

Qualidade das águas do Rio Paraibuna no trecho urbano de Juiz de Fora/MG

Pedro José de Oliveira Machado*

Gustavo de Mattos Valle**

Liliane Rinco**

Lúcio Flavio Zancanela do Carmo**

Marcelo de Oliveira Latuf**

Resumo: Este artigo apresenta algumas considerações e resultados preliminares sobre o projeto de pesquisa intitulado “Urbanização e degradação ambiental do rio Paraibuna em Juiz de Fora/MG”, que desenvolvemos no período de 21/maio/2001 a 17/março/2003. O projeto envolveu a participação de quatro acadêmicos do Curso de Geografia da UFJF e contou com o fundamental apoio técnico da CESAMA.

Palavras chave: Recursos hídricos; Urbanização; Qualidade das águas.

Abstract: This article presents some considerations and preliminaries results on the entitled research project “Urbanization and environmental degradation of the river Paraibuna in Juiz de Fora/MG”, that was developed from 21/maio/2001 to 17/março/2003. The project involved four academics from the Course of Geography/UFJF and it counted with the fundamental technical support of CESAMA.

Key words: water resources; urbanization; water quality.

* Professor do Departamento de Geociências da UFJF, Mestre em Planejamento Ambiental.

** Graduados em Geografia pela UFJF

Introdução

Vê-se, de maneira geral, que a maior parte dos problemas relacionados aos recursos hídricos, tem como causas principais a sua má utilização e, destacadamente, a falta de planejamento. DREW (1986:87) analisa esta relação, salientando o exemplo dado pelas chamadas “civilizações hidráulicas”, do antigo Egito, da China, da Índia e da Mesopotâmia, enfatizando que “sua ascensão e subsequente queda estão intimamente relacionadas ao uso e abuso da água”.

A intensidade (e variedade) das demandas por recursos hídricos torna cada vez mais evidente e necessário o seu gerenciamento, “embora ainda prevaleça a falsa consciência de que esses recursos são ilimitados” (MENDES, 1991:53). Por isso, os programas mais recentes de gestão de recursos hídricos, têm dispensado especial importância ao planejamento do uso e ocupação do solo, ou seja, têm dado ênfase às medidas de caráter preventivo, “mais eficientes e menos onerosas” (MOTA, 1988:75). O planejamento em recursos hídricos tem o objetivo de impedir, previamente, o agravamento dos problemas de natureza ambiental, evitando ou minimizando seus efeitos negativos, como os da poluição resultante do lançamento de efluentes “*in natura*” nos corpos d’água, “para cuja terapia fatalmente são mobilizados mais esforços econômicos e sociais do que para sua prevenção”. (MENDES, 1991:53).

Contudo, “as abordagens de planejamento de uso do solo, baseadas em critérios econômicos clássicos têm falhado por não reconhecer o conflito entre as metas de desenvolvimento econômico e a capacidade suporte dos ecossistemas” (PIRES & SANTOS, 1995:40). Nesse sentido é que MACEDO (1995:86) atribui ao ordenamento territorial o dever de “compatibilizar as necessidades do Homem relativas à ocupação e ao uso do solo, com a capacidade de suporte do território que pretende ocupar”. Nessa visão, de planejamento ambiental, as atividades a serem desenvolvidas numa área qualquer, devem ser determinadas em função dos níveis de sustentabilidade desse meio.

Sendo a água de um manancial o resultado da drenagem de sua bacia, sua qualidade e, portanto, suas características físicas, químicas, biológicas e ecológicas, encontra-se sempre na dependência direta das ações (uso e ocupação) que se realizam no solo dessa bacia, bem como do grau de controle que se tem (ou não se tem) sobre essas fontes.

A utilização indevida dos recursos hídricos, aliada à falta de planejamento e gestão adequada dos usos e ocupação do solo tem gerado graves problemas econômicos e ambientais, especialmente nas áreas urbanas.

O abastecimento público constitui, sem dúvidas, o uso mais nobre da água, pois dele dependem, direta e/ou indiretamente, todas as atividades humanas. Além disso, a água apresenta uma grande variedade de usos, alguns mais, outros menos exigentes com relação à sua qualidade e quantidade.

Para atender a cada uma destas modalidades de uso, são exigidas algumas características específicas da água, bem como lhe são impostas algumas limitações com relação ao tipo e quantidade de impurezas presentes. Alguns usos demandam elevado padrão sanitário, outros apresentam restrições quanto à presença de produtos químicos e outros se limitam apenas à manutenção de aspectos estéticos. Assim, “a qualidade desejada para determinado recurso hídrico vai depender dos usos para os quais o mesmo se destina” (MOTA, 1988:05). Por esta razão, os recursos hídricos são classificados de acordo com a qualidade de suas águas e/ou segundo seus usos preponderantes.

