

# Contaminação do rio Paranaíba

Lourivaldo Lemos da Silva<sup>1</sup>

Antônio Taranto Goulart<sup>2</sup>

Celine de Melo<sup>3</sup>

Rita de Cássia Weikert de Oliveira<sup>4</sup>

## RESUMO

A partir de amostras de água do rio Paranaíba, coletadas entre os meses de novembro de 2004 e maio de 2005, sob a ponte da BR-365 (montante de Patos de Minas) e sob a ponte do “Bigode” (jusante de Patos de Minas), buscou-se identificar a(s) possível (eis) contaminação (ões) do rio (op. cit.), quantificá-la(s) e qualificá-la(s). Realizaram-se análises físico-químicas (temperatura), microbiológicas (detecção do indicador biológico *Escherichia coli*) e químicas para metais pesados (cobre, zinco, cádmio e chumbo). As análises foram comparadas aos limites da DN 10/86. As análises microbiológicas e as de metais pesados foram realizadas nos laboratórios do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Para a detecção de *E. coli* foi utilizado o caldo Lactosado EC, o meio ágar EMB para a identificação morfológica e a coloração de Gram. O resultado médio em jusante foi de 0,130 NMP/mL, o que não excede os limites da DN 10/86, mas representa 6,5 vezes o resultado obtido em montante. Para a detecção de metais pesados foi utilizado o espectrofotômetro de absorção atômica com chama ar/acetileno. Dessas, as análises para cobre apresentaram contaminação a montante. As análises de zinco e cádmio apresentaram índices elevados em ambos os pontos.

**Palavras-chave:** Contaminação. Rio Paranaíba. Metais pesados. Microbiológica.

## ABSTRACT

Some samples of Paranaíba river were collected, between November of 2004 and May of 2005, under a bridge of BR-365 route (upstream Patos de Minas) and under another one, Bigode's bridge (downstream Patos de Minas), to evaluate a possible contamination, quantifying and qualifying it. It was done physical-chemical analyses (temperature),

---

<sup>1</sup> Graduando em Ciências Biológicas. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Patos de Minas. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

<sup>2</sup> Doutor em Química. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

<sup>3</sup> Doutora em Ecologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Patos de Minas. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) e Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

<sup>4</sup> Doutora em Microbiologia. Faculdade de Farmácia. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

microbiological analyses (detection of the biological indicator *Escherichia coli*) and chemicals to heavy metals (copper, zinc, cadmium and lead). The microbiological analyses and the detection of heavy metals were done in the Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) laboratories. In order to detect *E. coli* it was used Lactose EC broth, the means agar EMB to the morphological identification and the Gram method. The medium result downstream pointed to the level of 0,130 NMP/mL, although it hasn't overcome the boundaries of Brazilian legislation (DN 10/86); it was 6,5 times over the result pointed upstream. One atomic absorption spectrophotometer with flame of air/acetylene was used in order to detect heavy metals. Among them, copper analyses have showed some contamination at upstream. The analyses for zinc and cadmium have showed high levels to both sampling points.

**Key words:** Contamination. Paranaíba river. heavy metals. microbiological.

## 1 Introdução

Segundo Botelho (2003, p.5), os seres humanos, os animais e os vegetais, a vida, em qualquer de suas formas, é diretamente afetada pela deterioração da qualidade da água, que pode ser gerada por poluição, por desmatamentos, por queimadas, entre outros. A poluição hídrica, além dos danos, cria um problema de encontrar meios eficazes e econômicos para o seu controle.

A poluição pode ser gerada por resíduos industriais depositados em lixões. No Brasil são gerados, anualmente, 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais perigosos, sendo que somente 600 mil toneladas (20,7%) recebem tratamento adequado, conforme estimativa da Associação de Resíduos de Empresas de Tratamento e Disposição de Resíduos Especiais (ABETRE). O restante é depositado indevidamente em lixões, sem qualquer tipo de tratamento (Campanili, 02/05/2002), conforme Ávila – Campos (2005).

O domínio das águas no Brasil, até a promulgação da Constituição da República de 1988, era classificado como público e particular, passando agora a ser considerado apenas de domínio público. A partir dessa data, a água é considerada um bem difuso pertencente a toda a coletividade, cabendo ao Estado apenas e tão somente a sua gestão em nome da coletividade (Oliveira, 2004).

Conforme inciso I, artigo 4º, CAPÍTULO II da Portaria 1.469 da Anvisa, “água potável para consumo humano é aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano em virtude de doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreia. A OMS indica que nos países em desenvolvimento 70% da população rural e 25% da população urbana não dispõem de abastecimento adequado de água potável (Braga, 2005).

Existem duas formas distintas pelas quais as águas poluídas atingem um determinado corpo receptor (rio, baía, lago, lagoa, laguna, reservatório, aquário subterrâneo e o mar): a primeira, denominada fonte ou poluição pontual, é decorrente de ações modificadoras localizadas; a segunda, a poluição difusa, se dá pela ação das águas das chuvas ao lavarem e transportarem a poluição pelas suas diversas formas espalhadas sobre a superfície do terreno (urbano ou não) para os corpos receptores (Braga, 2005).

Para Radojević e Bashkin (1999), muitos metais poluentes podem ter efeitos potencialmente danosos sobre a saúde humana e sobre o ecossistema aquático (e.g. mercúrio, chumbo, cádmio), assim como ácidos (e.g. ácidos sulfúrico e nítrico). Os fertilizantes agrícolas (e.g. compostos fosforados e nitrogenados) podem provocar a eutrofização dos ecossistemas aquáticos.

A água pode ser perfeitamente límpida, inodora e insípida e ainda constituir-se em água imprópria para o consumo. Os contaminantes que poluem a água são classificados em três categorias: químico, físico e biológico (Pelczar, 1996).

Um litro de água de esgoto pode conter até 20 bilhões de bactérias, muitas delas patogênicas, podendo ser tanto ingeridas pelo homem, como absorvidas pela pele (Esgoto, 2004).

