

MICROZONEAMENTO E DIAGNÓSTICO FÍSICO-QUÍMICO DO RIBEIRÃO DAS ARARAS, ARARAS – SP

Christiano MAGINI¹ & Renato Luciani CHAGAS²

(1) Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de São Vicente. Praça Infante Dom Henrique s/n Parque Bitaru. CEP 11330-900, São Vicente, SP. Endereço eletrônico: cmagini@csv.unesp.br. (2) Biologo pelo Centro Universitário Hermínio Ometto - Uniararas, Avenida Maximiliano Baruto 500, Jardim Universitário. CEP 13607-339, Araras, SP.

Introdução
Classificação das Águas
Objetivos
Caracterização da Microbacia do Ribeirão Das Araras
Localização
Clima
Fisiografia e Geologia
Materiais e Métodos
Temperatura
Ph
Redox (Mv)
Oxigênio Dissolvido (Od)/ %Oxigênio em Gás (% Gás) / % Saturação ee Oxigênio (Sat %)
Resultados e Discussão
Alto Ribeirão das Araras
Médio Ribeirão das Araras
Baixo Ribeirão das Araras
Conclusões e Recomendações
Agradecimentos
Referências Bibliograficas

RESUMO - A urbanização e a diminuição de habitats naturais tornam-se mais evidente a cada ano. Esta pressão antrópica é particularmente grave em sistemas lóticos, que são necessários para abastecimento de água. A Microbacia do Ribeirão das Araras é um bom exemplo da ação antrópica, sendo impactada por urbanização e atividades rurais. Esta possui uma área aproximada de 16 Km² e localiza-se na porção central do município de Araras, na margem esquerda da Macrobacia do Rio Mogi-Guaçu. O objetivo deste estudo é classificar as águas fluviais desde as nascentes até a foz, utilizando as variáveis físico-químicas, fisiografia e hidrografia de cada trecho, e assim delimitar microzonas ambientais. As amostragens foram direcionadas para o período de seca, correspondente aos meses de março a novembro, para minimizar os efeitos das variações na vazão do ribeirão sobre as possíveis fontes de impactos ambientais. O estudo permitiu sub-dividir o Ribeirão das Araras em 3 áreas: Alto (ABA), Médio (MRA) e Baixo Ribeirão das Araras (BRA). No ABA ocorrem as principais áreas de mananciais. A qualidade das águas é boa (Classe I), mas porções da vegetação ciliar em algumas nascentes foram substituídas por culturas de cana. A fisiografia apresenta cachoeiras métricas a decimétricas com declividade superior a 30 graus, e sistema lótico caudaloso. Os principais impactos no ABA são de ordem física (desmoronamentos e assoreamentos) e biológicos (desmatamentos). No MRA situa-se a área mais urbanizada. Neste trecho nota-se uma mudança brusca nos índices analisados, o pH apresentou valores de 9,67; o potencial redox sofreu uma queda expressiva atingindo valor de até -140mV e os níveis de oxigênio apresentaram um grande aumento, chegando até 98,9% de saturação. O grande volume de esgoto *in natura* e a descarga de efluentes industriais foram aparentemente os principais responsáveis pela variação observada. A qualidade das águas variou entre Classe II a III. A fisiografia é mais plana com degraus fluviais de ordem métrica, e o sistema lótico caudaloso. Neste trecho, observam-se assoreamentos, desmoronamentos; impactos de ordem biológica como desmatamento, e impactos químicos provenientes de fontes urbana e industrial. No BRA ocorrem propriedades rurais de produção e de lazer. A mata ciliar existe em boa parte das drenagens, que quando ausentes são ocupadas predominantemente por plantações de laranja e cana. O sistema lótico ganha um maior volume e menor declividade tendo escoamento laminar em grande parte deste trecho, com a presença de algumas lagoas marginais. A qualidade das águas nesse trecho também variou entre Classe II e III. Esses resultados mostram evidências que a urbanização está diminuindo a qualidade ambiental da Microbacia do Ribeirão das Araras, e que os órgãos responsáveis não estão cumprindo efetivamente as normas ambientais vigentes.

PALAVRAS-CHAVE : Microbacias; hidrologia; indicadores físico-químicos; poluição; microzoneamento ambiental.

ABSTRACT – C. Magini, R. L. Chagas – Microbasin and Phisical-Chemical Diagnostic in Ribeirão das Araras, Araras – SP. Natural habitats are increasingly becoming degraded due to urbanization. In lotic systems; where anthropic activities not properly regulated will compromise the quality of freshwater supplies. The Ribeirao of Araras Micro basin is a good example of negative effects produced from both urban and agricultural activities. This micro basin is located at the central portion of Araras city; to the east of the Mogi Guaçu River Macro basin; and has an area of about 16 km². The objective of this research was to classify the Ribeirao of Araras Microbasin along its upstream-downstream gradient; according to physical-chemical variables; physiography and hidrography. The classification was used to define different microzones and to access its water quality. Sampling was conducted during the dry season (March to November) to minimize the influence of runoff variation. Three fluvial microzones were identified: High (HRA); Medium (MRA) and Low Ribeirao of Araras (LRA). In the HRA; the sources presented good quality; being classified as Class I. The riparian vegetation was present; but in some sources was replaced by sugar cane cultures. The physiography showed metric to decimetric cascades with declivities above 30 degrees; and a turbulent lotic system. The main impacts in HRA were physical (stream erosion and sediments transported downstream) and biological (deforestation). The MRA was located in the urban area. The waters in MRA; were classified as Class II and III; showing pH values as high as 9.67; expressive decreases in redox (from zero to -140 mV); and an overall increase in oxygen levels. These changes

were probably a result of the large volume of industrial effluents present. The landscape was flat with small steps; and the lotic system was turbulent. The identified impacts in MRA were physical (erosion and sediments transport); biological (deforestation) and chemical (industrial effluents). In LRA the waters were also classified as Classes II to III. This portion was occupied by recreational and rural proprieties. Riparian vegetation was present along the banks and was eventually replaced by cultures of orange and sugar cane. There; the lotic system increased in volume and lower declivity favored a more laminar flow; many marginal lagoons appeared. The results showed the decrease of quality in Microbasin resulting from urbanization; and suggest that the Municipal and State Administrations are not effectively enforcing the environmental laws.

Keywords: Microbasin; hidrology; physical-chemical indications; polution; environmental microzoneament.

INTRODUÇÃO

A água constitui um dos elementos de maior relevância para o bom funcionamento dos ciclos naturais, dele dependem inúmeras espécies e as condições climáticas locais e globais (Cavalcanti, 1995). Anualmente, cerca de $5.011.000 \times 10^3 \text{ m}^3$ de água evaporam da superfície terrestre, sendo $4.049.000 \times 10^3 \text{ m}^3$ dos mares e oceanos, e $62.000 \times 10^3 \text{ m}^3$ da terra firme que acabam se precipitando na forma de chuva, neve ou granizo. A quantidade média anual de precipitação pluvial sobre os mares e oceanos é de aproximadamente $4.012.000 \times 10^3 \text{ m}^3$, e sobre a terra firme, $99.000 \times 10^3 \text{ m}^3$. Desse ciclo fazem parte as plantas, os animais e o homem que utiliza a água para uma enorme diversidade de atividades, como higiene, agricultura, pecuária, indústria, lazer e produção de energia (Esteves, 1988).

