

Qualidade da água da bacia do Rio das Pedras – Guarapuava (PR), baseado nos parâmetros que definem o Índice de Qualidade da Água (IQA)

Patrícia Ferreti Teodoro
Acadêmica de Ciências Biológicas - Unicentro/Guarapuava(PR)

Ariodari Francisco dos Santos
Professor do Departamento de Ciências Biológicas - UNICENTRO/Guarapuava(PR)
ariodari@ig.com.br

Resumo: O Rio das Pedras é o manancial de abastecimento público de água para o município de Guarapuava. Este manancial tem sofrido ao longo do tempo ação antrópica provocada principalmente pela população ribeirinha, indústrias, trânsito da BR 277, atividades agropecuárias, exploração de madeiras, piscicultura, turismo ecológico, bem como chácaras de lazer. Este trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico da qualidade da água através dos parâmetros que definem o índice de qualidade da água (IQA), fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA) de 1996 a 2006, num total de vinte nove laudos, a fim de verificar os reflexos destas atividades na qualidade da água. Os resultados mostraram que o valor do IQA vem apresentando deterioração de sua qualidade, demonstrando que a qualidade da água na Bacia está diminuindo. Estes dados juntamente com os demais parâmetros que definem o IQA, afirmam que a Bacia está sofrendo interferências antrópicas e que programas de planejamento e proteção dos recursos hídricos precisam ser implantados.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; qualidade da água; recursos hídricos.

Abstract: Rio das Pedras is the source of public water supplying for the city of Guarapuava. This source has suffered throughout the

time anthropic action provoked mainly for the marginal population, industries, transit of BR 277, farming activities, wood exploration, pisciculture, ecological tourism, as well as leisure small farms. This work had as objective to carry through a diagnosis of the quality of the water through the parameters that define the index of quality of the water (WQI), supplied for the Supervision of Development of Water Resources and Environment Sanitation (SUDERHSA) from 1996 to 2006, in a total of twenty nine findings, in order to verify the consequences of these activities in the quality of the water. The results had shown that the value of the WQI has been presenting deterioration of its quality, demonstrating that the quality of the water in the Basin is diminishing. These data together with other parameters that define the WQI, affirm that the Basin has been suffering anthropic interferences and that planning and protection programs of the water resources need to be implanted.

Key-words: hydrographic basin; quality of the water; water resources.

Introdução

O desenvolvimento industrial e tecnológico, aliados ao crescimento urbano e populacional desordenado, implicou no aumento do consumo de recursos naturais. Os aglomerados urbanos também geraram grande demanda de matérias primas a ser suprida pelos produtores rurais e por isto as florestas deram lugar aos pastos e plantações, conseqüentemente houve uma aceleração dos processos de assoreamento dos rios, com despejos de efluentes urbanos e assoreamentos nas zonas rurais.

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais originados de atividades antrópicas, tais como mineração, construção de barragens e represas, retificação e desvio do curso natural de rios, uso de agroquímicos diversos, lançamento de efluentes doméstico e industrial não tratados, desmatamento, uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação, introdução de

espécies exóticas, entre outros (GOULART; CALLISTTO, 2003). É fato o questionamento da degradação ambiental provocado por atividades agropecuárias e ocupação de áreas de mananciais na região e o desenvolvimento da atividade agropecuária clama por formas de gestão dos recursos naturais menos agressivas, que não contaminem, que não degradem e que estejam adequadas a ações das normas e legislações pertinentes, pois há vários instrumentos relativos à gestão dos recursos hídricos com implicações diretas para os agricultores.

A água é parte integral do planeta terra. É componente fundamental da dinâmica da natureza, impulsiona todos os ciclos, sustenta a vida e é o solvente universal. Sem ela, a vida na Terra seria impossível (TUNDISI, 2003).

O Brasil detem 11,6% da água doce superficial do mundo, sendo 70% localizadas na região amazônica e os 30% restantes se encontram distribuídos de forma irregular pelo país para atender 93% da população (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2007).

Segundo Ottoni e Ottoni (1999), de toda a água circulante através do ciclo hidrológico, apenas 0,7% é que constituem a água útil disponível nos rios, lagos, lençóis subterrâneos, umidade do solo e umidade atmosférica (vapor de água).

A Bacia do Rio das Pedras se caracteriza como fonte de abastecimento público de água para o município de Guarapuava. Este manancial gradativamente vem sofrendo interferências antrópicas especialmente quanto ao uso e ocupação do solo relacionado à agropecuária, piscicultura, industriais e de trânsito.

Este trabalho tem como objetivo fazer uma identificação dos impactos ambientais na Bacia do Rio das Pedras, analisando os parâmetros de qualidade da água, dentre os quais: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, coliforme fecais, turbidez, sólidos totais, fósforo, nitrogênio, pH e índice de qualidade da água, para possíveis sugestões de melhoramento.

A importância da água

A água é o mais importante recurso da humanidade. A vida, tal qual a conhecemos, depende essencialmente dela. Foi no meio aquático, que surgiram as primeiras formas de vida. Embora se diga que é um recurso renovável, o que observamos atualmente é que o suprimento de água potável no planeta está se esgotando (PRETO et al., 1998).

A qualidade das águas superficiais é reflexo não apenas dos processos naturais, como também das contradições da sociedade e das formas de apropriação e exploração do espaço. É fato comum a localização dos centros urbanos e industriais nas margens ou nas proximidades de rios, os quais adquirem a dupla função de abastecimento de água e de local de deposição dos resíduos do uso da água. O uso dos recursos hídricos exige medidas adequadas de manejo para evitar sua degradação. O desmatamento das margens dos rios, a erosão, o assoreamento e a poluição dos cursos de água resultam da utilização desordenada do solo, que é um dos motivos de preocupação constante dos estudos ambientais, visto seus graves impactos sobre a qualidade da água, bem como sobre os ecossistemas envolvidos nesse processo (SOUZA et al. 1990, *apud* SANTOS; KOBAYAMA, 2003).

Embora o Brasil ainda tenha uma situação privilegiada em relação à quantidade e à qualidade de sua água, a forma de uso não vem ocorrendo de forma correta e responsável. Super exploração, despreocupação com os mananciais, má distribuição, poluição, desmatamento e desperdício são apenas alguns dos fatores que comprovam o descaso com este importante recurso. É importante ressaltar que a escassez de água põe em risco a vida no planeta e pode afetar diversas atividades econômicas, entre elas a geração de energia elétrica (WWF – Brasil, 2007).

O CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, na Resolução N. 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para

o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Consideram-se águas doces, águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰ (BRASIL, 2005).

Segundo resolução do CONAMA n. 357/2005 (BRASIL, 2005) águas doces classe II, em que se encontra o Rio das Pedras, podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA N. 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura e à atividade de pesca (Tabela 1).

Tabela 1- Classificação das águas doces, segundo a Resolução N. 357/2005-CONAMA

Classe especial	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção.	Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado.	Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.	Ao abastecimento humano, após tratamento convencional ou avançado.	À navegação.
À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.	À proteção das comunidades aquáticas.	À proteção das comunidades aquáticas.	À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.	À harmonia paisagística.

(Continua....)

<p>À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.</p>	<p>À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.</p>	<p>À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.</p>	<p>À pesca amadora.</p>	
	<p>À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.</p>	<p>À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.</p>	<p>À recreação de contato secundário.</p>	
	<p>À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.</p>	<p>À aquicultura e à atividade de pesca.</p>	<p>A dessedentação de animais.</p>	

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2005).