Noventa e sete por cento da água mundial é encontrada nos oceanos. Somente 2,5 % da água mundial é doce não salina. Contudo, 75 % de toda água doce estão nas geleiras e nas capas de gelo. Somente 1 % da água doce é encontrado em lagos, rios e solo e 24 % desta está presente como água no solo. Em 1975, o uso total de água era menos que 4000 km<sup>3</sup> por ano e era esperado um aumento para em torno de 6000 Km<sup>3</sup> por ano até o ano 2000 (Radojević e Bashkin, 1999).

Abaixo do limite 1.000 m<sup>3</sup> por habitante/ano, podem surgir problemas para a manutenção da vida humana (Boscardin Borghetti, 2004).

Acredita-se que mais de cinco bilhões de pessoas sofram com a falta de água. No mais otimista, dois bilhões de pessoas em 48 países podem sofrer escassez de água. No pior dos casos, seriam sete bilhões em 60 países (Herraiz, 2004/2005).

A água pode ser responsável por muitas doenças, quando serve de veículo para a transmissão de uma variedade de microorganismos resultantes da ingestão de água contaminada ou do emprego de água poluída para irrigação, pesca e recreação – as chamadas doenças de veiculação hídrica (Macêdo, 2000).

Para a CETESB, conforme Macêdo (2000), doença de transmissão hídrica é aquela em que a água atua como veículo do agente infeccioso e doença de origem hídrica é aquela causada por substâncias químicas presentes na água em concentrações inadequadas, como, por exemplo, o saturnismo (doença causada ao homem pela contaminação com chumbo).

Tanto as doenças de veiculação hídrica quanto as de origem hídrica podem ocorrer no rio Paranaíba, haja vista que suas margens são habitadas em vários trechos, desde a nascente até a foz.

Conforme Branco (1991), citado por Caixeta (2002), a bacia do Paraná é a segunda maior do mundo em volume de água e é constituída pelos rios Grande e Paranaíba.

O rio Paranaíba nasce na Serra da Mata da Corda no estado de Minas Gerais, a uma altitude de 1.140 m, percorre uma extensão de 1.120 Km até a sua desembocadura no rio Paraná. Sua bacia de captação e drenagem totaliza 220,195 Km<sup>2</sup>, sendo que 67,89 % desta área localizam-se no estado de Goiás. O seu percurso está dividido em Alto Paranaíba (nascente até o Km 370), Médio Paranaíba (do Km 370 até a barragem de Cachoeira Dourada, com 370 Km) e Baixo Paranaíba (da barragem de Cachoeira Dourada até a sua foz, com extensão de 380 Km) (Bacia..., 2004).

A medição do número de coliformes fecais em um corpo d'água é um indicador não só da contaminação por fezes de origem humana e animal, como também da possibilidade de coexistência de organismos patogênicos. A contaminação fecal é geralmente medida em número mais provável de coliformes por 100 milímetros de água amostrada (NMP/100 mL) (Feng; Weagant; Grant, 2002).

Segundo Tortora (2000) e Pelczar Júnior (1996), os testes para verificar a qualidade bacteriológica da água baseiam-se na presença de organismos indicadores; dentre os mais comuns, encontram-se os coliformes. Eles são bastonetes aeróbicos ou facultativamente anaeróbicos, Gram-negativos, não formadores de endósporos que fermentam a lactose com a produção de gás em 48 horas após serem semeados no meio, a 35°C. Coliformes fecais, predominantemente *E. coli*, são utilizados para indicar a presença de fezes humanas.

Segundo Churchman, conforme Vallada (1998), as bactérias gram-positivas possuem uma camada superficial: córtex que do ponto de vista químico, e um ribonucleto de magnésio, suporte esse que lhes assegura a formação de um composto proteína iodopararrosalina, insolúvel no álcool, quando submetido à coloração de Gram.

Segundo Vallada (1998), todos os bacilos são gram –negativos (coram-se em vermelhos) com exceção dos gêneros: *Corinebacterium*, *Clostridium*, *Bacillus* e *Mycobacterium*.

Para Jawetz (1998), a *Escherichia coli* forma colônias lisas, circulares e convexas com bordas bem definidas, possuindo brilhos metálicos em meios de cultura diferenciais, sendo móveis, achatadas e não viscosas. Ela é responsável por cerca de 90% das primeiras infecções das vias urinárias em mulheres jovens e algumas cepas (a enteropatogênica, a enterotoxigênica, a enteroemorrágica, a enteroinvasiva e a enteroagregativa) são responsáveis por diarreias severas que podem levar o indivíduo à morte.

Outros importantes causadores de poluição são os metais pesados (zinco, cobre e chumbo), os quais podem ser letais. Isso devido à capacidade que possuem de formar compostos estáveis, os quais podem permanecer na cadeia alimentar (Cabraia e Silva, 2001), segundo Caixeta (2002).

O sistema nervoso, a medula óssea e os rins são considerados órgãos críticos para o chumbo, que interfere nos processos genéticos ou cromossômicos e que produz alterações na estabilidade da cromatina em cobaias, inibindo o reparo de DNA e agindo como promotor do câncer. O Chumbo, também, é absorvido por via respiratória ou cutânea, sendo que os compostos tetraetila e tetrametila são absorvidos através da pele intacta, por serem lipossolúveis (Ávila – Campos, 2005).

A relação chumbo – síndrome associada ao sistema nervoso central depende do tempo e da especialidade das manifestações. Destaca-se a síndrome encéfalo – polineurítica (alterações sensoriais, perceptuais e psicomotoras), síndrome astênica (fadiga, dor de cabeça, insônia, distúrbios durante o sono e dores musculares), síndrome hematológica (anemia hipocrômica moderada e aumento de pontuações basófilas nos eritrócitos), síndrome renal (neuropatia não específica, proteinúria, aminoacidúria, uricacidúria, diminuição da depuração da uréia e do ácido úrico), síndrome do trato gastrointestinal (cólicas, anorexia, desconforto gástrico, constipação ou diarreia), síndrome cardiovascular (miocardite crônica, alterações no eletrocardiograma, hipotonia, palidez facial ou retinal, arteriosclerose precoce com alterações cerebrovasculares e hipertensão) e síndrome hepática (interferência de biotransformação) (Ávila – Campos, 2005).

