

## Qualidade das águas do ribeirão Ubá- MG

Cornélio de Freitas Carvalho

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP

ICEB - Departamento de Química - DEQUI

E-mail: cornelio@iceb.ufop.br

Adalberto Luiz Ferreira

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI

E-mail: aluiz@fiemg.com.br

Frank Stapelfeldt

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP

### Resumo

A qualidade da água do ribeirão Ubá, dentro e nas vizinhanças da cidade de mesmo nome, no Estado de Minas Gerais, foi investigada. Para tal foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas. Análises físico-químicas de efluentes de fábricas de móveis de madeira, principal atividade industrial da cidade, também foram feitas. O Índice de Qualidade de Água (IQA) - com base em parâmetros químicos e biológicos - foi usado para determinar a qualidade da água do ribeirão. Constatou-se que, a partir da entrada da cidade, bem como à montante desta, a água do ribeirão Ubá é de má qualidade, sofrendo tanto a poluição por esgotos domésticos quanto por efluentes industriais.

**Palavras-chave:** qualidade de água, efluentes industriais, poluição da água do ribeirão Ubá.

### Abstract

*The water quality of the Ubá creek, inside and in the outskirts of the town with this name in the state of Minas Gerais, was investigated. Both physico-chemical and bacteriological analyses were performed in this investigation. Also, physico-chemical analyses of the effluents from furniture industries, the main industrial activity in that town, were also carried out. The Water Quality Index (WQI) - based on chemical and biological parameters - was used to determine the quality of the water of this creek. It has been found that inside this town as well as after leaving it, the water of the Ubá creek is of bad quality, due to pollution resulting from both domestic and industrial sewage.*

**Keywords:** water quality, industrial effluents, water pollution of the Ubá creek.

# 1. Introdução

## 1.1 A região do estudo

A cidade de Ubá (Latitude sul = 21° 07' 10", Longitude Oeste = 42° 56' 10"), localizada na região sudeste de Minas Gerais, está distante 287 km da capital. Essa cidade possui uma população de 82.842 habitantes (ACIU, 2003) e tem como principal atividade econômica a fabricação de móveis.

A captação de água e o descarte dos esgotos domésticos e de efluentes industriais são todos realizados no ribeirão Ubá que corta a cidade no sentido NW - SE.

A bacia hidrográfica do ribeirão Ubá ou ribeirão Miragaia, pertencente à bacia do Rio Paraíba do Sul, apresenta uma área de drenagem à montante da captação da COPASA MG (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), de aproximadamente 64.4 km<sup>2</sup>, com uma vazão outorgada à COPASA-MG de 228,00 L/s, através da portaria DRH MG 034/90 (DRH, 1990).

As águas do ribeirão Ubá são de classe 2, segundo a legislação ambiental do Estado de Minas Gerais (COPAM, 1986). Águas de classe 2 são aquelas que se destinam ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, recreação de contato primário, proteção das comunidades aquáticas, ou irrigação e aquicultura.

## 1.2 Efluentes líquidos da indústria de móveis

A fabricação de móveis de madeira é feita, principalmente, a partir das seguintes matérias-primas: madeira maciça; aglomerados e compensados; laminados de madeira e PVC, colas, tintas, vernizes e lacas, espuma, couro, tecido, etc. (CETESB, 1983).

A poluição das águas advinda das indústrias de móveis ocorre em sua maior parte nas cortinas d'água, além da lavagem de pincéis e vasilhames utilizados no processo de diluição e preparação dos acabamentos a serem aplicados nos móveis.

A cortina d'água é uma cabine fechada onde são aplicados verniz, tinta e outros acabamentos superficiais nos móveis de madeira. Esses produtos são aplicados por meio de pistola de ar comprimido em frente de uma "cortina" de água, a qual capta todo excesso do produto utilizado no acabamento que se encontra disperso no ar, purificando-o e tornando a água, por sua vez, contaminada por esses produtos. O descarte funciona de forma descontínua, mas leva uma carga muito tóxica para os corpos receptores.

## 1.3 Índice de Qualidade de Água (IQA)

O IQA foi desenvolvido pela U. S. National Sanitation Foundation (Moreira & Ribeiro, 2001) e (Flores, 2002), que selecionou parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e atribuiu, para cada um deles, um peso relativo.

