



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ANÁLISES AMBIENTAIS

DIVISÃO DE ANÁLISES HIDROBIOLÓGICAS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
v. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Finheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

**PROJETO: 32.12.00 - ESTUDOS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS PELA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO.**

**QUALIDADE AMBIENTAL DAS CAVAS SUBMERSAS
DE EXTRAÇÃO DE AREIA, JACAREÍ, SP : SUBSÍDIOS
PARA O CONTROLE E A REABILITAÇÃO.**

São Paulo, SP - 1997

31227-Ex. 2

2201
L544q (RCET)
031227
Ex. 2

CETESB

FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA

DOCUMENTO

TIPO	DATA	ORIGEM	Nº PÁGINA/V.	Nº MAPAS
Relatório Técnico	14/03/97	DAH	66 pg.	01

TÍTULO DO DOCUMENTO

Qualidade Ambiental das cavas submersas de extração de areia, Jacareí-SP: subsídios para o controle e reabilitação

AUTOR RESPONSÁVEL

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

Mara M.G. Lemos
 MARA M.G. LEMOS
 14/03/97 - DAHC

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

- Mara Magalhães Gaeta Lemos - DAHC
- Gisela Vianna Menezes - DAHI
- Geraldo Guilherme José Eysink - DAHI
- Zuleika Beyruth - Instituto de Pesca
- Marcelo Pires da Costa - DAHI
- Magali Coimbra Martins - DAHI

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

Eduardo Rosati Gugliotti
 EDUARDO ROSATI GUGLIOTTI
 Departamento de Análises Ambientais - 14/03/97

DOCUMENTO REVISADO

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

Marta C. Lamparelli
 BIOL. MARTA C. LAMPARELLI
 Divisão de Análises Hidrobiológicas - 14/03/97

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA INTERNA
 RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

Reabilitação de cavas; Recuperação de cavas; Cavas submersas; Cavas de areia; Mineração

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

Projeto 32.12.00 - Estudos para a recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

ÁREAS/Nº DE CÓPIAS

DAH/1, CDJA/1, DAIA/1, DTST/2.

USO DA BIBLIOTECA

CLASSIFICAÇÃO DE ASSUNTO	Nº DOCUMENTO	VISTO / CARIMBO / DATA

Este trabalho visa determinar os parâmetros ambientais críticos e mapear o tipo de contaminação que as cavas submersas formadas por extração de areia estão sujeitas para fornecer a CETESB e Secretaria do Meio Ambiente subsídios nas ações de controle e de medidas de reabilitação das mesmas.

Estudou-se as cavas submersas que encontram-se nas margens do rio Paraíba do Sul em Jacareí, SP. A metodologia empregada para avaliação da qualidade ambiental de 16 lagoas foi elaborada a partir da comparação, dos resultados de parâmetros físicos e químicos da água e sedimento, com referências ambientais selecionadas e limites de legislação. Em 5 cavas, estudou-se, também, a comunidade de peixes (estrutura e contaminação por metais).

As conclusões obtidas foram que: o processo extrativo interfere nas características da água (processos físicos e concentrações iônicas), no sedimento (granulometria) e como consequência dessas alterações a biota é pobre e pouco diversificada. Nas cavas abandonadas houve reabilitação da qualidade da água superficial mas devida a morfometria, criada pelo método extrativo, a água do fundo geralmente encontra-se anóxica; não está ocorrendo reabilitação do sedimento; e, a reabilitação da comunidade de peixes está sendo lenta. Quanto a contaminação, todas as cavas apresentaram problemas com metais; 25% mostraram riscos acentuados em decorrência de efluentes domésticos e eutrofização das águas; e, os peixes indicaram a possibilidade de acúmulo de metais. Todas estas alterações dificultam a utilização das lagoas sem que haja esforços para sua reabilitação.

Recomenda-se, contenção das fontes de poluição, correção topográfica e revegetação, entre outros.

OBSERVAÇÕES

USO DA BIBLIOTECA

LOCAL

EDITORA

IDIOMA

PORTUGUÊS INGLÊS ESPAÑHOL FRANCÊS ALEMÃO ITALIANO _____

SÉRIE

ÍNDICE:

1. Introdução	01
2. Objetivo	04
3. Local de Estudo	05
4. Material e Métodos	08
4.1. Análises da água e sedimento	08
4.2. Análise da comunidade de peixes	09
4.3. Tratamento dos dados de água e sedimento	09
5. Resultados	12
5.1. Apresentação dos resultados	12
5.2. Comparação com as referências ambientais	13
5.2.1. Limites da legislação	13
5.2.2. Referência Jacareí para água e sedimento	13
5.2.3. Referências da literatura para sedimento	14
5.3. Tipos de contaminação/ impactos antrópicos	14
5.3.1. Impactos do processo de extração de areia	15
5.3.2. Contaminação por metais	15
5.3.3. Contaminação por efluente doméstico	16
5.3.4. Impacto da eutrofização	17
5.4. Comunidade de peixes	17
6. Discussão	20
6.1 Qualidade ambiental	20
6.1.1. Impacto do processo de extração de areia	20
6.1.2. Contaminação das cavas submersas	21
6.2. Comunidade de peixes	26
6.2.1. Impacto do processo de extração de areia	26
6.2.2. Contaminação da musculatura	27
6.3. Possibilidades de usos das cavas submersas	27

7. Conclusões	30
7.1. Impacto do processo de extração de areia	30
7.2. Contaminação das cavas submersas	30
7.3. Usos futuros das cavas submersas	31
8. Recomendações	33
9. Referências Bibliográficas	35
10. Equipe Técnica	40
Anexo 1: Figuras	41
Anexo 2: Tabelas	44

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

CETESB

1. INTRODUÇÃO

A areia, um agregado mineral de uso na construção civil, é um dos minerais industriais mais consumidos e, conseqüentemente, o mais significativo em termos de quantidade produzida no Brasil e no mundo (CAVALCANTI, 1991).

A alta qualidade da areia encontrada em Jacareí (SP) e a proximidade aos grandes centros urbanos resultaram, nas margens do Rio Paraíba do Sul, na concentração de inúmeras cavas submersas de extração desse mineral que, em muitos casos, encontram-se dentro da faixa de preservação permanente, protegida pelo Código Florestal (1963 **apud** CETESB, 1993).

Este tipo de lavra está relacionado aos depósitos arenosos em planícies aluvionares, onde a extração da areia é feita por desmonte hidráulico do piso e dos taludes de uma cava preenchida por água, com auxílio de uma draga flutuante. A mistura obtida é conduzida por ductos flutuantes até silos ou peneira estática, instalados nas margens da cava, a areia é retida e a parte fluida da mistura escoada diretamente para a cava (MARTOS, GIBOTTI JR. & MARTOS, 1992).

Esta forma de extração produz uma série de impactos ambientais: desmatamento, rebaixamento do leito e incremento da taxa de erosão pela modificação do regime hidráulico, perda de solo, assoreamento da coleção hídrica superficial pelas argilas e siltes provenientes do processo extrativo, poluição (principalmente por sólidos em suspensão), modificação das características ecológicas do corpo d'água pela remoção dos sedimentos de fundo, perda da mata ciliar, formação de lagoas e descaracterização da paisagem (MARTOS, GIBOTTI JR. & MARTOS, 1992).

A ação conjunta de vários portos de areia produz um efeito cumulativo de degradação, muitas vezes superior à capacidade de absorção do meio, podendo até causar o rebaixamento do nível do rio (MURGEL **et al.**, 1992).

Como este setor produtor não possui tradição de preservação ambiental, geralmente não são tomadas medidas mitigadoras dos impactos. Além disso, após a desativação da mineração, o local geralmente é abandonado sem melhorias, gerando conflitos com

conflitos sócio-econômicos (mineração, atividades agrárias, atividades industriais e expansão urbana) que propiciam um aumento da área degradada/contaminada.

Os primeiros resultados do estudo indicaram a existência de contaminação das cavas submersas por metais, efluentes domésticos, além da degradação originada pelos processos extrativos.

Para atender a necessidade de localizar e quantificar essas degradações, além de determinar-se os parâmetros ambientais críticos dos corpos d'água formados pela extração de areia, foi realizado um levantamento dos diversos impactos a que estão submetidos. Nesse relatório encontram-se descritos detalhadamente os resultados obtidos e propostas de manejo.



2. OBJETIVO

Pretende-se com este trabalho, determinar os parâmetros ambientais críticos e mapear o tipo e grau de contaminação na maioria das lagoas formadas pela extração de areia, que encontram-se nas margens do Rio Paraíba do Sul, em Jacareí; localizar os focos de contaminação e fornecer subsídios para ações de controle de poluição e reabilitação ambiental, levando-se em consideração os diversos usos.



3. LOCAL DE ESTUDO

Para este estudo da qualidade ambiental elegeu-se 16 cavas e 1 riacho, e para a comunidade de peixes 5 cavas, representativas das várias condições decorrentes dos impactos antrópicos que ocorrem na região. Esses ambientes localizam-se às margens do Rio Paraíba do Sul, entre a divisa dos municípios de São José dos Campos e Jacareí até a via Dutra, abrangendo um total de aproximadamente 10 Km lineares, entre as coordenadas de quadrículas 399 000 a 403 000 de latitude e 7 426 000 a 7 432 000 de longitude das cartas SF-23-Y-D-II-3-NO-A (Jacareí I) e SF-23-Y-D-II-1-SO-E (Fazenda do Poço), em escala 1:10.000, editado pela Secretaria de Economia e Planejamento do Governo do Estado de São Paulo, (1978).

Nessa área encontra-se também um distrito de baixa renda (Parque Meia Lua), indústrias químicas e algumas fazendas com atividades agropecuárias.

Na margem direita do Rio Paraíba do Sul estudou-se para água e sedimento o Canal do Rio Comprido (construído por agricultores), cinco cavas submersas com atividade de extração de areia (Navegantes IA, Itapeva, Meia Lua IIA e B, e Isabela I) e quatro cavas onde o processo extrativo havia cessado, sendo duas (Tigrão e Lagoa Azul) desativadas desde meados da década de 80 e as outras duas (Navegantes IB e Albuquerque) desde o final de 1989. Na margem esquerda do rio, amostrou-se quatro cavas ativas (Paranaval, Rio Abaixo A, Navegantes II e Quatro Simões A), duas abandonadas a pelo menos quinze anos (Sade e Cepinho) e uma desativada desde 1989 (Porto Brasil). A amostragem dos peixes foi realizada em 2 cavas ativas, Porto Seguro A e Porto Seguro B, e 3 cavas abandonadas, Quirino desativada desde final da década de 70, Bispo e Porto Brasil desde final de 1989.

Na Figura 1, encontram-se as localizações geográficas destas cavas, atualizada a partir de fotos-aéreas de 1989.

Pode-se observar que nesta região a planície do Rio Paraíba do Sul foi transformada num conjunto de lagoas, que diferem das lagoas marginais naturais, por possuírem baixa relação superfície/volume (LEMOS et al., 1995a).

Quanto ao tamanho destes corpos d'água, as cavas desativadas não ultrapassam 40.000 m² de espelho d'água e as com atividade mineradora podem alcançar 250.000 m². Todas as cavas, mesmo aquelas abandonadas a vinte anos, possuem margens altas e íngremes, geralmente com mais de 4 m de altura de talude e declividade em torno de 40°, mostrando diversos pontos de erosão.

Com relação a presença de plantas aquáticas, não ocorreram macrófitas submersas nas cavas ativas, podendo ser detectado algumas macrófitas livres flutuantes como *Salvinia* sp, aguapé (*Eichhornia crassipes*) e alface d'água (*Pistia stratiotes*). Nas desativadas observou-se, além dessas plantas aquáticas, cordão d'água (*Eichhornia azurea*) e *Lemna* sp e algumas macrófitas submersas, principalmente *Egeria* sp e *Myriophyllum* sp. Apenas num trecho das margens da Lagoa Azul observou-se a ocorrência da macrófita emersa taboa (*Tipha* sp).

A cobertura vegetal perimetral, na época da amostragem, era constituída predominantemente por espécies herbáceas invasoras, arbustivas baixas e gramíneas para pasto. Nesta região quase não existem manchas de mata ciliar. As cavas Navegantes IA e B, Itapeva e Albuquerque, na margem direita do rio e Brasil, Paranaival, Rio Abaixo A, Navegantes II e Quatro Simões A, na margem esquerda, encontram-se totalmente ou em parte dentro da área de preservação ambiental permanente, segundo o Código Florestal (1965 **apud** Cetesb, 1993). Os taludes que as separam do rio são bastantes íngremes e estreitos, em torno de 5 m de largura, apresentando pontos de instabilidade devido a processos erosivos. Por essa razão algumas delas (Navegantes IA, Itapeva, Albuquerque, Paranaival e Rio Abaixo A) já estiveram interligadas, por algum tempo, com o Rio Paraíba do Sul.

Alguns problemas de poluição por efluentes domésticos são observados na região. Nas margens da cava Cepinho, instalou-se um pequeno núcleo urbano, de baixa renda, propiciando o ingresso de efluentes domésticos em suas águas, embora a lagoa esteja situada numa zona industrial (LEMONS **et al.**, 1995b). Esse fato também foi observado, ainda que em menor escala, na Lagoa Azul localizada na margem direita do rio.

Quanto a poluição industrial, na região perimetral da cava Sade existe um aterro de rejeitos, rico em metais pesados, e o lençol freático está contaminado por esses elementos-traço (LEMOS et al., 1995c). Além desses focos, no Rio Comprido são despejados alguns efluentes industriais, produzidos pelas atividades da Rhodia e também por efluentes domésticos e agrícolas.



4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. ANÁLISES DE ÁGUA E SEDIMENTO

Realizou-se em 1992 e 1993, em dezesseis cavas submersas, descritas no item anterior, pelo menos uma amostragem de água e sedimento, no ponto de maior profundidade e no Canal do Rio Comprido duas amostragens próximas da cava Bispo.

Os parâmetros investigados na água (superfície e fundo) foram: temperatura (T-AG), pH, condutividade (COND), turbidez (TURB), cor, resíduo total (RES-T), resíduo fixo (RES-F), resíduo volátil (RES-V), resíduo não filtrável (RES-NF), alcalinidade por hidróxido de carbono (ALCHC), carbonato (ALCC) e bicarbonato (ALCBIC), dureza (DUR), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), amônio (NH_4), nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), nitrogênio Kjeldahl total (NKT), fosfato total ($\text{PO}_4\text{-T}$), orto-fosfato ($\text{PO}_4\text{-O}$), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), sílica (SiO_2), cloretos (Cl), manganês (Mn), alumínio (Al), ferro (Fe), cobre (Cu), níquel (Ni), zinco (Zn), chumbo (Pb), cádmio (Cd), cromo (Cr), bário (Ba), mercúrio (Hg), fenóis e coliformes totais (COLI-T) e fecais (COLI-F).

As variáveis analisadas para o sedimento foram: granulometria, NKT, $\text{PO}_4\text{-T}$, RES-F, RES-V, Ca, Na, Mg, Mn, Al, Fe, Cu, Ni, Zn, Pb, Cd, Cr, Ba, Hg, pH, COLI-T e COLI-F.

Todas as coletas e preservações das amostras de água seguiram as metodologias descritas em AGUDO *et al.* (1989). No caso do sedimento utilizou-se para a coleta um pegador tipo Petersen e a amostra foi acondicionada em frasco plástico descartável de dois litros.

As determinações analíticas quantitativas, tanto das amostras de água como do sedimento, foram realizadas nos laboratórios da CETESB, segundo as metodologias descritas no Standard Methods... (APHA, 1989, 1992). A análise granulométrica das amostras foi executada basicamente pelo método descrito por COIMBRA, GOES & YAMAMOTO (1991).