A Resolução CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986, estabelece a classificação das águas (doces, salinas e salobras) do território nacional em 9 classes distintas e, para cada uma delas são estabelecidos limites e/ou condições, em função de sua destinação final ou segundo seus usos preponderantes.

Em Minas Gerais, a classificação dos recursos hídricos foi estabelecida pela Deliberação Normativa COPAM Nº 010, de 16 de dezembro de 1986, que definiu 5 classes para as coleções hídricas do estado, também em função de seus usos preponderantes.

A qualidade das águas de um rio ou reservatório está sob a constante ameaça da ação degradadora de certas substâncias poluentes. Estas podem originar-se de fontes pontuais ou localizadas, como os esgotos domésticos e os efluentes industriais ou, de fontes dispersas, não localizadas, como as águas de escoamento superficial, as águas de infiltração etc.

Aqui, cabe um destaque especial às conseqüências advindas da ausência de tratamento prévio do esgoto doméstico, por ser este um dos principais problemas dos cursos d'água em áreas urbanas.

Quando o esgoto doméstico, caracterizado, sobretudo, pela grande quantidade de matéria orgânica, é lançado *in natura* num corpo d'água qualquer, ele tende a ser estabilizado ou assimilado pelo meio líquido, através de processos de autodepuração, que envolvem transformações químicas, físicas e biológicas, através das quais a matéria orgânica é oxidada, “transformando-se em água, gases e sais minerais, compostos utilizados através da fotossíntese, na formação celular dos seres vivos” (NUCCI, ARAÚJO & SILVA, 1978:07), num processo conhecido como Biodegradação.

Porém, quando esses esgotos são lançados em quantidades superiores à capacidade de assimilação do corpo d'água, o “ambiente fica sobrecarregado, seu equilíbrio se desfaz e se altera completamente sua composição e estrutura” (BRANCO, 1988:75), passando a ocorrer o que se chama de Poluição.

O lançamento de matéria orgânica na água resulta no seu processo de estabilização, que é realizado por microorganismos, bactérias presentes nos cursos d'água, sobretudo aeróbias, que se reproduzem com grande rapidez e que oxidam a matéria orgânica. Note-se, porém, que estas bactérias vão promover a biodegradação da matéria orgânica consumindo parte do oxigênio dissolvido (OD) presente nas águas dos rios ou lagos.

Quando a carga de esgotos lançada excede à capacidade de autodepuração do corpo d'água receptor, passam a ocorrer problemas relacionados à quantidade de oxigênio, elemento naturalmente presente em baixas proporções na água. Ora, como as bactérias responsáveis pela degradação da matéria orgânica são, em sua maioria, aeróbias e se reproduzem rapidamente, quanto maior for a quantidade de “alimento” disponível, ou seja, matéria orgânica proveniente dos esgotos, maior será a população de bactérias e maior o consumo de oxigênio dissolvido presente na água. Isso ocorre até um limite onde o OD se torna totalmente ausente, inviabilizando a maior parte da vida aquática. Mas, como necessitam de maior quantidade de oxigênio que as bactérias, os peixes, por exemplo, morrem antes dele se esgotar totalmente. Esse processo, comum em rios poluídos é responsável pela morte dos peixes por asfixia e não por qualquer tipo de contaminação ou toxicidade.

O fim do oxigênio presente na água causa não só a mortandade de peixes, mas dos demais seres que necessitam desse elemento para respiração, como os crustáceos e moluscos. Os próprios microorganismos decompositores, em não mais existindo oxigênio disponível, morrem (aqueles que são estritamente aeróbios) ou se tornam aeróbios facultativos (adaptados à vida anaeróbia). Extingue-se assim a vida aeróbia nesse corpo hídrico e, em seu lugar, permanecem os de respiração facultativa e surgem os que são obrigatoriamente anaeróbios. “Estes prosseguem no processo de decomposição, só que agora através de processos fermentativos que provocam a formação de metano, além de vários subprodutos que se caracterizam pelo seu forte cheiro, como o gás sulfídrico e as mercaptanas” (BRANCO, 1993:50).

Os esgotos domésticos podem causar, ou ainda intensificar, o fenômeno natural de Eutrofização. A eutrofização é um processo de enriquecimento nutritivo do meio aquático (*eu-trofe* significa, em grego, bem alimentado), que pode ter conseqüências desastrosas. A poluição por matéria orgânica, rica em fosfatos e nitratos, gera uma abundância de

alimentação, aumentando exageradamente a oferta de nutrientes para toda a cadeia alimentar, especialmente para certos tipos de algas. De fato, como explica VERNIER (1994:21), “o excesso de nutrientes favorece uma proliferação e até uma explosão de algas, que logo se decompõem, consumindo enormes quantidades de oxigênio”.

