade industrial	Episódio de contaminação comprovada Resíduos ou produtos perigosos > 1t/d Infiltração de efluentes industriais em grande quantidade	produto ou resíduos perigosos < 1t/d infiltração de efluentes em pequenas quantidades infiltração de efluentes domésticos sanitários com mais de 300 trabalhadores	efluentes e líquidos domésticos lançados na rede de esgoto infiltração de efluentes domésticos sanitários com menos de 300 trabalhadores
Disposição de resíduos sólidos	Episódio de contaminação comprovada uso de produtos ou matéria-prima (*1) perigosos > 1t/d deposição inadequada de resíduos classe I (*2) > 1t/mês e classe II > 100 t/mês	uso de produtos ou matéria-prima perigosos < 1t/d deposição inadequada de resíduos classe I < 1t/mês e classe II < 100 t/mês	disposição final apropriada resíduos classe III
Lagoa de efluentes	Efluente contendo substâncias perigosas Substância não perigosas e lagoa > 1 ha	substâncias perigosas ausentes 1 ha > lagoa > 0,1 ha	substâncias perigosas ausentes lagoa < 0.1 ha
Atividade de mineração	Efluentes perigosos gerados ou uso de substâncias perigosas em grandes quantidades Deposição inadequada resíduos não perigosos e no entorno com (*3) geração de poluentes área minerada: > 5% da área municipal	geração/uso de substâncias perigosas em pequenas quantidade disposição final adequada	material não perigoso entorno não sensível à poluição Área minerada: < 5% da área municipal

(*1) Associada com planta industrial;

(*2) Norma ABNT 10.004 classe I: perigosos; classe II: não inertes; classe III: inertes;

(*3) Distritos agro-industriais: distritos industriais, possibilidade de recebimento de resíduos.

Quadro I.4.6.m. Critérios para a classificação das cargas potencialmente poluidoras de fontes dispersas – esgoto *at a* (modificado de Hirata *et a.*, 1991). Quantidade de nitrato gerado pela população por ano (kg de N-NO₃/ano)

	Elevada	Moderada	Reduzida
	Kg N-NO ₃ /ano		
Áreas urbanas sem rede de coleta de esgoto	> 50.000	< 50.000 e > 20.000	< 20.000

Cartografia de áreas críticas

Uma vez definida a vulnerabilidade natural do aquífero, ela foi representada em mapa na escala de trabalho 1:500.000, com a delimitação das distintas áreas, individualizando os seis níveis de classificação (alto, e baixo, em dois subníveis). As fontes potenciais de poluição, a partir de método específico, foram classificadas nos seguintes índices: reduzido, moderado e elevado perigo de geração de carga poluidora. Contendo as cargas, foram definidos dois mapas: mapa de carga potencial poluidora pontual (de indústria, de resíduo sólido doméstico e de mineração) e mapa de carga potencial poluidora urbana (dispersa), em escala de trabalho 1:500.000, possibilitando o cruzamento com o mapa de vulnerabilidade natural.

As cargas potencialmente poluidoras pontuais foram também plotadas em uma base topográfica 1: 50.000, permitindo assim a maior localização e utilização pelos órgãos de controle ambiental. A escala final escolhida para apresentação das informações obtidas neste trabalho foi 1:1.000.000.

A representação cartográfica das fontes pontuais baseou-se em Foster & Hirata (1988), utilizando símbolos monocromáticos e geométricos, para indicar a atividade e o grau potencial de geração de carga: reduzido, moderado ou elevado (**Quadro I.4.6.n**).

Quadro I.4.6.n. Representação cartográfica da carga poluidora pontual e dispersa (Foster & Hirata, 1988).