Em média cada pessoa consome em vida cerca de 3 milhões de litros de água, sendo que 30 mil só para beber. Segundo dados da Organização das Nações Unidas, ONU, mais de 20 países já sofrem com a falta de água, 1 bilhão de pessoas simplesmente não tem acesso à água potável e nos próximos 25 anos, mais de 2,5 bilhões de pessoas viverão em regiões de seca crônica. A escassez atinge mais duramente a faixa ao norte da África, em países como Tunísia, Líbia, Jordânia e Arábia Saudita, e áreas centrais da Índia.

A média diária de consumo por habitante deveria ser de 80 a 100 litros, mas isso não ocorre. Em determinadas regiões, um só habitante chega a consumir até 1000 litros diários, enquanto em outras é a lei da vida seca que perdura. Diferente de outras regiões do planeta o Brasil, em sua maior parte, apresenta grande abundância de tal recurso, quer seja superficialmente ou em águas subterrâneas, como no Aquífero Guarani. Infelizmente o município e a cidade de Araras não apresentam condições geológicas para aproveitar as reservas subterrâneas, restando somente às águas superficiais para todo o consumo do município, segundo dados da SMA (Secretária do Meio Ambiente-SP, 1995). Na região dados coletados por Gomes & Sanches (2000) e Gomes (2003) confirmam e revelam que a situação esta se agravando, podendo em breve atingirmos áreas com colapso de abastecimento, devido a práticas de não manutenção

do meio hídrico. Vale lembrar que grandes cidades como São Paulo já sofrem o desabastecimento (racionamento) e perda da qualidade de água devido a eutrofizações induzidas por ações antrópicas.

Do total da água utilizada pelo homem 60% a 80% volta poluída para os rios, dados do prestigiado Fundo Mundial da Natureza, CETESB, MMA. Além disso, a atividade humana também interfere no ciclo da água, principalmente nas cidades com o desmatamento e a impermeabilização desordenada do solo, para a construção de ruas e habitações. Mota (1995) abordou estes e outros aspectos como importantes fatores na preservação dos recursos hídricos. A poluição das águas tem como origem diversas fontes, dentre as quais se destacam os efluentes domésticos, os efluentes industriais, o deflúvio superficial agrícola, estando, portanto associada ao tipo de uso e ocupação do solo (www.educar.sc.usp.br e www.uniagua.org.br). O município de Araras (Tabela 1) se insere neste contexto de fontes heterogêneas poluidoras. Alguns destes impactos ambientais podem alterar a cartografia geotécnica do estado, anteriormente elaborada por Nakazawa (1994), neste âmbito destacam-se práticas de aterros em planícies de inundações, portos de areia alterando o curso e a profundidade dos rios, erosão das margens por ação antrópica.

A fim de estabelecer padrões para o diagnóstico de sistemas lóticos, a CETESB selecionou 37 parâmetros de qualidade de água de ordem física, química, hidrobiológica, microbiológica (Jawetz, 1998) e ecotoxicológica (IAL, 1985) mais representativos (ver Tabela 2), alguns destes parâmetros foram aplicados neste estudo. Além da necessidade de se obter parâmetros de qualidade de água para a região o trabalho também segue a linha de pesquisa de Rocha et al. (2000), onde os autores definem a bacia ou microbacia hidrográfica como uma das melhores escalas para estudos ecológicos visando o planejamento urbano, Wiens (2002) também enfatiza a necessidade de estudos hidrográficos para obtenção de dados ecológicos integrados.

TABELA 1. Cargas Poluentes de Origem Industrial no município de Araras.

Nº	Nome da indústria	Tratamento		Remoção %	Vazão m/d	DBO mg/l	Última coleta	Local
		Sim	Não					
ARARAS								
059	Companhia Agrícola São João Ltda.	X			160029,04			Lago Próprio
114	Graziano e Cia Ltda.	X		96	52,00	145	10/97	Rib. Das Furnas
146	Ipar Indústria e Com. Papel Ararense.	X			61,02	6000	02/99	
207	Nestlé Industrial e Comercial Ltda.	X		99,83	490,00	57	03/97	Rib. Das Furnas
409	Sucorrico S/A Industria e Comércio	X						
269	Usina Santa Lúcia S/A	X			4735,00	15		Rib. Das Araras

Fonte: Prefeitura do Município de Araras, site do município (2000)

TABELA 2. Principais parâmetros utilizados para controle de qualidade para água.

• Temperatura da água	• Nitrogênio Amoniacal	• Cloreto
• Temperatura do ar • PH • Oxigênio Dissolvido (OD) • Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20) • Demanda Química de Oxigênio (DQO) • Coliformes Totais • Coliformes Fecais • Nitrogênio Total • Nitrogênio Nitrato • Nitrogênio Nitrito • Teste de Toxidade Crônica • Teste de Mutagenicidade	• Nitrogênio • Fósforo Total • Ortofosfato Solúvel • Resíduo Total • Resíduo Não Filtrável • Turbidez • Condutividade • Coloração da Água • Sulfactantes • Fenóis • Toxidade Aguda	• Ferro Total • Manganês • Bário • Cádmio • Chumbo • Cobre • Cromo • Níquel • Mercúrio • Zinco • Clorofila-a

Segundo: CETESB (1990)

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

O enquadramento dos corpos lóticos dos Estados Brasileiros foi estabelecido pela Resolução nº 20 de 18/06/1986 (CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente). Foram definidas 9 classes, segundo seus usos preponderantes a que as águas se destinam. Esta Resolução define a classificação das águas situada no território nacional, variando de classe 1 (a mais nobre e própria ao uso) até a classe 4 (a menos nobre e imprópria ao uso).

As Águas Doces, em particular, foram distribuídas em 5 classes:

I - Classe Especial - águas destinadas:

- Ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- Normalmente envolve áreas de mananciais; OD > 8mg/l.

II - Classe 1 - águas destinadas:

- Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário (natação; esqui aquático e mergulho);
- À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e

que sejam ingeridas cruas ou sem remoção de película; OD > 8 mg/l;

- À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

- Abastecimento doméstico; após tratamento convencional; OD 5-8 mg/l;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário (esqui aquático; natação e mergulho);
- À irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IV - Classe 3 - águas destinadas:

- Abastecimento doméstico; após tratamento convencional; OD < 5 mg/l;
- À irrigação de culturas arbóreas; cerealíferas e forrageiras;
- À dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas destinadas:

- À navegação;
- À harmonia paisagística;
- Aos usos menos exigentes.

OBJETIVOS

De posse de todas estas variáveis definimos como objetos de estudo os seguintes itens:

- Classificar águas do sistema lótico da Microbacia do Ribeirão das Araras com base na análise

quantitativa de parâmetros físico-químicos e análise qualitativa da área de entorno do Ribeirão das Araras;

- Delimitar o microzoneamento fisiográfico da Microbacia do Ribeirão das Araras.

CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DAS ARARAS

LOCALIZAÇÃO

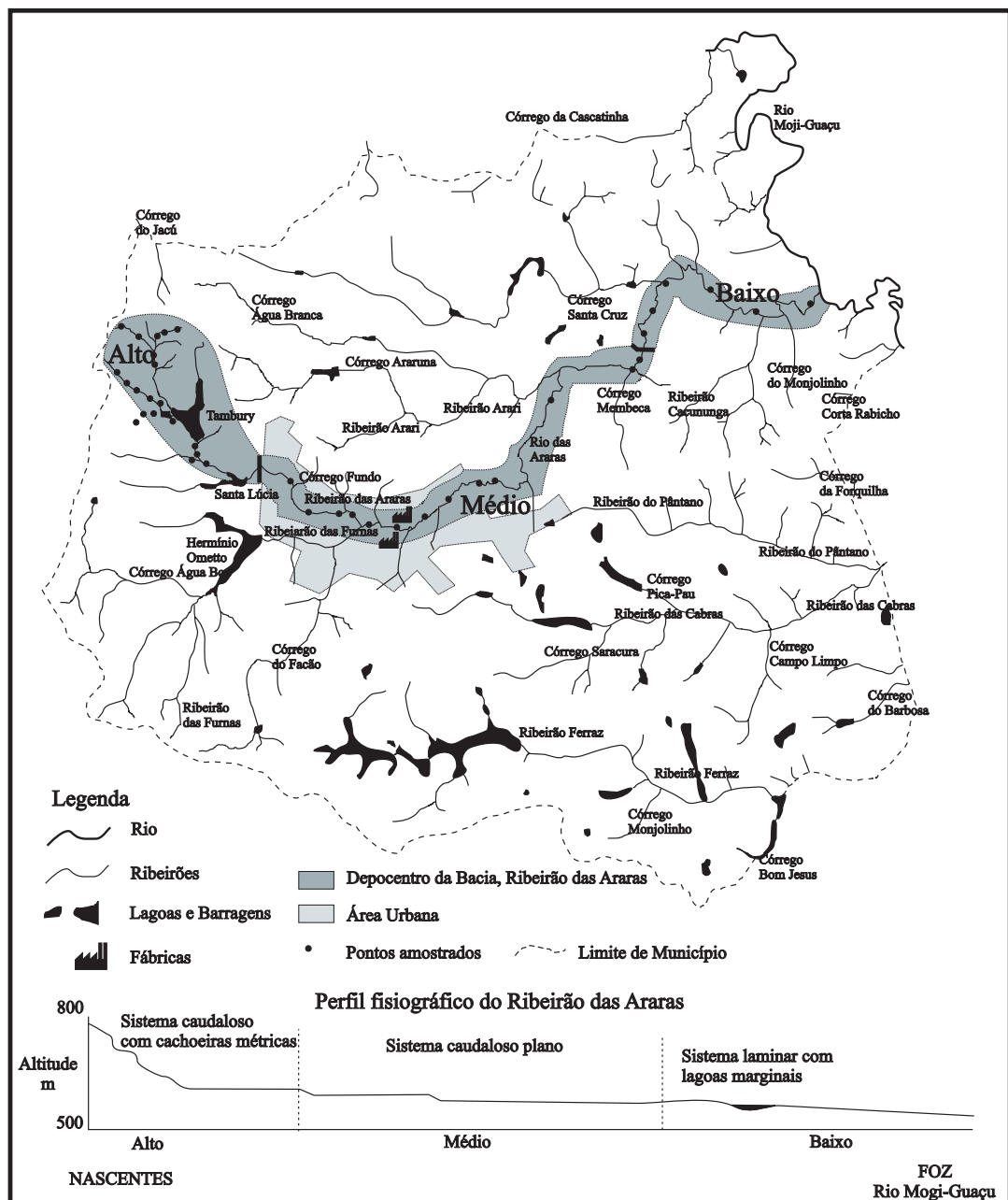
A Microbacia do Ribeirão das Araras está totalmente inserida no município de Araras (IBGE 1:50.000, Folha Araras-SF23YAI), engloba uma área de aproximadamente 400 Km². Apresenta um padrão dendrítico, semelhante a “galhos de árvores”, sendo composta também por outros ribeirões que escoam de oeste para leste-nordeste (Figura 1).

A pesquisa visa a avaliação do Ribeirão das Araras, principal drenagem deste município e depocentro da microbacia, englobando as áreas de mananciais até sua foz que deságua no Rio Mogi –

Guaçu que posteriormente deságua no Rio Pardo. A população local e que utiliza os recursos hídricos perfaz 105 mil habitantes, sendo 6,16% na zona rural e 93,84% no perímetro urbano, segundo IBGE (1998).

CLIMA

O clima da área da pesquisa é do tipo Cwa que por definição segundo o Sistema Internacional de Köppen é: clima mesotérmico de inverno seco em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. O total das chuvas no mês mais seco não ultrapassam 30mm. O

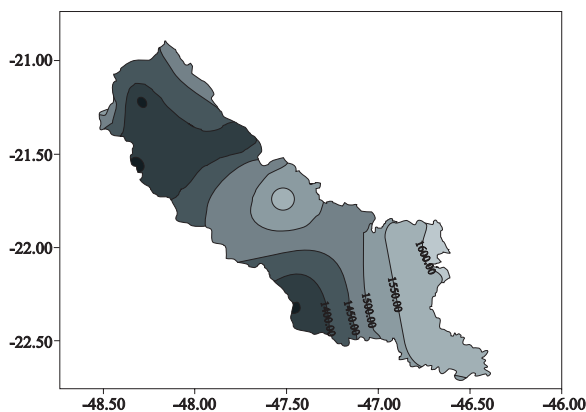


índice pluviométrico desse tipo climático varia entre 1100mm a 1700mm diminuindo a precipitação de leste para oeste. A estação seca nessa região ocorre nos meses de abril a setembro, sendo julho o mês que atinge a máxima intensidade. O mês mais chuvoso oscila entre janeiro e fevereiro. A temperatura do mês mais quente oscila entre 22°C e 24°C. Na área os dados de precipitação ficam acima dos 1400mm ano (Figura 2); abaixo de 300mm entre os meses de abril a setembro (Figura 3) e temperaturas médias anuais 21°C e 20°C (Figura 4).

FISIOGRAFIA E GEOLOGIA

Regionalmente a Microbacia do Ribeirão das Araras faz parte em ordem crescente das seguintes macrobacias: Mogi-Guaçu, Pardo, Paraná, Prata (Argentina/Uruguai). Na compartimentação da Macrobacia do Rio Mogi-Guaçu a mesma faz parte do compartimento Rio do Peixe (Figura 5).

Na fisiografia regional faz parte da depressão periférica situada entre a Serraria de Lindóia e as Cuestas Basálticas (Figura 6). Sua fisiografia e



geomorfologia local é composta por morros arredondados que segundo Christifoletti (1982) classificam-se como colinas onduladas planas ou terrenos ondulados a planos, com cuevas de porte de até centenas de metros. Esta geomorfologia formou drenagens dendríticas e lagoas interligadas com várias outras drenagens como os córregos Água Boa, Furnas estudado por Mozeto & Esteves (1987) e Souza (1993), Facão, Araruna, Água Branca e Arari, os quais perfazem o conjunto hidroológico do município. Nas cuevas formam-se os mananciais que abastecem o Ribeirão das Araras (porção oeste). Nas nascentes ocorrem exposições de espelhos de falhas e fraturas de direção NE-NW e E-O, rejeitos métricos permitem exposições das Formações Curumbataí, Serra Geral e Palermo. As variações litológicas permitem que processos de erosões diferencial atuem, acumulando sedimentos/solos nas vertentes que juntamente com os planos de fratura e os planos de contatos litológicos formam gradientes entre porosidade e permeabilidade ajudando na surgência ou minas de água de pequeno porte que ocorrem em toda porção oeste da Microbacia do Ribeirão das Araras. O padrão topográfico formou-se devido a tectônica rúptil com movimentação vertical à direcional de blocos provocando rejeitos decimétricos e expondo rochas armazenadoras (aquíferos) (Teixeira et al., 2000). Na área os arenitos que estão preferencialmente situados nas serras de São Pedro, São Carlos, Analândia comportam-se como grandes reservatórios e formam inúmeros mananciais. Por se situarem acima dos argilitos da Formação Corumbataí cedem grande quantidade de água para este nível estratigráfico.