Poluição das águas e bacia hidrográfica

Para Chistrofoletti (1981), bacia hidrográfica pode ser definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto, em que cada um dos elementos, matérias e energias presentes no sistema apresentam uma

função própria e estão estruturados e intrinsecamente relacionados entre si. O que ocorrer a qualquer um deles terá reflexos sobre os demais. Já Fumach (2002), define bacia hidrográfica como sendo uma unidade territorial para estudos e implementação política de gestão de recursos hídricos, visando o planejamento integrado e o desenvolvimento sustentável regional.

A aprovação da Lei 9.433 (BRASIL, 1997) que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos criou uma nova, importante e moderna estrutura para a gestão destes recursos, prevendo processos participativos e novos instrumentos econômicos que promovem o uso mais eficiente da água, como a cobrança pelo seu uso. O Governo Federal criou, em 2000, a Agência Nacional de Águas - ANA -, responsável, entre outras coisas, por implementar a nova Lei (WWF – Brasil, 2007).

Segundo Fumach (2002), esta gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários da água e das comunidades. Deve sempre proporcionar condições de qualidade e quantidade para os múltiplos usos da água e evitar conflitos entre seus usuários.

O homem vem ocupando de forma cada vez mais desordenada as bacias hidrográficas no planeta, através de atividades de desmatamentos, queimadas, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, ocupações urbanas generalizadas gerando a impermeabilização dos solos, lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos. Enfim, todas essas atuações impactantes ao meio ambiente têm gerado uma deterioração da qualidade das águas naturais, com riscos de propagação de doenças de veiculação hídrica ao próprio ser humano (OTTONI; OTTONI, 1999).

À medida que a economia foi se tornando mais complexa e diversificada, mais usos foram sendo adicionados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de tal forma que ao ciclo hidrológico, superpõe-se um ciclo hidrosocial de grande dimensão e impacto ecológico e econômico. As pressões sobre os usos dos recursos

hídricos provem de dois grandes problemas que são o crescimento das populações humanas e o grau de urbanização e aumento das necessidades para irrigação e produção de alimentos (TUNDISI, 2003).

O aumento do consumo de água pela população humana e a má distribuição acarreta problema de escassez e baixa qualidade da água, causando risco de falta de água útil para os seres vivos. Muitas estações de tratamento de água brasileiras encontram-se trabalhando acima de sua capacidade ou produzindo água com qualidade insatisfatória (COSTA, 2007).

Poluição da água é a alteração das características ecológicas do meio, isto é, de seus aspectos físicos, químicos e biológicos, a contaminação da água é a introdução de elementos no meio hídrico em concentrações nocivas à saúde do homem (TATTON, 2004).

Segundo von Sperling (1996) entende-se por poluição das águas a adição de substâncias ou de formas de energia que direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique o legítimo uso que dela são feitos.

Os agentes que contaminam os corpos hídricos numa bacia hidrográfica podem ser biológicos, dissolvidos e em suspensão. Os biológicos são os agentes patogênicos, microbianos; os dissolvidos são os que fazem parte da sua composição química, enquanto os de suspensão são partículas, sedimentos. Os agentes contaminantes são os produtos que infiltram na terra (lixiviação), os que são descarregados por esgotos (esgotos domésticos), os lixos jogados nos rios, os produtos arrastados pelas águas da chuva (erosão), os restos de animais e a chuva ácida. Como produtos que infiltram na terra temos os pesticidas, herbicidas, fungicidas, nitratos, fertilizantes, detergentes, solventes, desinfetantes e metais pesados que são provenientes de esgotos de indústrias. Os derivados de petróleo são arrastados pela chuva (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2007).

A poluição atmosférica libera gases que reagem com moléculas de água, gerando a chuva ácida. Esses gases são provenientes de

atividades industriais e veículos motorizados. A chuva ácida pode danificar o solo, a vegetação e os corpos d'água podendo causar mortandade de peixes (OTTONI; OTTONI, 1999).

A poluição pela acumulação de metais pesados é devido a atividades industriais que lançam seus resíduos nos rios. Esses metais podem ser inseridos na cadeia alimentar, podendo assim atingir o homem devido a bio-acumulação, gerando problemas de saúde e tornando a água imprópria para consumo (OTTONI; OTTONI, 1999).

Os lançamentos de resíduos domésticos e industriais causam um aumento de germes patogênicos que podem causar doenças ao homem. Os resíduos industriais não biodegradáveis causam toxicidade e podem se acumular no ambiente se não passar por um sistema de tratamento em Estações de Tratamento (OTTONI; OTTONI, 1999).

A agricultura é a atividade humana que demanda maior quantidade total de água. Em termos mundiais, estima-se que esse uso responda por cerca de 80% das derivações de água (FGV, 1998), aproximadamente 70% de toda a água doce consumida no mundo (BANCO MUNDIAL, 2000). No Brasil, esse valor supera os 60% (LIMA et al., 1999).

As queimadas, os desmatamentos e a impermeabilização dos solos pela atividade humana (agropecuária, centros urbanos, indústrias, etc) geram escoamento superficial da água, erosão e empobrecimento do solo (OTTONI; OTTONI, 1999). Há de torná-los novamente porosos na sua superfície para deixar a água infiltrar-se, abastecendo os níveis freáticos, subterrâneos (PRIMAVESI, 1997).

Os animais liberam amônia ao defecar. Parte da amônia é liberada para a atmosfera e outra parte convertida em nitratos por bactérias decompositoras. As atividades intensivas de criação de animais geram grandes quantidades de nitratos, que são solúveis em água, tornando-se um dos principais poluentes de águas subterrâneas (OTTONI; OTTONI, 1999).

Parâmetros de qualidade da água

Turbidez

É a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar uma certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma (GAUTO, 2007).

A claridade da água é importante na produção de produtos destinados ao consumo humano e em muitos processos de produção. A turbidez na água é causada por material em suspensão e colóides tais como argila, lodo e material orgânico ou inorgânico finamente dividido (QUINÁIA et al., 2004).

A turbidez, além de reduzir a penetração da luz solar na coluna d'água, prejudicando a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas, pode recobrir os ovos dos peixes e os invertebrados bênticos (que vivem no fundo). Os sedimentos em suspensão podem carrear nutrientes e pesticidas, obstruindo as guelras dos peixes, e até interferir na habilidade do peixe em se alimentar e se defender dos seus predadores. As partículas em suspensão localizadas próximo à superfície podem absorver calor adicional da luz solar, aumentando a temperatura da camada superficial da água (COUTO, 2007).

O valor máximo permitido de turbidez para um rio de classe 2 é até 100 UNT (unidades nefelométrica de turbidez).

Oxigênio Dissolvido (OD)

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. O oxigênio se dissolve nas águas naturais provenientes da atmosfera, devido à diferença de pressão parcial. Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Este fenômeno ocorre em maior extensão em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas, ou seja, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no

meio, especialmente os de nitrogênio e fósforo que são utilizados como nutrientes pelas algas.

O oxigênio dissolvido é o elemento principal no metabolismo dos microorganismos aeróbios que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgotos. Nas águas naturais, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L. É, portanto, um parâmetro de extrema relevância na legislação de classificação das águas naturais, bem como na composição de índices de qualidade de águas (IQAs) (GAUTO, 2007).

Segundo a resolução do CONAMA n. 357/2005 (BRASIL, 2005), o oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não pode ser inferior a 5 mg/L O₂.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para Quináia et al. (2004) a expressão "Demanda Bioquímica de Oxigênio", é utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou de águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura, por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido na água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbicos de respiração subaquática.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água (TATTON, 2004).

Para águas doces classe 2, a DBO permitida é até 5 mg/L O₂, por 5 dias a 20°C (BRASIL, 2005).

