

Diagnóstico da qualidade da água do rio Cascavel, município de Guarapuava, Estado do Paraná

Diagnosis of the Cascavel River water quality, at the municipality of Guarapuava, Paraná State, Brazil

Cleto Kaveski Peres¹
Clérito Kaveski Peres²
Rogério Antonio Krupek³
Ciro Cesar Zanini Branco⁴

Resumo

Diagnósticos da qualidade da água são importantes contribuições para ações de manejo em ambientes lóticos. No presente estudo, variáveis ambientais foram analisadas e o perfil longitudinal foi caracterizado quanto ao nível de poluição da água. Com o auxílio da Análise dos Componentes Principais (PCA) evidenciou-se o padrão encontrado na análise descritiva, a qual permitiu concluir que ocorreu aumento no nível de poluição no sentido montante/jusante e depuração próxima à foz. A análise dos resultados permitiu demonstrar elevado nível de pressão antrópica, sugerindo a necessidade de aplicação de ações de restauração neste ambiente lótico e nos ecossistemas a ele relacionados.

Palavras-chave: qualidade da água; parâmetros de qualidade da água; poluição da água.

Abstract

Diagnoses of the water quality are important contributions for management actions in riverside systems. In the present study, environmental variables were analyzed and the longitudinal profile was characterized in relation to the

1 M.Sc. Biólogo; Doutorando em Ciências Biológicas na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP; Bolsista CNPq; E-mail: cletoperes@yahoo.com.br

2 Geógrafo; Acadêmico de Especialização em Planejamento e Desenvolvimento Regional na Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

3 M.Sc. Biólogo; Doutorando em Ciências Biológicas na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP; Bolsista CNPq; E-mail: rogeriokrupek@yahoo.com.br

4 Dr.; Biólogo; Prof. do Departamento Ciências Biológicas na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP; E-mail: czbranco@assis.unesp.br

Recebido para publicação em 30/03/07 e aceito em 30/10/07

water pollution level. With the aid of Principal Component Analysis (PCA) the pattern found in the descriptive analysis was evidenced, which allowed for the conclusion that an increase of the pollution level in the upstream/downstream direction took place, while depuration occurred near the river mouth. The analysis of the results indicated a high level of human impact, suggesting the urgency of restoration plans in this riverside environment and its related ecosystems.

Key words: water quality; water quality parameters; water pollution.

Introdução

Ambientes lóticos são caracterizados por serem sistemas de águas correntes e são distinguíveis principalmente pela sua heterogeneidade espaço-temporal (WARD, 1989; GILLER e MALMQVIST, 1998). Um ecossistema fluvial tem uma enorme superfície de interação com o ecossistema terrestre ao seu redor (SIOLI, 1975). Desta forma, as propriedades físicas e biológicas dos sistemas lóticos refletem as características da água da chuva, da geologia, do declive do leito, da vegetação e das interferências humanas (HORNE e GOLDMAN, 1994).

Impactos antropogênicos, em diferentes níveis, contribuem para a redução da heterogeneidade ambiental e a conseqüente redução da diversidade de espécies, sendo que, ecossistemas aquáticos continentais são extremamente vulneráveis a esses impactos (SMITH e PETRERE, 2000). Em conseqüência, surge a necessidade de monitorar os cursos hídricos a fim de disponibilizar informações que permitam propor medidas adequadas de manejo para manter os ambientes aquáticos com qualidade ecológica (STRIEDER et al., 2006). Desta forma, estudos que investiguem a qualidade da água em seus diferentes níveis são importantes

contribuições para a compreensão dos impactos causados pela interferência humana das áreas adjacentes.

Muitos estudos já foram realizados enfocando aspectos limnológicos em riachos brasileiros (SIOLI, 1975; 1984; RIOS e CALIJURI, 1995; NECCHI et al., 1996; 2000). Destes, alguns têm se preocupado em diagnosticar a qualidade da água em ambientes lóticos, tanto através de parâmetros físicos e químicos, quanto biológicos (STRIEDER et al., 2006; GASTALDINI et al., 2002; PERES, 2003). Entretanto, em riachos do estado do Paraná e, em especial na região centro sul deste estado, estudos desta natureza são escassos.