Em trabalhos de caracterização de qualidade de água, são analisados diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Dessas análises, como realizado pelo IGAM (2003) e (CETESB, 2003), em outros corpos receptores, foram selecionados nove parâmetros para a determinação do IQA: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fósforo total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. O mesmo procedimento foi adotado nesse trabalho. O IQA é obtido pela seguinte fórmula:

$$IQA = \sum q_i \cdot w_i \quad (\text{equação 1})$$

Sendo:

$q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$  obtido através da curva média específica de qualidade.

$w_i$  = peso atribuído ao parâmetro.

Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme especificado na Tabela 1.

O objetivo geral desse trabalho foi o de estudar como a qualidade das águas

do ribeirão Ubá está sendo afetada pelas atividades antrópicas na região da cidade de Ubá. Como objetivo específico, procurou-se avaliar o grau de poluição hídrica causada pelas indústrias de móveis, tendo como base a análise dos parâmetros físico-químicos quantificados.

A determinação de outros parâmetros, além dos estabelecidos pelo Índice de Qualidade de Água, é muito importante, pois eles podem indicar um grau de poluição não observado pelo cálculo de IQA. Assim, por exemplo, a análise de zinco é importante, pois um dos constituintes utilizados para o acabamento da madeira possui, em sua formulação, esse elemento.

## 2. Parte experimental

Para melhor determinar o grau de poluição, o ribeirão Ubá foi dividido em cinco pontos equidistantes, desde a nascente, até sua saída na cidade (pontos 1 a 5 na Figura 1). Foram realizadas três amostragens durante esse trabalho.

As técnicas de amostragem e conservação das amostras seguiram as recomendações da Companhia de Saneamento Ambiental, CETESB (Agudo, 1987). Foram também amostrados efluentes da cortina d'água de uma das indústrias de móveis da cidade.

As metodologias utilizadas, para a determinação dos parâmetros físico-químicos, seguiram as normas americanas (Alpha, 1998). Foram analisados os se-

**Tabela 1** - Nível de qualidade da água de acordo o valor de IQA (IGAM, 2003).

Nível de qualidade	Faixa
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito Ruim	00 < IQA ≤ 25