Temperatura

Segundo Tatton (2004), variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação de temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por dejetos industriais (indústrias canaveiras, por exemplo) e usinas termoelétricas.

A temperatura da água é ditada por radiação solar, salvo nos casos de dejetos industriais, de termoelétricas e usinas atômicas que operam nas margens do lago ou reservatório. A temperatura exerce maior influência nas atividades biológicas e no crescimento. Também governa os tipos de organismos que podem viver ali [...] (COUTO, 2007).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é um índice de concentração de hidrogênio na água, e é usado para determinar se uma água é ácida, neutra ou básica. A melhor faixa de pH é de 6 – 9. O pH flutua consideravelmente com a hora do dia e a profundidade da água, porque o pH da água geralmente está relacionado com a concentração de dióxido de carbono. O dióxido de carbono reage com a água produzindo o íon hidrogênio (ácido), e durante o dia, a remoção de dióxido de carbono pelo uso na fotossíntese pelas plantas aquáticas causa elevação do pH. O pH mais alto ocorre geralmente à tarde. À noite, a fotossíntese pára e o dióxido de carbono acumula na água e gera acidez, e isto causa o declínio do pH. O menor valor do pH geralmente ocorre perto do amanhecer (FERTONANI; PLICAS, 2007).

O valor de pH permitido para a classe é de 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2005).

Fósforo

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além das próprias matérias fecais, que são ricas em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (TATTON, 2004):

A quantidade permitida em ambientes lênticos é até 0,030 mg/L, e 0,050 mg/L em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico (BRASIL, 2005).

Nitrogênio

A amônia está presente naturalmente em águas superficiais e em esgotos. A sua concentração é geralmente baixa em águas subterrâneas porque ela é adsorvida por partículas do solo e por argila e não é rapidamente lixiviada. A amônia é produzida principalmente pela deterioração de compostos orgânicos nitrogenados e pela hidrólise da uréia (QUINÁIA et al., 2004).

Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência (BRASIL, 2005).

Sólidos Totais

Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em

linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão). As determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos) (TATTON, 2004).

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo a decomposição anaeróbica (TATTON, 2004).

O valor máximo permitido de sólidos dissolvidos totais é 500 mg/L (BRASIL, 2005).

Coliformes

A denominação Coliforme total configura um grande grupo de bactérias que tem sido isolada de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. [...] Não existe uma relação quantificável entre coliformes totais e microorganismos patogênicos. Coliformes fecais são um grupo de bactérias indicadoras de organismos do trato intestinal humano e de outros animais (VON SPERLING, 1996).

A resolução do CONAMA (BRASIL, 2005) define que a quantidade de coliformes termotolerantes para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida à resolução CONAMA n. 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *Escherichia coli* poderá ser determinada

em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Índice de Qualidade da Água (IQA)

Conhecer a qualidade da água de uma bacia hidrográfica é fundamental para a gestão dos recursos hídricos. A qualidade da água não refere somente à determinação da pureza da mesma, mas também as suas características desejadas para os seus múltiplos usos. Assim, ao longo dos anos foram desenvolvidos vários índices e indicadores ambientais para avaliação da qualidade da água com base em suas características físico-químicas e biológicas. Um desses índices é o IQA (índice de qualidade das águas), o qual estabelece níveis e padrões de qualidade que possibilitam a classificação das águas em classes, determinada pelo resultado encontrado no seu cálculo (LIMA et al., 2007).

O objetivo de um Índice de Qualidade das Águas (IQA) é comunicar a qualidade de um determinado corpo hídrico aos atores institucionais de uma bacia hidrográfica, sejam eles a população, as prefeituras, os órgãos de controle ambiental, os comitês das bacias hidrográficas, as organizações não-governamentais, entre outros. Desse modo, o índice de qualidade das águas colabora na construção de um sistema de suporte à tomada de decisão em uma bacia hidrográfica (SILVA e JARDIM, 2006). As interações entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água constitui o ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado (HARMANCIOGLU et al., 1998). Para uma interpretação ecológica da qualidade das águas superficiais e/ou para estabelecer um sistema de monitoramento, é necessário a utilização de métodos simples e que dêem informações objetivas e interpretáveis, partindo para critérios próprios que considerem as características peculiares dos recursos hídricos (PINEDA; SCHÄFER, 1987). Logo, o uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que

todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo.

Uma dificuldade na elaboração de um índice de qualidade das águas é sintetizar em um único número que pode estar relacionado a um estado da qualidade: ótima, boa, regular, ruim e péssima, uma realidade complexa, onde inúmeras variáveis ambientais têm influência. Soma-se a isso, o fato que a qualidade da água é uma função direta de seu uso proposto. Portanto, uma definição clara dos objetivos que se desejam alcançar com este índice de qualidade se faz necessária, pois entre os usos da água estão as irrigações, a recreação, o industrial, o abastecimento público, a manutenção da vida aquática, etc (SILVA; JARDIM, 2006).

Este índice é mais apropriado para corpos d'água lóticos. Na caracterização da qualidade da água, utilizam-se alguns parâmetros que representam suas características físico-químicas e biológicas, os indicadores da qualidade da água, que representam impurezas quando ultrapassam a certos valores estabelecidos. Estes parâmetros foram estabelecidos pela National Sanitation Foundation (NSF) nos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, para o desenvolvimento de um índice que indicasse a qualidade da água (IQA). Com isso nove parâmetros foram considerados mais representativos: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. Para cada parâmetro foram traçadas curvas médias da variação da qualidade da água em função das suas respectivas concentrações. Assim definido, o IQA reflete a interferência de esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

As faixas do Índice de Qualidade das Águas da NSF (National Sanitation Foundation), adotado pela SUDERSHA, estão na Tabela 2.

Tabela 2- Classificação das águas pelo IQA.

Categoria	Ponderação
Ótima	>91
Boa	71 < IQA < 99
Razoável	70 < IQA < 51
Ruim	50 < IQA < 25
Péssima	IQA < 25

FONTE: SUDERSHA, 1997.

Metodologia

A Bacia do Rio das Pedras possui área de aproximadamente 330 km², localizada integralmente no município de Guarapuava, Estado do Paraná, na porção nordeste, tendo como rios principais, Rio das Mortes, Rio das Pombas, Rio Guabirola e vários outros afluentes secundários. As principais nascentes do Rio das Pedras encontram-se sobre Área de Proteção Ambiental (APA). da Serra da Esperança (BATTISTELLI et al., 2004).

A cobertura vegetal original da bacia hidrográfica do Rio das Pedras é constituída basicamente pela floresta ombrófila mista, mais especialmente a alto-montana, ou seja, encontra-se localizada acima de 1000 metros de altitude (IBGE, 1992).

O clima de Guarapuava é classificado como subtropical mesotérmico – úmido sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado. A pluviosidade mostra-se bem distribuída ao longo do ano, com precipitações médias anuais em torno de 1961 mm, apresentando variações extremas consideráveis e a temperatura média anual fica em torno de 16 a 17,5 °C (THOMAZ; VESTENA, 2003).

Esta Bacia é cortada pela BR 277, que oferece acesso ao centro urbano, ligando Guarapuava a Curitiba, apresentando diversas formas de exploração dos recursos naturais, destacando exploração de madeira, piscicultura, turismo ecológico e agropecuária, bem como chácaras de lazer.