4.2. ANÁLISE DA COMUNIDADE DE PEIXES

Em dezembro de 1995 realizou-se a amostragem de peixes em cinco cavas, à saber: Porto Seguro A e B (cavas com extração de areia), Bispo, Quirino e Brasil (cavas abandonadas). Foram colocadas duas redes de espera para cada uma das malhagens (1,5; 2,0 e 4,0 cm entre nós) por aproximadamente 13 horas (19:00 às 8:00), na zona litoral das lagoas, perpendicularmente às margens. Após a coleta os peixes foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração. No laboratório foi feita a identificação taxonômica ao nível de espécie, quando possível, e efetuada a análise biométrica (peso e comprimento total) dos peixes. Também foram retiradas amostras de musculatura para posterior análise do teor de metais (Hg, Pb, Cu, Cd e Zn). A frequência das espécies foi utilizada para o cálculo do índice de diversidade de Shannon.

Os teores de metais foram comparados com valores de referência relativos a regiões com pequena influência antropogênica dos Estados Unidos e Canadá (HODSON *et al.*, 1984; MOORE, 1991; SCHMITT & BRUMBAUGH, 1990). Os valores de referência utilizados neste trabalho foram os seguintes: chumbo (0,5 µg/g), cádmio (0,1 µg/g), cobre (0,5 µg/g), zinco (50 µg/g) e mercúrio (0,3 µg/g). Também, foram usados os limites para consumo humano estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1990) para chumbo (2,0 µg/g) e mercúrio (0,5 µg/g), e, da legislação inglesa (MASON, 1987) para cobre (30 µg/g), cádmio (0,5 µg/g) e zinco (200 µg/g).

4.3. TRATAMENTO DOS DADOS DE ÁGUA E SEDIMENTO

A qualidade ambiental de cada cava foi estimada comparando-se os resultados obtidos na água e no sedimento com referências ambientais selecionadas (limites ambientais utilizados), que estão descritas a seguir:

1. legislação para água superficial - utilizou-se os limites ambientais para classe 2 (águas para múltiplos usos) da Resolução 20 do CONAMA (1986 **apud** CETESB, 1993) e

para Cr e coliformes totais os limites do Decreto Estadual 8468 (1976 **apud** CETESB, 1992);

2. referência Jacareí para água e sedimento - os limites utilizados foram encontrados a partir da análise estatística dos resultados obtidos no monitoramento de seis cavas submersas (2 ativas e 4 desativadas de 3 a 20 anos) da região, realizado mensalmente na água e bimestralmente no sedimento, entre ago/92 a out/93. Para esse tipo de ambiente, considerou-se como variação natural para a região estudada, os valores que estivessem entre os quartis extremos (25 a 75%) de cada parâmetro analisado (GARCIA *et al.*, 1995);
3. referências da literatura para sedimento - utilizou-se os limites preconizados por Bowden (1976 **apud** PRATER & ANDERSON, 1977), e os reportados por MOORE (1991) para condições naturais sem impactos antrópicos.

O primeiro passo para a análise dos tipos de impactos aos quais estão submetidos esses ambientes aquáticos formados pela extração de areia foi a obtenção dos parâmetros críticos para água e sedimento de cada cava amostrada. Nesse trabalho entende-se como parâmetro crítico aqueles que apresentaram concentrações além dos limites constantes nas referências ambientais utilizadas. Para cada parâmetro considerado crítico, atribuiu-se o valor um (1). Quando os resultados obtidos encontravam-se dentro da legislação ou da faixa estabelecida como variação natural, foi creditado o valor zero (0). A partir daí, foram elaboradas tabelas contendo o número de parâmetros estudados e o número de parâmetros críticos por cava.

Após esta etapa os parâmetros foram distribuídos por quatro tipos de contaminação/impactos antrópicos, discriminados abaixo:

1. degradação pelo processo de extração de areia (mineração) - cor, turbidez, resíduo, pH, bicarbonato, dureza, Ca e Al;
2. contaminação por metais - Mn, Al, Fe, Cu, Ni, Zn, Pb, Cd, Cr;
3. contaminação por efluente doméstico - cor, turbidez, resíduos voláteis, OD, DBO, PO₄-O, PO₄-T, NH₄, NO₃, NO₂, NKT, coliformes (totais e fecais);

5. RESULTADOS

5.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 contêm os valores considerados como limites de uma situação de poluição/contaminação para água e sedimento, por referência ambiental utilizada.

Os resultados analíticos das amostras de água dos corpos d'água localizados na margem direita do Rio Paraíba do Sul, encontram-se na Tabela 3 (exceto fenóis e H₂S porque todos os resultados apresentaram-se abaixo do nível de detecção) e os da margem esquerda, na Tabela 4 (exceto fenóis). Os resultados obtidos nas amostragens de sedimento, estão apresentados na Tabela 5. Problemas de natureza analítica, inviabilizaram a utilização dos resultados obtidos para Hg.

As tabelas de 6 a 11, mostram, para cada cava, os parâmetros com seus valores atribuídos (0 quando a concentração esteve abaixo do limite utilizado e 1 quando esteve acima do limite), a porcentagem de parâmetros considerados críticos, organizados por referência ambiental, para água superficial, água de fundo e sedimento.

Nas tabelas de 12 a 19, encontram-se os valores atribuídos, acima mencionados, organizados por tipo de contaminação/impacto antrópico (mineração, metais, efluente doméstico e eutrofização).

A partir destas últimas tabelas, elaborou-se a Tabela 20, que apresenta, para cada cava, o total de parâmetros críticos, o total de parâmetros amostrados e as respectivas porcentagens de parâmetros críticos, por tipo de contaminação/impacto e por compartimento (água e sedimento), sintetizando os resultados obtidos.

O mapa exposto na Figura 2, ilustra todas estas informações, mostrando para cada uma das cavas estudadas os tipos de contaminação que estão submetidas e os parâmetros que se encontravam acima da legislação para a água e acima das referências de literatura para o sedimento.

Nas tabelas 21 a 23 encontram-se descritos os resultados obtidos na captura de peixes. Na Porto Brasil as redes com maior malhagem (4,0 cm entre-nós) foram roubadas

prejudicando os resultados. A Tabela 21 mostra, para cada cava, as espécies encontradas com seus respectivos totais de indivíduos coletados, comprimentos médios e biomassas médias. Na Tabela 22, pode-se ver, por cava, a biomassa total, número total de peixes coletados, o número de espécies encontradas e o índice de diversidade de Shannon. Os resultados obtidos para a concentração total de metais na musculatura dos peixes estão contidos na Tabela 23.

5.2. COMPARAÇÃO COM AS REFERÊNCIAS AMBIENTAIS

5.2.1. Limites da legislação

Entre os elementos analisados que possuem o seu limite permissível, fixado por essa legislação, para a água superficial, NO_3 , NO_2 , Ba e Cl, não ultrapassaram esses limites em nenhum dos dezessete ambientes amostrados (Tabela 6). Em oposição, ultrapassaram em pelo menos metade das amostras analisadas em ordem decrescente o $\text{PO}_4\text{-T}$, Mn, pH, Al e Cd.

Todos os ambientes estudados mostraram pelo menos alguns parâmetros com valores acima do permissível por essa legislação, sendo que as cavas Paranaival, Rio Abaixo A e Cepinho apresentaram o maior número de parâmetros com valores críticos.

5.2.2. Referência Jacareí para água e sedimento

Entre os elementos analisados nos diferentes compartimentos: água superficial (Tabela 7) água de fundo (Tabela 8) e sedimento (Tabela 9), apenas o sódio (Na) no sedimento, esteve abaixo do limite estipulado para a região.

Na água superficial, pH, resíduo não filtrável, Na, Mn, coliformes fecais, resíduo fixo e dureza apresentaram valores considerados críticos, em ordem decrescente, em pelo menos metade das amostras em que houve possibilidade de análise. No caso da água de fundo, os parâmetros nessa situação foram resíduo não filtrável, Na, Mg, pH, Fe, dureza, NH_4 , Al e Cr. Enquanto que no sedimento, a situação mostrou-se mais crítica, pois 10

parâmetros (Zn, Mg, Al Cr, PO₄-T, Cu, Mn, Ca, Fe e Pb) dos 16 analisados estiveram acima dos limites considerados normais para a região em pelo menos 50% das amostras analisadas.

Em todos os ambientes estudados foi encontrado algum parâmetro com valores acima desta referência. As cavas Itapeva e Navegantes IB, na margem direita do rio e Paranaíba e Rio Abaixo A na margem esquerda, mostraram maior número de parâmetros acima dos limites estipulados, na água (superfície e fundo) e no sedimento . Na água superficial, as cavas Paranaíba, Rio Abaixo A, Itapeva, Quatro Simões A, Tigrão, Brasil e Navegantes IB apresentaram a maior número de parâmetros com concentrações críticas, em ordem decrescente. Enquanto que na água de fundo foram as cavas Paranaíba, Navegantes IB, Rio Abaixo, Itapeva e Navegantes II e, no sedimento, foram Quatro Simões A, Rio Abaixo A, Navegantes II, Paranaíba, Navegantes IB, Lagoa Azul, Brasil, Navegantes IA, Itapeva e Sade.

5.2.3. Referências da literatura para sedimento

Dos 4 metais (Ni, Zn, Cd e Cr) referenciados por MOORE (1991), o único que se mostrou problemático foi o Zn, que esteve acima do limite em mais de 50% dos ambientes estudados (Tabela 10).

De acordo com os limites para ambientes poluídos, preconizados por Bowden (1976 **apud** PRATER & ANDERSON, 1977), resíduos voláteis, Zn, Fe, Cu, Pb, Ba apresentaram maior frequência de valores críticos, porém em menos de 50% dos ambientes estudados (Tabela 11). Alguns desses metais mostraram valores característicos, segundo este autor, de ambientes altamente poluídos: ferro em Isabela I, Lagoa Azul, Navegantes IB e Brasil; cobre em Isabela I, Lagoa Azul, Navegantes IA e IB, Brasil e Sade; zinco em Isabela I, Lagoa Azul, Navegantes IA e IB, Brasil, Cepinho e Sade e chumbo na Lagoa Azul, Navegantes IA e IB e Sade.

5.3. TIPOS DE CONTAMINAÇÃO/IMPACTOS ANTRÓPICOS

5.3.1. Impacto do processo de extração de areia (mineração)

Pode-se notar, pela Tabela 20, que as cavas com atividade mineradora Navegantes IB, Paranaival, Rio Abaixo A, Quatro Simões A, Navegantes II, Isabela I e Itapeva, mostraram-se acima das referências ambientais em pelo menos metade dos parâmetros selecionados, denotando a grande interferência do processo extrativo na qualidade da água.

As cavas desativadas Brasil, Meia Lua IIA, Tigrão, Lagoa Azul, e Sade apresentaram uma qualidade de água superficial diferenciada, geralmente, com nenhum ou poucos parâmetros apresentando valores acima dos limites utilizados quanto a atividade extrativa (<20%), enquanto que a Navegantes IA, Cepinho, Meia Lua IIB e Albuquerque mostraram uma situação intermediária (entre 20 e 50%). Isto se deve a condições particulares desses ambientes: no caso da Navegantes IA deve-se a uma pequena ligação com a Navegantes IB, para a Cepinho o processo de degradação deve-se, principalmente, a entrada de efluentes domésticos que também provocam alterações na cor, na turbidez e nos resíduos e para a Meia Lua IIB decorreu do formato da cava (em forma de ferradura) e da atividade extrativa estar localizada no extremo oposto ao local de coleta.

Nas cavas com extração de areia, o pH variou em torno de 4 a 5, a exceção da Itapeva que apresentou valores superiores a 6,0 (Tabelas 3 e 4), fato possivelmente explicado pela elevada relação entre volume total e área minerada. As cavas inativas mostraram elevação do pH, que estiveram em geral, na água superficial, acima de 6. Os teores de Al foram muito mais elevados nas cavas ativas, chegando a estar, no caso da Paranaival, 3810 vezes acima do limite da legislação.

Enquanto na água observou-se profundas diferenças entre as cavas ativas e inativas, as características do sedimento normalmente foram semelhantes, a fração areia praticamente inexistente, sendo a fração argila predominante (Tabela 5). Pelas tabelas 18 e 19, nota-se que todas as cavas apresentaram nesse compartimento, algum parâmetro em situação crítica, exceto a Albuquerque.

Avaliando-se, conjuntamente os resultados obtidos para água superficial, água de fundo e sedimento, verificou-se que as cavas Paranaival e Cepinho são as mais comprometidas em termos de contaminação por efluentes domésticos.

A concentração de coliformes fecais é um bom indicador de curto prazo, para esse tipo de contaminação. As cavas Rio Abaixo A, Cepinho, Albuquerque e o Canal do Rio Comprido apresentaram quantidade dessas bactérias acima do limite permitido pela legislação (Tabela 6). Além dessas, Itapeva, Lagoa Azul, Paranaival e Sade estiveram acima da referência ambiental para a região (Tabela 7).

Os limites considerados para Jacareí, permitem comparar a água superficial com a água de fundo, assim, pode-se observar que a qualidade da água do fundo foi inferior a da superfície nas cavas Lagoa Azul, Navegantes IB, Quatro Simões A e Brasil (Tabela 20), indicando que a contaminação por efluente nesses ambientes pode estar em uma fase de impacto precedente ao das cavas Itapeva, Rio Abaixo A e Paranaival onde a contaminação foi muito elevada nos dois extratos.

Como o sedimento é um compartimento mais conservativo, indicando perturbações que ocorreram por período mais prolongado, pode-se dizer que a Paranaival está sofrendo perturbações há bastante tempo.

5.3.4. Impacto da eutrofização

Entre todas as cavas estudadas, somente Meia Lua IIA, Meia Lua IIB e Navegantes IA não apresentaram indícios de eutrofização (Tabela 20).

Na água, as cavas que mostraram maior número de parâmetros com valores críticos, em ordem decrescente, foram: Paranaival, Quatro Simões, Rio Abaixo A, Itapeva e Lagoa Azul. A ausência de análises da série nitrogênio e fósforo, não permitiu avaliar a Cepinho e a Sade para esse tipo de contaminação. As cavas Navegantes IB, Brasil e Albuquerque apresentaram indícios de eutrofização, porém não acentuada, o mesmo ocorrendo para o Canal do Rio Comprido.

Com relação ao hábito alimentar das espécies capturadas, encontrou-se na Quirino espécies detritívoras, predadoras generalistas de invertebrados, bentófugas, iliófagas e piscívoras, mostrando que as cavas podem comportar espécies com várias estratégias alimentares, o que gera uma comunidade mais equilibrada em termos de relações bióticas. No entanto, as cavas mais impactadas apresentaram poucos grupos tróficos, reflexo de sua baixa riqueza.

Com relação a presença de metais na musculatura dos peixes (Tabela 23), ressalva-se primeiramente que o número de espécimes analisados foi pequeno, devido a baixa riqueza das cavas, não permitindo significado estatístico, podendo ser considerado apenas como resultado preliminar, necessitando, portanto, de amostragens complementares envolvendo um maior número de cavas e de peixes.

Pode-se notar que nenhuma amostra de musculatura mostrou contaminação significativa por chumbo e zinco. Apenas uma amostra apresentou uma concentração acima do valor referência para o cobre e duas por cádmio, em ambos os casos em espécies piscívoras..

No caso do chumbo, o limite de detecção utilizado esteve acima do valor de referência, mas pelo fato deles estarem próximos, pode-se dizer que também parece não existir contaminação significativa por este metal. Além disso, nenhum valor esteve acima do limite estabelecido pela legislação para consumo humano (BRASIL, 1990).