Conforme Zimbres (2002), o cobre é um elemento que ocorre em baixas concentrações na água subterrânea, devido à sua pequena solubilidade. Nas águas superficiais são bem menores que 0,020 mg/L e nas águas subterrâneas é inferior a 1µg/L. a ingestão de altas doses pode acarretar no homem irritação e corrosão da mucosa estomacal, problemas hepáticos renais, irritação do sistema nervoso e depressão.

O cobre deposita-se preferencialmente no cérebro e no fígado e os sintomas encontrados são inicialmente decorrentes de comprometimento desses dois órgãos. Sintomas do excesso de cobre ligados a alterações cerebrais incluem distúrbios emocionais, depressão, nervosismo e irritabilidade, sintomas semelhantes à esquizofrenia e a outros distúrbios psiquiátricos. Outras alterações ligadas ao excesso de cobre são fadiga, dores

musculares e nas juntas, anemia hemolítica, queda de vitamina A, necrose hepática, icterícia e lesão renal. Além disso, o aumento de cobre está associado ao aumento de radicais livres (Wilke, 2001).

A contaminação por zinco provoca, no ser humano, sensações como paladar adocicado e secura na garganta, tosse, fraqueza, dor generalizada, arrepios, febre, náusea, vômito (Metais<sup>1</sup>..., 2004).

A contaminação ambiental por cádmio é resultante da fundição e refinação de metais como zinco<sup>2</sup>, chumbo e cobre. Derivados de cádmio são utilizados em pigmentos e pinturas, bateria, processos de galvanoplastia, solda acumuladores, estabilizadores de PVC, reatores nucleares. Ele é comprovadamente um agente cancerígeno, teratogênico e pode causar danos ao sistema reprodutivo (Metais<sup>1</sup>..., 2004).

O cádmio, analogamente ao mercúrio, afeta o sistema nervoso e os rins. Provoca perda do olfato, formação de um anel amarelo no colo dos dentes, redução na produção de glóbulos vermelhos e remoção de cálcio dos ossos (Metais<sup>2</sup>..., 2004).

Nesse sentido, o presente artigo se propõe a (a) quantificar e qualificar os índices de contaminação físico-química e microbiológica (contagem de coliformes fecais) do rio Paranaíba e a (b) verificar se o rio Paranaíba se encontra contaminado por algum processo físico-químico ou agente microbiológico, e qual (is) é (são) a (s) possível (eis) fonte (s).

## **2 Material e Métodos**

### **2.1 Análise microbiológica**

O reconhecimento do rio Paranaíba foi realizado com o apoio da Polícia Especializada do Meio Ambiente, no dia 14 de julho de 2004, entre os pontos analisados. Foram identificados 27 pontos de despejos de esgotos e o intenso desmatamento da mata ciliar, sendo que em vários trechos ela inexistente.

Entre os meses de julho de 2004 e maio de 2005, foram coletadas amostras de água do rio Paranaíba em dois pontos (cf. figura 1, em anexo): sob a ponte da BR – 365 (montante de Patos de Minas, em 46W 30' 51" e 18S 39' 05") e sob a ponte do Bigode (jusante de Patos de Minas, em 46W 33' 35" e 18S 29' 54").

A coleta das amostras seguiu as recomendações da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa-MG), 2002. Os frascos utilizados para as coletas foram

previamente limpos com solução sulfocrômica (imersão por 12 horas) e depois foram esterilizados em autoclave a 121 ° C por 15 minutos.

Foram analisadas quatro amostras de água do rio Paranaíba, de cada um dos dois pontos, no laboratório de microbiologia do Centro Universitário de Patos de Minas; (UNIPAM), para detectar a presença de *Escherichia coli*.

Para a homogeneização da amostra, foi utilizada a pipeta de coleta, em movimentos circulares durante 30 segundos. Em seguida, foram realizadas as diluições seriadas, retirando 01 mL da amostra e transferindo-o para um tubo de ensaio contendo 09 mL de solução salina peptonada 0,1% e, em seguida foi transferido 01 mL (deste tubo) para outros tubos até completar as três diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) (IN 62/MAPA).

Foi transferido 01 mL de cada tubo de cada diluição para cada um dos três tubos contendo 09 mL de caldo Lactosado EC, adicionado o tubo de Durham (invertido) com função de coletar o gás produzido durante a fermentação (MACÊDO, 2000). Foram utilizadas três séries com três tubos cada, por amostra, as quais foram incubadas em estufa a 42,0° C +/- 06° C por 24-48 horas, para o isolamento de *Escherichia coli*. A temperatura de incubação, descrita na Instrução Normativa nº 62, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (IN 62/MAPA), é de 45,0° C. Apesar do caldo Lactosado EC ser um meio seletivo-diferencial, houve a preocupação de que a temperatura atingida (42,0° C) na pesquisa pudesse propiciar o crescimento de outras bactérias (Coliformes totais). Por isso foram utilizados testes complementares (água EMB e coloração de Gram) a fim de identificar a morfologia e as propriedades bioquímicas para confirmar a presença de *E. coli*.

Após o período de incubação, foi realizada a leitura através da observação da presença de turvação do meio e produção de gás indicando a presença de *E. coli*.

Dos tubos positivos do caldo Lactosado EC foi transferida, com uma alça de platina, uma porção da amostra e estriado em placas contendo meio água eosina azul de metileno (EMB) para confirmação morfológica de *E. coli*, sendo incubadas em estufa a 36,3° C +/- 0,7° C por 24-48 horas.

As colônias típicas, arredondadas, pequenas (+/- 03 mm), escuras, com centro quase negro, com brilho metálico esverdeado em seu entorno (PELCZAR JÚNIOR, 1996; MACÊDO, 2000; ALMEIDA, 1995; ROSSI, 2004) foram identificadas através do método de coloração de Gram.