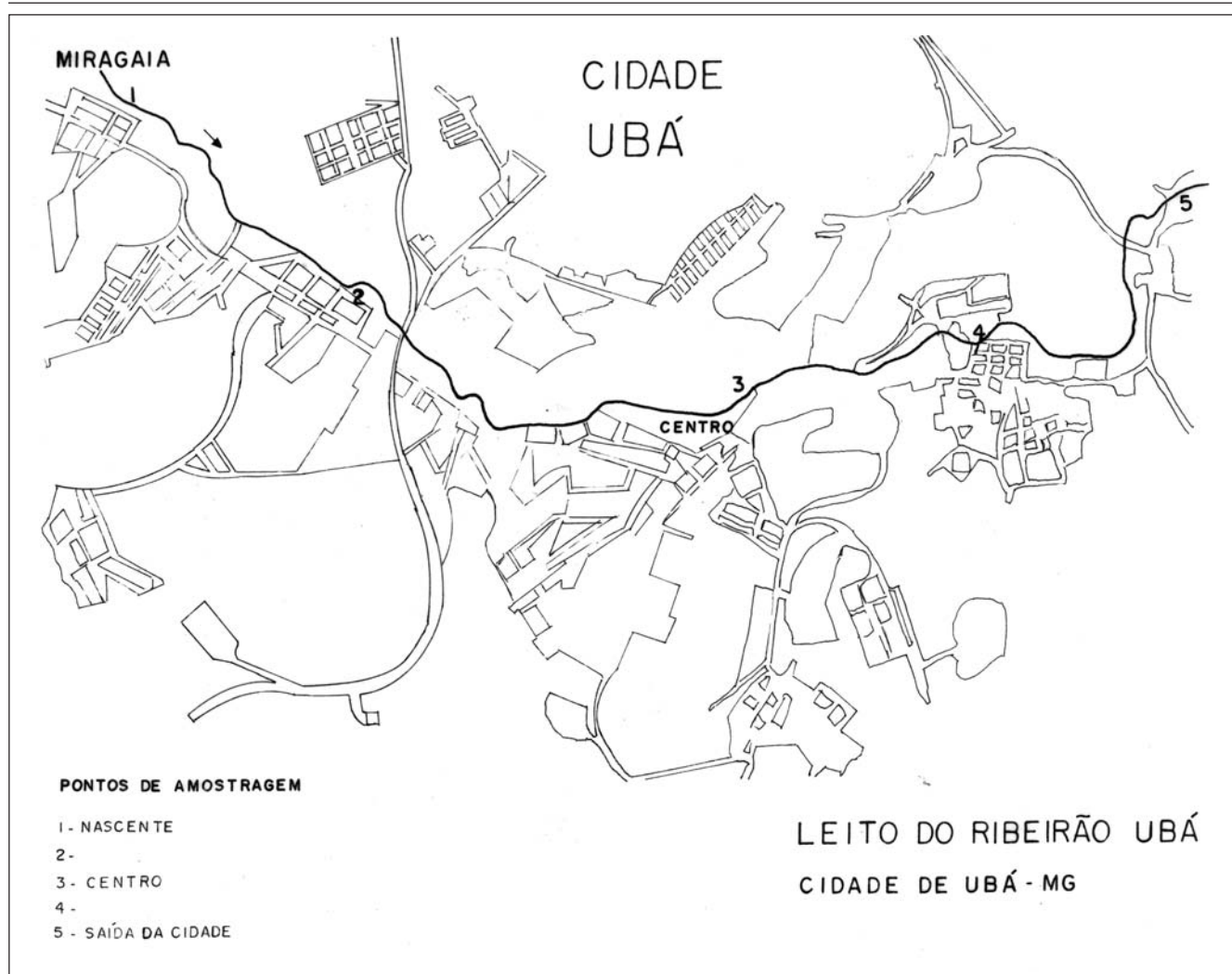


Figura 1 - Pontos de amostragem no ribeirão Ubá.

guintes parâmetros físico-químicos: temperatura, condutividade, alcalinidade, acidez, Oxigênio Dissolvido (OD), turbidez, cor, sulfato, sólidos totais, sólidos sedimentáveis, sólidos totais fixos, sólidos voláteis, nitrato, nitrito, amônia, fosfato, dureza, cloreto, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), ferro (método colorimétrico) e os metais (Al, Pb, Zn e Cd) por espectrometria de emissão por plasma indutivamente acoplado. Como parâmetros microbiológicos foram determinados coliformes totais e fecais.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas, respectivamente, nos laboratórios de análises de água do DEQUI/UFOP e de análises microbiológicas do Departamen-

to de Farmácia da UFOP. As análises dos metais Al, Pb, Cd e Zn foram realizadas no laboratório de Geoquímica Ambiental do Departamento de Geologia - DEGEO/UFOP.

### 3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos para as amostragens são apresentados nas Tabelas 2-4. Analisando-se os dados da Tabelas 2-4, verifica-se que, a partir do ponto 2 de amostragem, pelo menos dois parâmetros estão fora das especificações (COPAM, 1986) e (CONAMA, 1986), para água classe 2. Na realidade, a partir do ponto 3, a água está bastante poluída e não satisfaz nem as especificações de

água classe 4. Assim, o ribeirão Ubá não pode ser considerado de classe 2, conforme a legislação estadual ou federal.

Os valores médios de DBO, considerando todas as amostragens realizadas, obtidos para os pontos de amostragem 1 a 5, são, respectivamente, de 2,6; 3,4; 206; 156 e 137 mg/L. O aumento da carga de DBO ao longo dos pontos 1, 2 e 3 é o esperado, haja vista que no ponto 3 têm-se a maior descarga de esgoto. No ponto 4, o ribeirão possui uma maior corrente. O ponto 5 já está cerca de 3 km do centro da cidade de Ubá, o que justifica uma menor DBO.