Com relação ao mercúrio, 29% das amostras apresentaram-se acima do valor referência, indicando contaminação, mas apenas uma amostra ultrapassou a concentração máxima para consumo humano. Os maiores valores foram encontrados nas espécies bentônicas, e em uma amostra de espécie predadora.

6. DISCUSSÃO

6.1. QUALIDADE AMBIENTAL

6.1.1. Impacto do processo de extração de areia

Pelas características de suas atividades, a lavra de areia em cava submersa produz um impacto típico: a redução da penetração de luz na água, através da elevação nos valores de cor e turbidez, provocada pela ação conjunta do revolvimento do substrato, movimentação da coluna de água e retorno dos rejeitos finos dos separadores, para o corpo d'água (LEMOS *et al.* 1995a). Esse impacto também desencadeia um processo de acidificação da água, aumento na concentração de alguns metais e compostos nitrogenados e fosfatados, associados aos sólidos em suspensão, e desestabilização da coluna d'água, impedindo a ocorrência de estratificação, acarretando no aumento de oxigênio dissolvido no fundo.

KENT, VADEN & BAYLEY (1987) e WHITE (1987) apontam como uma das possíveis causas de acidificação de águas continentais, a presença de compostos de ferro e enxofre em ambientes oxigenados e/ou de alumínio na presença de nitrato. Os resultados encontrados confirmam essa hipótese.

Nas cavas ativas, a cor, a turbidez, os resíduos, o pH e o alumínio raramente se enquadraram nos limites da classe 2, da Resolução 20 do CONAMA (1986 *apud* CETESB, 1993), sendo o pH o parâmetro que mais frequentemente mostrou valores críticos.

Segundo, BEYRUTH & LEMOS, 1993; BEYRUTH, 1994; CARVALHO & SENDACZ, 1995; SHIMIZU *et al.*, 1995 e GARCIA *et al.*, 1995, essas alterações na água e no sedimento, provocadas por lavra de areia em cava submersa, resultam em comunidades bióticas pobres e pouco diversificadas.

Pelas características morfométricas criadas pelo método extrativo, ocorre, nesse corpo d'água, a tendência de formação de dois ambientes distintos após o término da atividade mineradora. Com a frequente estratificação, a porção mais próxima ao fundo

isola-se da coluna d'água mais superficial (SHIMIZU *et al.*, 1995). Essa é a razão porque, geralmente, nas cavas desativadas a porção mais profunda esteve anóxica.

6.1.2. Contaminação das cavas submersas

Todos os ambientes estudados mostraram algum tipo de contaminação, não sendo, em geral, observado padrões evidentes de distribuição espacial para os impactos estudados, o que sugere a existência de fatores específicos que atuam em cada uma delas. O único padrão de distribuição identificado foi o de contaminação por metais (zinco e chumbo) que ocorre desde a Sade até o Porto Brasil, provavelmente devido a contaminação do lençol freático nessa região (Processo CETESB DCFT/152/87).

Todas as cavas apresentaram-se contaminadas por metais, colocando em risco a biota aquática e a saúde humana, estando a dinâmica desses elementos, dependente da presença ou não do processo extrativo, ou seja, os metais encontram-se preferencialmente, em suspensão na água nas cavas ativas e no sedimento, nas cavas abandonadas.

No sedimento, zinco, chumbo, cobre e ferro foram os metais mais frequentes. A Sade foi a cava que se apresentou mais crítica, com concentrações de cobre, zinco e chumbo algumas vezes superiores às que Bowden (1976 *apud* PRATER & ANDERSON, 1977) preconiza para ambientes altamente poluídos.

As concentrações mais elevadas de metais foram observadas na água. Os metais que mais frequentemente apareceram acima dos limites da legislação foram manganês, alumínio e cádmio.

A concentração de alumínio na água superficial esteve acima dos limites da legislação na Isabela I, Meia Lua IIB, Itapeva, Lagoa Azul, Navegantes I, Tigrão, Paranaival, Rio Abaixo A, Quatro Simões A, e no Canal do Rio Comprido. Os teores mais elevados foram obtidos na Paranaival (a concentração encontrada era 3810 vezes acima do limite), Rio Abaixo A (1050 vezes acima do limite) e Itapeva (697 vezes acima do limite). Esses valores altíssimos foram observados nas cavas com atividade extrativa e suas origens deve estar relacionada a composição do solo da região.

A concentração mais crítica de cádmio na água foi observada na Sade, que superou o limite em 90 vezes. Exceto para o Canal do Rio Comprido e as cavas Quatro Simões A, Rio Abaixo A e Cepinho, todas as outras cavas (ativas ou abandonadas) apresentaram concentrações de cádmio acima do limite da legislação, podendo-se inferir que esta contaminação está difundida na região. O cádmio, é encontrado no ambiente em sua forma inorgânica, sendo utilizado industrialmente e em fertilizantes (BEYRUTH, 1989). Segundo ESTEVES (1988), os defensivos agrícolas contém os mais variados elementos-traço, tais como, cádmio, mercúrio, chumbo, cobre, etc. Como esta região têm grande uso agrícola, pode-se supor que o solo local tenha um certo acúmulo desse metal e esta seja a fonte principal.

Todos os metais mencionados, em altas concentrações, podem causar danos à biota aquática, ou seja, possuem toxicidade e capacidade de bioacumulação. Os elementos-traço podem, causar aos organismos tanto danos crônicos como agudos e inclusive, podem provocar à morte dos mesmos. Os danos podem ser observados tanto em organismos adultos como em estágios imaturos. No entanto, os estágios embrionários e larvais dos organismos aquáticos são, geralmente, mais sensíveis aos metais pesados e outras substâncias tóxicas (RAND & PETROCELLI, 1985).

Teores na água de 0,06 mg Zn/L; 0,02 mg Cd/L; 0,03 mg Ni/L já podem, isoladamente, provocar efeitos tóxicos à organismos aquáticos (MAIER, TAKINO & STEMPNIEWSKI, 1981). Concentrações acima desses valores foram encontradas na água da Quatro Simões A, Navegantes II, Rio Abaixo A, Paranaval, Meia Lua IIB, Albuquerque e Navegantes IB.

MOORE (1991) reporta vários trabalhos que mostram toxicidade do alumínio, em várias espécies de trutas, em águas com pH variando entre 4 e 6, em condições de baixas dureza e concentração de cálcio, situação semelhante as observadas nas cavas com atividade de lavra. Além disso, alguns autores reportam acumulação de alumínio em peixes (MOORE, 1991).

Segundo Batalha & Parlatore (1977 *apud* SEMA, 1980) a toxicidade do cobre à vida aquática estende-se desde bactérias a peixes. Em plantas aquáticas, teores a partir de

0,1 mg/L de cobre podem provocar inibição do crescimento de algumas espécies, e até mesmo em concentrações de 0,003 mg/L de cobre, já se pode observar efeitos crônicos, tais como a redução da entrada de carbono (MOORE, 1991). Para os peixes, valores em torno de 0,004 mg/L já causam efeito crônico em algumas espécies (SUTER II & MABREY, 1994). Encontrou-se na cava Paranaval concentração de 0,17 mg/L de cobre na água superficial.

Nas revisões de Martin & Holdich (1986 **apud** MOORE, 1991) e de Mance (1987 **apud** MOORE, 1991) o LC₅₀ (50% de mortalidade) de uma das espécies mais sensíveis do zooplâncton, *Daphnia magna*, é aproximadamente de 0,005 mg/L de cádmio, enquanto que para peixes concentrações de 0,0032 mg/L podem causar efeito tóxico crônico em espécies sensíveis de peixes (SUTER II & MABREY, 1994). Esses níveis foram encontrados nas cavas Isabela I, Albuquerque, Navegantes IA, Navegantes LB, Tigrão, Navegantes II, Paranaval e Sade. Ressalva-se, que segundo Hultton & Symon (1986 **apud** MOORE, 1991) a presença de manganês e ferro inibem significativamente a entrada de cádmio, um reflexo da competição dos sítios de entrada.

Além dos efeitos provenientes de cada um destes elementos-traço, vários autores mencionam que chumbo, cobre e zinco e outros metais quando associados atuam sinergicamente, aumentando os efeitos de toxicidade aos organismos aquáticos, situação observada nas cavas ativas Paranaval e Rio Abaixo A e na cava abandonada Sade.

Para MAIER, TAKINO & STEMPNIEWSKI (1981), temperatura, oxigênio dissolvido, pH e a coexistência de metais atuam no grau de toxicidade à biota aquática. Outro parâmetro importante, que influencia o sinergismo, é a dureza da água. Segundo Capocchi (1964 **apud** DAMATO **et al.**, 1989) as águas do Estado de São Paulo, pelos padrões de dureza e alcalinidade são caracterizadas como muito moles ou moles (baixos valores). Nessas condições pode ocorrer um aumento da toxicidade dos metais.

Além do efeito tóxico, alguns deles como cádmio, chumbo e zinco, apresentam efeitos cumulativos, ou seja, possuem pouca mobilidade dentro dos organismos e assim, com o passar do tempo, podem acumular-se em seus tecidos (ESTEVES, 1988). Através da cadeia alimentar aquática, alguns metais como o mercúrio, podem ser distribuídos por

toda a biota e se concentrarem a cada nível trófico subsequente (biomagnificação) e, desta maneira, podem chegar aos animais terrestres e ao homem em concentrações muito elevadas.

A nocividade dos metais aos seres humanos é reportada por PORTO, BRANCO & LUCA (1991): o cádmio pode causar doenças cardiovasculares e hipertensão; o cobre pode causar danos ao fígado; o chumbo está associado a danos ao cérebro e convulsões; o cromo é possivelmente um agente carcinogênico; o zinco pode ser deletério aos pulmões. O manganês, assim como o alumínio, também são associados por diversos autores ao mal de Alzheimer (BEYRUTH, 1989).

Segundo revisão de MOORE (1991), chumbo e zinco podem ser metilados, formando compostos que são extremamente nocivos à vida. Este autor cita vários trabalhos que têm detectado compostos orgânicos de chumbo em peixes de água doce e em pássaros que se alimentam de peixes. As populações de macrófitas aquáticas que estão sujeitas a este impacto, podem apresentar altas concentrações de metais. Por exemplo, são freqüentemente altos os fatores de concentração (planta/água) de chumbo inorgânico sendo reportados valores de até 15.000. No fitoplâncton, a predominância de mecanismos passivos de adsorção resultam em elevados fatores de concentração (alga/água) que segundo Fowler (1982 **apud** ESTEVES, 1988) são da ordem de 10^2 a 10^6 . Esse elemento-traço esteve acima dos limites para água superficial da legislação na Albuquerque, Itapeva e Paranaíba.

Com relação a interferência dos metais na estrutura das comunidades, BEYRUTH (1989) relata que a riqueza de espécies de rotíferos apresentou correlação negativa com os teores de alumínio numa lagoa marginal do Rio Embú-mirim.

Assim, os metais podem estar causando perturbações nos corpos d'água citados acima, tanto para as comunidades aquáticas que já se encontram nas cavas como para o estabelecimento de novos organismos aquáticos.

Outro impacto antrópico detectado é a entrada de efluentes domésticos em várias cavas. Esta entrada acarreta diversas alterações, diretas e indiretas, na qualidade da água, entre elas a queda na concentração de oxigênio dissolvido. Este gás é o principal fator

limitante para a vida aquática. McNEELY, NEIMANS & DWYER (1979) consideram que concentrações abaixo de 4 mg/L de oxigênio dissolvido já podem provocar efeitos deletérios a vários organismos aquáticos. As cavas Rio Abaixo A, Cepinho, Albuquerque e provavelmente a Itapeva apresentaram teores inferiores a esses já na água superficial.

Este tipo de efluente e a atividade agrícola com utilização de fertilizantes, provocam o aumento do aporte de nutrientes nas cavas, principalmente, de nitrogênio e fósforo, favorecendo a aceleração do processo de eutrofização. Este problema foi detectado, principalmente na Cepinho, Paranaíba, Rio Abaixo A, Quatro Simões, Navegantes IB, Lagoa Azul, Itapeva e Albuquerque.

Pelas análises realizadas, pode-se inferir que a aceleração do processo de eutrofização na cava Quatro Simões A deve ser causada, principalmente, pela atividade agrícola, enquanto que os efluentes domésticos são importantes no processo de eutrofização nas cavas Cepinho, Paranaíba, Rio Abaixo A, Navegantes IB, Lagoa Azul, Itapeva e Albuquerque.

Em ambientes aquáticos com processo acentuado da eutrofização e com baixos teores de oxigênio dissolvido a qualidade da água é prejudicial ao desenvolvimento e manutenção de organismos nectônicos (peixes), favorecendo os pleustônicos (macrófitas aquáticas livres flutuantes). As cavas Itapeva, Albuquerque, Cepinho e Paranaíba apresentavam grande desenvolvimento dessa comunidade vegetal (ex. aguapé - *Eichhornia crassipes* e *Salvinia* sp), cobrindo boa parte da superfície da água. Nesta quantidade podem criar ambientes favoráveis ao desenvolvimento de diversos vetores de doenças e assim, originar problemas relativos a saúde pública à população circundante (ex. infestação de pernilongos).

As cavas Rio Abaixo A, Paranaíba e Itapeva foram aquelas que mostraram-se críticas para os quatro impactos observados. Esta situação parece ser consequência da ligação que esses corpos d'água tiveram com o Rio Paraíba do Sul e a continuidade da atividade mineradora.

As cavas Cepinho e Sade, foram aquelas que apresentaram maior degradação por efluentes domésticos e metais pesados, respectivamente, e análises mais detalhadas são

relatadas nos informativos técnicos "Qualidade ambiental e propostas para reabilitação do lago "Cepinho", Jacareí, SP" (LEMOS et al., 1995b) e "Qualidade ambiental e propostas para reabilitação do lago "Sade", Jacareí, SP" (LEMOS et al., 1995c).

No caso da contaminação por metais e/ou efluentes domésticos, ações de contenção e controle das fontes são necessárias, nos locais que envolvem riscos sérios à saúde humana, principalmente devido aos usos que a população local atribui às cavas abandonadas (consumo da água, pesca e recreação).

6.2. COMUNIDADE DE PEIXES

6.2.1. Impacto do processo de extração de areia

O impacto da atividade extrativa sobre os peixes se dá de várias maneiras. O aumento da turbidez diminui a penetração da luz no corpo d'água, alterando toda a cadeia alimentar da qual os peixes fazem parte. O aumento do material em suspensão leva ao entupimento das brânquias e dificulta a captura do alimento pelos peixes que dependem da visão para localizá-lo. A movimentação do sedimento da zona litoral causada pelo processo de extração de areia afeta locais de reprodução e alimentação dos peixes assim como introduz e/ou biodisponibiliza substâncias tóxicas para os peixes, tais como os metais, além de aumentar a acidez da água, podendo causar danos aos peixes.

Nas cavas desativadas a depleção de oxigênio nas camadas inferiores da coluna d'água, devida a morfometria criada pelo processo de lavra, dificulta a colonização deste habitat pelos peixes. Este ambiente anóxico também propicia a liberação de substâncias tóxicas presentes no sedimento, tais como os metais. Em consequência disso, os peixes nestas cavas se restringem às camadas superiores da coluna d'água, sendo raramente encontradas espécies de peixes que tem seu hábito associado ao sedimento, tais como os bagres e cascudos.

Outro impacto refere-se a contaminação das cavas por metais, os quais podem causar efeito tóxico aos peixes, eliminando as espécies suscetíveis e levando a dominância de algumas poucas espécies oportunistas e tolerantes (DALLINGER et al., 1987).

Em todas as cavas estudadas os peixes capturados apresentavam em sua maioria pequeno tamanho, quase não sendo capturados indivíduos nas redes de maior malhagem. Isso indica que as condições ambientais não estão favorecendo o crescimento normal dos peixes, o que é, sobretudo, um reflexo da baixa qualidade da água.