Baseando-se na carência de estudos sobre a qualidade de água de riachos do estado do Paraná, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se diagnosticar a qualidade da água do rio Cascavel, no município de Guarapuava, e investigar como os impactos poluidores se distribuem no perfil longitudinal deste ambiente lótico.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no rio Cascavel, município de Guarapuava, estado do Paraná. O rio Cascavel é o principal corpo de água no perímetro urbano de Guarapuava. Sua bacia

hidrográfica drena quase todo o escoamento desta cidade.

Para estudar o efeito da poluição em seus diferentes níveis, considerando o perfil longitudinal, o rio foi dividido em quatro segmentos:

Primeiro segmento - a montante do Parque Municipal das Araucárias, próximo à estrada de acesso ao distrito de Guairacá, $\Phi 25^{\circ}20'49''S$; $\lambda 51^{\circ}27'38''W$, altitude 1059 m.

Segundo segmento - próximo à Rua Prof. Pedro Carli, $25^{\circ}22'08''S$; $51^{\circ}29'35''W$, altitude 1017 m.

Terceiro segmento - próximo à Rua Moacir Júlio Silvestre, $25^{\circ}23'44''S$; $51^{\circ}30'12''W$, altitude 1011 m.

Quarto segmento - comunidade de Olarias, próximo à sua foz no rio Jordão, $25^{\circ}25'40''S$; $51^{\circ}30'25''W$, altitude 929 m.

Em cada segmento foram realizadas análises de variáveis físicas, químicas e biológicas uma vez em cada estação do ano, nas seguintes datas: 16 de maio, 14 de agosto, 17 de novembro de 2004 e 19 de fevereiro de 2005. Tais parâmetros foram selecionados baseando-se em outros estudos encontrados na literatura que tratam do diagnóstico de ambientes lóticos (CAMARGO et al., 1996; ALBERTO et al., 2004; NECCHI et al., 1996; 2000).

Os seguintes parâmetros foram mensurados em campo: temperatura da água, condutividade específica, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, velocidade da correnteza, profundidade e largura.

As medidas de temperatura da água, condutividade específica, pH e oxigênio dissolvido, foram tomadas utilizando-se o analisador de água

Consort C535, equipado com eletrodos específicos. A turbidez foi mensurada com o turbidímetro portátil Hach 2100P. A velocidade média da correnteza foi determinada com o fluxômetro mecânico General Oceanics 2030R. Enquanto, a profundidade e largura do canal foram medidas utilizando-se uma trena de campo.

As demais análises foram realizadas em laboratório, dentro do prazo estabelecido para cada parâmetro, a partir de amostras de água coletadas em frascos devidamente esterilizados (APHA, 1998). Todos os métodos utilizados são recomendados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi determinada pelo método da diluição e incubação a $20^{\circ}C$ por 5 dias. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) foi determinada pelo método da digestão com dicromato em meio ácido e titulação com sulfato ferroso. Fosfato e nitrogênio amoniacal foram determinados pelo método fotométrico utilizando-se um espectrofotômetro Spectroquant Nova 60, com reagentes específicos para cada parâmetro. Análises de coliformes totais e *Escherichia coli* foram realizadas pelo método de membrana filtrante, através de diluição prévia da amostra com incubação de 24h a $35,5^{\circ}C$ e posterior contagem.

Os dados referentes aos parâmetros físicos, químicos e biológicos das quatro amostragens foram submetidos à estatística descritiva para encontrar os valores médios e desvio padrão de tais variáveis e avaliar a sua variação ao longo do perfil longitudinal.