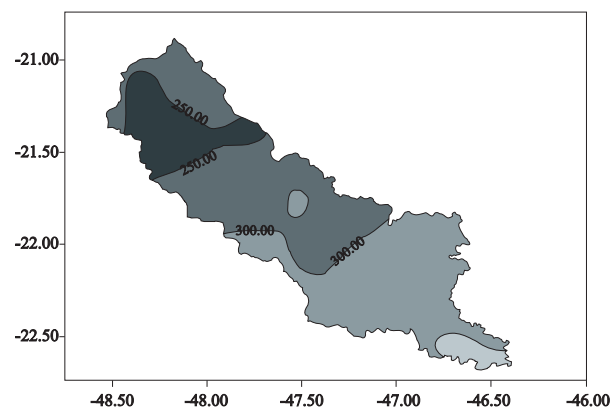


FIGURA 4. Médias anuais de temperatura calculada pela latitude e altitude para a Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu (fonte:Gomes, 2003).

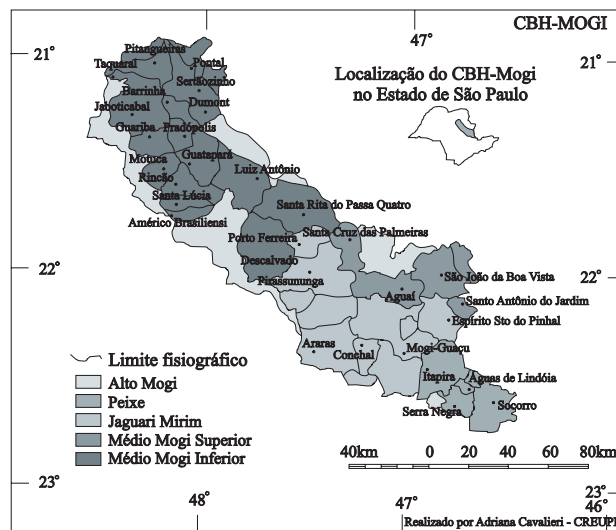


FIGURA 5. Localização dos compartimentos ambientais ou econômicos-ecológicos e municípios que compõem a bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu em território paulista. (Fonte: CETESB, 1990; em Gomes, 2003).

Geral). As idades destes sedimentos remontam desde o Carbonífero Superior até o Cretáceo Médio.

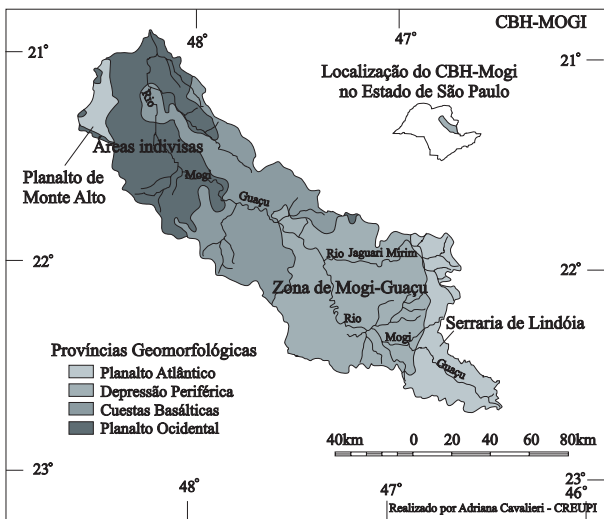


FIGURA 6. Mapa Geomorfológico da bacia do Rio Mogi-Guaçu no estado de São Paulo. Fonte IPT (1981a), citado em CETESB (1990) e Gomes (2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os equipamentos utilizados foram: GPS (Garmin), Oxímetro de campo (Digimed), pHgâmetro de campo (Digimed), bússola, termômetro (Termotest), máquina fotográfica (Vivitar) e mapas topográficos (IBGE; Folha Araras).

As coletas de dados percorreram as drenagens com caminharmento de montante para jusante, nos diferentes microambientes dos percursos fluviais realizando as análises *in loco* e na lâmina superficial da água. Cada ponto amostrado levou aproximadamente 20 minutos para ser concluído, devido à estabilização das leituras e por vezes padronização do phgâmetro. Foi escolhido o período de estiagem para a coleta de dados, mantendo-se assim um padrão lótico que não sofresse influência da chuva, tentando assim eliminar a possibilidade da emissão de efluentes diluídas; prática esta comum entre as empresas.

A metodologia de campo foi desenvolvida por Turati e Sampaio (2000) em Picinguaba-SP no Rio da Fazenda. Os equipamentos mostraram sensibilidade suficiente para detectar a variação dos parâmetros no curso lótico estudado, correlacionando a presença da água salgada e formação de sistemas salobros.

TEMPERATURA

Para as medidas de temperatura, foram utilizados termômetros simples de mercúrio, de haste e eletrônicos, as medidas foram realizadas no próprio local de coleta. A variação da temperatura determina uma alteração direta dos outros padrões analisados como oxigênio dissolvido, onde locais mais quentes tendem a um maior poder de diluição do oxigênio

permitindo valores mais alto de OD. Em locais mais frios a diluição tende a ser menor permitindo um maior acúmulo de O₂ em gás. A temperatura também pode influenciar no pH permitindo uma maior ou menor dissociação da água, liberando mais ou menos H⁺ e OH⁻. Outro cuidado na amostragem são as empresas que descartam seus efluentes com temperaturas acima do permitido; este problema encontra-se mais na zona urbana onde procuramos amostrar pontos com espaçamento menor.

pH

O pH é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio numa solução. Valores entre 7 a 0 indicam aumento de hidrogênio livre, enquanto valores entre 7 a 14 indicam aumento de bases. A temperatura é um fator que influencia, assim como o substrato rochoso por onde a água percorre, além de possíveis lançamentos de efluentes. Foi utilizado medidor digital com mV acoplado (marca Digimed).

REDOX (mV)

O fator Redox é a capacidade de redução e oxidação do oxigênio no meio hídrico, em parte é possível correlacionar com a condutibilidade elétrica ou corrente elétrica no meio hídrico. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente e que podem fixar oxigênio, como por exemplo o Fe⁺² ou Fe⁺³. Quanto maior for a quantidade de íons

dissolvidos que podem coligar-se ao oxigênio, maior será os valores de redox. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis são: cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos, cloretos e metais.

O parâmetro foi analisado com um medidor digital de mV; com sensor acoplado de pH. Embora não determine, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos

industriais, mineração, esgotos, lançamento de efluentes ricos em metais, ácidos ou bases.