Todos os impactos citados anteriormente têm um efeito sinérgico que acabam restringindo a reprodução, a alimentação e o crescimento dos peixes nas cavas de areia. Apenas algumas espécies mais tolerantes e com hábito alimentar mais amplo acabam tendo algum sucesso reprodutivo nestas cavas, mas mesmo estas espécies apresentam populações extremamente reduzidas para as dimensões destes corpos d'água.

6.2.2. Contaminação da musculatura

Os resultados obtidos indicam a ocorrência de um processo de contaminação por mercúrio, das espécies bentófagas (mandi) e piscívoras (bagre e peixe cachorro). Esse processo ficou mais evidenciado nas cavas Bispo e Quirino. Para o cádmio e o cobre a bioacumulação parece ser menos significativa, estando limitada às espécies piscívoras.

Com relação ao zinco e chumbo, não foi observada bioacumulação ou biomagnificação significativa, indicando que, embora o sedimento das cavas esteja contaminado por esses elementos, não parece ocorrer transferência para os peixes.

Ressalta-se, que o pequeno número de amostras obtidas em todas as cavas estudadas impede uma análise mais detalhada, servindo apenas como um indicativo de contaminação.

6.3. POSSIBILIDADES DE USOS DAS CAVAS SUBMERSAS ABANDONADAS

Esses corpos d'água após a desativação da atividade mineradora podem fornecer diversas possibilidades de usos entre eles pode-se citar: paisagismo, lazer, pesca recreativa, aquíicultura, irrigação, abastecimento e local de refúgio silvestre. Desses, o único uso que não requer medidas sanitárias é o uso paisagístico. O uso para proteção e refúgio requer qualidade compatível ao desenvolvimento da flora e fauna características da região, ou seja, qualidade da água iguais ou superior ao da classe 2 da Resolução 20

do CONAMA (1986 **apud** CETESB, 1993). O uso para lazer e aqüicultura, também requerem no mínimo águas da classe 2, atendendo às restrições específicas para balneabilidade, no caso de contato primário do usuário com a água. No caso da irrigação, segundo essa mesma Resolução, para culturas de hortaliças e frutíferas, a qualidade da água deve ser compatível à classe 2, enquanto que, para culturas de arbóreas, cerealíferas e forrageiras à classe 3. Para abastecimento, com tratamento simplificado, a qualidade da água tem que ser equivalente à classe 1.

Documento do Grupo Científico da OMS (1989), relata que a contaminação por efluentes pode acarretar riscos à saúde pública, com o uso para irrigação e aqüicultura, pela dispersão de cistos de organismos patogênicos, em especial aos helmintos, não havendo até aquela época estudos sanitários decisivos para sustentar decisões seguras de manejo. Baseados nos estudos existentes, a OMS (1989) recomendou, para todos os cultivos, um limite de 1000 coliformes fecais para cada 100 mL e no máximo 1 ovo de helmintos por litro. No caso da aqüicultura, não deve haver a presença de nenhum ovo viável de helminto, pois esses parasitas multiplicam-se assexuadamente e em grande escala nos primeiros hospedeiros, sendo que muitos peixes estão nessa condição.

Segundo este mesmo documento, a poluição química por metais pesados e substâncias orgânicas não degradáveis, tóxicos à biota inclusive ao homem, acarreta riscos de acúmulo dessas substâncias no solo e sua posterior absorção, pelas culturas, em concentrações tóxicas para o homem.

Comparando-se os resultados obtidos com os padrões da classe 2, da Resolução 20 do CONAMA (1986 **apud** CETESB, 1993), nenhuma das cavas atende os limites para metais. Apenas Meia Lua IIA e Brasil atendem às restrições para os usos da classe 3 e portanto suas águas poderão ser utilizadas para irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, desde que as características encontradas se mantenham. Na ausência de medidas de reabilitação todos os ambientes poderão ser utilizados apenas com finalidade paisagística.

A remoção das fontes de poluentes, pontuais e dispersas, evitaria novos ingressos, porém a remoção de metais é mais difícil, necessitando de tecnologias mais sofisticadas e

nem sempre viáveis economicamente, indicando a necessidade de desenvolvimento de pesquisas tecnológicas alternativas, adequadas à região e de custo financeiro compatível.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



7. CONCLUSÕES

7.1. IMPACTO DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE AREIA

As principais interferências da extração de areia na qualidade ambiental das cavas ativas foram:

- . na água, relacionadas com os processos físicos (aumento da cor, turbidez e resíduos) e nas concentrações iônicas (diminuição do pH, cálcio, bicarbonatos e dureza; aumento dos metais em suspensão, especialmente, o alumínio);
- . no sedimento, com relação as características granulométricas (homogeneidade e ausência da fração areia); e
- . na comunidade biótica, que apresentou-se pobre e pouco diversificada, como consequência dos fatores acima mencionados.

Quanto as cavas abandonadas pode-se dizer, que:

- . houve reabilitação da água superficial permitindo o estabelecimento de comunidades mais ricas e diversificadas;
- . os taludes submersos continuaram bastante íngrimes, mesmo após 20 anos de abandono (ausência de zona litorânea característica de lagoas);
- . como consequência das características morfométricas descritas acima, houve forte estratificação da coluna d'água que promoveu a formação de dois ambientes distintos da água, estando a porção mais profunda, geralmente anóxica (sem oxigênio dissolvido);
- . o sedimento não aumentou a heterogeneidade granulométrica mesmo após 20 anos de abandono; além de haver acúmulo de metais, dificultando o estabelecimento da comunidade bentônica; e
- . o processo de reabilitação da comunidade de peixes está sendo lento.

7.2. CONTAMINAÇÃO DAS CAVAS SUBMERSAS

Quanto a contaminação por metais, destacaram-se:

Sem medidas de reabilitação o único uso possível é paisagístico, pois a água das cavas abandonadas não atendem à classe 2 da resolução 20 do CONAMA (1986 **apud** CETESB, 1993) que é básica para proteção à vida aquática (proteção a vida silvestre), recreação, abastecimento com tratamento simplificado e irrigação de hortaliças e frutíferas. Não atendem também à classe 3, assim não é possível irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras. Ressalta-se, o risco de vida humana na utilização desses ambientes para natação, em decorrência da ausência de uma região litorânea característica.

O uso para aqüicultura ou pesca amadora, não deve ocorrer sem estudos mais conclusivos sobre a contaminação da musculatura dos peixes por metais pesados.



8. RECOMENDAÇÕES

Este estudo mostra a necessidade de se avaliar cada caso separadamente, já que mesmo em uma área relativamente pequena e sofrendo influências ambientais e antrópicas semelhantes, as cavas mostraram comportamento diferenciado. Esta situação precisa ser considerada na proposição de medidas de reabilitação.

Embora, haja necessidade de planos de reabilitação específicos para cada cava, algumas medidas gerais podem ser tomadas. Sugere-se, os seguintes procedimentos para iniciar o processo de reabilitação dessa área e minimizar os impactos observados:

1. A contenção de qualquer fonte de poluição que por ventura possa contaminar a água das cavas.
2. A correção topográfica das margens das cavas, com diminuição dos ângulos dos taludes para no máximo 25° no sentido de estabilizá-los, e, se possível alguma correção batimétrica (criar área litorânea). O material removido para correção do ângulo dos taludes pode ser lançado nas próprias lagoas para propiciar a heterogeneidade do sedimento e colaborar com a correção batimétrica.
3. Revegetação da área perimetral por espécies nativas típicas do local, com ênfase para frutíferas que atraiam aves, visando não somente melhorar a estética local, mas principalmente minimizar os efeitos negativos da erosão marginal na qualidade da água e nas comunidades bióticas das lagoas, impedindo também a utilização inadequada das margens.

Quanto a utilização das cavas para piscicultura e pesca esportiva (ex. pesque e pague) devem ser precedidos por um processo de reabilitação ambiental e introdução de espécies apropriadas à região.

Recomenda-se, ainda, como medidas emergenciais específicas:

1. Isolamento da cava Sade e da área adjacente, devido ao seu alto grau de contaminação por chumbo, assim como a realização de novos estudos sobre a pluma de contaminação no solo e no lençol freático (estudo de análise de risco).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUDO, E. G. et al. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo : CETESB, 1989. 150p.
- APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 17° ed. Washington : APHA-AWWA-WPCF, 1989.
- _____. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 18° ed. Washington : APHA-AWWA-WPCF, 1992. 1268p.
- BEYRUTH, Z.; LEMOS, M.M.G. Caracterização do fitoplâncton de lagoas marginais ao rio Paraíba do Sul, SP, originadas por extração de areia. In : REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA, 6ª, SBF, Tramandaí/Imbé, RS, mar 1993. **Resumos...** Tramandaí/Imbé : SBF, 1993. p.73.
- BEYRUTH, Z. **Estudo ecológico-sanitário de um lago marginal ao rio Embú-mirim, Itapecerica da Serra, São Paulo e ensaio sobre a possibilidade de utilização da macrófita aquática *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms como indicadora de poluição**. São Paulo : IB/USP, 1989. 272p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1989.
- BRANCO, S.M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. 3° ed. São Paulo : CETESB/ASCETESB, 1986. 640p.
- BRASIL. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos - DINAL. **Portaria nº16 de 13 de março de 1990**. D.O.U. 15/03/1990 P. 5436.
- CAIRNS Jr, J. Restoration ecology: Protecting our national and global life support systems. In : CAIRNS Jr, J. (Ed.) **Rehabilitating damaged ecosystems**. 2° ed. Boca Ratón : Lewis, 1995. Cap. 1, p. 1-13.
- CARVALHO, M. A.J., SENDACZ, S. Zooplankton community of mining caves of the Paraíba do Sul River basin, São Paulo, Brasil. In : CONGRESS OF

- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF THEORETICAL AND APPLIES LIMNOLOGY, XXVI, SBL/SIL , São Paulo, SP, jul 1995. **Anais...** (submetido).
- CAVALCANTI, R.N. A areia de construção civil e o meio ambiente. In : ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 3º, ENESMA, Londrina, PR, set 1991. **Anais...** Londrina : ENESMA, 1991. p.404-15.
- CETESB. **Legislação Estadual: Controle de Poluição Ambiental - São Paulo (atualizado até março 1992)**. São Paulo: CETESB, 1992. 267p. (Série Documentos da Secretaria do Meio Ambiente).
- **Legislação Federal: Controle de Poluição Ambiental (atualizado até fevereiro 1993)**. São Paulo : CETESB, 1993. 243p. (Série Documentos da Secretaria do Meio Ambiente).
- COIMBRA, A.M.; GOES, A.M.; YAMAMOTO, J.K. **Análise granulométrica de sedimentos**. 1º ed. São Paulo : Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da USP. 1991. (Série Apontamentos de Sedimentologia)
- DALLINGER, R.; PROSI, F.; BEGNER, H.; BACK, H. Contaminated food and uptake of heavy metals by fish: a review and proposal for futher research. **Oecologia**, Berlin, v.73, p.91-98, 1987.
- DAMATO, M.; BEYRUTH, Z.; MUCCI, J.L.N.; ALVARENGA, C.D.; ROCHA, A. A. O sulfato de cobre como agente tóxico. **Ambiente**, São Paulo : CETESB, v. 3, n.1, p.26-31, 1989.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro : Interciência/FINEP, 1988. 575p.
- GARCIA, E.; LEMOS, M.M.G.; SHIMIZU, G.Y.; EYSINK, G.G.J. Limnological survey of six man-made ponds resulted from sand mining, Paraíba do Sul River basin, southeastern Brasil. In : CONGRESS OF INTERNATIONAL ASSOCIATION OF THEORETICAL AND APPLIES LIMNOLOGY, XXVI. SBL/SIL , São Paulo, SP, jul 1995. **Anais...** (submetido).

- HODSON, P.V.; WHITTLE, D.M.; WONG, P.T.S.; BORGMANN, U; THOMAS R.L.; CHAU, Y.K.; NRIAGU, J.O.; HALLETT, D.J. Lead contamination of the Great Lakes and its potential effects on Aquatic Biota, In: NRIAGU, J.O.; SIMMONS, M.S. (Ed.) **Toxic contaminants in the Great Lakes**, John Wiley & Sons : New York, 1984.
- KENT, D.C.; VADEN, D.W.; BAYLEY, P.W. Hydrological and geochemical aspects of ground and surface water pollution associated with lead and zinc mines in the Tri-State mining district. In : AVERETT, R.C.; McKNIGHT, D.M. (Ed.) **Chemical quality of water and the hydrologic cycle**. Chelsea : Lewis, 1987. p.73-88.
- LEMOS, M.M.G.; SHIMIZU, G.Y.; GARCIA, G.; MENEZES, G.V.; EYSINK, G.G.J. Alterações na qualidade da água, do sedimento e da comunidade bentônica decorrentes da extração de areia: subsídios para reabilitação. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 18º, ABES, Salvador, BA, set. 1995a. **Anais...** Rio de Janeiro : ABES, 1995a.
- LEMOS, M.M.G.; EYSINK, G.G.J.; MENEZES, G.V.; MORAES, R.P.; SALGADO, R.S.; BEYRUTH, Z. **Qualidade ambiental e propostas para reabilitação do lago "Cepinho", Jacareí, SP**. São Paulo : CETESB, 1995b. 13p. (Informativo Técnico da CETESB).
- LEMOS, M.M.G.; EYSINK, G.G.J.; MENEZES, G.V.; MORAES, R.P.; SALGADO, R.S.; BEYRUTH, Z. **Qualidade ambiental e propostas para reabilitação do lago "Sade", Jacareí, SP**. São Paulo : CETESB, 1995c. 14p. (Informativo Técnico da CETESB).
- MAIER, M.H.; TAKINO, M.; STEMPNIEWSKI, H.L. Avaliação toxicológica de metais em águas represadas do sudeste de São Paulo, Brasil. **B. Inst. Pesca**, São Paulo : IP, v.8, p.119-139, 1981.
- MARTOS, H.L.; GIBOTTI JR., M.; MARTOS, M.Y.H.G. Aspectos ambientais, técnicos, sócio-econômicos e legais na recuperação de áreas degradadas por portos

- de areia na região de Sorocaba - SP. In : CONGRESSO NACIONAL SOBRE
ESSÊNCIAS NATIVAS, 2º, mar/abr 1992. **Anais...** 1992. p.760-765.
- MASON, C.F. A survey of mercury, lead and cadmium in muscle of british freshwater
fish. **Chemosphere**, v. 16 (4), p. 901-906, 1987.
- McNEELY, R.N.; NEIMANS, V.P.; DWYER, L. **Water quality source, book: a guide
to water quality parameters**. Ottawa : Enviromnent, 1979. 88p.
- MOORE, R.N. **Inorganic Contaminants of suface Water: Research and Monitoring
Priorities**. New York : Spring-Verlag, 1991. 334p.
- MURGEL, M.C.O.; PEREIRA, M.A. de M.G.; SIMONSEN, R.M.; TEIXEIRA, H.R.;
ARAÚJO, N.; BARBOUR, E.D.; SOLDATELLI, L.M. O PRAD no contexto da
recuperação das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. In : CONGRESSO
NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2º, IBt/SMA, São Paulo, SP, 1992.
Anais... 1992. p.937-44.
- PORTO, M.F.A.; BRANCO, S.M.; LUCA, S.J. Caracterização da qualidade da água. In :
PORTO et al. (Ed.) **Hidrologia ambiental**. São Paulo : ABRH/EDUSP, 1991.
p.27-66. (Coleção ABRH de recursos hídricos).
- PRATER, B.L.; ANDERSON, M.A. A 96-hour bioassay of other creek. **Journal
WPCF**, Ohio, v.49, p.2099-2106, 1977.
- RAND, G.M.; PETROCELLI, S.R. Introdution. In : RAND, G.M.; PETROCELLI, S.R.
(Ed.) **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications**.
Washington : Hemisphere Publ. Corp., 1985. Cap. 1, p.1-30.
- SCHMITT, C.J.; BRUMBAUGH, W.G. National contaminant biomonitoring program:
concentrations of arsenic, cadmium, copper, lead, mercury, selenium and zinc in
U.S. freshwater fish, 1976-1984. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.** v. 19, p. 731-
747. 1990.