As amostras que tiveram resultado positivo no caldo Lactosado EC, morfologia típica no meio água EMB e coloração Gram-negativa, (PELCZAR JÚNIOR, 1996), simultaneamente, foram considerados positivos para *Escherichia coli* e classificados na tabela NMP – Séries de três tubos: 1,0; 0,1 e 0,01 mL (A&X Consultoria, 1995).

## 2.2 Análises químicas

Foram analisadas seis amostras de água do rio Paranaíba, de cada ponto, para detectar metais pesados (cobre, zinco, cádmio e chumbo).

Foi utilizado 1,5 mL de ácido nítrico em cada amostra de 500 mL (Copasa-MG, 2002), a fim de evitar a precipitação e hidrólise dos metais. As amostras foram mantidas refrigeradas até o dia da análise.

Os teores dos metais pesados foram determinados por espectroscopia de absorção atômica, com a utilização de um espectrofotômetro de absorção atômica (PERKIN ELMER AAnalyst 3.300). As curvas de calibrações foram obtidas a partir de soluções padrões de diferentes concentrações, expressas em “Partes por Milhão” (ppm). Para análises do cobre, foram preparados padrões de 1, 3 e 5 ppm. Para o zinco 1, 2 e 4 ppm, enquanto para o chumbo utilizou-se padrões de 5, 10, 15 e 20. Foi utilizada a chama de ar/acetileno.

Para a análise de cádmio, foi tomado como referência a análise de zinco, visto que todos os compostos naturais desse elemento possuem de 0,1% a 0,3% (METAIS pesados<sup>1</sup>). Os resultados foram considerados a 0,2%.

Foram feitas, também, quatro medições da temperatura ambiente e das amostras, em cada um dos pontos, usando um termômetro a álcool, com escala de – 50° C a + 50° C, sendo a variação de 1° C.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Microbiológicos

Os critérios adotados pelo Conselho de Política Ambiental (COPAM), através da Deliberação Normativa nº 10, de 1986, estabelecem o limite de 10 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL) de amostra, ou 10 “Número Mais Provável” por mililitro (NMP/mL) (BRASIL, 2003; HITCHINS et al., 2002), para que ela seja considerada contaminada. Os resultados das análises são apresentados na Figura 2, a seguir.

O resultado médio em jusante foi de 0,145 NMP/mL, o que não excede os limites da DN 10/86, mas representa 6,5 vezes o resultado obtido em montante. Isso não configura a nulidade de danos ao rio, mesmo que os índices estejam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação. Contudo, acredita-se que a variação de 0,0225 NMP/mL (a montante) para 0,130 NMP/mL (a jusante) esteja ocorrendo devido à falta de tratamento dos esgotos

gerados pela população urbana. Também, não há informações de que os hospitais da cidade façam algum tipo de tratamento de seus esgotos, jogando-os *in natura* nos sistemas de esgoto municipal.

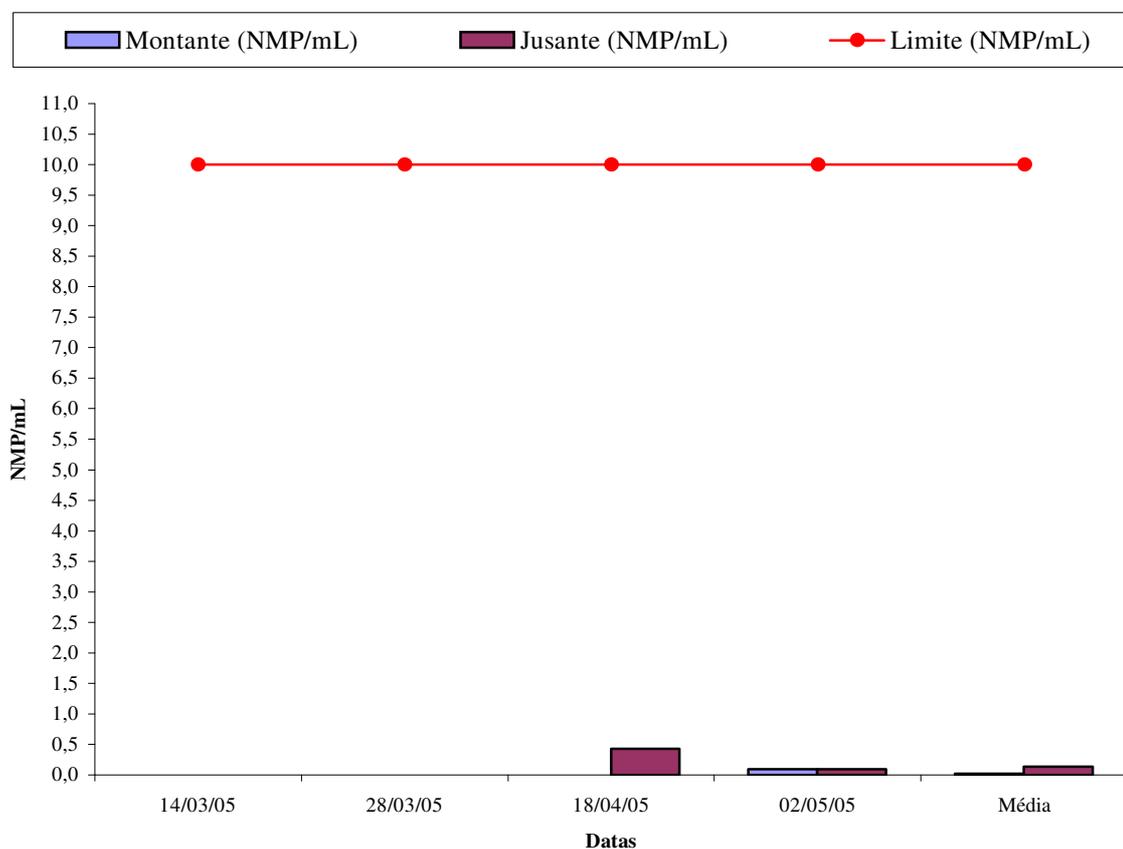


Figura 2 - Resultados de Análises Microbiológicas - Conforme DN-10/86 COPAM

Pode-se afirmar com 95% de confiança pelo “Teste de Hipóteses” unilateral e à direita (CALLEGARI – JACQUES, 2003) que os esgotos de Patos de Minas não promovem a contaminação do rio Paranaíba, para o período analisado.