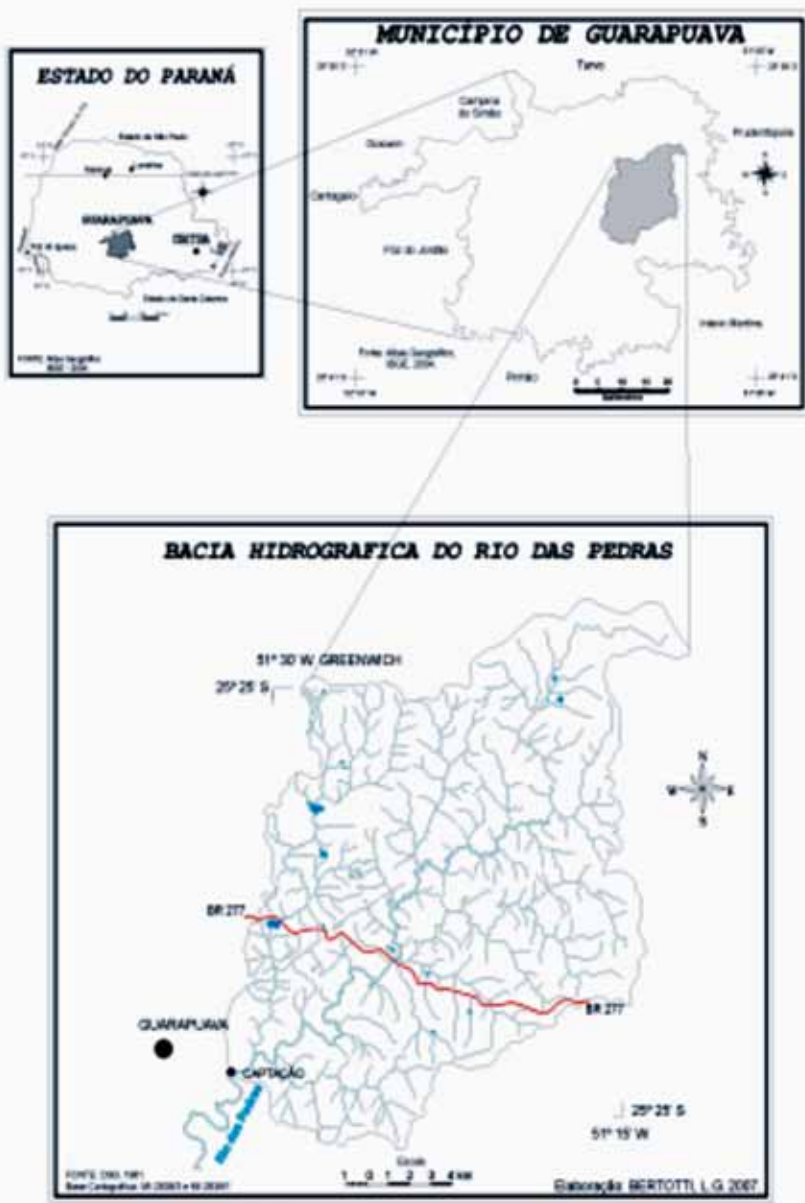
Segundo a SUDERHSA, o Rio das Pedras é um rio de água doce que abastece a cidade de Guarapuava, Estado do Paraná. Ele encontra-se nas latitudes 25°13'10" S e 25°26'24", longitudes 51°13'10" W e 51°28'40", com altitude variando de 1260 m, na Serra da Esperança, até 960 m, na desembocadura (SANTOS e KOBIYAMA., 2003); com área de drenagem até a captação de 306 km² na Bacia Iguaçu, sendo classificado segundo a resolução do CONAMA n. 357/2005 (BRASIL, 2005), como um rio de classe II.

O presente trabalho foi realizado a partir das informações do banco de dados de qualidade de água disponibilizados pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA). Os parâmetros estudados foram disponibilizados na forma de relatório após solicitação junto a este órgão, sendo a qualidade dos métodos empregados na determinação dos mesmos avaliados pelo próprio órgão.

Os parâmetros avaliados no trabalho são os que definem o IQA (Índice de Qualidade de Água), a saber: temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mgO₂L⁻¹), pH (unidades), turbidez (NTU), fosfato total (mg P.L⁻¹), nitrogênio Kiedahl (mg N. L⁻¹), sólidos em suspensão a 103°C (mg L⁻¹), demanda bioquímica de oxigênio (mg L⁻¹), coliformes fecais (NMP/100mL). Metodologia usada pela SUDERHSA em cada parâmetro.

Na bacia a estação de monitoramento de qualidade de água é definida pelo Código ANEEL, como: Estação 65809000 – IG – ETA – GUARAPUAVA, localizada na estação de derivação da água para tratamento na ETA de Guarapuava (Figura 1).

Figura 1 - Mapa da bacia do Rio das Pedras – Guarapuava (PR)



Fonte: DSG1981. Base cartográfica: MI-2838/3 e MI – 2838/1. Elaborado por Bertotti, L. G. 2007

Resultados

Os dados correspondem às médias anuais dos parâmetros de monitoramento da Estação ETA-GUARAPUAVA, que compõem o IQA, foram analisados de 1996 a 2006, num total de 29 laudos.

Oxigênio Dissolvido (OD)

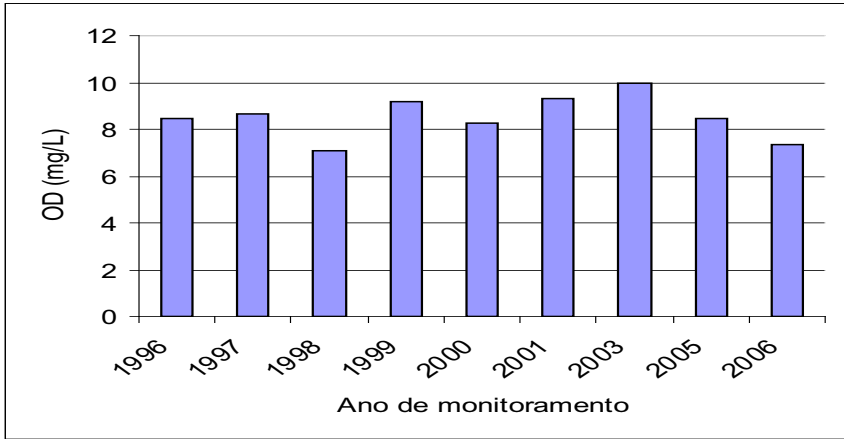
O OD não apresentou grandes variações durante os anos de monitoramento (Figura 2). O teor de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos é de fundamental importância para a manutenção das comunidades aquáticas aeróbias. Um decréscimo nos teores de OD provoca, entre outros efeitos desastrosos, a morte de peixes e demais organismos aquáticos (REBOUÇAS, 2002).

A variação de OD segundo a resolução do CONAMA n. 357/2005 (BRASIL, 2005), para um rio de classe II não podem ser inferiores a 5 mg/L, sendo assim, os dados estão de acordo com os exigidos pela classe. O OD é um dos parâmetros mais importantes para avaliação da qualidade da água, pois revela a possibilidade de manutenção de vida dos organismos aeróbios.

Segundo Gauto (2007), o oxigênio é indispensável para o metabolismo dos seres aeróbicos e também de outros indivíduos. A redução do oxigênio em um rio se deve provavelmente por despejo de esgotos domésticos e certos resíduos industriais.

Deberdt (2007) diz que os resíduos orgânicos são decompostos por microorganismos que utilizam o oxigênio na respiração. Quanto maior o volume de esgoto, maior o número de microorganismos, logo, menor o volume de oxigênio dissolvido, causando mortalidade dos peixes. Fica claro então que a mortalidade é devido à ausência de oxigênio na água e não à presença de substâncias tóxicas.

Figura 2 - Médias anuais de oxigênio dissolvido (mg/L).