- SEMA. Cobre. In : SEMINÁRIO SOBRE POLUIÇÃO POR METAIS, 1º, SEMA, Brasília, DF, nov. 1979. **Anais...** Brasília : Min. do Interior/Sec. Esp. Meio Ambiente/Sec. Ad. Ciência e Tecnologia, 1980. p.113-15.
- SHIMIZU, G.Y.; CARVALHO, M.A.J. de; SENDACZ, S.; LEMOS, M.M.G.; GARCIA, E., EYSINK, G.G.J. Lagoas de mineração de areia: Impactos sobre os parâmetros ambientais e comunidades bióticas. In : SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11 e SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2º, ABRH, Recife, PE, nov. 1995. **Anais...** São Paulo : ABRH, 1995. p.269-73.
- SUTER II, G.W.; MABREY, J. B. **Toxicological benchmarks for screening potential contaminants of concern for effects on aquatic biota.** Revision. Tennessee : U. S. Department of Energy, 1994. 76p.
- WHITE, J.R. The particle-solution chemistry of lead in acidic lake systems. In : AVERETT, R.C.; McKNIGHT, D.M. (Ed.) **Chemical quality of water and the hydrologic cycle.** Chelsea : Lewis, 1987 p.211-34.

CETESB

10. EQUIPE TÉCNICA

Divisão de Análises Hidrobiológicas:

Biól. Mára Magalhães Gaeta Lemos
Biól. Gisela Vianna Menezes
Biól. Geraldo Guilherme José Eysink
Biól. Marcelo Pires da Costa
Téc. Magali Coimbra Martins

Instituto de Pesca - Dep. Limnologia:

Biól. Zuleika Beyruth

Consultor “ad hoc”:

Prof. Dra. Gisela Yuka Shimizu

Apoio:

Regional das Bacias do Paraíba do Sul e Litoral do Norte
Setor de Ecossistemas Terrestres
Setor de Avaliação e Transferência
Setor de Química Inorgânica e Radioatividade
Divisão de Análises Microbiológicas Ambientais

Colaboradores:

Eng. Quím. Rubens dos Santos Salgado (escritório Jacarei)
Estag. Edenise Garcia
Geol. Roberto Padula de Moraes
Eng. Agr. Sérgio Luis Pompéia
Geógr. Iracy Xavier
Des. João Virgílio Baptista Filho
Des. Marisa Cury
Biól. Catia Karmann Monteiro
Biól. Sonia K. Palombo
Quím. Carlos Eduardo Pacheco
Colet. Osvaldo Atanagildo da Silva
Colet. Miguel Veloso da Fonseca
Col. João Alberto Rabelo Souza
Col. Luis Antonio Sclapes
Téc. Heronides Pereira da Silva
Téc. Waldemar Arrabal Rodrigues
Eng. Carlos Augusto Mednis
Bibl. Margot Terada
Eng. João Wagner



ANEXO 1 - FIGURAS

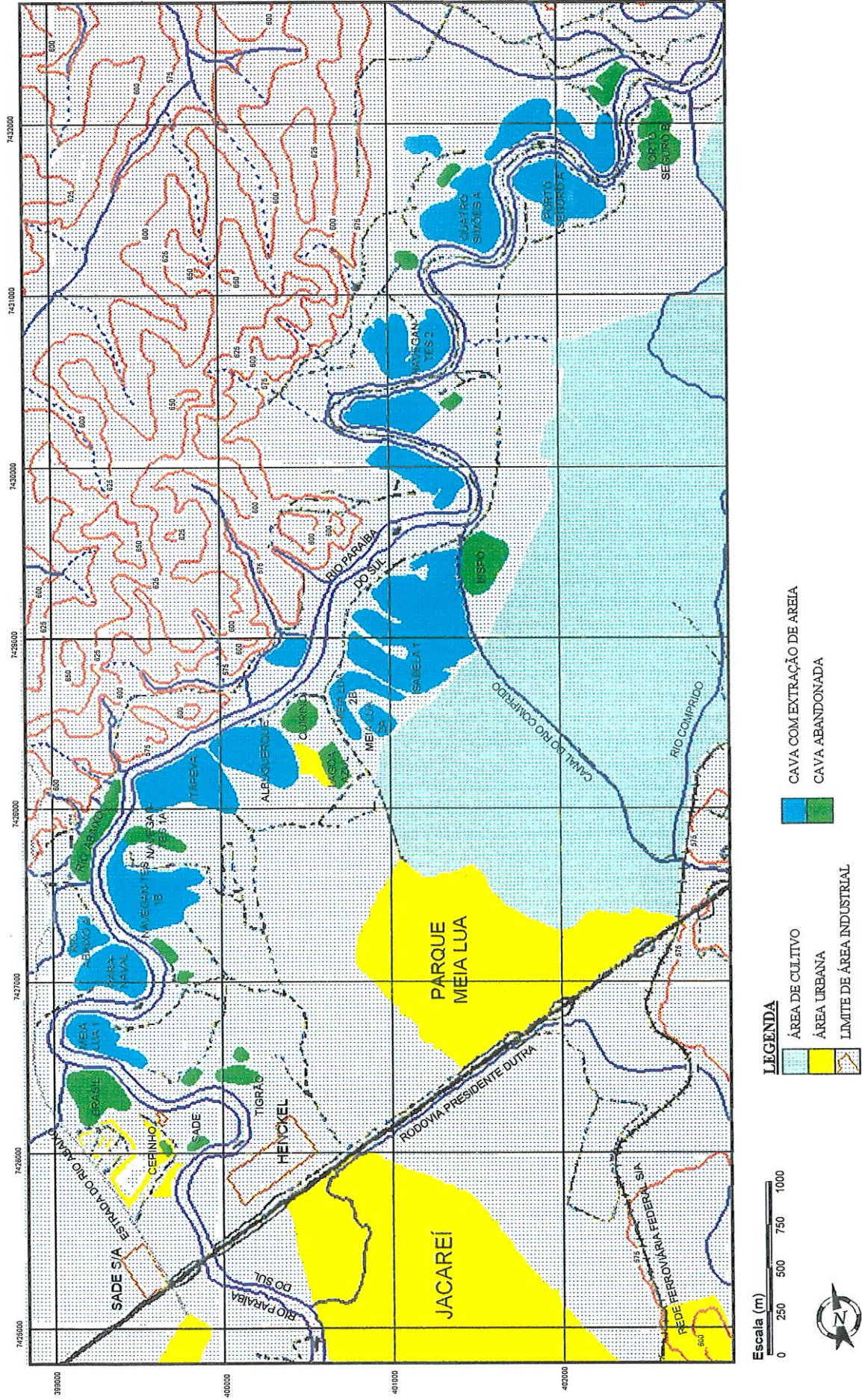


Figura 1 - Mapa da área de estudo com a localização das cavas submersas amostradas.



ANEXO 2 - TABELAS

TABELA 1 - Valores utilizados como limites para caracterização de águas poluídas/contaminadas: (A) legislação para água superficial da classe 2 - Resolução 20 do CONAMA (1986 **apud** CETESB, 1993); (B) obtidos a partir do monitoramento mensal (ago/92 a out/93) de 6 cavas da região de Jacareí.

PARÂMETRO	UNIDADE	(A)	(B)	
		LEGISLAÇÃO	JACAREÍ	
		SUPERFÍCIE	SUPERFÍCIE	FUNDO
COR	mg/L Pt	>75	>100	>400
TURB	NTU	>100	>135	>170
RES-T	mg/L	>500	>192	>298
RES-F	mg/L	-	>80	>232
RES-V	mg/L	-	>58	>82
RES-NF	mg/L	-	>70	>232
pH		<6 ou >9	<6,1	<5,9
COND	µS/cm	-	>71	>103
ALCBIC	mg/LCaCO ₃	-	<8	<10
DUR	mg/L	-	<11	<12
OD	mg/L	< 5	<5	<0,1
DBO	mg/L	>5	>4	>4
PO ₄ -O	mg/L	-	>0,01	>0,02
PO ₄ -T	mg/L	>0,025	>0,09	>0,13
NH ₄	mg/L	>0,05*	>0,08	>0,32
NO ₃	mg/L	>10	>0,13	>0,13
NO ₂	mg/L	>1	>0,003	>0,005
NKT	mg/L	-	>0,94	>1,4
COLI-T	NMP/100ml	>5000*	>500	-
COLI-F	NMP/100ml	>1000	>80	-
Mn	mg/L	>0,1	>0,195	>0,5
Al	mg/L	>0,1	>1,15	>2,7
Fe	mg/L	-	>2,05	>10,2
Cu	mg/L	>0,02	>0,008	>0,01
Ni	mg/L	>0,025	>0,02	>0,02
Zn	mg/L	>0,18	>0,1	>0,08
Pb	mg/L	>0,03	>0,0185	>0,03
Cd	mg/L	>0,001	>0,003	>0,004
Cr	mg/L	>0,05*	>0,011	>0,011
Ba	mg/L	>1	>0,1	>0,1
FENÓIS	mg/L	>0,001	-	-
Ca	mg/L	-	<4,2	<1,9
Cl	mg/L	>250	-	-
Mg	mg/L	-	>1,3	>1,6
K	mg/L	-	>3,1	>3,2
Na	mg/L	-	>4,4	>4,4

(-) : ausência de dados

(*) Decreto Estadual 8468 (1976 **apud** CETESB, 1992)

TABELA 2 - Valores utilizados como limites para caracterização de sedimento poluído/contaminado, segundo as referências ambientais: MOORE (1991); Bowden (1976 **apud** PRATER & ANDERSON, 1977) e Jacareí (obtidos a partir do monitoramento bimensal, entre ago/92 e out/93, de 6 cavas da região de Jacareí).

PARÂMETRO	UNIDADE	MOORE	BOWDEN		JACAREÍ
		não poluído	moderadamente poluído	altamente poluído	poluído
NKT	µg/g	-	1000 - 2000	>2000	>698
PO ₄ -T	µg/g	-	420 - 650	>650	>108
RES-V	%	-	5 - 8	>8	-
Ca	µg/g	-	-	-	<20,8
Mg	µg/g	-	-	-	>59,5
Mn	µg/g	-	300 - 500	>500	>84,8
Al	µg/g	-	-	-	>1073
Fe	µg/g	-	17000 - 25000	>25000	>3284
Cu	µg/g	-	25 - 50	>50	>8,3
Ni	µg/g	<100	20 - 50	>50	>1,7
Zn	µg/g	<50	90 - 200	>200	>21,7
Pb	µg/g	-	40 - 60	>60	>16,3
Cd	µg/g	<1	-	>6	>0,42
Cr	µg/g	<86	25 - 75	>75	>3,1
Ba	µg/g	-	20 - 60	>50	>42,5
pH		-	-	-	< 6
Na	µg/g	-	-	-	>75,6
K	µg/g	-	-	-	>117

(-) : ausência de dados

TABELA 3 - Resultados obtidos nas amostragens de água em cavas formadas por extração de areia e no Canal do Rio Comprido, margem direita do rio Paraíba do Sul, Jacareí, SP.

PARÂM.	UNIDADE	ISABELA I		R. COMPRIDO		MLLUA IIA		MLLUA IIB		ALBUQUERQUE		ITAPEVA		LAGOA AZUL		NAVEGIA		NAVEG IB		TIGRÃO	
		superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo
DATA	d.m.a	23.11.93		25.08.92		25.08.92		30.09.92		24.11.92		28.10.92		22.11.93		24.11.93		24.11.93		23.11.93	
T-AG	mg/L	23,5	23,5	20		20		21	23	21	24	17,8	18	29	22,3	26,5	20	26,6	24,2	28	25,2
COR	grau C	100	150	10		10		30	40	50	50	1500	1500	30	200	20	200	500	1000	20	40
TURB	mg/L Pt	48	78	4		4		9	12	7,7	20	-	-	10	210	7,7	61	250	320	6,3	5,8
RES-T	mg/L	90	128	62		62		54	62	50	114	814	1630	76	138	40	106	324	1540	48	50
RES-F	mg/L	70	102	46		46		32	42	38	76	644	1340	36	82	30	82	274	1358	26	26
RES-V	mg/L	20	26	16		16		22	20	20	38	170	290	40	56	10	24	50	182	22	24
RES-NF	mg/L	-	-	-		-		-	2	360	61	330	1360	-	-	-	-	-	-	-	-
pH		3,7	3,2	3,8		4,1		5,9	6,1	6	5,8	6,6	6,3	6,9	6,1	5,7	6	3,7	3	6,2	6
COND	µS/cm	54	54	-		-		48	50	56	77	191	188	66	171	30	68	35	37	48	56
ALCBIC	mg/L CaCO3	0	0	-		-		14	14	15	10	63	59	18	52	12	18	0	0	-	-
DUR	mg/L	8	7	13		13		9	9	12	13	16,7	16,3	21	30	8	11	6	6	10	11
OD	mg/L	6,6	1,3	8,7		8,7		0,9	0,3	0	0	-	-	7,3	0,6	3,8	0	5,2	3,4	7,3	1,9
DBO	mg/L	1	1	2		2		3	2	4	4	10	9	4	10	2	2	2	1	2	2
DQO	mg/L	<11	17	<11		<11		<11	<11	39	47	68	126	28	39	<11	14	25	29	<11	<11
PO4-O	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01		<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,09	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PO4-T	mg/L	0,07	0,07	<0,01		<0,01		0,07	0,04	0,04	0,04	0,77	0,62	0,04	0,01	0,02	0,03	0,19	0,26	0,01	0,01
NH4	mg/L	<0,05	0,31	<0,05		<0,05		<0,05	0,07	<0,05	<0,05	0,35	5,8	0,2	5,6	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	<0,05
NO3	mg/L	0,08	0,07	<0,01		<0,01		-	-	0,08	0,02	0,07	0,04	0,16	0,21	0,03	0,08	0,2	0,29	0,07	0,05
NO2	mg/L	<0,002	<0,002	<0,003		<0,003		-	-	<0,003	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
N KT	mg/L	0,45	0,89	0,18		0,18		-	-	0,2	0,73	8	10	1,6	7,7	0,33	0,82	0,69	1,4	0,35	0,7
COLI-T	NMP/100ml	23	-	8		8		500	4	5000	-	3000	-	300	-	23	-	50	-	30	-
COLI-F	NMP/100ml	0	-	<2		<2		300	2	3000	-	800	-	170	-	0	-	17	-	11	-
SiO2	mg/L	11	10	11		11		9	10	11	8	5,3	5,3	7	10	10	9	8	15	8	7
Mn	mg/L	0,35	0,37	0,14		0,14		0,08	0,005	0,14	0,23	0,29	0,29	0,08	0,5	0,06	1,2	0,2	0,45	0,1	0,53
Al	mg/L	4	5,4	<0,2		<0,2		0,03	0,1	0,28	0,93	69,7	125	0,28	<0,2	0,59	0,42	17,5	73	0,5	0,38
Fe	mg/L	1,2	2,3	<0,19		<0,19		1,2	0,75	1,3	9,3	17	48,5	0,41	10,9	0,44	11,4	5,5	33,3	0,51	1,3
Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01		<0,01	<0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,03	<0,01	<0,01
Ni	mg/L	0,01	0,009	<0,002		<0,002		0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,008	0,02	0,02	0,03	0,005	0,005
Zn	mg/L	0,03	<0,02	0,04		0,04		0,04	0,02	0,02	0,07	0,03	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,07	0,25	<0,02	<0,02
Pb	mg/L	<0,025	<0,025	<0,02		<0,02		0,14	0,14	<0,025	<0,025	0,2	0,2	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,03	0,1	<0,025	<0,025
Cd	mg/L	0,005	0,004	0,002		0,002		<0,001	0,005	<0,001	0,001	<0,002	<0,002	0,004	0,008	0,005	0,003	0,006	0,006	0,007	0,004
Cr	mg/L	<0,011	<0,011	<0,011		<0,011		<0,011	<0,011	<0,011	0,012	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	0,01	0,04	<0,011	<0,011
Ba	mg/L	<0,01	<0,01	0,2		0,2		<0,1	0,16	<0,1	<0,1	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	<0,1
Ca	mg/L	0,34	0,13	2		2		-	11	5,2	-	2,14	2,14	4,1	5,5	0,75	1	<0,06	<0,06	1,9	2,1
Cl	mg/L	6,7	7,8	-		-		-	-	-	-	21	19	6	6,5	1,7	1,6	5,4	6,2	5	4,9
Mg	mg/L	0,75	0,8	0,47		0,47		0,75	0,75	0,7	1,2	2,62	2,62	2,6	2,6	0,85	0,9	0,9	4,4	1,1	1,2
K	mg/L	1,9	1,7	1,7		1,7		2,4	2	1,6	3	-	-	3	3	1,6	1,4	1,5	5,8	2	2,1
Nd	mg/L	6,4	6,1	4,2		4,2		-	-	4,4	-	-	-	6,5	6	4,3	4	4,7	4,6	6	6,3

(-): ausência de dados; d.m.a: dia.mês.ano; S+M+F: amostra composta de superfície, meio e fundo.