Atividade geradora de poluição	REPRESENTAÇÃO CARTOGRAFICA DO ÍNDICE DE PERIGO POTENCIAL		
	Reduzido	Moderado	Elevado
Fontes Dispersas			
área urbano-residencial	Δ Δ	▽ ▽	▼ ▼
Fontes Pontuais			
atividade industrial	□Δ	□▽	□▼
lagoas de efluentes	◐	◑	◒
disposição de resíduos	◓	◔	◕
atividade de mineração	○Δ	○▽	○▼

A cargas poluidoras dispersas tiveram outro tratamento na representação cartográfica. Dada a impossibilidade de se obter a área e localização precisa da disposição *st* de águas servidas (áreas sem rede de esgoto, num dado núcleo urbano), a unidade mínima considerada foi o município. Os perigos de geração de cargas foram assim distribuídos: elevado, para as cargas de nitrogênio-nitrato com valores superiores a 50.000 kg/ano; moderado, de 20.000 a 50.000 kg/ano; reduzido, menores que 20.000 kg/ano de disposição no solo por sistemas de fossas sépticas e negras em áreas urbanizadas sem rede de esgoto.

De posse dos mapas de vulnerabilidade natural dos aquíferos e dos dois mapas de carga poluidora (pontual e dispersa), procedeu-se a sobreposição das informações, onde os índices da carga poluidora são confrontados com os de vulnerabilidade.

O cruzamento das cargas poluidoras dispersas de saneamento *st* com o mapa de vulnerabilidade exigiu algumas adaptações. Como o município foi considerado a unidade geográfica mínima de carga poluidora para atividades dispersas, a sobreposição com o mapa de vulnerabilidade, muitas vezes englobava várias unidades, com distintos índices para um só município. O ideal, nesse caso, seria que a localização das áreas sem esgotamento fosse definida com precisão em mapa, para uma correlação real com a vulnerabilidade do aquífero. Na impossibilidade de se obter essas informações, para a identificação de áreas críticas, levou-se em conta o índice de vulnerabilidade do núcleo urbano e dos arredores, supondo-se que, na inexistência de saneamento básico, ela devesse ocorrer na periferia dos núcleos.

A existência de uma categoria de perigo potencial elevado ou moderado, em áreas de vulnerabilidade média ou alta, serve para dar indicações preliminares do risco de contaminação das águas subterrâneas.

É importante notar que este procedimento é um passo inicial para se avaliar o risco de contaminação das águas subterrâneas; deveria ser utilizado para definir prioridades em programas contínuos de investigação e monitoramento em campo, apropriado às condições hidrogeológicas e à natureza da carga poluidora ao subsolo.

O **Quadro I.4.6.o** agrupa as nove possibilidades de combinação em três níveis hierárquicos de risco de contaminação. É importante lembrar que tal classificação não permite comparar entre si atividades diferentes, como saneamento e indústria.

Quadro I.4.6.o. Definição qualitativa de risco de contaminação das águas subterrâneas a partir dos índices de vulnerabilidade e carga poluidora potencial (IG *et a.*, 1997).

		Vulnerabilidade natural		
		Baixa	Média	Alta
Carga potencial Poluidora	Reduzida	Baixo III	Baixo III	Moderado II
	Moderada	Baixo III	Moderado II	Alto I
	Elevada	Alto I	Alto I	Alto I

(Os números de I a III representam os grupos de maior para menor risco de poluição).

O mapa do **Desenho 9, Anexo III**, apresenta o índice de vulnerabilidade dos aquíferos sedimentares, diferenciando cada um dos níveis (baixo, e alto) em subníveis baixo e alto, utilizando escala gradual de cores semafóricas. IG *et a.* (1997), apresentam ainda, os mapas de carga potencial poluidora de fontes pontuais e de fontes dispersas para o Estado de São Paulo.

Situação no Pontal do Paranapanema

Os índices de vulnerabilidade dos aquíferos apresentados em IG *et a.* (1997) indicam níveis baixo/alto a alto/alto (**Desenho 9, Volume III**). Destes, os índices alto/baixo e alto/alto estão associados às margens dos rios Paranapanema e Paraná, além de seus afluentes diretos.