Oxigênio Dissolvido (OD)/ %Oxigênio em gás (% gás) / % Saturação de Oxigênio (Sat %)

A determinação dos parâmetros de oxigênio foi realizada com oximêtro digital (Marca Digimed) em água superficial. O oxigênio dissolvido (OD) foi medido em miligramas por litro (mg/L) sendo um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das água s decorrentes de despejos orgânicos e industriais.

TABELA 3. Dados gerais amostrados durante a pesquisa, Alto, Médio e Baixo Ribeirão das Araras.

Ponto Campo	Ponto Mapa	Temperatura	pH	mV	OD	%O ₂	Sat %	Long W	Lat S
14	1	17,40	7,03	-3,00	0,34	1,05	5,00		
13	2	17,90	8,38	-73,00	8,90	14,90	57,50		
12	3	18,30	7,83	-45,00	42,98	15,10	64,78	247977	7531800
15	4	14,50	6,87	1,50	1,81	2,25	9,43	248150	7532239
1	5	24,45	7,13	0,00	5,82	5,90	24,15	247165	7532605
2	6	18,90	7,96	-55,00	23,37	1,70	45,60	247330	7532559
3	7	18,30	7,83	-45,00	42,98	15,10	64,78	247877	7531800
7	8	20,10	8,26	-6,70	7,36	13,50	51,20	246493	7530016
8	9	16,90	6,94	1,00	0,333	0,50	4,30	246583	7531239
9	10	16,50	7,75	-22,00	7,55	13,00	48,30	247012	7530858
10	11	18,30	6,96	0,00	10,42	18,20	70,20	247644	7530530
11	12	21,40	7,28	-10,00	7,98	13,80	54,00	248290	7529971
6	13	19,00	5,61	71,00	2,59	4,15	16,2	247579	7530016
5	14	19,00	6,25	27,75	3,30	6,20	23,80	247677	753001
4	15	18,20	6,12	44,50	5,50	13,10	41,05	247788	7529997
16	16	13,9	7,84	-47,5	11,78	16,1	59	248475	7530157
17	17	20,55	7,45	-26,00	20,97	13,10	52,80	249657	7528861
18	18	17,95	5,66	63,00	0,85	0,60	2,20	247233	7528223
19	19	23,70	6,54	-18,00	17,76	13,00	53,20	249705	7528199
20	20	27,85	7,20	12,25	5,20	3,80	16,30	250343	7528027
21	21	23,85	6,73	10,00	7,30	4,80	19,60	252943	7527012
22	22	26,30	6,93	0,00	13,08	8,80	37,50	253275	7527012
23	23	28,70	7,35	-21,00	24,10	16,80	72,01	253638	7526504
23b	24	25,10	7,25	-21,00	5,35	32,50	19,00		
E. Itauna	25	27,20	7,65	-44,00	14,60	20,80	48,30		
24	26	32,50	9,67	-140,00	33,57	25,20	98,90	255152	7526504
24b	27	26,40	7,24	-24,00	13,09	21,10	44,20		
25	28	24,20	7,39	-32,00	31,75	20,70	102,10		
26	29	26,10	7,32	-25,00	18,19	11,80	65,05		
27	30	26,50	7,13	-18,00	9,55	6,75	33,10	257789	7526080
28	31	22,00	6,67	X	4,32	2,40	10,90	259420	7527589
29	32	24,70	6,37	X	3,46	2,00	9,60		
30	33	22,40	6,42	X	6,74	3,80	16,70	265787	7532724
31	34	22,20	6,45	X	5,34	2,40	14,20	262901	7531252
32	35	21,50	6,42	X	6,67	3,80	16,70	265887	7532724
33	36	18,80	7,09	X	3,73	2,90	12,10	267689	7535589
34	37	17,60	6,54	X	7,77	6,20	24,40		
35	38	18,40	7,70	X	5,88	4,45	18,50	268811	7534385
36	39	18,10	7,00	X	3,41	2,50	10,00	269272	7534096
37	40	18,36	6,84	X	9,70	6,70	28,00	272039	7534800
38	41	18,50	6,72	X	8,51	6,20	24,80	272083	7534946

mV - Redox, OD - Oxigênio Dissolvido, %O₂ - % de oxigênio em gás, % Sat - % de saturação em oxigênio, Long - longitude, Lat - Latitude em UTM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos serão apresentados e discutidos em 3 microzonas distintas que são o Alto; o Médio e o Baixo Ribeirão das Araras. Os dados de GPS foram plotados utilizando-se a escala em UTM; pontos em branco (sem sinal) refletem problemas de cobertura vegetal e nuvens. Apresentamos na Tabela 3 os dados obtidos durante a pesquisa.

ALTO RIBEIRÃO DAS ARARAS

O Alto Ribeirão das Araras apresenta desde o seu início um padrão dendrítico, os cursos lóticos apresentam maior declividade, formando pequenas cachoeiras, seguidas de pequenas lagoas de onde já ocorrem processos incipientes de eutrofização. As pequenas cachoeiras assumem um importante papel na oxigenação melhorando as condições aeróbicas na área de manancial.

Os padrões químicos são os melhores de toda microbacia e servem de padrão para comparação de áreas com impactos químicos (p. ex. Médio e Baixo Ribeirão das Araras) devido à presença de indústrias e efluentes domésticos. As variações químicas afetam também o sistema biológico onde alguns indicadores (bioindicadores) podem ser utilizados assim como o estudo de Shulz & Martins Júnior (2000).

Analisando os resultados do Alto Ribeirão das Araras (áreas de mananciais), Figura 7, podemos interpretar que o pH varia de 5,61 a 8,38. Os valores mais baixos estão associados a substratos arenosos e locais com muito ácido orgânico (presença de mata ciliar), os valores mais altos estão associados a locais com substrato argiloso e de rochas basáltica. A temperatura é mais baixa e reflete as condições de sombreamento que ocorre em inúmeras nascentes devido à presença de mata ciliar. O redox (mV) varia de -73 a 71, esta ampla distribuição nas condições de redox reflete diferentes condições ambientais do sistema lótico do Alto Ribeirão das Araras. São fatores que contribuem para isto: minas d'água provenientes de rochas arenosas com oxidação de metais, neste caso ocorre a formação de crostas ferruginosas nas nascentes reduzindo os valores dos parâmetros de oxigênio (OD, % gás de O₂ e saturação de O₂), os pontos de campo 14, 15 e 8 são bons exemplos. Os valores mais altos de redox estão associados à própria disponibilidade do mesmo em solução, isto ocorre devido à oxigenação feita pelas diversas quedas (cachoeiras) nas áreas de manancial.

Os parâmetros de oxigênio refletem três condições ambientais: a) valores baixos (pontos de

campo 14, 15, 8, 1, 6, 5 e 4) interpretados como áreas de surgência de corpos d'água com pouco oxigênio disponível devido à utilização do mesmo por metais existentes na rocha, promovendo a formação de pequenas crostas lateríticas, b) valores intermediários (de 7 a 8 mg/l de OD) refletem áreas de oxigenação associada a pequenas quedas e corredeiras (pontos de campo 7, 9, 11,13), c) valores altos, acima de 8 mg/L de OD (pontos de campo 12, 2, 3 e 10) estão associados a áreas de grande oxigenação como cachoeiras e cursos caudalosos promovendo um acréscimo nos parâmetros de Oxigênio.