Foi verificado que o trecho do rio Paranaíba, compreendido entre os dois pontos analisados, é considerado impróprio para uso de recreação de contato primário, conforme restrições (alínea “d”, nos itens 3,4 e 5) do Art. 20, da DN 10/86 COPAM. Isso porque havia sinais de poluição por esgotos, perceptíveis pelo olfato e pela visão, mesmo distante dos pontos de lançamento. Esses resíduos podem oferecer riscos à saúde, além de tornarem desagradável a recreação. Os resíduos hospitalares, se não tratados, podem constituir meio rico em agentes patogênicos, podendo se tornar uma fonte de recontaminação para a população que faz uso desse recurso hídrico (balneação, dessedentação humana ou animal, irrigação de hortaliças, etc.) sem o seu prévio tratamento.

### 3.2 Químicos

As normas e padrões para a qualidade das águas regulamentadas pela DN 10 COPAM (MG, 1986) estabelecem o limite de 0,020 mg/L para o cobre; 0,180 mg/L para o zinco, 0,001 mg/L para o cádmio e 0,030 mg/L para o chumbo.

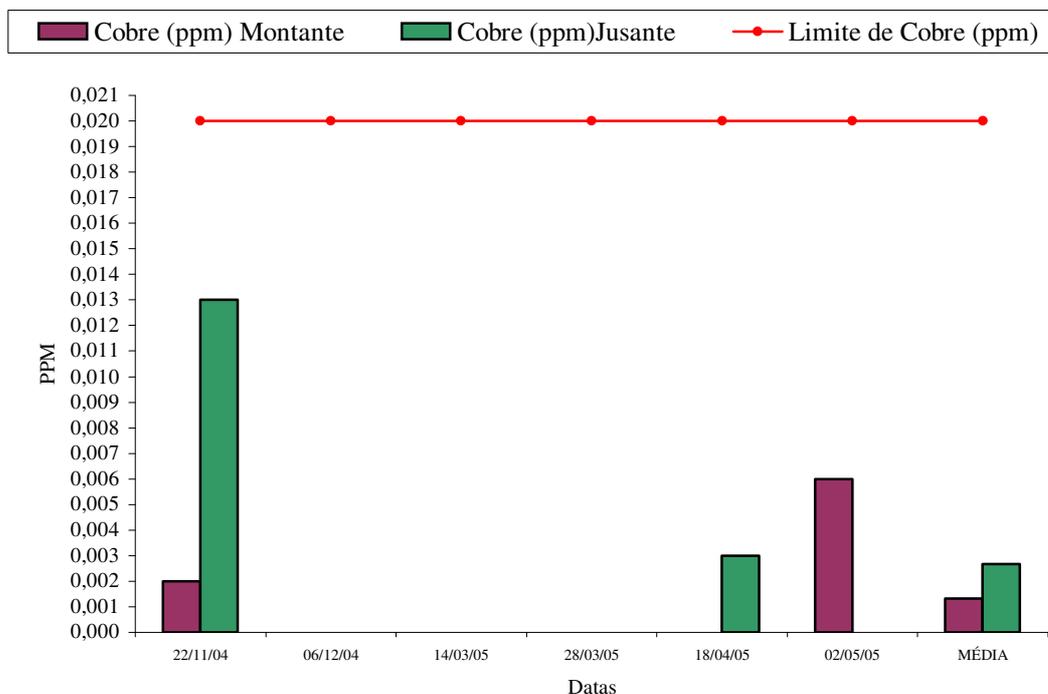


Figura 3 - Resultados de Análises de Metais Pesados - Conforme DN-10/86 COPAM

De acordo com as figuras 3 e 4 não houve variação significativa ( $p \leq 5\%$ ), no “Teste de Hipóteses” (CALLEGARI – JACQUES, 2003), entre os pontos e nem mesmo há contaminação geral do rio para os metais cobre e chumbo, de jusante em relação a montante. Contudo, há a contaminação, estatisticamente, por cobre a montante. É possível que o uso de fertilizantes – em um sistema que não possui remanescentes florestais, os quais poderiam atuar como filtros verdes para a retenção de material lixiviado – represente a principal via de acesso de metais pesados ao sistema, notadamente Cr, Cu (Bios, 2000).