Por conta das limitações justificadas pelo método adotado em IG *et a.* (1997), não há dados nas áreas de afloramento da Formação Serra Geral.

I.4.6.3.2. Monitoramento da qualidade das águas subterrâneas

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo é efetuado pela CETESB, através de uma rede de poços, onde são realizadas as coletas para análises químicas e microbiológicas.

Em municípios com sede no Pontal do Paranapanema, há oito pontos de monitoramento (**Quadro I.4.6.p**), sendo que o poço de Avaré localiza-se fora da área da bacia.

Quadro I.4.6.p. Localização dos poços de monitoramento da Cetesb no Pontal do Paranapanema.

Município	Identificação	Coord. Utm		Endereço
		N-S	L-W	
Álvares Machado *	P7 - SABESP	7557.50	450.60	Próximo ao cemitério (300 m).
Estrela do Norte	P21 – Sede SABESP	7513.20	432.05	SABESP, embaixo da caixa d'água, R. Pref. José Carlos, 254
Indiana*	Junto à caixa d'água	7547.69	474.11	Junto à caixa d'água, ao lado da estação rodoviária
Pirapozinho	R Monteiro Lobato	7536.65	447.80	Final da R. Monteiro Lobato, entre a R. Antônio Ferreira e Frederico Horly, 100 m da rodoviária
Presidente Prudente	P12 - SABESP	7555.75	454.35	Sede da SABESP
Presidente Venceslau	Reservatório Vila Sumaré	7580.90	414.10	Junto ao reservatório elevado da Vila Sumaré.
Regente Feijó	P11 - SABESP	7543.05	469.45	Perto do estádio, atrás do ASCOM (Centro Comunitário)
Teodoro Sampaio	P5 - SABESP	7507.75	379.15	Praça próxima à CESP

* Município com sede parcialmente contida

Os parâmetros analisados estão no **Quadro I.4.6.q** e os resultados do monitoramento destes poços são apresentados no **Quadro I.4.6.r**. Os dados compilados de relatórios de poços tubulares (DAEE e/ou SABESP) encontram-se nos **Quadro I.4.6.s. e t.**

Quadro I.4.6.q. Parâmetros analisados e seus respectivos métodos analíticos, no monitoramento das águas subterrâneas do Estado de São Paulo, efetuado pela CETESB. (CETESB, 1996b, 1998).

Parâmetros	Método analítico
Temperatura da água	Termômetro de mercúrio
pH	pHâmetro
Condutividade elétrica	Condutividade de eletrodo
Dureza total	Titulometria com EDTA
Oxigênio consumido (OD)	Titulometria por permanganato de potássio
Contagem padrão de bactérias	Tubos múltiplos e membrana filtrante
Coliformes totais	Tubos múltiplos e membrana filtrante
Coliformes fecais	Tubos múltiplos e membrana filtrante
Sólidos dissolvidos totais (STD)	Gravimétrico
Nitrogênio nitrato	Colorimétrico - método do fenoldissulfônico
Nitrogênio nitrito	Colorimétrico - método do n-naftil etilnodiamina
Nitrogênio amoniacal	Colorimétrico - método automático do fenato
Nitrogênio Kjeldal total	Colorimétrico - método reativo de Nesler
Cloreto	Titulometria com nitrato de prata
Fluoreto	Eletrodo ion seletivo
Cálcio	Absorção atômica
Cromo total	Absorção atômica
Ferro total	Colorimétrico - método ortofenantrolina
Potássio	Absorção atômica

Obs.: Os padrões de unidades são os da Portaria 36/1990, do Ministério da Saúde.