A pouca presença de mata ciliar, faz com que algumas drenagens das nascentes desapareçam em meio à monocultura da cana. No caso do ponto 4 foi detectado um deslizamento de terra ao se erguer uma cerca, confirmando atividades depredatória de ordem física ao meio hídrico. A pouca vegetação também foi foco de estudo de Rodrigues e Cestana (1996) os quais já mostravam a necessidade da revegetação. Esta microzona foi classificada como o Alto Ribeirão das Araras e no contexto geral apresenta-se preservada de impactos químicos de origem antrópicas e alguns focos com impactos físicos como assoreamento e desmoronamento de encostas, os quais podem comprometer os mananciais pelo seu afogamento e/ou aumento da turbidez, uma vez que toda a área de manancial possui águas cristalinas e juntamente com os parâmetros analisados corrobora para classificá-las como Classe I.

MÉDIO RIBEIRÃO DAS ARARAS

O Médio Ribeirão das Araras situa-se abaixo das represas Tambury e Santa Lúcia seguindo até a foz do Córrego Membeca. As drenagens neste trecho apresentam-se dendríticas com escoamento superficial caudaloso e fundo normalmente recoberto por areias e por vezes com a rochas exposta (argilitos da Formação Corumbataí ou basaltos da Formação Serra Geral). As condições hídricas apresentam maior turbidez já com grande quantidade de argilas em suspensão. Neste trecho foram quantificadas as primeiras anomalias físico-químicas da área, o odor nas margens do ribeirão torna-se desagradável (óleo, esgoto, efluentes). As temperaturas medidas apresentam valores mais altos chegando em alguns pontos até 33°C (ponto 26). Esta variação crescente ocorreu nas proximidades das indústrias de papel e sacaria, dentro da área urbana. O pH que possui sua variação entre 6,3 e 7,8, e no mesmo local onde a

anomalia térmica foi registrada apresentou valor de 9,67.

O redox também apresentou os menores valores variando entre - 100 e -150 mV, nos mesmos pontos onde a temperatura apresentou-se anômala. A fabricação de papel utiliza peróxidos os quais são também aquecidos e provocam grande carga de compostos oxigenados, além de carbonatos e argilas utilizados no processo de decantação do papel. Este tratamento industrial é o indicativo mais forte de impactos ambientais e provavelmente a fonte destas anomalias.

O Médio Ribeirão das Araras não possui cachoeiras e sua oxigenação é mais fraca, não sendo possível uma melhoria da qualidade da água por processos naturais. As altas taxas de esgoto doméstico, principalmente abaixo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), compromete todo o curso até a foz com o Rio Mogi-Guaçu, afetando assim o Baixo Ribeirão das Araras. Os parâmetros de oxigênio também são bastantes diferentes em relação a sub-área do Alto Ribeirão das Araras (ver Tabela 2).

Oxigênio Dissolvido, % de Oxigênio e Saturação de Oxigênio apresentam valores altos em comparação as demais sub-áreas. A interpretação é que esta sub-

área recebe efluentes ricos em O₂, podendo existir a presença de peróxidos, sodas, ou componentes similares elevando os níveis deste parâmetro. A jusante da ETE os valores de OD nos pontos de campo 28, 29, 30, 31, 32, 33 e 34 são inferiores à 8 mg/L de OD e pontualmente atingem valores abaixo de 4 mg/L. Estes valores são reflexos do despejo dos efluentes da ETE de Araras a qual possui precário sistema de tratamento e frequentemente apresenta problemas de funcionamento, permitindo que esgoto bruto seja despejado no curso do ribeirão. Nesta sub-área na qual esta inserida boa parte da zona urbana ocorrem os mais graves impactos biológicos e os mais extensos cursos sem mata ciliar. A ocupação urbana das margens e as atividades industriais são os principais focos impactantes, os dados heterogêneos permitem classificar as águas do trecho a montante como Classe II e do trecho a jusante como Classe III que também ocorre até a foz do ribeirão Membeca. Pesquisa realizada por Gatti (1997) detectou a presença de metais em lagoas marginais do Rio Mogi Guaçu. Os dados servem de alerta e mostram que processos de eutrofização evoluem atualmente com padrões geoquímicos dos sedimentos diferentes de processos naturais, causando prováveis danos a biota.

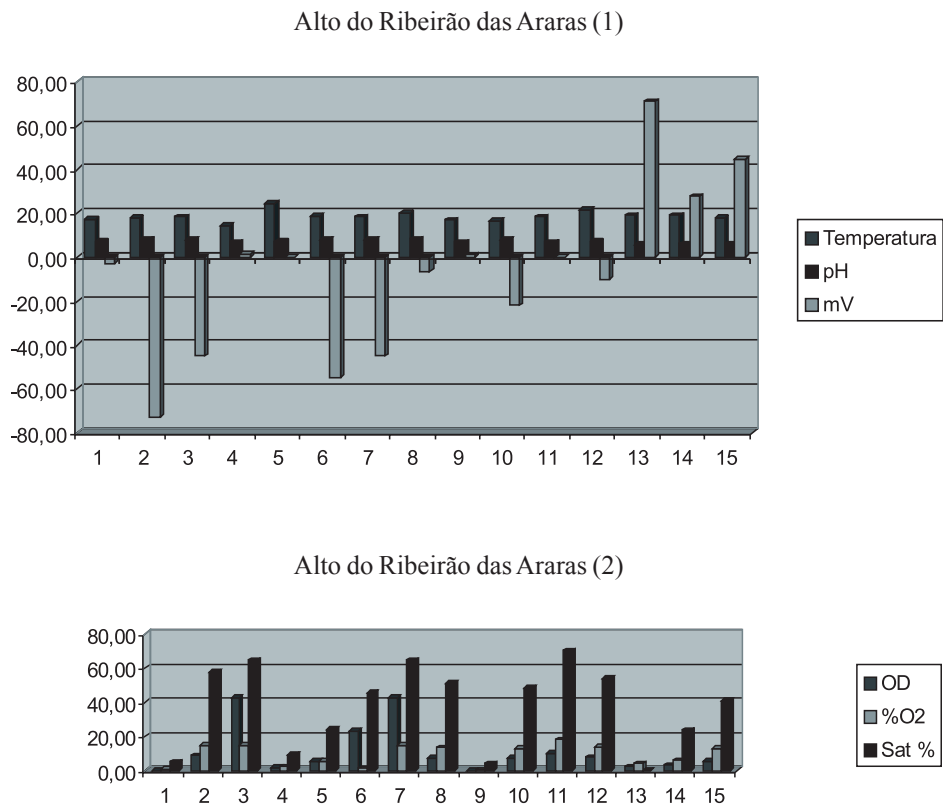


FIGURA 7. Dados físico-químicos para o Alto Ribeirão das Araras.

BAIXO RIBEIRÃO DAS ARARAS

O Baixo Ribeirão das Araras apresenta poucos degraus e quando existentes são de ordem métrica, principalmente na região da foz, o Rio Mogi – Guaçu. As poucas áreas de oxigenação e algumas lagoas marginais formam sistemas hídricos de fluxo laminar onde processos de eutrofização aceleram o consumo de oxigênio e diminuem a qualidade da água neste trecho, além da presença dos efluentes oriundos do Médio Ribeirão das Araras. A variação referente aos índices de oxigênio entre as duas microzonas (Médio

e Baixo) apresenta incipiente recuperação na fase final do ribeirão. Outro fator importante para baixa recuperação é a pequena quantidade ácidos orgânicos devido à pouca vegetação ciliar, estes ácidos poderiam contribuir com uma recuperação mais acelerada, pois possuem capacidade de quelação possibilitando a fixação de metais.