Obs: os valores que superaram os limites preconizados para água superficial na legislação estão em negrito, enquanto que os valores que superaram a referência Jacareí estão sublinhados.

TABELA 4 - Resultados obtidos nas amostragens de água em cavas formadas por extração de areia, margem esquerda do rio Paraíba do Sul, Jacareí, SP.

PARAM.	UNIDADE	Quatro Simões A		Navegantes II		Rio Abaixo A		Paranaval		Brasil		Cepinho		Sade			
		superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo	superf	fundo
DATA	d.m.a	02.06.93		27.07.93		02.06.93		27.10.93		22.11.93		28.10.92		28.10.92		20.05.93	
T-AG	grau C	19,3	19	17,5	17,9	17,5	18,5	20,9	19	27,6	23,1	-	20	-	20,8	-	-
COR	mg/L Pt	5	25	5	5	90	15	5	-	20	150	-	100	-	15	-	-
TURB	NTU	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	35	-	-	-	-	-	-
RES-T	mg/L	223	221	268	1120	3420	4280	7670	1E+04	242	364	-	1060	-	47	-	-
RES-F	mg/L	183	183	194	950	2920	3670	6610	1E+04	100	196	-	354	-	23	-	-
RES-V	mg/L	40	38	74	170	500	610	1060	1800	142	168	-	706	-	24	-	-
RES-NF	mg/L	178	164	152	790	2990	2940	5170	9300	-	-	-	108	-	3	-	-
pH		4,9	5	4,7	4,6	5,2	5,2	5	5,3	5,9	5,3	-	7	-	7,5	-	-
COND	µS/cm	47	51	46	44	41	43	33	47	21	28	-	290	-	59	-	-
ALCBIC	mg/L CaCO3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	5	16	47	-	88	-	14	-	-
DUR	mg/L	3,6	3,3	7,6	18,3	5,9	6,9	5,5	99	68	71	-	67,1	-	11,9	-	-
OD	mg/L	5,1	5,6	7,2	5,4	2,5	1	1,3	1,2	4,9	0	-	0	-	-	-	-
DBO	mg/L	<1	7	-	-	24	2	11	-	3	7	-	20	-	3	-	-
DQO	mg/L	8	15	37	68	170	198	322	310	<11	28	-	100	-	17	-	-
PO4-O	mg/L	0,04	0,025	0,01	0,01	0,5	1,1	0,05	0,225	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
PO4-T	mg/L	0,3	0,4	0,095	0,05	2,5	2,5	7,3	4,5	0,04	<0,01	-	-	-	-	-	-
NH4	mg/L	5,2	3,6	0,02	0,02	13,5	14	0,32	0,24	<0,05	0,26	-	-	-	-	-	-
NO3	mg/L	0,24	0,24	0,04	0,04	<0,02	<0,02	0,26	0,29	0,12	0,16	-	-	-	-	-	-
NO2	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,002	<0,002	-	-	-	-	-	-
N KT	mg/L	10	8	-	-	20	15	6,8	-	0,7	1,4	-	-	-	-	-	-
COL-T	NMP/100ml	90	-	80	-	3E+04	-	7000	2300	50	-	-	1E+04	1700	12	-	-
COL-F	NMP/100ml	0	-	30	-	3E+04	-	800	110	30	-	-	2E+05	300	2	-	-
SiO2	mg/L	-	-	-	-	-	-	7,7	-	7	8	-	-	-	-	-	-
H2S	mg/L	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<0,007	0,08	-	<4	-	<4	-	-
Mn	mg/L	0,42	0,43	0,46	0,5	0,3	0,4	0,85	1,5	0,15	0,77	-	0,18	-	0,07	-	-
Al	mg/L	7,85	9,05	-	-	105	149	381	-	<0,2	0,64	-	<0,5	-	<0,5	-	-
Fe	mg/L	4,89	4,4	4,3	17,9	56,5	109	366	71,5	0,49	62	-	8,9	0,8	0,41	-	-
Cu	mg/L	<0,005	<0,005	0,02	0,03	0,06	0,07	0,04	0,17	<0,01	<0,01	-	<0,005	0,06	0,02	-	-
Ni	mg/L	<0,005	<0,005	0,01	0,02	0,06	0,08	0,03	0,11	0,02	0,01	-	<0,005	0,06	0,09	-	-
Zn	mg/L	0,13	0,12	0,05	0,11	0,21	13	0,1	1	<0,02	0,03	-	0,06	0,25	0,09	-	-
Pb	mg/L	<0,05	<0,05	<0,02	0,04	<0,05	<0,05	0,12	0,43	<0,025	<0,025	-	<0,05	0,1	0,35	-	-
Cd	mg/L	<0,002	<0,002	0,009	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,004	0,008	-	<0,002	<0,002	0,09	-	-
Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	0,16	<0,011	<0,011	-	<0,05	<0,002	<0,05	-	-
Ba	mg/L	-	-	-	-	-	-	0,64	-	0,1	0,11	-	-	-	-	-	-
Ca	mg/L	-	-	1,04	0,42	-	-	1,6	<0,02	18,6	15	-	-	-	-	-	-
Cl	mg/L	-	-	0,5	0,5	-	-	1,6	5	54	62	-	-	-	-	-	-
Mg	mg/L	-	-	1,22	4,2	-	-	-	23,8	3,8	4,7	-	-	-	-	-	-
K	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	10,7	15,8	-	-	-	-	-	-
Na	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	12,4	12,1	-	-	-	-	-	-

(-) : ausência de dados; d.m.a: dia.mês.ano; S+M+F: amostra composta de superfície, meio e fundo.

Obs: os valores que superaram os limites preconizados para água superficial na legislação estão em negrito, enquanto que os valores que superaram a referência Jacareí estão sublinhados.

TABELA 5 - Resultados obtidos nas amostragens de sedimento em cavas formadas por extração de areia e o Canal do Rio Comprido, no município de Jacareí, SP, nas margens do rio Paraíba do Sul.

PARAM.	UNIDADE	Margem direita										Margem esquerda					Sade (des/80)						
		Isabela I (ativa)	IR.Compr (s/ ext.)	M.Lua II A (ativa)	M.Lua II B (ativa)	Albuquerque (des/89)	Itapeva (ativa)	Lag.Azul (des/80)	Naveg.IA (ativa)	Naveg.IB (ativa)	Tigrão (des/80)	4SimõesA (ativa)	Naveg.II (ativa)	AbaixoA (ativa)	ParanaVal (ativa)	Brazil (des/90)		Cepinho (des/80)					
DATA	d.m.a	23.11.93	24.08.92	25.08.92	25.08.92	30.09.92	24.11.92	23.08.93	22.11.93	24.11.93	24.11.93	24.11.93	24.11.93	23.11.93	02.06.93	27.07.93	02.06.93	26.07.93	22.11.93	20.05.93	28.10.92	20.05.93	
NKT	µg/g	294	73	400	400	433	470	20	490	442	374	656	800	800	800	-	800	-	196	800	-	100	
P04-T	µg/g	196	12	86	171	120	20	4.42	181	102	197	250	195	120	185	205	120	185	113	175	-	35	
RES-T	%	42,6	-	-	-	-	-	32	29,8	49,8	43,2	54,1	43	31,7	51,8	38,9	31,7	51,8	54,7	78,1	-	38,7	
RES-F	%	37,5	-	-	-	-	-	26,7	24,8	45,5	37,1	46,9	39,1	29,3	45,7	34	29,3	45,7	50,7	77,5	-	33,1	
RES-V	%	5,1	-	-	-	-	-	5,3	5	4,3	6,1	7,2	3,9	2,4	6,1	4,9	2,4	6,1	4	0,6	-	5,6	
COLI-T	NMP/100ml	-	-	-	-	-	3.000,00	800	-	-	-	-	1700	23400	50	8	23400	50	-	8000	-	800	
COLI-F	NMP/100ml	-	-	-	-	-	800	23	-	-	-	-	2	1400	<2	2	1400	<2	-	80	-	80	
Ca	µg/g	<8	68	108	84	-	412	53,6	<8	<8	<8	65,9	<3,7	<5,33	<7,34	<5,33	<7,34	14,3	560	-	170		
Mg	µg/g	5100	7,7	4	46	134	44,4	1000	2850	3600	4200	1730	1540	455	1360	455	1360	4750	811	-	456		
Mn	µg/g	223	30	38	20	36	41	200	328	204	190	109	85,6	68	210	128	210	185	28	-	130		
Al	µg/g	38100	88	148	284	600	590	69700	45300	22500	53600	42900	23100	63200	64300	49200	64300	29700	6680	-	12400		
Fe	µg/g	30600	148	2380	2460	2600	520	22600	32300	21500	32900	15,7	3420	6680	18200	13600	6680	29300	760	-	820		
Cu	µg/g	56	0,8	2	0,6	0,8	5,4	<1	109	86	73	40	10,8	9	16,5	14,2	9	16,5	53	<1	10,2		
Ni	µg/g	<1	<0,06	<0,1	0,4	<0,04	0,56	80	23	<1	<1	<1	8,1	6	15,6	13,2	6	15,6	<1	4	-	24	
Zn	µg/g	300	6,6	5,4	9	9,8	23,8	63	300	700	400	96	44,2	30	73,4	55,7	30	73,4	1980	264	-	246	
Pb	µg/g	57	7,2	6,4	10	14,6	10,9	<10	71	69	64	60	22	20	<9,17	<9,43	20	<9,17	46	<10	-	3670	
Cd	µg/g	<0,05	0,18	0,12	<0,1	1	0,34	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,23	<0,33	<0,47	<0,47	<0,46	<0,50	<0,50	<0,5	-	<0,50	
Cr	µg/g	20,2	0,4	0,6	2	1,4	18	26,4	17,6	13,3	18,4	16,4	6,73	10,5	12,4	11	12,4	14,7	<5	<5	-	23,8	
Ba	µg/g	37,7	8,6	18	18	42	29,4	-	<10	<10	48,9	<10	-	-	-	-	-	<10	<10	-	-	-	
UNIDADE:	%	57,4	20,8	52,9	65,6	-	49,8	66,3	70,2	50,2	56,8	45,9	57	68,3	48,2	61,1	68,3	48,2	45,3	21,9	-	61,3	
pH		-	6,3	5,8	5,8	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	µg/g	-	19	24	24	26	24,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	µg/g	-	30	34	60	122	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SILTE	%	37	3,5	33	14	62,9	-	-	27,2	32,2	19,8	11,2	48,4	18	32,4	40,4	18	32,4	40,2	-	-	0,7	
ARGILA	%	61,1	6,6	66,1	72,9	30,2	-	-	72,5	18,2	90,2	87,4	47,8	82	67,6	59,6	82	67,6	22,2	-	-	0,5	
AREIA	%	1,9	92,9	1	13,1	6,9	-	-	0,3	49,6	0	1,4	3,8	0	0	0	0	0	37,6	-	-	98,8	

(-) : ausência de dados; d.m.a: dia.mês.ano; s/ ext.: sem extração; des/: desativada desde ...
 Obs: os valores que superaram os limites preconizados para água superficial na legislação estão em negrito, enquanto que os valores que superaram a referência Jacareí estão sublinhados.



TABELA 7 - Valores atribuídos (0 ou 1), aos parâmetros da água superficial, por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites Jacareí (obtidos a partir do monitoramento de 6 cavas da região de Jacareí).

PARÂM.	Margem direita										Margem esquerda						Totais		%C						
	Isab. I	R. Comprido	M. L. IIA	M. L. IIB	Albuquerque	Itapeva	L. Azul	Nav. IA	Nav. IB	Tigrão	4SimA	Nav. II	R. Abaixo A	Paran.	Brazil	Cepinho	Sade	C		N					
COR	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	0	-	0	2	20	10,0					
TURB	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	0	-	-	-	1	13	7,7					
RES-F	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	11	21	52,4					
RES-V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	7	21	33,3					
RES-NF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10	70,0					
pH	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	15	21	71,4					
COND	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17	11,8					
ALCBIC	1	-	-	-	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7	16	43,8					
DUR	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	11	21	52,4					
OD	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	-	9	19	47,4					
DBO	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5	19	26,3					
PO4-O	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-	6	19	31,6						
PO4-T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-	7	18	38,9						
NH4	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-	8	19	42,1						
NO3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	-	7	18	38,9						
NO2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	18	11,1						
N KT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	-	6	16	37,5						
COLI-T	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	10	22	45,5						
COLI-F	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	12	54,5					
Mn	1	-	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	11	20	55,0					
Al	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	6	18	33,3					
Fe	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	9	21	42,9					
Cu	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	9	21	42,9					
Ni	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	9	21	42,9					
Zn	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	9	21	42,9					
Pb	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4	21	19,0					
Cd	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	9	21	42,9					
Cr	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	21	42,9					
Ca	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21	9,5					
Mg	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	15	33,3					
K	0	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	15	26,7					
Na	1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	16,7					
C	8	3	10	2	2	2	2	2	19	8	5	17	3	15	12	21	22	23	9	6	4	-	-	-	
N	31	16	29	29	26	7	8	8	28	31	31	31	30	27	26	27	28	25	31	2	21	9	20	-	-
%C	25,8	18,8	34,5	6,9	7,7	28,6	25,0	25,0	67,9	25,8	16,1	54,8	10,0	55,6	46,2	77,8	78,6	92,0	29,0	100,0	42,9	66,7	20,0	-	-

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = porcentagem de parâmetros críticos.

(Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 8 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros da água de fundo, por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os (obtidos a partir do monitoramento de 6 cavas da região de Jacareí).