MUNICÍPIO	Nome do poço	Propriet.	Aquífero	Prof. (m)	DATA ANÁLISE	Cl ⁻ mg/L	K ⁺ mg/L	Fe Tot. mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Dur mg/L	NH ₄ ⁺ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	N tot. mg/L	STD mg/L	Cond. µS/cm	pH	Temp °C	OC mg/L	F mg/L	Cr tot. mg/L	Cbac. N° Col/ml	Colif. Totais NMP/100mL	Colif. Fec. NMP/100 mL	
Presidente Venceslau 04 SP 22 563 ANCA 238 UTM 414100 7580900	Reservatório Vila Sumaré	PREF	AN/CA - L	238.5	JUN/93	1.4	4.80	0.125	24.0	69.0	0.040	0.112	<0.002	0.062	144	158	8.10	-	<1	-	-	0	0	0	
					SET/93	1.0	4.30	0.053	25.0	75.0	0.020	<0.029	<0.002	0.041	160	167	7.90	24	1	-	-	0	0	0	0
					JUN/94	1.2	3.76	0.174	25.0	76.0	0.260	0.176	<0.002	0.353	132	146	7.95	25	<1	-	-	300	0	0	0
					ABR/95	2.8	3.00	0.061	25.0	79.0	0.020	0.146	<0.002	0.048	144	168	7.81	24	<1	-	-	650	>16	16	0
					SET/95	1.4	3.40	0.092	24.0	76.0	0.040	0.931	<0.002	0.059	164	167	7.81	25	<1	-	-	900	2.2	0	0
					ABR/96	0.5	3.70	0.030	23.0	78.0	0.020	0.156	<0.002	0.062	123	169	7.81	24	<1	0.25	<0.0500	20	0	0	0
					OUT/96	0.6	2.80	0.092	24.0	68.0	0.010	0.166	<0.002	0.048	144	161	7.60	22	1	0.35	0.0070	0	0	0	0
					MAR/97	1.3	3.50	<0.030	24.0	76.0	0.010	0.146	<0.002	0.055	162	167	8.05	23	<1	0.24	0.0040	210	2.2	0	0
SET/97	1.00	5.00	<0.030	23.0	66.0	<0.01	<0.029	<0.002	0.055	158	165	7.77	23	<1	0.14	0.0070	0	0	0	0					
Pirapozinho 04 SP 22 541 ADAN 280 UTM 447800 7536680	R. Monteiro Lobato	SAB	AD/AN - L	228	AGO/92	13.5	4.50	0.108	35.0	97.0	0.010	0.949	<0.002	0.041	-	240	6.60	-	1	-	-	0	0	0	
					SET/93	6.6	1.90	0.108	19.0	51.0	0.010	0.468	<0.002	0.048	166	180	7.10	-	<1	-	-	0	0	0	
					JUN/94	12.3	2.10	0.061	36.0	104.0	<0.01	0.578	<0.002	0.055	222	265	7.44	20	<1	-	-	450	9.2	2.2	0
					MAI/95	16.1	3.60	0.045	34.0	104.0	0.010	<0.029	<0.002	-	135	247	6.92	22	<1	-	-	0	0	0	0
					OUT/95	13.6	3.72	0.069	35.0	96.0	0.120	0.854	<0.002	0.142	248	249	7.03	21	<1	-	-	>6500	0	0	0
					MAI/96	11.6	2.90	<0.030	29.0	78.0	0.020	0.928	<0.002	0.069	176	218	7.10	24	<1	0.26	<0.0500	0	0	0	0