Os aspectos citados anteriormente se relacionam diretamente à poluição da água, ou seja, à alteração de suas características. Contudo, além das substâncias tóxicas, os esgotos domésticos são também os responsáveis pela Contaminação da água, o que se dá pela introdução de organismos patogênicos de origem intestinal.

Tais organismos patogênicos não fazem parte do conjunto de seres que normalmente habita e se reproduz no meio hídrico. Seu ambiente normal é o próprio ser humano parasitado. A existência de seres patogênicos na água depende, necessariamente, de sua introdução nesse meio, a partir de indivíduos portadores. Na maior parte das vezes, a transferência de patogênicos do ser humano parasitado para a água, é realizada através das fezes que este elimina. As fezes humanas, além de eventuais microorganismos patogênicos (que somente ocorrem nos indivíduos doentes ou portadores), possuem, obrigatoriamente, um grande número de bactérias não patogênicas que são habitantes normais dos intestinos, participando mesmo de alguns processos metabólicos importantes para o próprio organismo hospedeiro. (BRANCO & ROCHA, 1977).

Os coliformes fecais são bactérias que vivem, normalmente, nos intestinos de todas as pessoas. Eles não causam doenças, pelo contrário, ajudam a digestão e se alimentam, simplesmente, de alguns subprodutos desta. Como visto, esse tipo de bactérias não se reproduz no meio hídrico, só no intestino e dessa forma, sua presença na água indica obrigatoriamente a presença da matéria intestinal. Em resumo, a presença de coliformes fecais na água indica, sempre, a presença de esgotos, e esta, por sua vez, significa a possibilidade da presença de patogênicos, dada a provável existência de pessoas doentes ou portadoras em meio à população que deu origem àqueles esgotos.

Por estas razões, quanto ao processo de urbanização, os estudos de uso e ocupação do solo, seu planejamento e gerenciamento, tendem, atualmente, a atribuir maior importância à variável ambiental, ou seja, tem-se mais clara a idéia de que não se deve (e não se pode) considerar, unicamente, as aspirações, necessidades ou vontades da sociedade, mas, igualmente, as possibilidades, potencialidades e mesmo as limitações do meio, às quais, MOTA (1981:192) denomina de “capacidade natural de utilização”. “Isso altera substancialmente a rota tradicional dos debates, implicando em não se simplificar as questões

relativas ao uso dos recursos naturais, em termos de ‘fazer ou não fazer’, mas priorizando o ‘como e quanto’ deve ser feito” (MACHADO, 1999:125).

O Processo de urbanização e o rio Paraibuna

Atualmente uma das grandes questões que envolvem a problemática ambiental mundial diz respeito exatamente às reservas de água doce, em quantidade e qualidade, capazes de suprir o consumo humano atual e futuro, pois a degradação generalizada que se tem observado na biosfera do Planeta e, em especial, nas áreas urbanas, tem propiciado impactos negativos imediatos sobre os recursos hídricos existentes.

As relações entre urbanização e recursos hídricos têm sido marcadas, sobretudo pelo insucesso, com prejuízo significativo para as águas urbanas, o que tem se transformado em prejuízos para toda coletividade. A degradação dos rios tem sido um dos preços pagos pelo desenvolvimento urbano descomprometido com o ambiente.

Ao constatar a expansão urbana de Juiz de Fora e os problemas que a mesma tem trazido, surge de imediato a visão de degradação das águas do rio Paraibuna, manancial hídrico que nos é mais próximo e que primeiro inviabilizamos como tal.

Juiz de Fora toma lugar neste imenso rol de cidades brasileiras que desconsideraram a importância de seus recursos hídricos ao promoverem o seu crescimento e adensamento urbanos. Com isso, levou à morte o seu principal rio, o Paraibuna, que viu ao longo desses anos, impotente, a vida de suas águas (e elas próprias) serem “roubadas” pelo excesso de esgotos (domésticos e industriais) que lhe eram (e são) lançados, sem nenhuma forma de tratamento.

Segundo dados da própria CESAMA (Companhia de Saneamento Municipal), órgão público responsável pelos serviços de distribuição de água e coleta de esgotos em Juiz de Fora, veiculados na mídia local (Jornal Tribuna de Minas, de 17 de setembro de 2000, p.04), são lançados 1.128 litros de esgotos por segundo, sem tratamento, nas águas do Paraibuna.