A carga de DBO produzida pela população de Ubá, tomando uma carga média per capita de 54g/hab.dia (Sperling, 1996), pode ser estimada em

Qualidade das águas do ribeirão Ubá- MG

**Tabela 2** - Resultados obtidos para a primeira amostragem (11/04/2002), tempo nublado no dia da amostragem.

Parâmetro	Pontos de Coleta					
	1	2	3	4	5	6*
pH	7,01	7,30	6,92	6,90	7,19	5,92
Temperatura (°C)	29,0	27,0	30,6	29,6	29,2	25,9
Condutividade (mS/cm)	0,04	0,04	0,19	0,17	0,16	0,28
Acalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	18	16	34	36	40	74
Acidez (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	3	4	23	23	23	42
OD (mg/L)	7,80	7,20	0,90	0,90	1,60	6,80
Turbidez (NTU)	10	14	45	58	39	107
Cor (mg/L pt)	37,0	41,0	89,3	103,6	99,6	270,5
Sulfato (mg/L de SO <sub>4</sub> )	3,12	3,33	26,5	21,1	7,87	4,36
Sólidos totais (mg/L)	107	56	184	190	196	482
Sólidos sedimentáveis (mL)	0,3	0,1	0,5	0,8	1,5	0,1
Sólidos totais fixos (mg/L)	43	49	52	57	79	19
Sólidos voláteis (mg/L)	64	7	132	133	117	463
Nitrato (mg/L N)	0,53	0,33	0,82	0,87	0,57	0,58
Nitrito (µg/L N)	11	19	76	42	38	93
Amônia (mg/L N)	0,009	0,029	0,343	0,281	0,114	2,12
Fosfato (µg/L P)	24,5	20,6	89,7	90,7	46,5	14,5
Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	24	25	48	72	56	140
Ferro (mg/L Fe)	0,57	0,55	0,43	0,62	0,51	0,99
Cloreto (mg/L Cl)	2,5	3,5	13,5	12,5	11	3
DBO (mg/L)	1,8	0,7	263,1	146,5	118,4	NR**
DQO (mg/L)	<10	<10	1152,3	181	817,3	9324
Al (mg/L)	0,37	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Pb (mg/L)	0,53	0,26	0,26	0,13	0,2	0,13
Cd (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,13
Zn (mg/L)	0,13	0,03	0,13	0,1	0,13	0,44
Coliformes totais NMP/100mL /x 1000	4,6	> 24.	> 24	> 24.	> 24.	NR
Coliformes fecais NMP/100mL /x 1000	0,42	> 24.	> 24	> 24.	> 24.	NR

\*O ponto 6 refere-se ao efluente cortina d'água de uma moveleira da cidade de Ubá.

\*\*NR = Não Realizado

Tabela 3 - Resultados obtidos para a segunda amostragem (29/08/2002), tempo bom no dia da amostragem.

Parâmetro	Pontos de Coleta					
	1	2	3	4	5	6*
pH	7,30	7,30	7,03	7,10	7,25	7,3
Temperatura (°C)	29,0	21,6	24,6	25,5	23,9	22
Condutividade (mS/cm)	0,03	0,04	0,24	0,25	0,19	0,13
Acalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	27	16	46	47	44	23
Acidez (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	5	7	14	15	16	38
OD (mg/L)	6,5	7,10	2,00	2,80	3,30	5,60
Turbidez (NTU)	22	14	62	66	47	45
Cor (mg/L pt)	24,0	29,0	97	98,6	129	56,6
Sulfato (mg/L de SO <sub>4</sub> )	0,23	0,21	0,91	0,94	0,6	0,37
Sólidos totais (mg/L)	58	109	187	196	199	505
Sólidos sedimentáveis (mL)	<0,1	0,1	3,5	3,5	2,5	1
Sólidos totais fixos (mg/L)	9	56	52	57	57	26
Sólidos voláteis (mg/L)	49	53	135	139	142	479
Nitrato (mg/L N)	0,44	0,08	0,09	0,47	0,04	2,47
Nitrito (µg/L N)	35	27	49	54	41	50
Amônia (mg/L N)	NR**	NR	NR	NR	NR	NR
Fosfato (µg/L P)	40,4	36,6	544,4	503,3	629	32,6
Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	20	20	22	28	32	116
Ferro (mg/L Fe)	3,11	3,27	14,59	17,85	24,09	10,49
Cloreto (mg/L Cl)	4,5	4,5	24,5	25	18,5	9,2
DBO (mg/L)	NR	NR	NR	NR	NR	NR
DQO (mg/L)	24,7	34,6	945,8	418,7	195,7	986,3
Al (mg/L)	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Pb (mg/L)	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Cd (mg/L)	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Zn (mg/L)	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Coliformes totais NMP/100mL /x 1000	> 24	> 24.	> 24	> 24.	> 24.	NR
Coliformes fecais NMP/100mL /x 1000	> 24.	> 24.	> 24	> 24.	> 24.	NR