					OUT/96	8.4	1.70	0.076	20.0	45.0	0.030	0.426	<0.002	0.076	162	208	7.00	23	<1	0.25	0.0100	50	0	0	0
					MAR/97	*	2.30	0.092	24.0	64.0	<0.01	0.514	<0.002	0.048	235	263	7.58	24	<1	<0.10	0.0200	410	16	2	0
SET/97	9.4	2.80	<0.030	16.0	44.0	<0.01	0.912	<0.002	0.47	172	214	7.18	24	<1	0.10	0.0100	0	0	0	0					
Regente Feijó 04 SP 22 572 ADAN 255 UTM 469450 7543050	P11, SABESP	SAB	AD/AN - L	255.5	AGO/92	0.2	3.80	0.061	23.0	63.0	<0.01	0.065	<0.002	0.041	-	128	7.40	-	1	-	-	10	0	0	
					SET/93	0.3	2.40	*	24.0	69.0	0.060	0.160	<0.002	0.083	128	129	7.70	22	<1	-	-	0	0	0	
					JUN/94	0.8	1.80	<0.030	23.0	74.0	0.30	0.156	<0.002	0.048	108	131	7.60	22	<1	-	-	350	0	0	0
					MAI/95	1.6	2.70	0.093	15.0	52.0	0.010	0.094	<0.002	-	170	124	7.33	23	<1	-	-	80	*	0	0
					OUT/95	1.4	3.10	0.108	22.0	75.0	0.060	0.412	<0.002	0.091	132	159	7.90	24	<1	-	-	0	0	0	0
					MAI/96	0.6	1.17	*	15.0	37.0	0.030	0.121	<0.002	0.062	82	139	7.80	25	<1	0.12	<0.0500	300	0	0	0
					SET/96	0.6	2.10	0.174	15.0	37.0	<0.01	0.107	<0.002	0.055	132	135	7.80	24	<1	0.31	0.0100	0	0	0	0
					MAR/97	0.6	-	0.038	18.0	50.0	0.020	1.500	<0.002	0.062	125	134	7.71	24	<1	<0.10	-	80	0	0	0
SET/97	0.4	4.90	<0.030	19.0	53.0	<0.01	0.378	<0.002	0.047	113	122	7.34	23	<1	0.18	0.0060	0	0	0	0					
Teodoro Sampaio 04 SP 22 690 FOCA 156 UTM 379150 7507750	P5, SABESP	SAB	CA - L	155.7	JUN/94	1.5	2.72	<0.030	0.7	2.0	<0.01	0.229	<0.002	0.048	24	22	6.54	21	<1	-	-	0	0	0	
					MAI/95	2.9	2.60	0.108	0	0.6	<0.01	0.052	<0.002	0.055	52	24	5.45	22	<1	-	-	0	0	0	
					OUT/95	1.2	3.09	<0.030	0	0.6	0.020	0.297	<0.002	0.055	56	24	5.84	21	<1	-	-	60	0	0	0
					MAI/96	1.3	2.70	0.076	2.0	7.0	0.010	0.309	<0.002	0.048	29	20	6.00	22	<1	<0.10	<0.0500	100	*	0	0
					SET/96	1.8	2.70	<0.030	2.0	5.0	0.010	0.412	<0.002	0.055	46	23	5.40	21	<1	<0.10	0.0020	0	0	0	0
					MAR/97	12.4	2.60	<0.030	2.0	6.0	<0.01	0.218	<0.002	0.055	47	25	6.14	23	<1	<0.10	0.0040	10	0	0	0
SET/97	1.6	3.80	<0.030	2.0	5.0	0.113	0.442	<0.002	0.186	42	29	5.82	22	<1	<0.10	0.0010	0	0	0	0					