PARÂM.	Margem direita						Margem esquerda						Totais		
	Isab. I	Albuquerque	Itapeva	L. Azul	Nav. IA	Nav. IB	Tigrão	4SimA	Nav. II	R. Ab. A	Paran.	Brazil	C	N	%C
COR	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	0	2	13	15,4
TURB	0	0	0	0	1	0	0	0	-	-	-	0	2	9	22,2
RES-F	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	6	14	42,9
RES-V	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	6	14	42,9
RES-NF	-	1	0	1	-	-	-	0	1	1	1	-	5	7	71,4
pH	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	8	14	57,1
COND	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	14,3
ALCBIC	1	0	0	0	0	1	-	1	1	1	1	0	6	13	46,2
DUR	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	7	14	50,0
OD	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	13	30,8
DBO	0	0	1	0	1	0	0	1	-	0	-	1	5	12	41,7
PO4-O	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	5	14	35,7
PO4-T	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	6	14	42,9
NH4	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	7	14	50,0
NO3	0	-	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	6	13	46,2
NO2	0	-	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	13	15,4
N KT	0	-	0	0	1	0	0	1	-	1	-	0	4	11	36,4
Mn	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	5	14	35,7
Al	1	0	1	0	1	0	1	1	-	1	-	0	6	12	50,0
Fe	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	8	14	57,1
Cu	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	6	14	42,9
Ni	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	14	21,4
Zn	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	5	14	35,7
Pb	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5	14	35,7
Cd	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	6	14	42,9
Cr	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	7	14	50,0
Ca	1	0	-	0	0	1	0	-	1	-	1	0	5	11	45,5
Mg	0	1	0	0	1	0	0	-	1	-	1	1	7	12	58,3
K	0	1	0	0	-	0	0	-	-	-	-	1	3	9	33,3
Na	1	-	0	-	1	0	1	-	-	-	-	1	5	7	71,4
C	6	6	9	5	15	11	5	12	13	16	20	11	-	-	-
N	29	25	29	29	26	29	29	25	24	25	23	29	-	-	-
%C	20,7	24,0	31,0	17,2	57,7	37,9	17,2	48,0	54,2	64,0	87,0	37,9	-	-	-

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = porcentagem de parâmetros críticos.
Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 9 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros do sedimento, por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites Jacarei (obtidos a partir do monitoramento de 6 cavas da região de Jacarei).

PARAM.	Margem direita												Margem esquerda						Totais		%C
	Isab. I	R.Comp	M.L.IIA	M.L.IIB	Albuquerque	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4Sima	Nav.II	R.Ab.A	Paran.	Brasil	Cepinho	Sade	C	N		
																				Margem direita	
NKT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	1	-	0	1	-	3	16	18,8	
PO4-T	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-	12	18	66,7	
Ca	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	-	9	17	52,9	
Mg	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	14	18	77,8	
Mn	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	-	11	18	61,1	
Al	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	13	18	72,2	
Fe	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	10	19	52,6	
Cu	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	12	19	63,2	
Ni	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	8	19	42,1	
Zn	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	19	78,9	
Pb	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	10	19	52,6	
Cd	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	5,3	
Cr	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	13	19	68,4	
Ba	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1	11	9,1	
pH	-	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	50,0	
Na	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	5	0,0	
K	-	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	20,0	
C	10	0	1	2	4	2	7	11	9	8	12	10	11	10	10	6	3	-	-	-	
N	14	17	17	17	16	16	13	14	14	14	13	12	13	12	14	13	7	-	-	-	
%C	71,4	0,0	5,9	11,8	25,0	12,5	53,8	78,6	64,3	57,1	92,3	83,3	84,6	83,3	71,4	46,2	42,9	-	-	-	

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = percentagem de parâmetros críticos.

Obs: estão em negrito as percentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 10 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros do sedimento, por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites para ambientes não poluídos, reportados por MOORE (1991).

PARAM.	Margem direita										Margem esquerda						Totais		%C		
	Isab. I	R.Com.	M.L.IIA	M.L.IIB	Albuquerque	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4SimA	Nav.II	R.Ab.A	Paran.	Brasil	Cepinho	Sade	C		N	
																					Totais
Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,0	
Zn	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	11	19	57,9
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,0
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,0
C	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	-	-	-
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-
%C	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	0,0	25,0	0,0	25,0	25,0	25,0	0,0	25,0	-	-	-

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = percentagem de parâmetros críticos.

Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 11 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros do sedimento, por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites para ambientes não poluídos, preconizados por Bowden (1976, apud PRATER & ANDERSON, 1977).

PARAM.	Margem direita										Margem esquerda						Totais		%C		
	Isab. I	R.Com.	M.L.IIA	M.L.IIB	Albuquerque	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4SimA	Nav.II	R.Ab.A	Paran.	Brasil	Cepinho	Sade	C		N	
																					Totais
RES-V	1	-	-	-	-	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	-	6	13	46,2	
N KT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	-	0	0	0	0	16	0,0	
PO4-T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0,0	
Mn	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5,6	
Fe	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	7	19	36,8	
Cu	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	19	36,8	
Ni	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19	15,8	
Zn	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	8	19	42,1	
Pb	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	7	19	36,8	
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,0	
Cr	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	5,3	
Ba	1	0	0	0	1	-	0	0	1	0	-	-	-	-	0	-	-	4	11	36,4	
C	6	0	0	0	1	4	6	4	6	4	0	0	0	2	4	1	0	5	-	-	-
N	12	11	11	11	11	11	12	12	12	12	11	10	11	10	12	11	7	11	-	-	-
%C	50,0	0,0	0,0	0,0	9,1	36,4	50,0	33,3	50,0	33,3	0,0	0,0	0,0	20,0	33,3	9,1	0,0	45,5	-	-	-

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = percentagem de parâmetros críticos.

Obs: os valores em **negrito** superam os limites preconizados por estes autores para ambientes altamente poluídos, enquanto os valores em **letra normal** superam os limites

preconizados para ambientes moderadamente poluídos. Estão em **negrito** as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 13 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros da água superficial, para cada tipo de impacto (eutrofização e esgoto doméstico), por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites da legislação.

PARÂM.	Margem direita										Margem esquerda						Totais			
	Isab.I	R.Comprido	M.L.IIA	M.L.IIB	Albuquerque	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4SimA	Nav.II	R.Abaixo A	Paran.	Brazil	Cepinho	Sade	C	N	%C
CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMÉSTICO																				
OD	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	-	6	19	31,6
COR	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	-	0	5	20	25,0
TURB	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	-	-	-	0	0	-	-	4	13	30,8
DBO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	-	-	0	0	-	0	4	19	21,1
PO4-T	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	-	-	14	18	77,8
NH4	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	-	-	8	19	42,1
NO3	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	18	0,0
NO2	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	18	0,0
COLI-T	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	-	0	6	21	28,6
COLI-F	0	0	1	-	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-	0	6	21	28,6
C	2	1	4	0	2	3	4	2	1	3	0	2	1	7	5	3	2	2	5	0
N	10	10	10	8	8	10	10	10	10	10	10	9	8	9	9	7	10	2	5	2
%C	20,0	10,0	40,0	0,0	25,0	30,0	40,0	50,0	20,0	10,0	30,0	22,2	12,5	77,8	55,6	42,9	20,0	100,0	100,0	0,0
IMPACTO POR EUTROFIZAÇÃO																				
PO4-T	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	-	14	18	77,8
NH4	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	-	8	19	42,1
NO3	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	18	0,0
NO2	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	18	0,0
C	1	1	2	0	1	1	1	2	0	1	0	2	1	2	2	2	1	0	0	0
N	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0
%C	25,0	25,0	50,0	0,0	50,0	25,0	25,0	50,0	50,0	0,0	25,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = porcentagem de parâmetros críticos.
Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 14- Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros da água superficial, para cada tipo de impacto (mineração e metais), por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites Jacareí (obtidos a partir do monitoramento de 6 cavas da região).

PARAM.	Margem direita										Margem esquerda										Totais	
	Isab.I	R.Comprido	M.L.IIA	M.L.IIB	Albuquerque	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4SimA	Nav.II	R.Abaixo A	Paran.	Brazil	Cepinho	Sade	C	N	%C		
IMPACTO DA EXTRAÇÃO DE AREIA																						
COR	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	0	-	0	2	20	10,0		
TURB	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-	-	0	0	-	-	1	13	7,7		
RES-T	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	11	21	52,4		
pH	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	15	21	71,4		
ALCBIC	1	-	-	-	0	0	0	0	1	-	1	1	1	1	0	-	-	7	16	43,8		
DUR	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-	0	11	21	52,4		
Ca	1	-	0	0	-	0	0	1	1	0	-	-	0	1	0	-	-	5	15	33,3		
Al	1	-	0	0	0	0	0	1	1	0	-	1	1	-	0	-	0	6	18	33,3		
C	5	1	2	1	2	2	2	3	0	3	8	1	5	5	4	2	0	-	-	-		
N	8	5	7	7	7	8	8	7	8	8	7	6	6	7	5	8	0	6	-	-		
%C	62,5	20,0	28,6	14,3	28,6	25,0	25,0	42,9	0,0	37,5	100,0	14,3	83,3	83,3	71,4	80,0	25,0	0,0	16,7	0,0		
CONTAMINAÇÃO POR METAIS																						
Mn	1	-	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	-	0	11	20	55,0	
Al	1	-	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	-	0	6	18	33,3	
Fe	0	-	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	-	0	9	21	42,9	
Cu	0	-	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	-	0	9	21	42,9	
Ni	0	-	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	9	21	42,9		
Zn	0	-	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	-	4	21	19,0		
Pb	0	-	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	-	9	21	42,9		
Cd	1	-	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	9	21	42,9		
Cr	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0	2	21	9,5		
C	3	0	0	1	1	1	2	6	2	1	7	1	5	4	7	7	8	4	-	-		
N	9	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	9	8	9	9	7	-	-		
%C	33,3	0,0	0,0	11,1	11,1	11,1	22,2	66,7	22,2	11,1	77,8	11,1	55,6	50,0	77,8	100,0	22,2	0,0	11,1	57,1		

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = porcentagem de parâmetros críticos.

Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 15 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros da água superficial, para cada tipo de impacto (eutrofização e esgoto doméstico), por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites Jacareí (obtidos a partir do monitoramento de 6 cavas da região).

PARÂM.	Margem direita										Margem esquerda						Totais					
	Isab.I	R.Comprido	M.L.IIA	M.L.IIB	Albuquerque	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4SimA	Nav.II	R.Abaixo A	Paran.	Brazil	Cepinho	Sade	C	N	%C		
CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMÉSTICO																						
COR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20	10,0		
TURB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	7,7		
RES-V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	21	33,3		
OD	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	19	47,4		
DBO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	19	26,3		
PO4-O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	19	31,6		
PO4-T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	18	38,9		
NH4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	19	42,1		
NO3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	18	38,9		
NO2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	11,1		
NKT	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	16	37,5		
COLI-T	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	22	45,5		
COLI-F	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	22	54,5		
C	0	2	6	0	2	3	5	9	4	1	4	0	5	2	9	10	9	2	2	0	-	
N	13	13	13	10	10	13	13	11	13	13	13	12	10	12	12	12	9	13	2	6	5	-
%C	0,0	15,4	46,2	0,0	20,0	23,1	38,5	81,8	30,8	7,7	30,8	0,0	41,7	20,0	75,0	83,3	100,0	100,0	83,3	100,0	0,0	-
IMPACTO POR EUTROFIZAÇÃO																						
PO4-O	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	19	31,6		
PO4-T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	18	38,9		
NH4	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	19	42,1		
NO3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	18	38,9		
NO2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	11,1		
NKT	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	16	37,5		
K	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	16,7		
C	0	1	5	0	0	0	2	4	3	0	2	0	5	1	4	5	5	1	0	0	0	-
N	7	6	7	7	6	4	7	7	6	7	7	6	5	6	6	6	5	7	0	0	0	-
%C	0,0	16,7	71,4	0,0	0,0	0,0	28,6	66,7	42,9	0,0	28,6	0,0	83,3	20,0	66,7	83,3	100,0	14,3	0,0	0,0	0,0	-

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = porcentagem de parâmetros críticos.

Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 17 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros da água de fundo, para cada tipo de impacto (eutrofização e esgoto), por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites Jacarei (obtidos a partir do monitoramento de 6 cavas da região).

PARÂM.	Margem direita										Margem esquerda						Totais	
	Isab.I	Albuquerque	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4SimA	Nav.II	R.Ab.A	Paran.	Brazil	C	N	%C			
CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMÉSTICO																		
COR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	15,4			
TURB	0	0	0	1	0	1	0	-	-	-	-	0	2	9	22,2			
RES-V	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	6	14	42,9			
OD	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	13	30,8			
DBO	0	0	1	1	0	0	0	1	-	0	-	1	5	12	41,7			
PO4-O	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	5	14	35,7			
PO4-T	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	6	14	42,9			
NH4	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	7	14	50,0			
NO3	0	-	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	6	13	46,2			
NO2	0	-	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	13	15,4			
NKT	0	-	0	0	1	1	0	0	1	-	-	0	4	11	36,4			
Na	1	-	0	-	1	1	0	1	-	-	-	1	5	7	71,4			
C	1	0	4	4	7	7	1	6	1	5	6	5	-	-	-			
N	12	8	12	11	9	12	12	10	8	10	7	12	-	-	-			
%C	8,3	0,0	33,3	36,4	77,8	58,3	8,3	60,0	12,5	50,0	85,7	41,7	-	-	-			
IMPACTO POR EUTROFIZAÇÃO																		
PO4-O	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	5	14	35,7			
PO4-T	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	6	14	42,9			
NH4	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	7	14	50,0			
NO3	0	-	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	6	13	46,2			
NO2	0	-	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	13	15,4			
NKT	0	-	0	0	1	1	0	1	-	-	-	0	4	11	36,4			
K	0	1	0	0	-	0	0	1	0	-	-	1	3	9	33,3			
C	0	1	2	3	4	4	0	5	0	4	5	2	-	-	-			
N	7	4	7	7	6	7	7	6	5	6	5	7	-	-	-			
%C	0,0	25,0	28,6	42,9	66,7	57,1	0,0	83,3	0,0	66,7	100,0	28,6	-	-	-			

(-) = ausência de dados; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = porcentagem de parâmetros críticos.

Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
BIBLIOTECA

TABELA 18 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros do sedimento, para cada tipo de impacto (mineração, metais, esgoto e eutrofização), por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os valores preconizados por Bowden (1976, apud PRATER & ANDERSON, 1977) como ambientes moderadamente poluídos e altamente poluídos.

PARAM.	Margem direita										Margem esquerda						Totais				
	Isab. I	R.Comp.	M.L.IIA	M.L.IIB	Albuquerque	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4SimA	Nav.II	R.Ab.A	Paran.	Brazil	Cepinho	Sade	C	N	%C	
MODERADAMENTE POLUÍDO																					
RES-V	1	-	-	-	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	-	1	6	13	46,2
NKT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	16	0,0
PO4-T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	18	0,0
C	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-	-	-
N	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	0	3	-	-	-
%C	33,3	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	33,3	33,3	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	33,3	-	-	-
CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMÉSTICO E IMPACTO DA EUTROFIZAÇÃO																					
CONTAMINAÇÃO POR METAIS																					
Mn	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	18	5,6
Fe	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	19	15,8
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	5,3
Ni	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	19	10,5
Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	5,3
Pb	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	19	15,8
Cr	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	5,3
Ba	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	4	12	33,3
C	2	0	0	0	1	2	2	1	1	3	0	0	0	1	1	0	0	1	-	-	-
N	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	7	7	7	8	7	6	7	-	-	-
%C	25,0	0,0	0,0	0,0	12,5	28,6	25,0	12,5	12,5	37,5	0,0	0,0	0,0	14,3	12,5	0,0	0,0	14,3	-	-	-
ALTAMENTE POLUÍDO																					
CONTAMINAÇÃO POR METAIS																					
Mn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	18	0,0
Fe	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	19	21,1
Cu	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6	19	31,6
Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,0
Zn	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	7	19	36,8
Pb	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	19	21,1
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,0
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,0
Ba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	12	0,0
C	3	0	0	0	0	1	4	3	4	0	0	0	0	0	3	1	0	3	-	-	-
N	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8	9	8	7	8	-	-	-
%C	33,3	0,0	0,0	0,0	12,5	44,4	44,4	33,3	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	12,5	0,0	37,5	-	-	-

(-) = dados ausentes; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = porcentagem de parâmetros críticos.
 Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento

TABELA 19 - Valores atribuídos (0 ou 1) aos parâmetros do sedimento, para cada tipo de impacto (mineração, metais, esgoto e eutrofização), por ambiente estudado e por amostragem, a partir da comparação com os limites Jacareí (obtidos a partir do monitoramento de 6 cavas da região de Jacareí).