Juntamente com o relevo dominante no município (“Domínio dos Mares de Morros”), o rio Paraibuna, que corta a área central da cidade, seguindo no sentido geral NNW-SSE, “foi um dos elementos naturais mais importantes na estruturação e consolidação do espaço urbano em Juiz de Fora, tendo agido como vetor direcionador da ocupação que se processou, inicialmente, de maneira bastante linear” (MACHADO, 1998:17). Como citado por STAICO (1977:183), “a cidade desenvolveu-se condicionada às espontaneidades desse conjunto, alheia ao planejamento e a recursos tecnológicos ainda não existentes à data de sua formação”.

Num primeiro momento, a ocupação se deu ao longo do vale principal do Paraibuna, aproveitando as áreas mais planas e largas às margens do rio. No principal desses alvéolos ou *ombilics* (GUERRA, 1980:23) acha-se hoje implantado o centro da cidade.

Posteriormente, a cidade foi ocupando os vales secundários formados pelos vários afluentes do rio Paraibuna. Nesse momento, passa a ocorrer uma expressiva expansão horizontal da malha urbana. Ao contrário, o centro urbano, inserido em uma área plana, porém de pequena extensão, passa a sofrer um processo acelerado de “verticalização” das construções.

Esse modelo de crescimento urbano desordenado tem rendido efeitos bastante negativos no ambiente da cidade, sobretudo ao rio Paraibuna. Hoje, devido à poluição causada pelo lançamento *in natura* de quase todo o esgoto doméstico e industrial produzidos pela cidade, o rio, em seu trecho urbano, já não apresenta mais condições favoráveis de abrigar vida aquática.

Mais importante do que em outras épocas, essa discussão se torna fundamental, visto que as últimas décadas têm se mostrado muito promissoras ao processo de industrialização e conseqüente desenvolvimento econômico de Juiz de Fora, o que vem ratificar a nova realidade do processo de urbanização brasileiro, de redirecionar as tradicionais tendências de concentração, tanto da população, quanto dos agentes econômicos, para as cidades “médias”, pólos regionais. Essa nova realidade, no entanto, exige das cidades, um conjunto de serviços e investimentos, genericamente chamado de infra-estrutura básica, cuja demanda, normalmente, cresce numa velocidade maior do que a capacidade de atendimento das administrações municipais.

“Dentre os vários impactos advindos desse aumento de demandas públicas, motivados pelo crescimento econômico e/ou pela concentração demográfica, o principal talvez seja aquele que se dá sobre um dos elementos que mais nos é essencial: a água” (MACHADO, 2000:19). Como já salientado, o crescimento urbano desordenado tem trazido efeitos bastante negativos em algumas áreas importantes da cidade.

O Paraibuna, maior e mais importante afluente do rio Paraíba do Sul, configura-se assim no agente ambiental que mais merece atenção, não podendo mais ser tratado apenas como um corpo d’água receptor final de todos os detritos produzidos na cidade.

Se de um lado ele foi o grande vetor do crescimento urbano, por outro lado, pode se tornar um grande vetor de propagação de doenças e mesmo de resíduos poluentes, pois suas águas atravessam inicialmente a “Zona Norte” (área dos Distritos Industriais) e depois o Centro urbano e a “Zona Sul” (de maiores concentrações populacionais).

Acostumado a somente receber esgotos sem tratamento e toda sorte de descargas urbanas, o rio Paraibuna vem recebendo atualmente uma relativa atenção, especialmente por parte do Poder Público, seja pela instalação da ETE/Barbosa Laje, que em breve entrará em operação, seja pelas discussões acerca da criação do Comitê de sua bacia hidrográfica. Estas ações sinalizam, de um lado, uma esperança de melhoria da qualidade ambiental do rio e, de outro lado, reconhece a necessidade urgente de alternativas que alterem o seu atual quadro de degradação.

Por estas razões, o objetivo principal deste trabalho não foi meramente constatar a degradação das águas do rio Paraibuna, ponto de destinação final de todos os esgotos da cidade (nem precisaria), mas sim correlacionar, espacialmente, a degradação dos padrões de qualidade de suas águas com relação aos pontos de recebimento de efluentes. O trabalho pretendeu avaliar o impacto das cargas de esgoto na qualidade das águas do rio, em diferentes pontos da área urbana, bem como sua capacidade de recuperação. Além de integrar os alunos à realidade da pesquisa, isso poderá contribuir significativamente para futuros projetos de despoluição do rio e/ou quando (e se) da implantação de outras unidades de tratamento de esgotos.