O uso e ocupação do solo volta a ser por propriedades rurais e em muitos casos com derrubada da mata ciliar provocando impactos de ordem física (assoreamento e desmoronamento das margens).

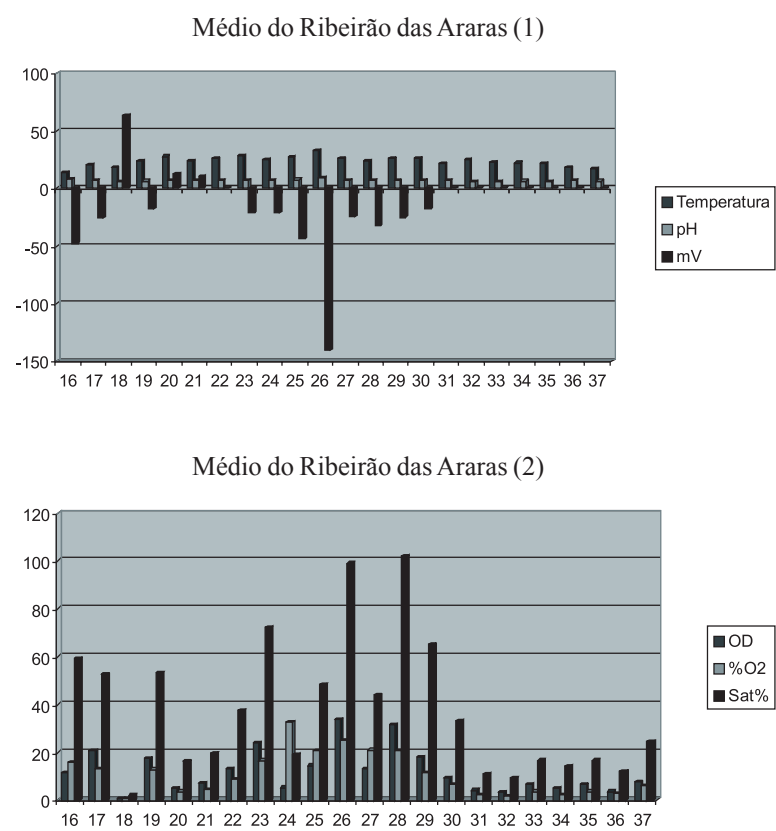


FIGURA 8. Dados físico-químicos para o Médio Ribeirão das Araras.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A metodologia utilizada possibilitou a obtenção de resultados coerentes sendo de grande aplicação na detecção primária de problemas ambientais relacionados a poluição hídrica, servindo como bom rastreador.

Foi possível delimitar três microzonas ambientais sendo: a) Alto Ribeirão das Araras - região de nascentes com relevo íngreme com cachoeiras métricas, presença de mata ciliar. Neste trecho ocorrem nascentes associadas a exposição das rochas e associadas ao acúmulo de águas superficiais no regolito, é o trecho mais preservado dos impactos

ambientais. A qualidade da água segundo os parâmetros analisados classifica-se como Classe I com valores de OD de 12,2 mg/L, águas límpidas e inodoras e temperaturas mais baixas devido à cobertura vegetal, o pH é neutro a levemente básico (7,21). Este trecho funciona como reservatório e oxigenação da água devido as cachoeiras, deve ser preservado de ocupação e a pouca recuperação que deve ser efetuada seria a prática de revegetação.

O Médio Ribeirão das Araras possui relevo plano com sistema fluvial caudaloso a laminar, com locais apresentando assoreamento e desmoronamento das

margens. A vegetação ciliar é inexistente na maior parte do seu trecho e a qualidade da água varia de Classe II a III. Neste trecho ocorrem os principais impactos ambientais: efluentes industriais, detectados por anomalias térmicas e pelos valores de pH, esgoto doméstico detectado pelo odor e pelo valores de oxigênio dissolvido, além de uma grande quantidade de resíduos sólidos de origem urbana sedimentados nas margens. A ETE presente neste trecho produz na parte à jusante trechos anaeróbicos, diminuindo a qualidade da água para Classe IV, além de provocar perda da biota aeróbica. A solução mais imediata para os impactos neste trecho seria manter o perfeito funcionamento da ETE, além da implementação do tratamento de efluentes pelas indústrias locais e controle dos resíduos sólidos da população ribeirinha.

O Baixo Ribeirão das Araras possui áreas de inundação com formação de lagoas marginais e fluxo hídrico laminar com pequenos trechos na foz caudaloso. Neste trecho a vegetação possui uma densidade heterogênea e a qualidade da água apresenta-se como Classe II a III. As planícies de inundação em parte encontram-se desmatadas sofrendo ação de turismo e ocupação das margens por propriedades rurais e chácaras de lazer. O controle da ocupação e a

revegetação são metas importantes na recuperação ambiental deste trecho.

O Ribeirão das Araras possui diferentes características, inicia como classe I, passa para II, III e IV e termina na sua foz como classe III. Legalmente isto é proibido infringindo diversas leis (ver em Anexo) um rio não pode diminuir a qualidade de outro, no caso, o Ribeirão das Araras esta diminuindo a qualidade das águas do rio Mogi-Guaçu, definido como classe II. Ações mitigadoras como a fiscalização nas empresas e no município auxiliariam na melhoria da qualidade da água e a manutenção das reservas hídricas para a região, uma vez que dependem exclusivamente dos rios.

O Ribeirão das Araras funciona como principal depocentro hídrico do município e recebe a descarga de outros ribeirões, o assoreamento e desmoronamento observado no seu curso podem agravar-se caso os mesmos impactos ocorram também nos seus afluentes de maior porte, como Córrego do Facão e Ribeirão Furnas. A implantação de sistemas de monitoramento e a criação de uma secretaria do meio ambiente atuante e preocupada com a disponibilidade da água no município seriam metas importantes da administração local para mitigar danos ao sistema hídrico, além de práticas de educação ambiental junto à população.