\*O ponto 6 refere-se ao efluente cortina d'água de uma moveleira da cidade de Ubá.

\*\*NR = Não Realizado

Qualidade das águas do ribeirão Ubá- MG

**Tabela 4** - Resultados obtidos para a terceira amostragem (16/01/2003), tempo chuvoso no dia da amostragem.

Parâmetro	Pontos de Coleta					
	1	2	3	4	5	6*
pH	6,66	6,58	6,69	6,69	6,7	5,48
Temperatura (°C)	24,7	25,7	26,1	26,1	26,2	25,2
Condutividade (mS/cm)	0,06	0,06	0,1	0,1	0,1	0,23
Acalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	17	16	21	20	23	48
Acidez (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	6	6	9	9	7	22
OD (mg/L)	5,0	4,70	3,70	3,80	4,10	4,90
Turbidez (NTU)	50	43	172	173	165	48
Cor (mg/L pt)	88,0	78,0	200,6	241,3	230,6	120
Sulfato (mg/L de SO <sub>4</sub> )	0,56	0,97	1,22	1,18	1,69	1,39
Sólidos totais (mg/L)	93	107	412	427	608	348
Sólidos sedimentáveis (mL)	0,1	0,2	1,2	1,6	2,1	<0,1
Sólidos totais fixos (mg/L)	35	22	230	250	432	51
Sólidos voláteis (mg/L)	58	85	182	177	176	297
Nitrato (mg/L N)	2	1,62	6,4	7,12	9,62	1,97
Nitrito (µg/L N)	30	29	139	135	179	30
Amônia (mg/L N)	<0,05	0,05	2	2,04	1,56	4,21
Fosfato (µg/L P)	4,3	5,5	7	13,3	8,6	7,7
Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	29	30	36	40	34	111
Ferro (mg/L Fe)	0,03	0,14	0,77	0,79	1,28	0,28
Cloreto (mg/L Cl)	3,5	1,7	4,4	4,8	3,5	5,7
DBO (mg/L)	3,3	6,1	148,8	156,2	154,7	NR**
DQO (mg/L)	<10	<10	213,5	251,4	196	501,4
Al (mg/L)	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1
Pb (mg/L)	0,11	<0,01	<0,01	0,1	<0,01	<0,01
Cd (mg/L)	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,12
Zn (mg/L)	0,44	0,18	3,54	3,88	0,18	0,27
Coliformes totais NMP/100mL /x 1000	> 24	> 24.	> 24	> 24.	> 24.	NR
Coliformes fecais NMP/100mL /x 1000	> 24.	> 24.	> 24	> 24.	> 24.	NR

\*O ponto 6 refere-se ao efluente cortina d'água de uma moveleira da cidade de Ubá.

\*\*NR = Não Realizado



273,4 g/m<sup>3</sup>. Os valores encontrados são mais baixos conforme discutido no parágrafo anterior e, provavelmente, outro fator responsável é a diluição gerada pela descarga de efluentes industriais das fábricas de móveis (devem aumentar a DQO, mas provavelmente não alteram a DBO). No período das chuvas, há que se considerar o efeito de diluição.

Conforme a equação 1, foi calculado o IQA para os pontos de amostragem 1 a 5. Os valores adotados para  $w_i$  estão de acordo com o IGAM (2003). Os valores de  $q_i$  foram obtidos a partir dos dados da Tabelas 2 e 4 e da curva média específica de qualidade (CETESB, 2003). Na segunda amostragem, não foi possível determinar o IQA, em virtude de as determinações de DBO não terem sido feitas, devido a problemas técnicos, ou seja, possível contaminação da água de diluição utilizada.