Objetivos

O objetivo central do trabalho é correlacionar, espacialmente, o processo de urbanização da cidade de Juiz de Fora e os impactos gerados pelo lançamento de esgotos domésticos, sem tratamento, na qualidade das águas do rio Paraibuna, avaliando para tal os parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Coliformes Fecais.

Especificamente, pode-se enumerar os objetivos da seguinte forma: Avaliar a qualidade das águas do rio Paraibuna, em 5 pontos distintos da área urbana, adotando como referências para análise, dentre outros, os parâmetros OD, DBO e Coliformes Fecais; Diagnosticar a relação existente entre lançamento de efluentes domésticos e degradação das águas do rio Paraibuna, bem como seus mecanismos de autodepuração; Evidenciar a importância do Planejamento Urbano para a manutenção da melhor qualidade de vida e do ambiente da cidade, encarando-o como uma ferramenta eficaz e indispensável à melhor compatibilização e ordenamento dos usos e ocupação do solo urbano; Possibilitar o contato dos acadêmicos do curso de Geografia com a prática de pesquisa científica nesse importante ramo do conhecimento representado pelos recursos hídricos em ambiente urbano.

Procedimentos metodológicos

CAUBET & FRANK (1993:25) argumentam que “definir uma metodologia de atuação ambiental não é tarefa fácil”. De fato, principalmente com relação ao planejamento ambiental, onde é abordada uma série de variáveis, a dificuldade de estabelecimento de metodologias específicas e aplicáveis tem se feito sentir em boa parte dos trabalhos, razão pela qual, a maior parte dos estudos nessa área se concentra mais em diagnósticos do que em prognósticos. Para os trabalhos que visam o manejo e o uso racional dos recursos hídricos, ocorre uma idêntica dificuldade em se obter uma metodologia satisfatória para desenvolvimento e aplicação.

São vários os parâmetros adotados para verificação, controle e gestão da qualidade das águas. No “Índice de Qualidade da Água”, proposto pela National Sanitation Foundation, dos Estados Unidos, por exemplo, os parâmetros adotados são o Oxigênio Dissolvido, Coliformes fecais, pH, DBO, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez e sólidos totais (BENETTI & BIDONE, 1993:865/866). No estado de São Paulo, a CETESB monitora a qualidade das águas através da análise de 33 parâmetros. Destes, a CETESB selecionou o OD, a DBO, os coliformes fecais, a temperatura, o pH, o nitrogênio total, o fósforo total, os sólidos em suspensão e a turbidez como indicadores do “Índice de Qualidade das Águas” (CETESB, 1988:12-14).

De acordo com BRANCO & ROCHA (1977:93), os principais parâmetros a serem considerados, na definição do padrão de qualidade a ser adotado para as águas utilizadas para consumo público, mediante tratamento convencional, são: “DBO e OD”; “Concentração de bactérias coliformes”; “Substâncias tóxicas e material sobrenadante”; e/ou “Fenóis”, produtores de sabor e odor. Os valores limites de concentração desses parâmetros, no estado de Minas Gerais, são fixados pela Deliberação Normativa COPAM N° 010/1986.

A simples presença de substâncias tóxicas ou potencialmente tóxicas na água impede sua utilização para o abastecimento. Da mesma forma, os Fenóis são tóxicos ao organismo humano quando presentes na água em concentrações relativamente elevadas. “Ao reagirem com o cloro no tratamento, dão lugar à formação de clorofenóis, responsáveis por intenso sabor e odor desagradável” (BRANCO & ROCHA, 1977:95/96). Para substâncias possuidoras de sabor e odor, a Deliberação Normativa 010/86, prevê que elas sejam virtualmente ausentes.

Por esta razão, as metodologias adotadas têm utilizado como parâmetros ou a “concentração de bactérias coliformes”, indício de possibilidade de contaminação da água, ou

a “Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e o Oxigênio Dissolvido (OD)”, indicadores da presença de matéria orgânica na água, resultado da disposição de esgotos domésticos.

Quanto ao parâmetro “concentração de bactérias coliformes”, vale destacar, que por si só, a presença de coliformes fecais não fornece à água condição infectante, pois os coliformes fecais não apresentam caráter deletério à saúde humana e, sim, trazem embutida a possibilidade da presença de organismos patogênicos. Além disso, “as bactérias patogênicas tendem a morrer no meio externo, por ação da luz, oxigênio, sedimentação em função da gravidade e eliminação por predadores” (BRANCO & ROCHA, 1986:20). Em função do próprio processo de autodepuração da água, há uma tendência a “decrecer continuamente a população de microorganismos fecais e patogênicos” (NUCCI, ARAÚJO & SILVA, 1978:07).