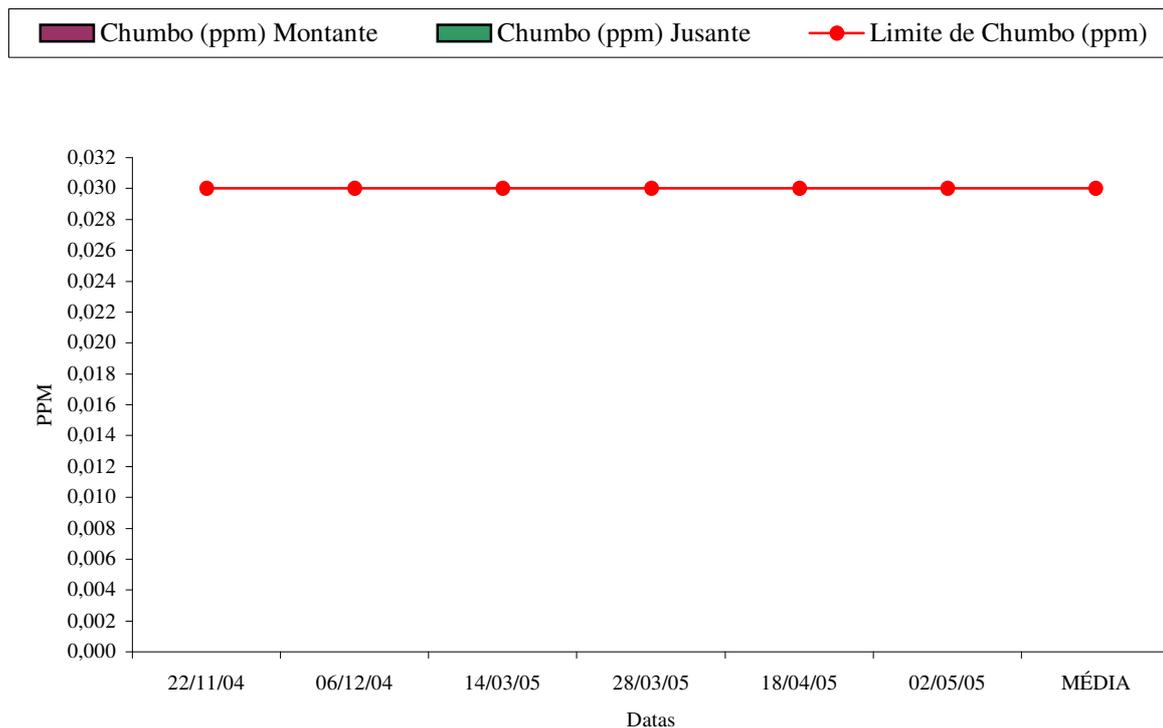


Figura 4 - Resultados de Análises de Metais Pesados - Conforme DN-10/86 COPAM

A concentração de zinco nos dois pontos (Figura 5) é superior aos limites aceitáveis, apesar de ser pequena variação entre eles (negativa em 0,0018 ppm a jusante).

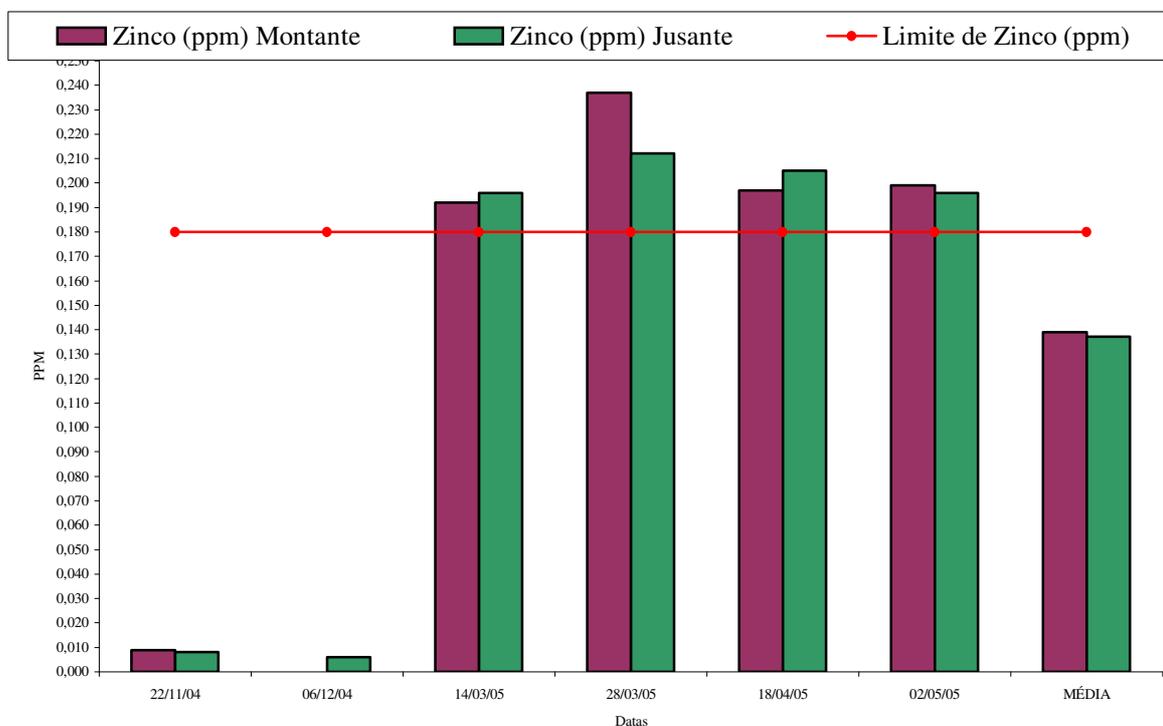


Figura 5 - Resultados de Análises de Metais Pesados - Conforme DN-10/86 COPAM

As análises apresentaram uma concentração média negativa de 0,0018 ppm de zinco em jusante com relação a montante. Contudo, há a contaminação, estatisticamente ( $p \leq 1\%$ ), por zinco em ambos os pontos. Na área urbana, os efluentes domésticos podem representar a principal fonte de Zn para o rio (BIOS, 2000).