A Tabela 5 apresenta os valores de IQA obtidos para os pontos de amostragem de 1 a 5. Quando a primeira amostragem foi feita, o tempo estava nublado e à época da amostragem do dia 16/01/2003 chovia forte havia 15 dias.

Comparando-se as Tabelas 1 e 5, verifica-se que, para os pontos 1 e 2, o nível da qualidade da água varia entre médio e bom. Já para os pontos 3, 4, e 5, a qualidade da água é ruim, como esperado, em vista dos descartes de efluentes domésticos e industriais para o corpo do rio. Assim, a qualidade das águas do ribeirão Ubá está sensivelmente prejudicada pelas atividades antrópicas

Ao se comparar a primeira amostragem com a terceira, esperava-se que a qualidade da água (em termos do IQA) da primeira fosse inferior a da terceira, devido aos 15 dias de fortes chuvas que precedera a coleta. É importante observar quais são os parâmetros levados em

conta no cálculo do IQA. Fortes chuvas tendem a elevar o valor do oxigênio dissolvido, o que foi observado para os pontos poluídos 3, 4 e 5, mas não para os pontos 1 e 2. Isto pode ser devido ao fato de os pontos 1 (nascente) e 2 receberem poucas correntes de águas pluviais. No caso dos coliformes fecais, não se observou o efeito de diluição pelas chuvas. Para os nitratos, observou-se um aumento em todos os pontos da terceira amostragem. A provável causa disso é que, próximo à nascente, há uma região de pastagem com vários comedouros e sal mineral espalhado pelo pasto; as fortes chuvas podem ter arrastado o excesso de sal para o rio. Para o fosfato, houve uma redução, o que era esperado devido ao efeito de diluição. A redução de temperatura da primeira para a terceira amostragem praticamente não afetou o valor de IQA. Quanto à turbidez e aos sólidos totais, esperava-se um aumento dos valores devido às correntes de águas pluviais, o que foi observado.

Assim, os parâmetros nitrato, turbidez e sólidos totais foram os responsáveis pela diminuição da qualidade da água para os pontos 1 e 2, quando se comparam as amostragens 1 e 3. Para o restante de pontos amostrados, o efeito de diluição praticamente se cancelou com o efeito dos parâmetros nitrato, turbidez e sólidos totais, o que fez com que os valores de IQA para o ponto 3 ficassem praticamente inalterados.

O principal parâmetro que indica se o efluente das indústrias de móveis deve receber um tratamento, antes de ser descartado, é a DQO. Tal fato se deve à grande quantidade de substâncias orgânicas (verniz, tinta e outros acabamentos superficiais) que são utilizadas no acabamento.

Considerando que cada fábrica de Ubá descarta, em média, 270 L de eflu-

entes por semana, que o número de fábricas é de cerca de 300, que a concentração de DQO no efluente é em torno de 9000 mg/l (valor médio de duas cabines obtido na primeira amostragem e próximo ao dia em que o efluente seria descartado) e que a vazão do rio é de 16.361 m<sup>3</sup>/dia, tem-se um aumento na concentração de DQO, no corpo do rio de 586 mg/l.

Em todas as amostragens, observou-se, como esperado, que os valores de DQO aumentam no sentido do escoamento do ribeirão Ubá na direção à cidade, pontos de amostragem 1, 2 e 3. No ponto 3, os valores encontrados são até maiores que o estimado no parágrafo anterior, ou seja, valor médio de DQO encontrado (considerando as três amostragens) igual a 749 mg/l. A provável causa desse fato é a contribuição dos esgotos domésticos da cidade e de efluentes industriais de outras fábricas (matadouro, fábrica de colchões, etc.) que são todos descartados no corpo do rio.

Os valores de DQO para os pontos 4 e 5, em todas as amostragens, são inferiores às do ponto 3. Tal fato deve-se provavelmente à diluição dos efluentes industriais, pois, no ponto 3, é onde se concentra a maior carga.

Ao se comparar a primeira e segunda amostragem com a terceira esperava-se que a última, devido aos 15 dias de fortes chuvas que precedera a coleta, apresentasse uma menor DQO. Isto realmente aconteceu.