Por estas razões, muitos estudos ambientais têm consagrado os parâmetros “DBO/OD”, como melhores elementos a serem utilizados numa metodologia que busca diagnosticar a qualidade das águas.

Vários trabalhos ratificam a adoção do OD como melhor parâmetro ambiental para identificação da qualidade das águas. WETZEL (1981:112) afirma que “o oxigênio é o parâmetro mais importante dos lagos, exceto a própria água”. Idéia compartilhada por TOLEDO JÚNIOR & KAWAI (1977:05) quando afirmam que “entre os vários parâmetros físicos, químicos e biológicos que determinam a qualidade da água de um rio, lago ou represa, o oxigênio dissolvido é considerado um dos parâmetros mais significativos”.

MOTA (1988:103) estuda o fenômeno da autodepuração através da Curva de Depressão do Oxigênio, “metodologia inicialmente proposta por STREETER e PHELPS, em 1925”, responsáveis pela formulação de uma equação matemática explicativa desse fenômeno e que possibilitava a determinação da população máxima para uma dada área, segundo o limite sanitário do OD. Essa equação inicial foi ampliada por CAMP, como destaca MOTA (1988:105), que introduziu novos coeficientes, tornando a fórmula mais completa e também mais complexa.

BRANCO & ROCHA (1977:93) apresentam outro método a ser adotado no zoneamento de atividades, usos e ocupação do solo, numa bacia hidrográfica de manancial destinado ao abastecimento público. A metodologia possibilita quantificar a população máxima admissível para uma determinada bacia, baseando-se no poder de estabilização, pela água, da matéria orgânica presente nos esgotos domésticos. Sendo assim, essa análise permite determinar a quantidade ou a carga de matérias poluidoras, resultante de um número máximo

de população que o corpo d'água pode receber, de modo a manter os padrões mínimos de qualidade.

Nesse trabalho utilizamos os parâmetros Coliformes Totais e Coliformes Fecais, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), pH, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Turbidez, Cor, Condutividade, Temperatura da água, Odor e Aspecto para depois avaliarmos a qualidade das águas em cinco pontos diferentes do rio Paraibuna.

Ponto Nº 1 - Dias Tavares: localidade inserida no perímetro urbano, mas, de certa forma, distante da área mais densamente ocupada. O local fica à montante da área central, sendo, pois, um bom referencial para identificar a qualidade das águas do rio antes dele receber a maior parte dos esgotos urbanos;

Ponto Nº 2 - Bairro Barbosa Lage (ponte de acesso à Represa Dr. João Penido): à jusante do primeiro ponto e ainda antes da área central, esse ponto já mostra uma degradação maior na qualidade das águas, pois aí, o rio já recebeu os efluentes de quase toda Zona Norte da cidade;

Ponto Nº 3 - Ponte da Rua Halfeld: ponto localizado na zona central da cidade, no meio da malha urbana. Aqui, o rio já demonstra maior degradação de suas águas, pois o volume de esgotos recebidos já é bastante significativo;

Ponto Nº 4 - Bairro Vila Ideal (ponte de acesso ao Curtume Surerus): esse ponto, localizado à jusante da área central, é bastante estratégico, pois, nessa altura, cerca de 87,4% dos esgotos domésticos produzidos pela cidade já terão ganhado as águas do Paraibuna;

Ponto Nº 5 - Ponte do Zamba (na divisa com o município de Matias Barbosa): nesse ponto o rio já terá percorrido um longo, sinuoso e encachoeirado percurso, atravessando um trecho de baixa densidade de ocupação, o que deverá acarretar, pelo processo de autodepuração, uma melhoria dos padrões qualitativos de suas águas.

Quadro Nº 01A – Dados sobre os Pontos de Coleta

Ponto de coleta	Localização	Altitude (m)
1	Ponte de acesso a Dias Tavares	690
2	Ponte do Bairro Barbosa Lage	680
3	Ponte da Rua Halfeld	675
4	Ponte do Curtume Surerus/Bairro Vila Ideal	670
5	Ponte do Zamba	510

Quadro Nº 01B – Dados sobre os Pontos de Coleta

Intervalos entre os Pontos de coleta	Distância em linha reta (Km)	Distância pelo rio (Km)	Gradiente (m/Km)
1 a 2	9,50	19,0	0,526
2 a 3	7,90	9,0	0,555
3 a 4	2,75	4,0	1,250
4 a 5	4,60	12,0	13,333
Total 1 a 5	24,75	44,0	4,090

As coletas ocorreram simultaneamente nos 5 pontos, em 8 oportunidades, no período de dois anos (maio/2001 a março/2003), sendo cada uma das amostras representativa de uma estação do ano, pois muitos fatores, tais como a temperatura e as chuvas, podem implicar em alterações nos resultados. Os procedimentos de coleta seguiram as normas bioquímicas específicas: à sombra, no período da manhã (sempre às 9:00), a cerca de 10cm de profundidade, contra a correnteza e com ausência de ar no frasco. Todos os exames foram gentilmente realizados pelos laboratórios da CESAMA.