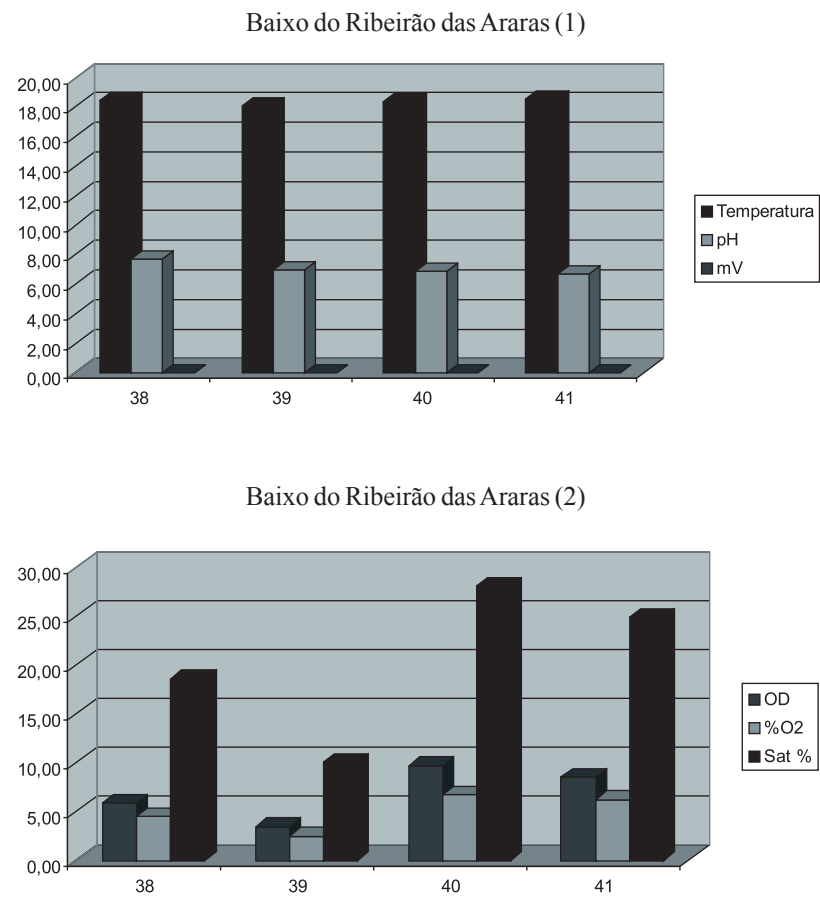


FIGURA 9. Dados físico-químicos do Baixo Ribeirão das Araras.

AGRADECIMENTOS

À Uniararas e ao LEA (Laboratório de Estudos Ambientais), Prefeitura do Município de Araras, Secretaria de Planejamento e SAEMA da cidade de Araras-SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: estudo de uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1995, 429 p.

2. CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2ª edição, 1982, 188 p.

3. CETESB-COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 1989**. São Paulo: Relatórios Ambientais, ISSN 0103-4103, 1990, 164 p.

4. ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limonologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988, 575 p.

5. GATTI, L.V. **Distribuição de metais em testemunhos de sedimentos de duas lagoas marginais do rio Mogi Guaçu (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP)**. São Carlos, 1997, Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos.

6. GOMES, P.C.B. & SANCHES, M.A.V. **Educação Ambiental: álbum ilustrado e mapeamento dos riscos ambientais perceptivos (CD)**. Araras: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, 2000, CD-ROM.

7. GOMES, P.C.B. **Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu**. São Carlos: Suprema, 2003, 300 p.

8. IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Análises de Laboratório: Métodos: Medicinais**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Saúde Instituto Adolfo Lutz, v. 1, 3ª edição, 1985, 533 p.

9. IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**. São Paulo: IBGE, 1998, n. 22.

10. IPT-INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Inventário Cartográfico do Estado de São Paulo**: São Paulo: IPT/PRÓ-MINÉRIO, 1981, 342 p.

11. JAWETZ, E.; MELWICK, J.L.; ADELBERG, E.A. **Microbiologia médica**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 20ª edição, 1998, 524 p.

12. MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES, 2ª edição, 1995, 200 p.

13. MOZETO, A.A. & ESTEVES, F.A. Ecologia de Lagoas Marginais. **Ciência Hoje**, v. 5, n. 30, p. 73, 1987.

14. NAKAZAWA, V.A. - **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000**. IPT/Departamento Ciência e Tecnologia, 1994, 1ª edição, 2 v. (2 Mapas e Cartilha de Legendas).

15. ROCHA, O.; PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. A Bacia Hidrográfica como unidade de estudo. In: ESPINDOLA, E,L,G; PASCHOAL, C.M.R.B.; ROCHA, O.; BOHER, M.B.C.; NETO, A.L.O. (Editores). **A Bacia Hidrográfica do Rio Mojininho**. São Carlos: RiMa, 2000, p. 1-16.

16. RODRIGUES, R.R. & CESTANA, M.S.S. **Revegetação das áreas marginais de cursos d’água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Furnas que abastece o município de Araras/SP**. S.L.P. Planalsucar, 1996, n.191, 30 p.

17. SCHULZ, U.H & MARTINS JUNIOR, H. Astyanax fascitus as Bioindicator of Water Pollution of Rio dos Sinos, RS, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p. 615-622, 2000.

18. SMA/SAA/SEPCAM- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE/SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO/SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO. **Macrozoneamento das bacias dos rios Moji Guaçu, Pardo e Médio Grande - questões sócio ambientais regionais**. São Paulo: 1995, 168 p.

19. SOUZA, J.M.B. de. **Microbacia Hidrográfica Ribeirão Furnas. Araras/SP**. Campinas: Divisão Regional Agrícola, 1993, Mimeogr., 83 p.

20. TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 1ª edição, 2000, 557 p.

21. TURATI, J.C., SAMPAIO, T.B. – **Análise das variações de pH, mv, temperatura, saturação/porcentagem de oxigênio e oxigênio dissolvido no Rio da Fazenda**. Araras, 2000, 54 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - UNIARAS.

22. WIENS, J.A. Riverine landscape: taking landscape ecology into the water. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 501-515, 2002.

23. <http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>

24. <http://www.uniagua.org.br/qualidad.htm>

ANEXOS

Anexo I - Principais leis relacionadas aos recursos hídricos
- Legislação Ambiental Relacionada a Qualidade das Águas Leis Federais :
Lei n.º 5.357, de 07/12/67:
Estabelece penalidades para embarcações e territoriais Marítimas ou fluviais que lançaram detritos ou óleo em águas brasileiras
Lei n.º 4.771, de 15/09/65:

Código Florestal
Lei n.º 6.938, de 31/08/81:
Dispõe a Política Nacional do Meio Ambiente
Lei n.º 7.661, de 16/05/88:
Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
Lei n.º 9.433, de 08/ 01/97:
Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos

São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 22, n. 2, p. 195-208, 2003

207

Decretos Federais:

Decreto n.º 89.336, de 31/01/84:
Dispõe sobre as reservas Ecológicas e Áreas de relevante Interesse Ecológico
Decreto n.º 99.274, de 06/06/90:
Regulamenta a Lei n.º 6.938, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente

Resoluções do Conama:

Resolução n.º 04, de 18/09/85:
Define Reservas Ecológicas
Resolução n.º 20, de 18/06/86:
Classifica as águas segundo seus usos preponderantes

Leis Estaduais - SP

Lei n.º 898, de 18/12/75:
Disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo.
Lei n.º 997, de 31/05/76:
Dispõe sobre controle da poluição do meio ambiente
Lei n.º 1172, de 17/11/76:

Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água.
Lei n.º 6.134, de 02/06/88:
Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneos no Estado de São Paulo
Lei n.º 7.663, de 30/12/91:
Estabelece a Política de Recursos Hídricos
Lei n.º 7.750, de 31/03/92:
Dispõe sobre a Política de Saneamento
Lei n.º 9.509, de 20/03/97:
Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente
Lei n.º 9.866, de 28/11/97:
Diretrizes e normas para proteção e recuperação das Bacias hidrográficas dos mananciais de interesse Regional do Estado de São Paulo
Decretos Estaduais - SP
Decreto n.º 9714, de 19/04/77:
Aprova o Regulamento das Leis 898/75 e 1172/76.
Decreto n.º 10755, de 22/11/77:
Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto 8468/76.