Os valores médios das variáveis físico-químicas e biológicas foram aplicados em uma Análise dos Componentes Principais (PCA) (DIGBY e KEMPTON, 1987), para avaliar a tendência de agrupamento dos segmentos amostrados com base no conjunto dessas variáveis. A análise foi realizada com o auxílio do pacote estatístico PC-Ord 4.0 (McCUNE e MEFFORD, 1999).

Resultados e Discussão

Para cada segmento foram apresentadas a amplitude, a média e o desvio padrão das variáveis ambientais dos quatro segmentos amostrados no rio Cascavel nas quatro amostragens. Adicionalmente, foi apresentada uma análise global do rio e foram discutidos os níveis de poluição e suas implicações no perfil longitudinal deste ambiente lótico.

Primeiro segmento – Neste trecho, o leito do rio apresentou poucos sinais de degradação e de assoreamento e a água não apresentou características visíveis de degradação, sendo possivelmente as principais fontes poluidoras algumas residências localizadas nas proximidades, e atividades agropecuárias que ali se desenvolvem, tais como os cultivos de soja e pastagem.

Na primeira estação de amostragem o rio apresentou pequenas dimensões com aproximadamente 2,5 m de largura e profundidade média de 28 cm, sendo o leito composto basicamente por rocha contínua e matacão.

Entre as características físicas e químicas analisadas, a temperatura teve uma grande variação ficando entre

14,4 e 21,3° C ($\bar{x}=17,8\pm 3,1$), sendo esta variação, provavelmente, reflexo da grande amplitude térmica sazonal característica da região; o pH esteve sempre próximo ao neutro entre 6,6 e 7,6 ($\bar{x}=6,9\pm 0,5$); a condutividade específica registrou variações extremas ficando entre 26 e 342 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x}=162\pm 162$), provavelmente devido a variações, ao longo do período de estudo, na entrada de material alóctone; a turbidez mostrou baixos valores, entre 4,2 e 12,9 NTU ($\bar{x}=7,9\pm 3,7$); a saturação de oxigênio apresentou-se com valores moderados, ficando entre 50 e 71 % ($\bar{x}=60\pm 11$) e a velocidade média da correnteza, por sua vez, apresentou valores elevados, entre 65 e 122 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x}=89\pm 32$).

As análises bacteriológicas realizadas nas quatro coletas revelaram coliformes totais entre 800 e 11700 ufc/100mL (número mais provável de unidades formadoras de colônia em 100 mL de água) ($\bar{x}=3950\pm 5190$) e *E. coli* entre 200 e 10800 ufc/100mL ($\bar{x}=4225\pm 4867$). A DBO apresentou valores baixos entre 2,5 e 4,8 $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=3,8\pm 1,2$) e a DQO apresentou valores baixos ficando entre 8,1 e 45,1 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=29,7\pm 19,3$). Quanto aos nutrientes dissolvidos, tanto o fosfato quanto o nitrogênio amoniacal apresentaram valores moderados entre 0,01 e 0,11 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=0,05\pm 0,05$) e 0,05 e 0,09 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=0,07\pm 0,02$), respectivamente. Todos estes parâmetros apresentaram, de modo geral, valores relativamente baixos quando comparados com trabalhos similares (CAMARGO et al., 1996; GASTALDINI, 2002; PERES, 2002).

Segundo as características analisadas, podemos inferir que este

segmento apresenta um nível de poluição ainda moderado.

Segundo segmento – Neste trecho, observa-se um intenso impacto ambiental devido, principalmente, a indústrias e residências instaladas na margem do rio, os quais liberam resíduos que são diretamente despejados no rio sem um adequado tratamento prévio. Neste segmento o rio tem sinais visíveis de degradação, como grande quantidade de lixo urbano sendo encontrado no leito e nas margens.

Na segunda estação de amostragem o rio apresentou dimensões com aproximadamente 3 m de largura e profundidade média de 25 cm. Verificou-se que o leito é composto basicamente por matacão, quase que totalmente recoberto por macrófitas.