Alguns resultados

Os resultados, ainda que preliminares, reafirmam a triste realidade do Paraibuna. No seu trecho urbano, todos os parâmetros analisados mostraram, em geral, índices de qualidade inferiores ao mínimo estabelecido pelas normas estadual e federal, havendo melhoria da qualidade das águas apenas no Ponto 5, tanto pelo natural processo de autodepuração das águas, quanto pela distância até as áreas mais densamente urbanizadas. Tais avaliações levam em consideração o enquadramento das águas do rio Paraibuna (em seu trecho urbano) na Classe 3, de acordo com a classificação prevista pela FEAM (1995:24). Os parâmetros mínimos para esta Classe são aqueles estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM 010/86.

Quadro 02 – Amostras e parâmetros

Amostra	Data	Estação	Parâmetros avaliados (disponíveis)
01	21/05/2001	Outono	Temperatura do ar; Temperatura da água; OD; Coliformes fecais; Coliformes Totais.
02	05/07/2001	Inverno	Temperatura do ar; Turbidez; Temperatura da água; OD; Coliformes fecais; Coliformes totais; DBO; Cor; pH;
03	28/11/2001	Primavera	Temperatura do ar; Temperatura da água; OD; Coliformes fecais; Coliformes totais; DBO; Cor; pH; Turbidez; Condutividade; Sólidos Sedimentáveis; Aspecto; Odor
04	05/03/2002	Verão	Temperatura do ar; Temperatura da água; OD; Coliformes fecais; Coliformes totais; DBO; Cor; pH; Turbidez; Condutividade; Sólidos Totais Dissolvidos (STD); Aspecto; Odor.
05	19/06/2002	Outono	Temperatura do ar; Temperatura da água; OD; Coliformes fecais; Coliformes totais; DBO; Cor; pH; Turbidez; Condutividade; Sólidos Totais Dissolvidos (STD); Aspecto; Odor.
06	17/09/2002	Inverno	Temperatura do ar; Temperatura da água; OD; Coliformes fecais; Coliformes totais; DBO; Cor; pH; Turbidez; Condutividade; Sólidos Totais Dissolvidos (STD).
07	03/12/2002	Primavera	Temperatura do ar; Temperatura da água; OD; Coliformes fecais; Coliformes totais; DBO; Cor; pH; Turbidez; Condutividade; Sólidos Totais Dissolvidos.
08	17/03/2003	Verão	Temperatura do ar; Temperatura da água; OD; Coliformes fecais; Coliformes totais; DBO; Cor; pH; Turbidez; Condutividade; Sólidos Totais Dissolvidos (STD); Aspecto; Odor; Sólidos Suspensos.

Quadro 03 – Dados médios dos parâmetros avaliados

Parâmetros	Unidades	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Temperatura do ar	°C	19,8	21,3	20,7	19,6	22,7
Temperatura da água	°C	20,5	20,5	18,7	19,0	19,8
OD	mg/l	4,97	3,36	2,44	1,72	3,65
DBO ₅ (20)	mg/l	3,64	9,07	10,92	15,57	9,42
Coliformes fecais	NMP/100ml	3.362	> 16.000	> 16.000	> 16.000	> 16.000
Coliformes totais	NMP/100ml	9.300	> 16.000	> 16.000	> 16.000	> 16.000
Cor	mgPt/l	90	90	92	112	115
pH		6,71	6,46	6,32	6,40	6,79
Turbidez	UNT	18,22	20,89	28,07	36,74	37,39
Condutividade	Ms/cm	22,82	37,70	49,51	51,15	57,95
Aspecto		turvo	turvo	turvo	turvo	turvo
STD	mg/l	16,43	26,30	33,27	33,49	38,40