Nº	Município	Nº Poço*	Aquífero*	Hg	Mn	Zn	Cloretos	Fluoretos	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Col. Fecais	Colif. Totais
1	Santo Anastácio	175-01	nd	nd	< 0,05	nd	4,1	nd	nd	nd	< 2	< 2
2	Santo Anastácio	176-04	Ba	nd	< 0,05	nd	7,3	0,45	nd	0,9	nd	< 2
3	Santo Anastácio	176-03	Ba	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	Narandiba	176-02	SG	nd	< 0,05	nd	61,0	nd	nd	31,9	nd	nd
5	Santo Anastácio	176-01	Ba (SA)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	Estrela do Norte	202-05	Ba (Adam.)	nd	< 0,05	nd	nd	nd	nd	0,9	nd	< 2
7	Estrela do Norte	202-04	Ba (Adam.)	nd	< 0,05	nd	nd	nd	nd	0,9	nd	< 2
8	Narandiba	202-03	Ba	nd	< 0,05	nd	nd	nd	nd	0,9	nd	< 2
9	Pirapozinho	202-02	Ba (Ad/SA) / SG	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
10	Tarabai	202-01	Ba	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
11	Estrela do Norte	203-05	Ba (Adam.)	nd	< 0,05	nd	3,4	< 0,2	nd	0,9	nd	< 2
12	Anhumas	203-04	Ba	nd	< 0,05	nd	9,8	0,77	nd	0,9	nd	< 2
13	Taciba	203-03	Ba (Adam.)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
14	Taciba	203-02	Ba e SG	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
15	Taciba	203-01	Ba e SG	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
16	Teodoro Sampaio	229-04	Ca	nd	< 0,05	nd	4,5	< 0,2	nd	< 0,1	nd	< 2,2
17	Teodoro Sampaio	229-03	Ca	nd	< 0,05	nd	5,7	< 0,2	nd	< 0,1	nd	< 2,2
18	Teodoro Sampaio	229-02	Ca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
19	Teodoro Sampaio	229-01	Ca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
20	Caiabu	178-02	Ba (Adam.)	nd	< 0,05	nd	4,9	0,32	nd	1,8	nd	< 2
21	Caiabu	178-01	Ba (Adam.)	nd	< 0,05	nd	6,4	< 0,2	nd	< 1,0	< 2	< 2
22	Piquerobi	152-12	Ba (Ad/SA)	nd	< 0,05	nd	1,2	0,27	nd	0,9	nd	< 2
23	Piquerobi	152-11	Ba (Ad/SA)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
24	Santo Anastácio	152-10	Ba	nd	< 0,05	nd	10	< 0,2	nd	0,9	< 2	17
25	Santo Anastácio	152-09	Ba	nd	< 0,05	nd	6,9	0,24	nd	0,9	< 2	80
26	Santo Anastácio	152-08	Ba	nd	< 0,05	nd	4,9	0,3	nd	0,9	< 2	< 2
27	Santo Anastácio	152-07	Ba	nd	< 0,05	nd	3,9	0,36	nd	0,9	nd	< 2
28	Santo Anastácio	152-06	Ba	nd	< 0,05	nd	9,3	< 0,2	nd	10,2	< 2	9000
29	Santo Anastácio	152-05	nd	nd	< 0,05	nd	11,8	< 0,2	nd	12,2	< 2	30
30	Santo Anastácio	152-04	Ba	nd	< 0,05	nd	11,8	< 0,2	nd	8,9	< 2	9000
31	Santo Anastácio	152-03	nd	nd	< 0,05	nd	74,1	< 0,2	nd	2,7	< 2	< 2
32	Santo Anastácio	152-02	nd	nd	< 0,05	nd	3,9	0,3	nd	0,9	< 2	< 2
33	Santo Anastácio	152-01	nd	nd	< 0,05	nd	5,4	0,25	nd	0,9	< 2	23
34	Presidente Prudente	177-47	Ba (Ad.)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
35	Presidente Prudente	177-46	Botucatu	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
36	Presidente Prudente	177-45	Ba	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
37	Presidente Prudente	177-44	Ba	nd	< 0,05	nd	30,4	nd	nd	nd	130	5000
38	Presidente Prudente	177-43	Ba (Ad.)	nd	< 0,05	nd	8,3	0,21	nd	0,9	< 2	< 2
39	Presidente Prudente	177-42	Ba (Ad.)	nd	< 0,05	nd	8,7	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2