Entre as características físicas e químicas analisadas, a temperatura teve uma grande variação ficando entre 14,0 e 22,5° C ($\bar{x}=18,5\pm4,4$); o pH variou entre 6,2 e 7,5 ($\bar{x}=6,7\pm0,5$); a condutividade específica mostrou variações extremas ficando entre 31 e 150 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x}=79\pm63$); a turbidez registrou grandes variações durante o período amostrado ficando entre 3,0 e 48,5 NTU ($\bar{x}=18,7\pm21,2$); a saturação de oxigênio apresentou valores moderados entre 59 e 79% ($\bar{x}=69\pm10$), e a velocidade média da correnteza apresentou valores elevados ficando entre 84 e 154 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x}=117\pm30$).

As análises bacteriológicas analisadas ao longo do ano revelam coliformes totais entre 5600 e 19000 ufc/100mL ($\bar{x}=9925\pm6142$) e *E. coli* entre 2600 e 18000 ufc/100mL ($\bar{x}=8700\pm6863$). A DBO apresentou valores

baixos entre 4,5 e 8,5 $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=6,1\pm2,1$); a DQO apresentou valores elevados ficando entre 25,6 e 63,2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=39,5\pm20,6$). Quanto aos nutrientes dissolvidos, tanto o fosfato quanto o nitrogênio amoniacal apresentaram valores moderados entre 0,01 e 0,12 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=0,06\pm0,05$) e 0,04 e 0,08 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=0,06\pm0,02$), respectivamente.

O aumento da turbidez, de coliformes totais, de *E. coli*, da DBO e da DQO em relação ao primeiro segmento, evidencia a poluição causada pela ação antrópica neste trecho.

Terceiro segmento – Este trecho caracteriza-se por ser fortemente impactado, principalmente devido ao lançamento de esgotos por residências localizadas nas margens do rio, além da emissão de lodo de um RALF (Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado). Somado ao impacto do próprio trecho, parte dos problemas observados neste trecho se devem também aos tributários que convergem para o Cascavel, principalmente o rio Carro Quebrado. Tais tributários trazem consigo uma grande carga de poluentes provenientes das mais variadas áreas do perímetro urbano de Guarapuava.

Na terceira estação de amostragem o rio apresentou dimensões com aproximadamente 4 m de largura e profundidade média de 29 cm, sendo o leito composto basicamente por matacão e seixos com uma pequena parte recoberta por macrófitas.

Entre as características físicas e químicas analisadas, a temperatura mostrou uma grande variação com valores oscilando entre 14,1 e 24,9° C ($\bar{x}=18,4\pm5,0$); o pH esteve sempre

próximo ao neutro e ao levemente ácido ficando entre 6,4 e 7,2 ($\bar{x}=6,7\pm 0,4$); a condutividade específica registrou variações extremas ficando entre 71 e 407 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x}=195\pm 185$); a turbidez apresentou valores muito elevados e teve grandes variações durante o período amostrado, estando entre 6,2 e 57,4 NTU ($\bar{x}=19,7\pm 25,2$); a saturação de oxigênio apresentou baixos valores entre 25 e 50% ($\bar{x}=43\pm 16$) e a velocidade média da correnteza apresentou valores elevados ficando entre 73 e 113 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x}=95\pm 18$).

As análises bacteriológicas realizadas nas quatro amostragens revelaram coliformes totais entre 2400 e 10800 ufc/100mL ($\bar{x}=6750\pm 4265$) e *E. coli* entre 2000 e 20000 ufc/100mL ($\bar{x}=8525\pm 8244$). A DBO apresentou valores muito elevados e com grande variação entre as coletas ficando entre 1,1 e 50,6 $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=26,4\pm 24,7$); a DQO, do mesmo modo, apresentou valores elevados e ampla oscilação, entre 5,5 e 87,2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=26,4\pm 24,7$). Quanto aos nutrientes dissolvidos, o fosfato apresentou valores moderados, entre 0,01 e 0,23 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=0,11\pm 0,11$); enquanto o nitrogênio amoniacal apresentou valores elevados, entre 0,13 e 1,60 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\bar{x}=0,63\pm 0,84$).