É possível dividir o rio em três zonas distintas. Em todos os casos é notável a relação existente entre a qualidade das águas e a concentração do processo de urbanização (maior produção de esgotos domésticos). A primeira parte é a “zona de águas limpas” (Ponto1), à montante da área urbana, trecho em que o rio recebe pequena quantidade de esgotos e, por isso, mantém bons índices de qualidade. O trecho seguinte pode ser caracterizado como “zona de decomposição ativa” (Pontos 2, 3 e 4). Após ter recebido cerca de 87,4% dos esgotos urbanos (CARMO, 2003:33), o teor de OD atinge os valores mínimos e a DBO os valores máximos (Ponto 4). A terceira parte caracteriza a “zona de recuperação” (Ponto 5). Ocorre sensível melhoria da qualidade das águas, em função de três fatores: menor densidade de ocupação, com redução do lançamento de esgotos domésticos (cerca de 11,4% da população se localiza nesse trecho); aumento natural do volume do rio à jusante, o que aumenta sua capacidade de diluição; o trecho é muito encachoeirado, o que favorece a reoxigenação e a autodepuração de suas águas (entre os pontos 1 e 4, o gradiente é de 0,6 m/Km, ou seja, a cada quilômetro percorrido pelo leito do rio seu nível altimétrico abaixa 60 cm, já entre os pontos 4 e 5, o gradiente é de 13,3 m/Km).

Referências bibliográficas

- BENETTI, A. & BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In. TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: UFRS/EDUSP/ABRH, 1993, p. 849-75.
- BRANCO, S. M. e ROCHA, A. A. *Poluição, proteção e usos múltiplos de represas*. São Paulo: Edgard Blücher/CETESB, 1977.
- , *Proposições básicas para a proteção ambiental da Represa Dr. João Penido em Juiz de Fora - MG*. São Paulo: Sem Editora, 1986. (mimeografado)
- BRANCO, S. M. *O meio ambiente em debate*. São Paulo: Moderna, 1988.
- , *Água: origem, uso e preservação*. São Paulo: Moderna, 1993.
- CARMO, L. F. Z. *Avaliação da autodepuração das águas do Rio Paraibuna: trecho da área urbana de Juiz de Fora/MG*. Juiz de Fora: UFJF, 2003 (Monografia de bacharelado)
- CAUBET, C. G. & FRANK, B. *Manejo ambiental em bacia hidrográfica: o caso do Rio Benedito*. Florianópolis: Fundação Água Viva, 1993.
- CETESB. Qualidade das águas no Estado de São Paulo. *Revista Águas e energia elétrica*. São Paulo, ano 5, n.º 14, p. 11-15, 1988.
- DREW, D. *Processos Interativos Homem - Meio Ambiente*. São Paulo: DIFEL, 1986.
- FEAM. *Bacia do rio Paraibuna: enquadramento das águas*. Belo Horizonte: FEAM, 1995.

- GUERRA, A. T. *Dicionário Geológico - Geomorfológico*. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.
- MACEDO, R. K. de. Metodologias para a sustentabilidade ambiental. In. TAUKTORNISIELO, S. M. (Org.). *Análise ambiental: Estratégias ações*. São Paulo: T.A Queiroz, 1995, p. 77/102.
- MACHADO, P. J. de O. *Uma proposta de zoneamento ambiental para a Bacia Hidrográfica da Represa de São Pedro - Juiz de Fora/MG*. Presidente Prudente: UNESP, 1998 (Dissertação de Mestrado).
- Capacidade Suporte e Sustentabilidade Ambiental. In.: *Geosul*. Florianópolis, Vol. 14, n. ° 27, p. 122/127, janeiro/junho. 1999.
- Ocupação em áreas de manancial. In: *Anais do Ciclo de Seminários em Avaliação Ambiental*. Juiz de Fora: UFJF, 2000, p. 19/25.
- MENDES, C. A. B. Gestão de recursos hídricos: bacias dos rios Mundaú e Paraíba. *Revista Sociedade e natureza*. Uberlândia, Ano 3, n.º 5/6, p. 53-58, jan./dez, 1991.
- MOTA, S. *Planejamento urbano e preservação ambiental*. Fortaleza: UFC, 1981.
- *Preservação de recursos hídricos*. Rio de Janeiro: ABES, 1988.
- NUCCI, N. L. R., ARAÚJO, J. L. B. & SILVA, R. J. C. *Tratamento de esgotos municipais por disposição no solo e sua aplicação no Estado de São Paulo*. São Paul: Fundação Prefeito Faria Lima, 1978.
- PIRES, J. S. R. & SANTOS, J. E. dos. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. *Ciência Hoje*. São Paulo, Vol. 19, n. ° 110 p. 40-45, junho, 1995.
- STAICO, J. *A bacia do Rio Paraibuna em Juiz de Fora*. Juiz de Fora: UFJF, 1977.
- TOLEDO JÚNIOR, A. P. de & KAWAI, H. *Modelo para a avaliação do perfil vertical de oxigênio dissolvido na Represa Billings*. São Paulo: CETESB, 1977.
- VERNIER, J. *O meio ambiente*. Campinas: Papirus, 1994.
- WETZEL, R. G. *Limnologia*. Barcelona: Omega, 1981.