NOTA: O valor médio anual de OD é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano

FONTE: SUDERHSA

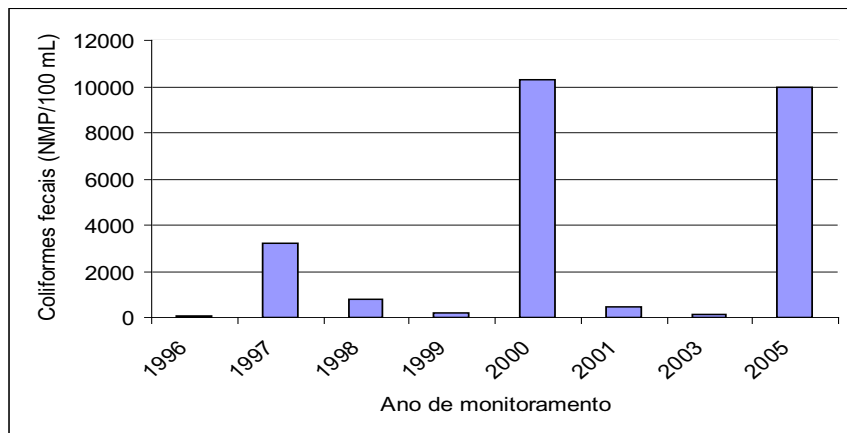
Coliformes

Coliformes termotolerantes ou fecais estiveram sempre presentes em grandes quantidades na água apesar de não ultrapassar o limite máximo permitido (Figura 3). A presença de coliformes nas águas por si só não representa problemas à saúde, indicando apenas a possível presença de fezes e, portanto, de outros organismos patogênicos presentes nas fezes, transmissores de doenças como a febre tifóide e paratifóide, disenteria bacilar, cólera, hepatite, dentre outras (REBOUÇAS, 2002).

A quantidade de coliformes fecais para um rio de classe II é 1.000 coliformes para 100 mL de água. Observa-se que nos anos de 1996, 1998, 1999, 2001 e 2003 a quantidade de coliformes foi abaixo da estabelecida pela resolução do CONAMA n. 357/2005 (BRASIL, 2005), e que nos anos de 1997, 2000 e 2005, esses valores extrapolaram o permitido pela classe. Esses dados permitem a identificação de um aumento da exploração da bacia por parte da população através de despejo de esgotos e que os projetos de preservação não estão atingindo seus objetivos.

Dados da SUDERHSA mostram que o tempo na maioria das coletas no ano em que o número de coliformes fecais ultrapassou o extrapolado estava bom, ou seja, não há registro de precipitações. Este dado permite inferir que o alto valor de coliformes se deve ao recebimento de esgotos pelo rio e não a eventos pluviométricos.

Figura 3 - Médias anuais de coliformes fecais (NMP/100ml).



NOTA: O valor médio anual de CF é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano

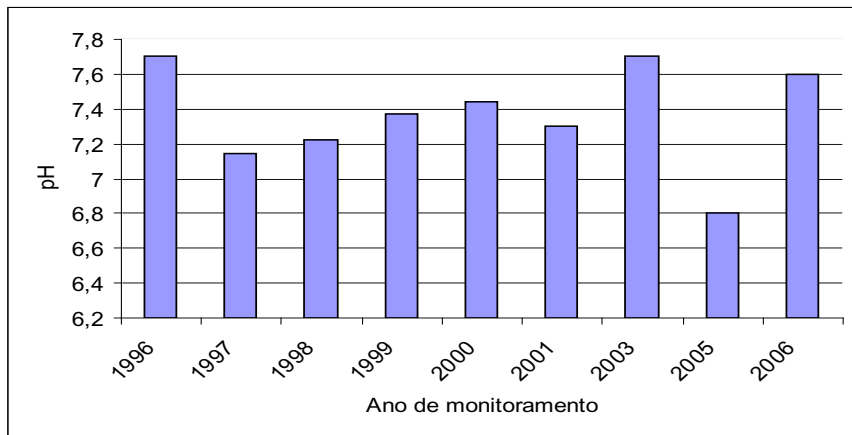
FONTE: SUDERHSA

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH (Figura 4) apresentaram variações de 6,8 (2005) a 7,7 (1996). Uma análise geral permite dizer que os valores estão aumentando a cada ano, mas todos os valores obtidos estão de acordo com os exigidos pela classe. Este parâmetro obedece à resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005, que definem o pH entre 6 a 9 para classe 2.

O pH varia ao longo do dia devido à diferença de temperatura, à profundidade da água e também à fotossíntese das algas. Normalmente, as coletas são feitas no mesmo período para assim existir comparação entre os laudos. No geral, percebe-se que o valor do pH vem aumentando pouco, mas gradativamente, e a água está alcalinizando.

Figura 4 - Médias anuais de pH (unidades).



NOTA: O valor médio anual de pH é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano.

FONTE: SUDERHSA

Segundo Deberdt (2007), “naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água”.

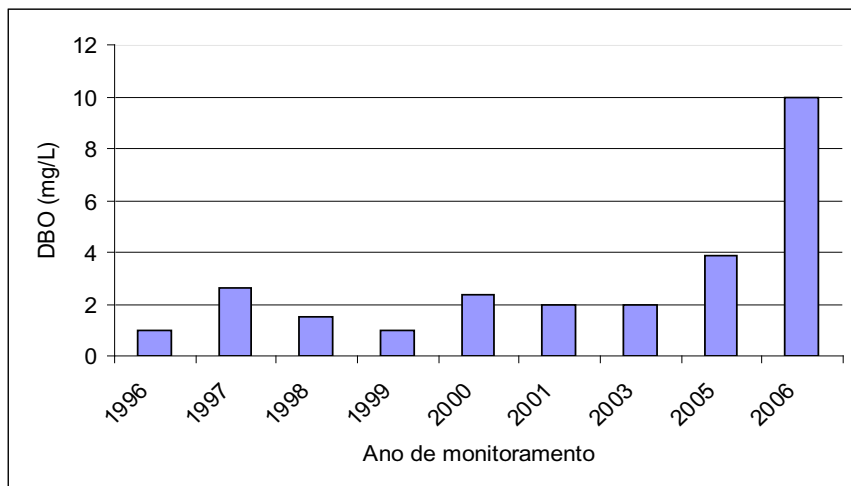
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Segundo a resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005, os valores de DBO (5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂) estão de acordo com a classe do rio até o ano de 2005. No ano de 2006, o que se percebe é que o valor dobrou ao permitido (Figura 5). O alto valor de DBO no ano de 2006 não permite dizer se é devido à exploração da bacia por parte da população, quer por lançamento de dejetos humanos ou animais, uma vez que neste ano, só existiu uma coleta e que não houve um aumento populacional que justifique um aumento do volume de esgoto.

Segundo Tatton (2004), os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d’água, são provocados por despejos de origem

predominantemente orgânica. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

Figura 5 - Médias anuais de DBO (mg/L).



NOTA: O valor médio anual de DBO é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano.