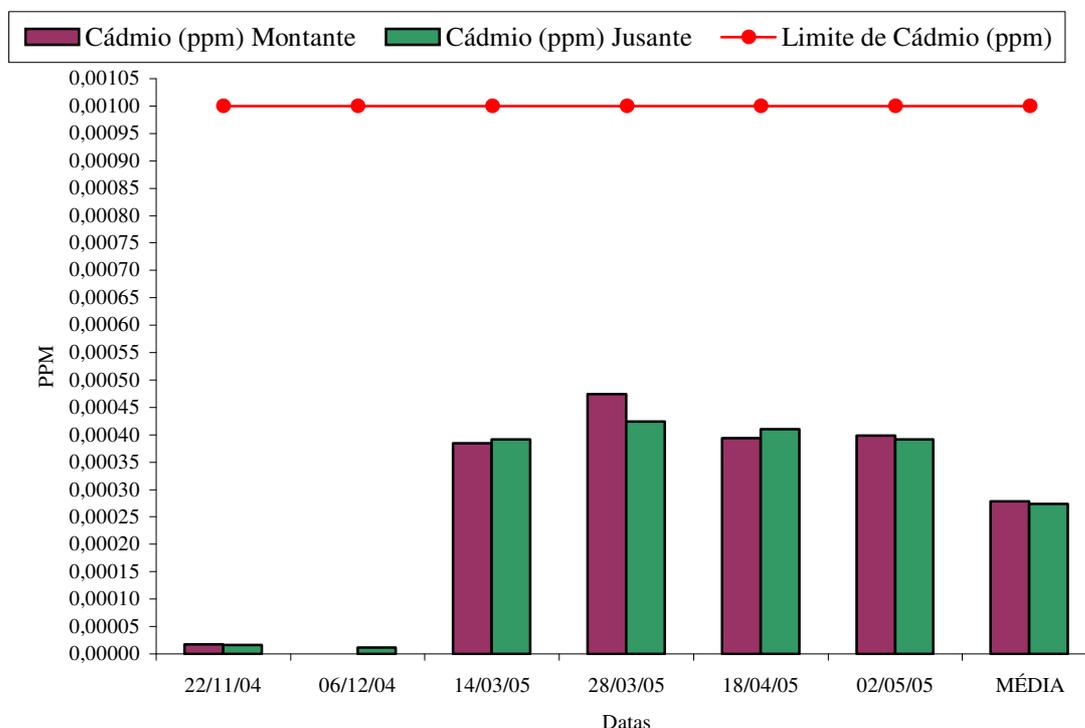


Figura 6 - Resultados de Análises de Metais Pesados - Conforme DN-10/86 COPAM

Acredita-se que além da contribuição urbana para Zn, também esteja ocorrendo o arraste desse metal e mais o Cu pelas águas utilizadas nas áreas de irrigação que margeiam o rio Paranaíba e seus afluentes. Além desses meios, esses metais mais o Cromo (Cr) podem estar chegando ao rio através do chorume do “lixão municipal”.

Os resultados de cádmio (Figura 6) não excedem os limites da DN 10/86, contudo, há a contaminação, estatisticamente ( $p \leq 1\%$ ), a jusante. Isto pode causar sérios danos à população, pois, ele é carcinogênico, teratogênico, afeta o sistema nervoso e rins (Esgoto, 2004) e pode causar danos ao sistema reprodutivo (Radojevic' e Bashkin, 1996).

Acredita-se que os resíduos de cádmio sejam oriundos de baterias de carro e celular, depositados nos “lixões municipais” das cidades (Rio Paranaíba, Carmo do Paranaíba, Lagoa Formosa, Guimarânia e Patos de Minas) que margeiam o rio Paranaíba.

As temperaturas das amostras não sofreram variação significativa para ambos os pontos.

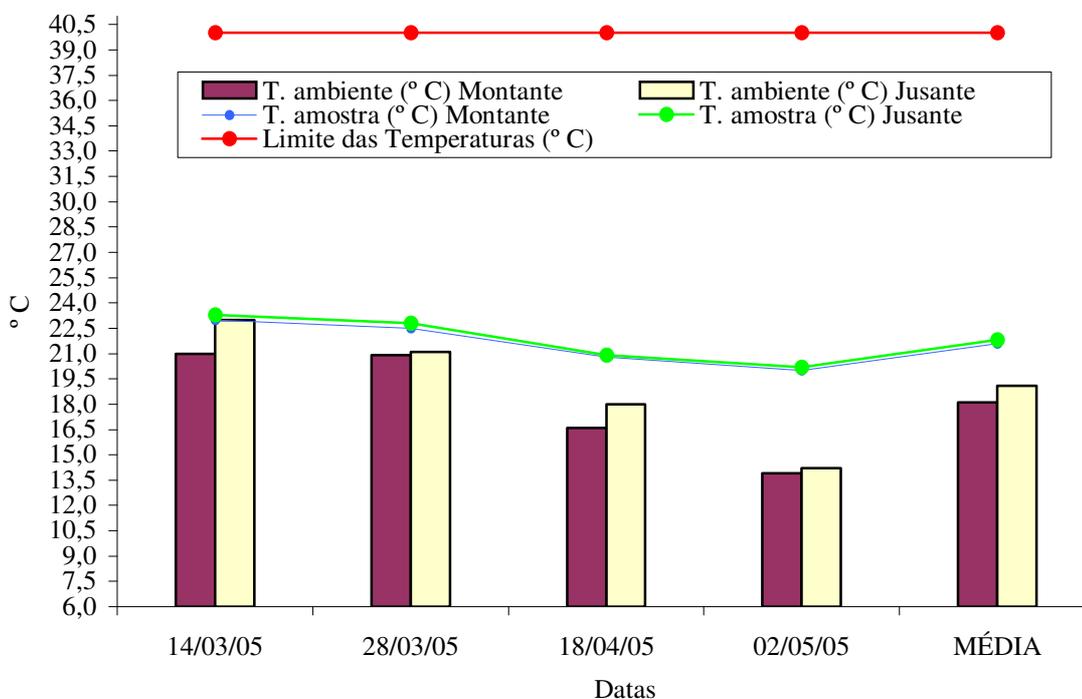


Figura 7 - Resultados de Análises Físico-químicas - Conforme DN-10/86 COPAM

#### 4 Conclusão

Para os cinco itens pesquisados, pode-se considerar que o rio Paranaíba está contaminado em dois deles.

Há a contaminação por zinco e cádmio, podendo ser danoso à população.

É necessário que sejam implementadas medidas corretivas, pelo poder público e pela população ribeirinha, a fim de controlar a contaminação por esses metais pesados. Também é necessária a aplicação de medidas preventivas para que a contaminação microbiológica e pelos outros metais (Pb e Cu) não se instale no rio Paranaíba.

## Agradecimentos:

À Copasa-MG, à Polícia Especializada do Meio Ambiente-MG pelo apoio técnico em algumas etapas do estudo e aos técnicos dos laboratórios do UNIPAM (Maria Rejane e Anivaldo) pela parceria durante toda a pesquisa.

## Referências

ALMEIDA, Maria Amélia Paolucci. *Métodos para o exame microbiológico de leite e derivados*. Juiz de Fora, 1995. 85 p. Apostila.