Os valores elevados de DQO, comparativamente aos de DBO, encontrados a partir do ponto 3 (Tabela 2), bem como os valores elevados nas amostras de efluentes, mostram que a contribuição dos efluentes industriais para a deterioração desse curso d'água é marcante.

**Tabela 5** - Valores de IQA obtidos em cinco pontos de amostragem no ribeirão Ubá.

Data	11/04/02					16/01/03				
	Ponto	1	2	3	4	5	1	2	3	4
IQA	74,7	71,2	37,5	37,1	40,8	62,4	59,3	38	37,6	39,4

A concentração (média das amostragens 1 e 3) dos metais Al, Pb, Cd e Zn, tanto nos pontos amostrados do ribeirão Ubá, quanto no efluente, está abaixo dos valores máximos permitidos para águas de classe 2.

#### 4. Conclusões

A qualidade das águas do ribeirão Ubá está seriamente comprometida pelas atividades antrópicas. Destaca-se que à jusante da cidade de Ubá já se notam alguns indícios de poluição. A captação da COPASA-MG de Ubá está a aproximadamente 1 km depois do ponto de amostragem de nº 02. Assim, neste ponto, a água já não pode ser mais considerada como classe 2.

A partir da entrada da cidade e à montante dessa, em função da grande carga de efluentes domésticos e industriais, a água apresenta-se com péssima qualidade.

Os valores elevados de DQO, comparados aos de DBO, atestam que os efluentes industriais contribuem muito para a degradação da qualidade do ribeirão.

O monitoramento ambiental, denominado Águas de Minas (IGAM, 2003), possui um ponto de amostragem no ribeirão Ubá, em uma distância aproximada de três km do último ponto de amostragem deste trabalho (ponto 5). Como encontrado nesse trabalho, o projeto Águas de Minas mostra que o ribeirão Ubá não pode ser classificado como classe 2.

Os teores encontrados para os metais Al, Pb, Cd e Zn, tanto nos pontos amostrados do Ribeirão Ubá, quanto no efluente, mostram que a poluição do ribeirão Ubá, em termos desses metais, pode ser desconsiderada.

Para a continuidade desse estudo há a necessidade de se determinar a DBO dos efluentes das moveleiras e a partir dos resultados determinar qual será o melhor tratamento para estes efluentes; o biológico ou o físico-químico.

#### 5. Referências bibliográficas

ACIU <http://www.aciu.com.br>. Página acessada em 01/10/2003.

AGUDO, E. G. *Guia de coleta e preservação de amostras de água*. Companhia de Saneamento Ambiental, São Paulo: CETESB, 1987. 150p.

ALPHA. Standard methods for the examination of water and wastewater- 25<sup>th</sup> Ed American Publish Health Association, 1998.

CETESB, Companhia de Saneamento Ambiental. NT-02, 1983. Norma técnica da CETESB para emissão de efluentes.

CETESB <http://www.cetesb.gov.br>. Indicadores de qualidade das águas. Página acessada em 10/11/2003.

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Normativa Nº 020 de 18 de Junho. 1986.

COPAM - Conselho de Proteção Ambiental. Resolução Normativa Nº 010/86. 1986. Minas Gerais

DRH MG 034/90. Portaria da diretoria de recursos hídricos do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, IGAM/MG.

FLORES, J.C. Comments to the use of water quality indices to verify the impact of Cordoba City (Argentina) on Suquiya river. *Water Research*. v.36, p.4664-4666, 2002.

IGAM <http://www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/index.htm>. Águas de Minas. Página acessada em 09/11/2003.

MOREIRA, R.C., RIBEIRO, M.A.M. Qualidade da águas. Alternativas para o abastecimento do Distrito Federal. *Anais Assoc. Bras. Quím.* v. 50, n.1, p. 8-13, 2001

SPERLING, M.V. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2 ed. Belo Horizonte: SEGRAC, 1996. 243p.

**Artigo recebido em 08/12/2003 e  
aprovado em 17/08/2004.**

**REM - Revista Escola de Minas  
68 anos divulgando CIÊNCIA.**

\*\*\*\*\*

**REM: a mais antiga revista técnico-  
científica do setor mineiro-metalúrgico.**

\*\*\*\*\*

**[www.rem.com.br](http://www.rem.com.br)**