FONTE: SUDERHSA

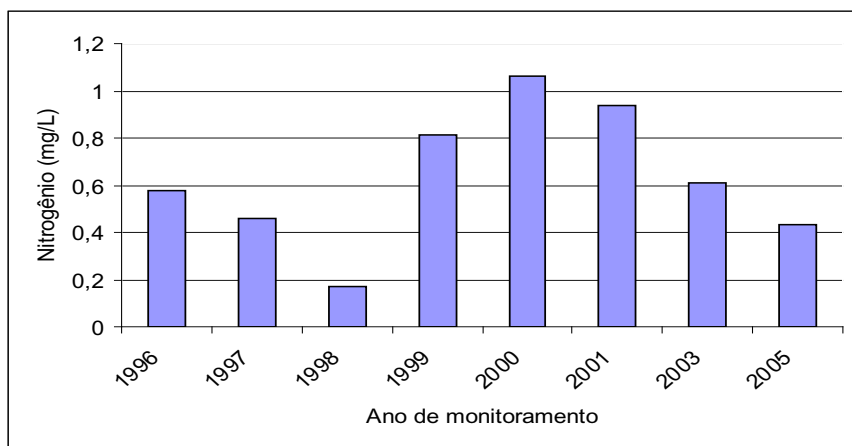
Nitrogênio

Os valores de nitrogênio (Figura 6) não ultrapassaram os valores permitidos para a classe do Rio das Pedras. Percebe-se, no entanto que esses valores vêm aumentando ao longo dos anos.

Dentre as diversas formas de nitrogênio presentes no solo, a amônia (NH_3) e, em especial o nitrato (NO_3^-), podem ser causas da perda de qualidade da água. Embora a amônia estando presente na água, quando originada no solo ou aplicada via fertilizante, essa molécula tende a ser convertida a amônio (NH_4^+) e este, por sua vez, é convertido a nitrato por processos microbianos. Logo, o nitrato é a principal forma de nitrogênio associada à contaminação da água pelas atividades agropecuárias.

A contaminação de nitrato nos corpos hídricos depende principalmente da quantidade de nitrato presentes ou adicionadas ao solo como adubos, da permeabilidade do solo, das precipitações, do manejo das irrigações e da profundidade do lençol freático. Deve-se considerar que a elevação dos teores de nitrato na água é indicativo de risco potencial da presença de outras substâncias indesejáveis, como muitas moléculas sintéticas de defensivos agrícolas, que possivelmente se comportam de forma análoga ao nitrato.

Figura 6 - Médias anuais de N (mg/L).



NOTA: O valor médio anual de N é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano

FONTE: SUDERHSA

Fósforo

Os valores de fósforo totais permitidos para a classe II é até de 0,05 mg/L em ambientes intermediários. Apenas os anos de 1997, 1998 e 2006 (Figura 7) não ultrapassaram os valores permitidos para esta classe, enquanto os anos 1996, 1999, 2000, 2001 e 2003, os resultados ultrapassaram a classe.

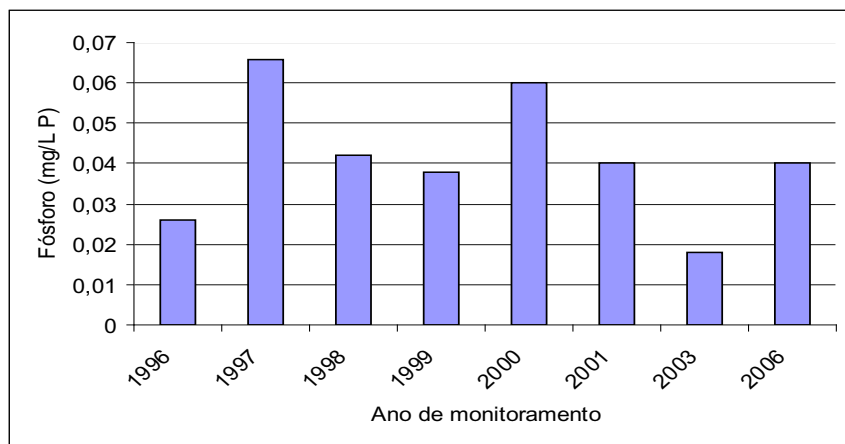
O enriquecimento da água em fósforo não traz maiores problemas de saúde para o consumo, pois se trata de um elemento requerido em elevadas quantidades pelos animais em geral. Entretanto,

este enriquecimento pode trazer sérios problemas em termos de desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos devido ao processo de eutrofização, que consiste da proliferação exagerada de algas e plantas aquáticas. Como consequência, pode haver redução da penetração de luz em profundidade, redução da temperatura e da fotossíntese das algas, alterando o ambiente subaquático.

A quantidade de fósforo está ligada aos dejetos jogados no rio, sendo assim preocupante se esses valores continuarem a aumentar, pois o fosfato é indispensável para o crescimento de algas, pois faz parte da composição dos compostos celulares. O zooplâncton e os peixes excretam fezes ricas em fosfato. Seu aumento na coluna d' água aumenta a floração de algas e fitoplâncton.

O fosfato, assim como o nitrogênio, é muito importante para os seres vivos, entrando na composição de muitas moléculas orgânicas essenciais. Este elemento tem como origem a aplicação de fertilizantes no solo, da decomposição de matérias orgânicas, de detergentes, de material particulado presente na atmosfera ou da solubilização de rochas (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2007).

Figura 7 - Médias anuais de P (mg/L).



NOTA: O valor médio anual de P é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano

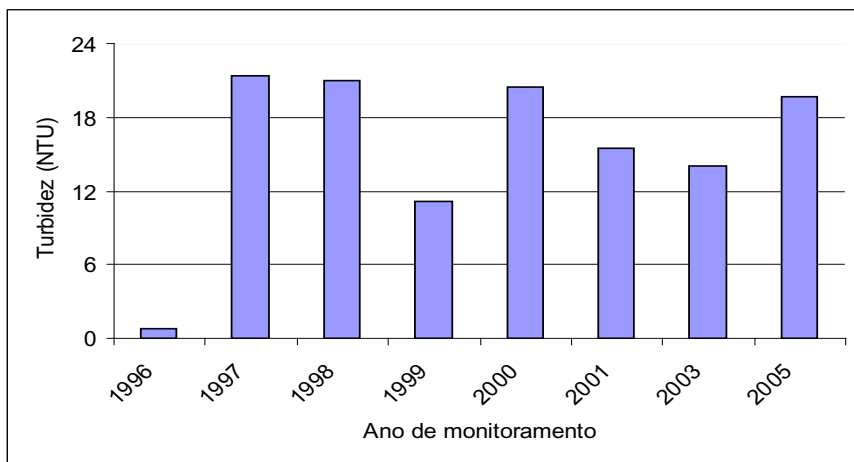
FONTE: SUDERHSA

Turbidez

Os valores de turbidez (Figura 8) estão relacionados com a claridade da água. Um valor alto de turbidez significa uma água com grande quantidade de material em suspensão. Os valores não ultrapassaram a 22 NTU, sendo o valor máximo permitido pela classe 100 NTU.

As principais causas do aumento de turbidez nos rios são: presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), matéria orgânica e inorgânica, organismos microscópicos e algas. A principal origem desses materiais pode ser o solo (quando não há mata ciliar) ou o esgoto doméstico. Nos períodos de enchentes há poucos laudos, isso implica na dificuldade de fazer um diagnóstico mais preciso, pois é exatamente nesses períodos que o volume de sedimentos transportados é maior e tem reflexo na qualidade da água.

Figura 8 - Médias anuais de turbidez (NTU).