ÁVILA-CAMPOS, Mário Júlio. *Metais pesados e seus efeitos*. Matéria eletrônica. Disponível em: <[http://www.mundodoquímico.hpg.ig.com.br/metais\\_pesados\\_e\\_seus\\_efeitos.htm](http://www.mundodoquímico.hpg.ig.com.br/metais_pesados_e_seus_efeitos.htm)>. Acesso em: 18 jan. 2005.

A&X Consultoria e Serviços S/C Ltda. *Manual de microbiologia de leite*. São Paulo, 1995. 94 p. Apostila.

BACIA do rio Paranaíba: banco de dados. Disponível em:<<http://www.transportes.gov.br/hidro/detrioparanaíba.htm>>. Acesso em 13 abr. 2004.

BAIRD, Collin. *Environmental chemistry*. 2. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2001. 557 p.

BIOS: cadernos do departamento de ciências biológicas. *Metais pesados de dois rios da bacia do rio Paraíba do Sul-R. J.*. Belo Horizonte: Editora Puc Minas, v.8, n.8, dez. 2000.

BOSCARDIN BORGHETTI, Nadia Rita; BORGHETTI, José Roberto; ROSA FILHO, Ernani Francisco da. *Aqüífero guarani: a verdadeira integração dos países do Mercosul*. Curitiba: Maxigráfica, 2004. 214 p.

BOTELHO, Honório Pereira. *Tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Instituto de Educação Tecnológica, 2003. 101 p. Apostila.

BOTELHO, Honório Pereira. *Reuso da água*. Belo Horizonte: Sanetec, 2004. 45 p. Apostila.

BRAGA, Benedito et al. *Introdução à engenharia ambiental: o desafio de desenvolvimento sustentável*. 2. ed. ver. amp. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 305 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003*. Oficializar os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.

CALLEGARI-JACQUES, Sídia M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. 1ª reimpressão. Porto Alegre: Artmed, 2003. 246 p.

CAIXETA, Ediene. *Condições ambientais das margens do rio Paranaíba do perímetro urbano de Patos de Minas*. 2002. 46 p. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas.

ESGOTO. Seção: Trajeto da água. Banco de dados. Disponível em: <<http://www.curadagua.com.br/trajeto.htm>> . Acesso em: 20 out. 2004.

HITCHINS, A.D.; FENG, P.; WATKINS W.D.; RIPPEY S.R.; CHANDLER L.A. *Escherichia coli* and the Coliform bacteria. In: Bacteriological Analytical Manual Online. 2001. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov>. Acesso em 18 out. 2004.

HERRAIZ, Iñigo. *Água para todos, água para la vida*. Espanha. Março. 2003. Banco de dados. Disponível em: <[http://www.lainsignia.org/2003/marzo/ecol\\_006.htm](http://www.lainsignia.org/2003/marzo/ecol_006.htm)>. Aceso em 18 out. 2004.

HERRAIZ, Iñigo. *Água para todos, água para la vida*. Rio de Janeiro. Agosto. 2002. Seção: Ecologia. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/água/guia:química2.htm>>. Acesso em 18 jan. 2005.

JAWETZ, Ernest; et al. *Microbiologia médica*. 20.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A.; 1998. 506p.

MACÊDO, Jorge Antônio de Barros. *Águas e águas*. Juiz de Fora. Ortofarma, 2000. 502p.

METAIS PESADOS<sup>1</sup>: contaminando a vida. Banco de dados. Seção: Campanhas. Disponível em: <[http://www.greenpeace.org.br/toxicos/?conteudo\\_id=818&sub\\_campanha=0&img=15](http://www.greenpeace.org.br/toxicos/?conteudo_id=818&sub_campanha=0&img=15)>. Acesso em: 20 out. 2004.

METAIS PESADOS<sup>2</sup>. Seção: Trajeto da água. Banco de dados. Disponível em: <<http://www.curadagua.com.br/trajeto.htm>> . Acesso em: 20 out. 2004.

MINAS GERAIS. Conselho de Política Ambiental. *Deliberação Normativa nº 10, de 16 de dezembro de 1986*. Estabelece normas e padrões para a qualidade das águas, lançamentos de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências.

MINAS GERAIS. Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA – MG). *Manual para execução de coletas de amostras de água*. Patos de Minas. 1984. 57 p.

OLIVEIRA, José Roberto Guedes; ALVES, Valdir Aparecido. *Meio ambiente natural*. Dezembro de 2002. Seção: Artigos. Matéria eletrônica. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 29 set. 2004.

PELCZAR JÚNIOR, Joseph Michael; CHAN, E. C. S.; KRIEG, Noel R. *Microbiologia: conceitos e aplicações*. v. 2. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1996. p.

RADOJEVIĆ, Miroslav; BASHKIN, Vladimir N.. *Practical environmental analysis*. Londres: Royal Society of Chemistry, 1999. 466 p.

ROSSI, Daise Aparecida. *Curso de microbiologia*. Patos de Minas, 2004. 24 p. Apostila.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE Christine L; CASALI, Agnes Kiesling. *Microbiologia*. 6. ed. Porto Alegre; Artes Médicas Sul, 2000. 776 p.

VALLADA, Edgard Pinto. *Manual de coprocultura: cultura de fezes, isolamento, identificação bacteriana*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 160 p.

VARIÁVEIS de qualidade das águas. Banco de dados. Seção: Água/Rios e Reservatórios. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em 20 out. 2004.

WERNECK, Gustavo. *Paranaíba*, rio salvo pela própria natureza. *Estado de Minas*, Belo Horizonte, 24 abr. 1994. p.6.

WILKE, Berenice Cunha. *Minerais*. São Paulo, 2004. Seção: Biblioteca de Intoxicações. Matéria eletrônica. Disponível em: <[http://www.medicinacomplementar.com.br/Biblioteca\\_de\\_Intoxicações.asp](http://www.medicinacomplementar.com.br/Biblioteca_de_Intoxicações.asp)>. Acesso em: 18 jan. 2005.

ZIMBRES, Eurico. *Química da água subterrânea*. Meio Ambiente. Rio de Janeiro. Agosto. 2002. Seção: Água. Matéria eletrônica. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/água/guia/aguasubterranea.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2005.