PARÂM.	Margem direita										Margem esquerda					Totais			
	Isab. I	R.Comp	M.L.IIA	M.L.IIB	Itapeva	L.Azul	Nav.IA	Nav.IB	Tigrão	4SimA	Nav.II	R.Ab.A	Paran.	Brazil	Cepinho	Sade	C	N	%C
IMPACTO DA EXTRAÇÃO DE AREIA																			
pH	-	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	50,0
Ca	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	-	9	17	52,9
Al	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	13	18	72,2
C	2	0	1	0	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	0	-	-	-
N	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	-	-	-
%C	100,0	0,0	33,3	0,0	0,0	50,0	100,0	100,0	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	50,0	0,0	50,0	-	-
CONTAMINAÇÃO POR METAIS																			
Mn	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-	11	18	61,1
Al	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	13	18	72,2
Fe	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	10	19	52,6
Cu	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	12	19	63,2
Ni	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	8	19	42,1
Zn	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	19	78,9
Pb	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10	19	52,6
Cd	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	5,3
Cr	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13	19	68,4
Ba	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	1	11	9,1
C	7	0	0	1	2	6	7	8	6	8	7	7	7	7	3	3	7	-	-
N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	10	9	7	9	-	-
%C	70,0	0,0	0,0	10,0	20,0	66,7	80,0	80,0	60,0	88,9	77,8	77,8	77,8	70,0	33,3	42,9	77,8	-	-
CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMÉSTICO																			
PO4-T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-	3	16	18,8
NKT	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-	12	18	66,7
C	1	0	0	1	0	1	0	1	1	2	1	2	1	1	2	0	-	-	-
N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	-	-	-
%C	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	50,0	0,0	50,0	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0	50,0	100,0	0,0	-	-	-
IMPACTO DA EUTROFIZAÇÃO																			
PO4-T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-	3	16	18,8
NKT	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-	12	18	66,7
K	-	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	20,0
C	1	0	0	1	2	0	0	1	1	2	1	2	1	2	2	0	-	-	-
N	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	-	-	-
%C	50,0	0,0	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0	50,0	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0	50,0	100,0	0,0	0,0	-	-

(-) = dados ausentes; C = total de parâmetros críticos; N = total de parâmetros; e %C = porcentagem de parâmetros críticos.

Obs: estão em negrito as porcentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 20 - Número total de parâmetros com valores críticos e o número total de parâmetros analisados (), por compartimento (água e sedimento-SEDIM.) e por referência ambiental: legislação (LEGISL.), Jacareí (JAC.), MOORE e BOWDEN.

margem do rio	COM EXTRAÇÃO DE AREIA										SEM EXTRAÇÃO DE AREIA									
	direita					esquerda					direita					esquerda				
	COMP.	REF.A.	Nav.IB	Itapeva	M.LIIA	M.L.IIB	Isab.I	Paran.	R.Ab.A	Nav.II	4Sim.A	Tigrão	Nav.IA	R.Comp.	Albuq.	L.Azul	Brazil	Cepin.	Sade	
IMPACTO POR MINERAÇÃO																				
ÁGUA	LEGISL.		4 (5)	3 (4)	1 (5)	2 (5)	3 (5)	2 (2)	7 (8)	1 (3)	2 (4)	1 (5)	2 (9)	2 (9)	4 (15)	1 (5)	1 (5)	2 (4)	0 (4)	
	JAC. S.		8 (8)	3 (7)	1 (7)	1 (7)	5 (8)	4 (5)	10 (13)	5 (6)	5 (6)	1 (7)	3 (8)	3 (12)	6 (24)	0 (8)	2 (8)	1 (6)	0 (6)	
	JAC. F.		8 (8)	3 (7)	-	-	5 (8)	4 (5)	5 (6)	4 (6)	4 (6)	1 (7)	2 (8)	-	4 (23)	1 (8)	1 (8)	-	-	
	%C		95,2	50,0	16,7	25,0	61,9	83,3	81,5	66,7	68,8	15,8	33,3	23,8	22,6	9,5	19,0	30,0	0,0	
SEDIM.	JAC.		2 (2)	1 (2)	1 (3)	1 (3)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	1 (2)	2 (2)	0 (3)	0 (4)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	1 (2)	
	%C		100,0	50,0	33,3	33,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	50,0	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	50,0	
CONTAMINAÇÃO POR METAIS																				
ÁGUA	LEGISL.		3 (9)	4 (8)	2 (9)	3 (9)	3 (9)	7 (7)	11 (17)	2 (7)	2 (8)	2 (9)	2 (9)	2 (9)	5 (27)	2 (9)	2 (9)	1 (8)	7 (14)	
	JAC. S.		7 (9)	6 (9)	1 (9)	1 (9)	3 (9)	8 (8)	14 (18)	4 (8)	5 (9)	1 (9)	1 (9)	0 (9)	4 (27)	2 (9)	2 (9)	1 (9)	8 (16)	
	JAC. F.		8 (9)	5 (9)	-	-	1 (9)	8 (8)	6 (9)	6 (8)	3 (9)	1 (9)	2 (9)	-	6 (27)	2 (9)	3 (9)	-	-	
	%C		66,7	57,7	16,7	22,2	25,9	100,0	70,5	52,2	38,5	14,8	18,5	11,1	22,2	22,2	25,9	11,8	50,0	
SEDIM.	MOORE		1 (4)	1 (4)	0 (4)	0 (4)	1 (4)	1 (4)	0 (4)	1 (4)	0 (4)	1 (4)	1 (4)	0 (4)	0 (8)	1 (4)	1 (4)	1 (4)	1 (8)	
	BOWDEN		5 (9)	3 (8)	0 (9)	0 (9)	5 (9)	1 (8)	0 (8)	0 (8)	0 (8)	3 (9)	4 (9)	0 (9)	2 (18)	6 (9)	4 (9)	1 (8)	4 (15)	
	JAC.		8 (10)	6 (9)	0 (10)	0 (10)	7 (10)	7 (9)	7 (9)	7 (9)	8 (9)	6 (10)	7 (10)	0 (10)	3 (20)	8 (10)	7 (10)	3 (9)	10 (15)	
	%C		60,9	47,6	0,0	0,0	56,5	42,9	33,3	38,1	38,1	43,5	52,2	0,0	3,0	65,2	52,2	23,8	39,5	
CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMÉSTICO																				
ÁGUA	LEGISL.		3 (10)	4 (8)	0 (8)	0 (7)	2 (10)	3 (7)	12 (18)	1 (8)	2 (9)	0 (10)	1 (10)	5 (20)	9 (28)	2 (10)	2 (10)	7 (7)	0 (6)	
	JAC. S.		4 (13)	9 (11)	0 (13)	0 (10)	0 (13)	9 (9)	19 (24)	2 (10)	5 (12)	0 (13)	1 (13)	8 (26)	16 (36)	4 (13)	2 (13)	7 (8)	2 (7)	
	JAC. F.		6 (12)	7 (9)	-	-	1 (12)	6 (7)	5 (10)	1 (8)	6 (10)	1 (12)	1 (12)	-	8 (31)	7 (12)	5 (12)	-	-	
	%C		37,1	71,4	0,0	0,0	8,6	78,3	50,0	15,4	41,9	2,9	8,6	28,3	34,7	37,1	25,7	93,3	15,4	
SEDIM.	BOWDEN		1 (3)	1 (3)	0 (2)	0 (2)	1 (3)	1 (2)	0 (3)	0 (2)	0 (3)	1 (3)	0 (3)	0 (2)	0 (4)	0 (3)	0 (3)	0 (3)	1 (3)	
	JAC.		1 (2)	0 (2)	0 (2)	1 (2)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	1 (2)	0 (2)	0 (2)	1 (4)	1 (2)	1 (2)	2 (2)	0 (2)	
	%C		40,0	20,0	0,0	25,0	40,0	66,7	40,0	33,3	40,0	40,0	0,0	0,0	12,5	20,0	20,0	40,0	20,0	
IMPACTO POR EUTROFIZAÇÃO																				
ÁGUA	LEGISL.		1 (4)	2 (4)	0 (4)	0 (3)	1 (4)	2 (4)	4 (8)	1 (4)	2 (4)	0 (4)	0 (4)	3 (8)	3 (10)	2 (4)	1 (4)	-	-	
	JAC. S.		2 (7)	4 (6)	0 (7)	0 (6)	0 (7)	5 (5)	9 (12)	1 (5)	5 (6)	0 (7)	0 (7)	6 (13)	2 (18)	3 (7)	1 (7)	-	-	
	JAC. F.		3 (7)	4 (6)	-	-	0 (7)	5 (5)	4 (6)	0 (5)	5 (6)	0 (7)	0 (7)	-	6 (18)	4 (7)	2 (7)	-	-	
	%C		33,3	50,0	0,0	0,0	5,6	85,7	65,4	14,3	75,0	0,0	0,0	42,9	23,9	50,0	22,2	-	-	
SEDIM.	BOWDEN		1 (3)	1 (3)	0 (2)	0 (2)	1 (3)	1 (2)	0 (3)	0 (2)	0 (3)	1 (3)	0 (3)	0 (2)	0 (4)	0 (3)	0 (3)	0 (3)	1 (3)	
	JAC.		1 (2)	0 (2)	0 (3)	1 (3)	1 (2)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	1 (2)	0 (2)	0 (3)	2 (6)	1 (2)	1 (2)	2 (2)	0 (2)	
	%C		40,0	20,0	0,0	25,0	40,0	66,7	40,0	33,3	40,0	40,0	0,0	0,0	12,5	20,0	20,0	40,0	20,0	

(-) = ausência de dados; %C = percentagem de parâmetros com valores críticos, considerando-se todas as referências ambientais (REF.A.) do compartimento (COMP.).
 Obs: estão em negrito as percentagens de parâmetros críticos iguais ou superiores a cinquenta por cento.

TABELA 21 - Espécies encontradas em cada cava estudada, com o número de indivíduos coletados (N), comprimento médio (L) e a biomassa média (B) - entre parênteses o desvio padrão da amostra.

ESPÉCIE	PARÂM.	P. SEG. A (ativa)	P. SEG. B (ativa)	BRASIL (des/89)	BISPO (des/89)	QUIRINO (des/76)
<i>Cyphocarax</i> sp (saguiriú) detritívoro	N		6			1
	L (cm) B (g)		17,70 (1,81) 85,72 (26,58)			15,6 53,9
<i>O. niloticus</i> (tilápia) onívoro	N		1			
	L (cm) B (g)		15,6 53,9			
<i>P. maculatus</i> (mandi) bentófago	N				16	1
	L (cm) B (g)				18,07 (1,80) 47,70 (15,12)	30,5 346,9
<i>A. bimaculatus</i> (lambari) onívoro	N	1			12	79
	L (cm) B (g)	10,5 14,0			10,64 (0,64) 15,17 (3,26)	9,51 (0,64) 10,11 (2,25)
<i>A. fasciatus</i> (lambari) onívoro	N			14		
	L (cm) B (g)			10,06 (1,45) 15,11 (7,84)		
<i>Pimelodella</i> sp (mandi-chorão) bentófago	N				1	
	L (cm) B (g)				15,0 32,0	
<i>H. malabaricus</i> (traíra) piscívoro	N			1		2
	L (cm) B (g)			18,4 60,7		14,20 (0,42) 24,10 (2,4)
<i>Rhamdia</i> sp (bagre) piscívoro	N			1		2
	L (cm) B (g)			25,0 120,3		35,50 (0,00) 539,90 (127,99)
<i>Acestrorhynchus</i> sp (peixe cachorro) piscívoro	N					4
	L (cm) B (g)					16,60 (4,41) 40,93 (41,06)
<i>G. brasilienses</i> (acará) bentófago	N					4
	L (cm) B (g)					10,20 (0,42) 18,00 (2,4)

ativa = cava com atividade de extração de areia; des/ = cava abandonada.

TABELA 22 - Biomassa total (B total), número de peixes coletados (N total), riqueza de espécies e o índice de diversidade de Shannon para cada cava amostrada.

	P. SEG. A (ativa)	P. SEG. B (ativa)	BRASIL (des/89)	BISPO (des/89)	QUIRINO (des/76)
B total (g)	14,0	568,2	392,5	977,2	2936,6
N total	1	7	16	29	93
Riqueza	1	2	3	2	7
Shannon	0,000	0,177	0,194	0,240	0,269

ativa = cava com atividade de extração de areia; des/ = cava abandonada.

DETESB - CIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



TABELA 23 - Concentração (total) de metais em amostras da musculatura de várias espécies de peixes de hábitos alimentares diferentes, coletados entre 11 a 14/12/95, em cavas de extração de areia, Jacareí, SP, os valores de referência para locais pouco contaminados e os limites máximos para consumo humano.

ESPÉCIE	HÁBITO	CAVA	Hg (µg/g)	Pb (µg/g)	Cu (µg/g)	Cd (µg/g)	Zn (µg/g)
<i>Cyphocarax</i> sp (saguirú)	detritívoro	QUIRINO (des/76) P. SEG. B (ativa)	0,07 0,22	<0,62 <0,62	0,42 0,40	0,07 0,07	5,95 8,67
<i>P. maculatus</i> (mandi)	bentófago	QUIRINO (des/76) BISPO (des/89)	0,16 0,43	<0,62 <0,61	0,34 0,22	0,02 0,07	4,92 4,42
<i>Rhamdia</i> sp (bagre)	piscívoro	QUIRINO (des/76) BRASIL (des/89)	0,32 0,42	<0,62 <0,61	0,20 0,17	0,07 0,12	5,49 7,09
<i>H. malabaricus</i> (traira)	piscívoro	QUIRINO (des/76) BRASIL (des/89)	0,54 <0,05	<0,62 <0,61	0,20 0,32	0,10 0,10	6,23 10,70
<i>Acestrorhynchus</i> sp (peixe cachorro)	piscívoro	QUIRINO (des/76)	0,33 0,20	<0,61 <0,62	0,69 0,15	0,10 0,07	11,00 7,43
<i>G. brasiliensis</i> (acarã)	bentófago	QUIRINO (des/76)	<0,05 <0,05	<0,62 <0,62	0,17 0,17	0,07 0,07	4,95 4,47
<i>A. bimaculatus</i> (lambari)	onívoro	QUIRINO (des/76) BISPO (des/89)	0,18 0,24	<0,62 <0,62	0,30 0,22	0,07 0,07	16,30 15,90
<i>A. fasciatus</i> (lambari)	onívoro	BRASIL (des/89)	<0,04	<0,62	0,49	0,07	13,10
Valores de referência			0,30	0,50	0,50	0,10	50,00
Limites máximos para consumo humano			0,5*	2,0*	30**	0,5**	200**

ativa: cava com atividade de extração de areia; des/: cava abandonada; * legislação brasileira; ** legislação inglesa.

Data Acquis	12/5/97
Indic	Memo 025/97
Intervista	DAH de 14/4/97
Progo	115
Data Tomba	12/5/97