NOTA: O valor médio anual de turbidez é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano

FONTE: SUDERHSA

A cobertura de floresta natural na bacia promove a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva

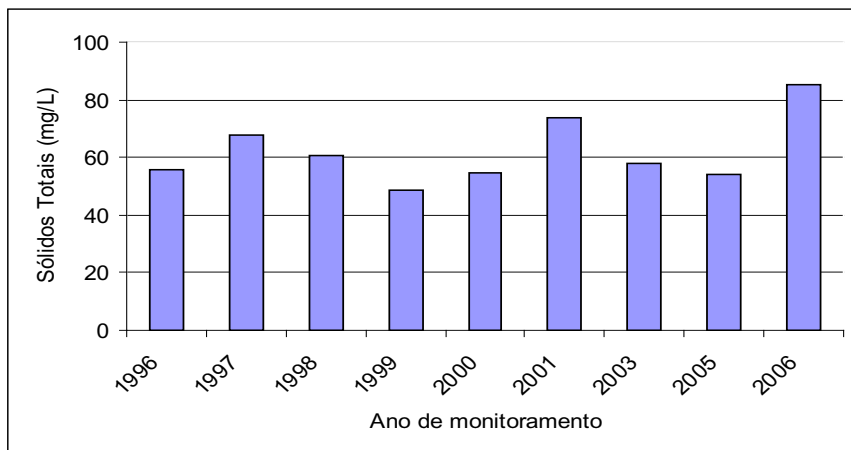
de nutrientes, sendo essas áreas muito importantes para manter a qualidade da água. Por outro lado, as práticas agrícolas empregadas na bacia, com a retirada da cobertura natural, predispõe a erosão e produz intensa e prolongada degradação da qualidade da água.

Sólidos Totais

Os valores de sólidos totais (Figura 9) estão abaixo do valor máximo permitido pela classe (500 mg/L), mas o que se percebe, assim como em outros parâmetros de qualidade, é que os valores estão aumentando a cada ano de monitoramento, sendo no ano de 2006 o maior valor de sólidos totais.

Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática, prejudicando os leitos de desova. Podem reter bactérias que provocam decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos, além de prejudicar o fornecimento de alimentos por destruir organismos. Sólidos totais podem ter origem nas atividades antrópicas desenvolvidas na bacia.

Figura 9 - Médias anuais de sólidos totais (mg/L).



NOTA: O valor médio anual de ST é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano

FONTE: SUDERHSA

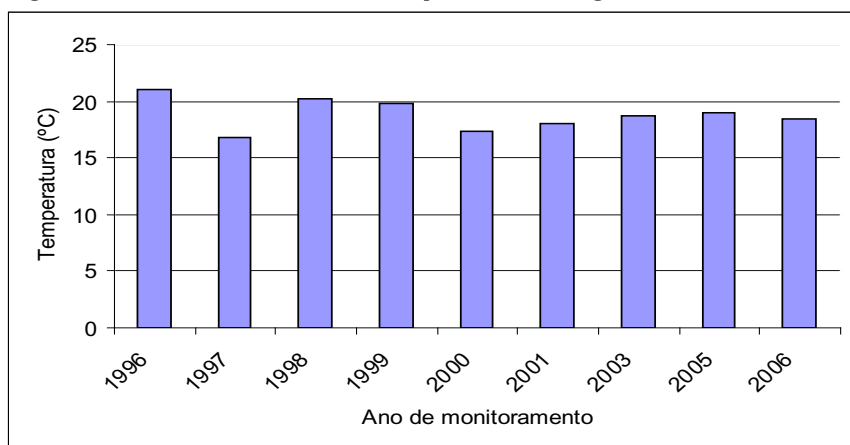
Temperatura

A temperatura da água manteve-se estável na Bacia do Rio das Pedras, sendo a média de, aproximadamente, 19°C (Figura 10).

Sabara (1999), estudando a temperatura em rios, verificou que as temperaturas da água em áreas com cobertura vegetal foram inferiores às de áreas com pastagens e agricultura, concluindo que o comportamento da temperatura da água é afetado pelo uso do solo, com tendência de apresentar menores valores nas áreas florestais, provavelmente pela condição de cobertura dos córregos, enfatizando o papel significativo da vegetação ciliar. Arcova et al. (1993), afirmam que a principal variável que controla a temperatura da água de pequenos rios, é a radiação solar.

Este parâmetro está relacionado com a disponibilidade de oxigênio, pois quanto maior a temperatura da água, menor o teor de oxigênio, afetando a vida aquática.

Figura 10 - Médias anuais de temperatura da água (°C).



NOTA: O valor médio anual de temperatura é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano

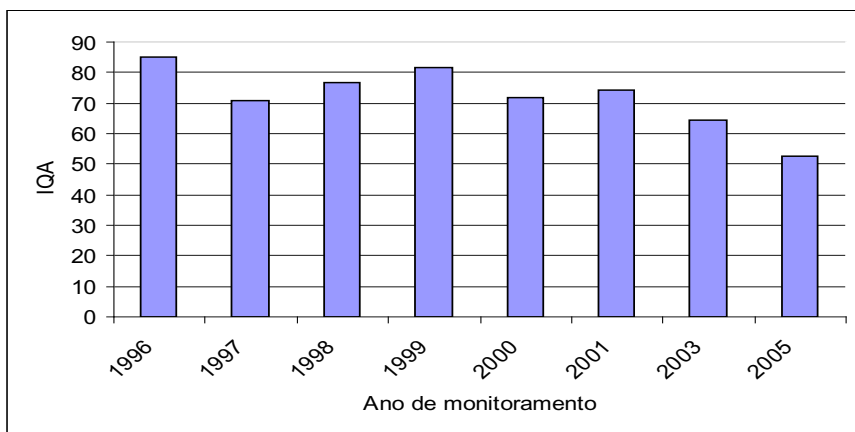
FONTE: SUDERHSA

Índice de Qualidade da Água

Os parâmetros de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos públicos. O índice-IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas. Mas com a crescente urbanização, maior atividade agropecuária e industrialização da bacia têm-se como consequência um maior comprometimento da qualidade das águas do rio, devido, principalmente, à maior complexidade de poluentes que estão sendo lançados no ambiente e à deficiência do sistema de coleta e tratamento dos esgotos gerados pela população.

A figura 11 apresenta os valores do IQA percebe-se que, ao longo dos anos têm diminuído, indicando que a qualidade da água da bacia está em declínio, como observado passando de bom (acima de 71), passando para razoável (51 a 70).

Figura 11 - Média anual dos IQA.



NOTA: O valor médio anual de IQA é a média aritmética dos valores obtidos ao longo do ano

FONTE: SUDERHSA

Considerações finais

Analisando os valores de: turbidez, sólidos totais, DBO e coliformes fecais, que são alguns dos parâmetros que indicam o IQA, percebemos que o aumento da turbidez vem a causar a dificuldade dos feixes de luz em atravessar a água. Isso demonstra que existe um aumento de materiais em suspensão que pode prejudicar a biota aquática por diminuir a temperatura da água, prejudicando a fotossíntese das algas, dificultando a habilidade dos peixes de se alimentar e se proteger de predadores. Os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo. Apesar de estar dentro dos valores estabelecidos pelo CONAMA n. 357/2005 (BRASIL, 2005), um aumento vem ocorrendo e isso prejudica o rio que abastece toda a cidade de Guarapuava. A DBO indica material orgânico no rio, grande quantidade pode levar a mortalidade dos peixes por extinguir o oxigênio na água. O que se percebe é que os parâmetros estão correlacionados e, uma variação em um deles, provavelmente poderá ser vista nos demais, e isso, além de prejudicar a biota aquática, prejudica os consumidores dessa água. A presença de indicadores de contaminação orgânica: pelo resultado do monitoramento demonstra que em todos os laudos há a presença de coliformes fecais, indicando despejos de esgotos, ou contaminação por dejetos animais.

Um dos problemas encontrados para fazer um diagnóstico mais preciso da qualidade da água é a obtenção de dados constantes e confiáveis, visto que, os órgãos que fazem as análises não mantêm um procedimento constante destas, isso implica que não existem dados confiáveis para a população que utiliza essa água através do abastecimento público.