Nº	Município	Nº Poço	Aquífero	Hg	Mn	Zn	Cloreto	Fluoretos	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Col. Fecais	Colif. Totais
40	Presidente Prudente	177-41	Ba (Ad/SA)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
41	Presidente Prudente	177-40	Ba (Ad/SA)	nd	< 0,05	nd	4,9	0,28	nd	0,9	nd	< 2
42	Presidente Prudente	177-39	Ba (Ad/SA)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
43	Presidente Prudente	177-38	Ba (Ad/SA)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
44	Presidente Prudente	177-37	Ba (Ad/SA)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
45	Presidente Prudente	177-36	Ba (Ad/SA)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
46	Presidente Prudente	177-35	Ba (Ad/SA)	nd	< 0,05	nd	5,4	0,26	nd	0,9	nd	< 2
47	Regente Feijó	177-34	Ba (Ad)	nd	< 0,05	nd	39	< 0,2	nd	nd	nd	< 2
48	Regente Feijó	177-33	Ba	nd	< 0,05	nd	14,6	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2
49	Regente Feijó	177-32	Ba	nd	< 0,05	nd	6,3	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2
50	Regente Feijó	177-31	Ba (Ad)	nd	< 0,05	nd	6,3	< 0,2	nd	0,9	8	13
51	Regente Feijó	177-30	Ba	nd	< 0,05	nd	9,2	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2
52	Regente Feijó	177-29	Ba (Ad.)	nd	< 0,05	nd	5,3	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2
53	Regente Feijó	177-28	Ba	nd	< 0,05	nd	4,8	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2
54	Regente Feijó	177-27	Ba	nd	< 0,05	nd	9,8	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2
55	Regente Feijó	177-26	Ba	nd	< 0,05	nd	7,3	< 0,2	nd	0,9	< 2	11
56	Regente Feijó	177-25	Ba	nd	< 0,05	nd	7,3	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2
57	Regente Feijó	177-24	Ba	nd	< 0,05	nd	7,3	< 0,2	nd	0,9	< 2	< 2
58	Regente Feijó	177-23	Ba	nd	< 0,05	nd	6,3	< 0,2	nd	0,9	< 2	110
59	Regente Feijó	177-22	Ba	nd	< 0,05	nd	5,9	< 0,2	nd	0,9	< 2	240
60	Presidente Prudente	177-21	Ba	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
61	Presidente Prudente	177-20	Ba (Ad/SA)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
62	Presidente Prudente	177-19	Ba (Ad/SA)	nd	< 0,05	nd	4,9	0,39	nd	0,9	nd	< 2
63	Presidente Prudente	177-18	Ba (Ad/SA)	nd	< 0,05	nd	4,9	0,38	nd	0,9	nd	< 2
64	Presidente Prudente	177-17	Ba (Ad/SA)	nd	< 0,05	nd	5,3	0,25	nd	0,9	nd	< 2
65	Presidente Prudente	177-16	Ba (SA)	nd	< 0,05	nd	6,8	0,29	nd	0,9	nd	< 2
66	Presidente Prudente	177-15	Ba (SA)	nd	< 0,05	nd	3,9	0,23	nd	0,9	nd	< 2
67	Presidente Prudente	177-14	Ba (Ad/SA)	nd	< 0,05	nd	6,3	0,25	nd	0,9	nd	< 2
68	Presidente Prudente	177-13	Botucatu / Pirambóia	nd	< 0,05	nd	131,1	< 0,2	nd	107,9	nd	< 2
69	Presidente Prudente	177-12	Ba e SG	nd	< 0,05	nd	12,6	0,28	nd	4,1	nd	< 2
70	Presidente Prudente	177-11	Ba	nd	< 0,05	nd	6,8	0,25	nd	0,9	nd	< 2
71	Presidente Prudente	177-10	Ba	nd	< 0,05	nd	5,8	0,28	nd	1,1	nd	< 2
72	Presidente Prudente	177-09	Ba	nd	< 0,05	nd	6,3	0,27	nd	1,5	nd	< 2
73	Presidente Prudente	177-08	Ba	nd	< 0,05	nd	5,8	0,3	nd	0,9	nd	< 2
74	Presidente Prudente	177-07	Ba	nd	< 0,05	nd	5,8	0,29	nd	0,9	nd	< 2
75	Presidente Prudente	177-06	Ba	nd	< 0,05	nd	7,3	0,53	nd	3,0	nd	< 2
76	Presidente Prudente	177-05	nd	nd	< 0,05	nd	11,2	nd	nd	nd	< 2	nd
77	Presidente Prudente	177-04	nd	nd	< 0,05	nd	7,7	nd	nd	nd	< 2	< 2
78	Presidente Prudente	177-03	nd	nd	< 0,05	nd	12,8	nd	nd	nd	< 2	< 2
79	Presidente Prudente	177-02	Ba	nd	< 0,05	nd	6,3	0,32	nd	0,9	nd	< 2
80	Presidente Prudente	177-01	nd	nd	< 0,05	nd	5,2	nd	nd	nd	nd	< 2