Para uma relação harmoniosa entre o homem e os recursos hídricos há necessidade de respeitar o ambiente. Respeitar os limites de mata ciliar, cuidar adequadamente do solo, conscientizar a população com educação ambiental. Deve-se implantar programas de planejamento e proteção dos recursos hídricos, com a ajuda de órgãos municipais, estaduais e federais; realizar um projeto de eficiência de consumo de água, fiscalizar indústrias e propriedades rurais, para

que estas não afetem estes recursos; evitar exploração das águas subterrâneas para fins de abastecimento, desenvolver técnicas de reutilização da água, tratar resíduos industriais e domésticos.

Referências e bibliografia de apoio

ARCOVA, F. C. S.; CESAR, S. F.; CICCIO, V. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de mata atlântica. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.5, n.1, p.1-20, 1993.

BANCO MUNDIAL. *Diretoria sub-regional do Brasil*. O Banco Mundial e o setor água. Brasília, [s.n.] 2000.

BATTISTELLI, M.; FILHO, M. C.; HEERDT, B. *Proteção e manejo do Rio das Pedras*: Relatos de experiências. Guarapuava: B&D Ltda, p. 1-134, 2004.

BRASIL. Lei n. 9.433. de 8 de janeiro de 1997, institui a política nacional de recursos hídricos. Cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da constituição federal, e altera o art. 1º da lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília. 09 jan. 1997, p. 470.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 18 mar. 2005. sec. 1, p. 58-63.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia fluvial: o canal fluvial*. São Paulo: Edgard Blücher, v.1, 1981. 313 p.

COSTA, E. R. H. *Melhoria da qualidade da água tratada e aumento da capacidade de etas através da escolha adequada de coagulantes e auxiliares, em águas com alcalinidade alta (Estudo de Caso)*, (2007). p. 1-8. Disponível em <<http://www.abes-dn.org.br/eventos/abes/24cbes/exemplo.doc>>. Acesso em 18 ago. 2007.

COUTO, J. L. V. *Limnologia, parâmetros: fatores técnicos e científicos (temperatura)*. UFRRJ. Disponível em <www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/tem.html>. Acesso em 08 jul. 2007.

_____. *Limnologia, parâmetros: fatores técnicos e científicos (turbidez)*. UFRRJ. Disponível em <www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/turb.html>. Acesso em 08 jul. 2007.

DEBERDT, A. J. *Qualidade de água*. Disponível em <[//educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qaqua.htm](http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qaqua.htm)>. Acesso em 19 ago. 2007.

FERTONANI, I. A. P.; PLICAS, L. M. A. *Aula teórico – prática: coleta e análise qualitativa da água*. Disponível em: www.ibilce.unesp.br/teiasdosaber/cursojb.htm.

FUMACH, J. R. *Política de gestão de bacias hidrográficas e cooperação institucional*. Consórcio intermunicipal das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Disponível em <http://www.agua.org.br/Programas/gestao.htm>. Acesso em ago. 2007.

GAUTO, M. *Oxigênio dissolvido*. Disponível em: <www.mundoquimico.hpg.ig.com.br>. Acesso em jul. 2007.

GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM*, ano 2, n. 1 Pará de Minas, MG, 2003.

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro, IBGE, Manuais técnicos em geociências, 166 p. 1992.

HARMANCIOGLU, N.B.; OZKUL, S.A.; ALPASLAN, M.N. Water monitoring and network design. In: HARMANCIOGLU, N.B.; SINGH, V.P.; ALPASLAN, M.N. *Environmental data management*. The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.61-100. (Water Science Technology Library, 27).

LIMA, A. J. B.; GLÁUCIA, R. L.; SOARES, L. P. C. Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) nos reservatórios com capacidade de acumulação de água acima de 5 milhões de metros cúbicos, monitorados pelo IGARN na bacia hidrográfica Apodí-Mossoró/RN nos anos de 2005 e 2006. CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu, *Anais...*, Caxambu (MG): [s.n.] 2007.

LIMA, J.E.F.W., FERREIRA, R.S.A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: Estado das águas no Brasil – 1999: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos, SIH/ANEEL/MME; SRH/MMA, p 73 – 82, 1999.

OTTONI, A. B.; OTTONI, A. B. *A importância da preservação dos mananciais de água para a saúde e sobrevivência do ser humano sanitária e ambiental*. Rio de Janeiro, 1999. p. 3731-3737. Disponível em <www.Ceset.unicamp.br/~mariaacm/ST514/V_003.DOC>. Acesso em ago. 2007.

PINEDA, M.D.; SCHÄFER, A. Adequação de critérios e métodos de avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e cultura*, v.39, p.198-206, 1987.

PRIMAVESI, A. *Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura*. São Paulo: Nobel, 1997. 200p.

PRETO, A. B. L.; BIANCO, J. E. R.; GUILARDI JÚNIOR, F. *USP: Projeto Geral – Ecologia das Águas*, 1998. Disponível em <<http://educar.sc.usp.br/biologia/cp/SaoCarlos/EcologiaAgua>> Acesso em jul. 2007.

QUINÁIA, S. P.; MACIEL, J. M.; ROSA, M. R. Levantamento e análise dos pontos de coleta das águas da rede hidrográfica do rio das Pedras. In: BATTISTELLI, M; FILHO, M. C.; HEERDT, B. *Proteção e manejo do Rio das Pedras: relatos de experiências*. Guarapuava: B&D Ltda, 2004. p. 35-41.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A DA C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil*. São Paulo: Escrituras. 2002. p.1-37.

SABARA, M. G. *Comparação ecológica entre rios de menor ordem, drenando bacias cobertas por plantios agrícolas, pastagens e plantios de Eucalyptus grandis, na região do médio Rio Doce (MG)* 1999. 259 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SANTOS A. F. *Gerenciamento da bacia do rio das Pedras: manancial de abastecimento de água da cidade de Guarapuava*. Curitiba, 2000. 27f. Mimio.

_____.; KOBAYAMA, M. Contribuição potencial de cargas poluentes na bacia do rio das Pedras, no município de Guarapuava-PR. *Revista de Ciências Exatas e Naturais*, v. 5, n. 1, jan/jun. 2003

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia-SP. *Quím. Nova*, Jul. 2006, v.29, n.4, p. 689-694. ISSN 0100-4042. Acesso em 28 set. 2007.

SOUZA, I. S. T.; MEDINA, A. I. M.; PITTHAN, R. O.; ARAUJO, P. M. C. Manejo integrado de sub-bacias hidrográficas: um modelo de planejamento ambiental. *Ciência e Tecnologia*, 1990. p. 59-66.

SUDERHSA. *Qualidade das águas interiores do estado do Paraná: 1987 – 1995*. Curitiba: SUDERHSA, 1997.

TATTON, J. E. G. *Água poluída*, (2004). Disponível em: <http://www.agua.bio.br/botao_d_J.htm>. Acesso em 19 ago. 2007.

_____. *Água doce*, (2004). Disponível em: <http://www.agua.bio.br/botao_e_G.htm>. Acesso em 19 ago. 2007.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. *Aspectos climáticos de Guarapuava-PR*. Guarapuava: UNICENTRO, 2003. p. 106.

TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. *Cienc. Cult.*, Dez 2003, v. 55, n. 4, p. 31-33. ISSN 0009-6725. Acesso em 19 ago. 2007.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA. *Matas ciliares*. Disponível em <www.uniagua.org.br>. Acesso em 19 ago. 2007.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA. *Qualidade das águas*. Disponível em <www.uniagua.org.br>. Acesso em 19 ago. 2007.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243p.

WWF-Brasil. *Projeto água para a vida*. Disponível em www.wwf.org.br/naturezabrasileira/meioambientebrasil/agua/campanhaagua. Acesso em 18 ago. 2007.