Obs.: * = idem Anexo 4; unidades: Eh=mV, CE=mS/cm, Turbidez=UNT, Dureza=mg/L CaCO₃, Sól. totais dissolv.=mg/L, cátions/ânions=mg/L; coliformes fecais e totais=NMP/100mL; abaixo do limite de detecção = símbolo <; nd=dado não disponível; sombreamentos: em vermelho, parâmetros acima dos limites da Portaria 36 do Ministério da Saúde (potabilidade); em amarelo, abaixo dos limites (caso do F).

As características químicas das águas subterrâneas dependem, dentre outras coisas, da composição das águas de recarga e da interação com os solos e litologias por onde elas infiltram-se.

Geralmente, as variações naturais são pequenas, exceto no caso de situações anômalas, que podem estar associadas a corpos de minérios, metamorfismo de rochas, ação antrópica ou mesmo anomalias naturais etc.

Em outros casos, há uma dificuldade em se determinar as causas destas anomalias. Citam-se os casos de cromo no sistema aquífero Bauru, no extremo noroeste de São Paulo (Almodavar, 1995 e Hirata, 1993) e de fluoreto no sistema aquífero Botucatu, no oeste do Estado (Kimmelman *et al.*, 1990).

A partir dos dados disponíveis (**Quadro I.4.6.q**), pode-se afirmar:

- A quantidade de pontos de monitoramento é pouco expressiva, sendo que unidades aquíferas importantes, como Serra Geral e Botucatu não possuem pontos de amostragem.
- Os dados, de forma geral, não são representativos para análise mais detalhada dos riscos de poluição dos aquíferos explorados, segundo a metodologia de IG *et al.* (1997).
- Os parâmetros analisados não são suficientes para determinação mais criteriosa da potabilidade das águas extraídas. Não há, por exemplo, análises de metais pesados (Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} etc.), compostos orgânicos, dentre outros parâmetros.
- Não são consideradas as peculiaridades da região do Pontal do Paranapanema, citando-se, por exemplo, cromo hexavalente a curtumes, agrotóxicos a atividades agrícolas, vinhaça a usinas de açúcar e álcool etc.
- Não é descrita a situação da proteção sanitária dos poços tubulares monitorados, conforme orientações constantes nas normas ABNT-NBR-12.212 (ABNT, 1990) e ABNT-NBR-12.244 (ABNT, 1992).
- Não há dados de qualidade de águas subterrâneas extraídas de captações rasas mais rudimentares, tais quais cacimbas.

Os dados do **Quadro I.4.6.r**, além de incompletos quanto aos parâmetros definidos pela Portaria 36 do Ministério da Saúde, não revelam em que condições foram efetuadas as amostragens, preservações/conservações e análises das amostras de águas subterrâneas coletadas pós-desenvolvimento dos poços tubulares. Observa-se, no entanto, carência de fluoreto (limite inferior de 0,6 mg/L), alguns valores anômalos de pH (principalmente superiores a 8,5, chegando, em alguns casos, a quase 10), coliformes (fecais/totais) e, em menor número, de turbidez.