O evidente aumento da condutividade específica, da DBO, da DQO, do fosfato e do nitrogênio amoniacal, além da diminuição acentuada da saturação de oxigênio em relação aos outros dois trechos localizados à montante evidenciam que, considerando o perfil longitudinal do rio, neste segmento encontram-se as maiores fontes poluidoras do sistema.

Quarto segmento – Este trecho foi caracterizado pelo forte impacto na sua porção inicial causado principalmente por resíduos despejados de um RALF, além de uma carga relativamente alta de esgotos domésticos e industriais lançados diretamente no rio, e da chegada de tributários (principalmente o Arroio do Engenho) que trazem grande quantidade de poluentes de diversas áreas do perímetro urbano. Por outro lado, neste trecho pode-se observar um certo grau de depuração na porção posterior (próxima à foz). Esta porção é caracterizada pela presença de propriedades rurais, com áreas de pastagem e criação de gado. O rio neste trecho ainda apresenta grande carga de lixo acumulada no leito e nas margens.

Na quarta estação de amostragem, o rio apresentou dimensões com aproximadamente 6 m de largura e profundidade média de 27 cm. O leito é composto basicamente por matacão e areia/argila.

Entre as características físicas e químicas analisadas a temperatura mostrou uma grande variação ficando entre 12,9 e 25,1° C ($\bar{x}=18,0\pm 5,8$); o pH variou entre o neutro e o levemente básico, entre 6,8 e 7,5 ($\bar{x}=7,2\pm 0,3$); a condutividade específica teve variações extremas estando entre 63 e 303 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\bar{x}=156\pm 128$); a turbidez apresentou, em regra, valores muito elevados durante o período amostrado, ficando entre 8,2 e 98,9 NTU ($\bar{x}=35,3\pm 42,6$); a saturação de oxigênio apresentou-se alta, estando entre 67 e 90% ($\bar{x}=78\pm 11$) e a velocidade média da correnteza apresentou valores moderados ficando entre 64 e 73 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ($\bar{x}=69\pm 5$).

As análises bacteriológicas realizadas ao longo do período amostral revelaram coliformes totais entre 5100 e 20000 ufc/100mL ($\bar{x}=10950\pm6360$) e *E. coli* entre 4000 e 20000 ufc/100mL ($\bar{x}=10025\pm7381$). A DBO apresentou valores moderados estando entre 5,8 e 15,3 mgO₂.L⁻¹ ($\bar{x}=11,9\pm5,3$) e a DQO valores elevados e muito variados ficando entre 18,0 e 33,1 mg.L⁻¹ ($\bar{x}=23,8\pm8,1$). Quanto aos nutrientes dissolvidos, o fosfato apresentou valores relativamente baixos, estando entre 0,001 e 0,13 mg.L⁻¹ ($\bar{x}=0,07\pm0,06$) e o nitrogênio amoniacal mostrou valores relativamente elevados, ficando entre 0,13 e 1,49 mg.L⁻¹ ($\bar{x}=0,59\pm0,77$).

A diminuição da condutividade específica, da DBO, da DQO e do fosfato, além do aumento da saturação de oxigênio, evidenciam que a qualidade da água próximo à foz é melhorada, mostrando um certo grau de depuração do rio. Por outro lado, os níveis ainda elevados de turbidez, coliformes totais, *E. coli* e nitrogênio amoniacal demonstram que, apesar da depuração parcial, o rio chega à sua foz com índice de poluição ainda elevado.

Análise global - A temperatura da água apresentou, em todos os segmentos amostrados, uma ampla variação. Esta variação provavelmente deve ter sido provocada, por um lado, pelas características climáticas da região (clima tipicamente subtropical) e, por outro, pelo péssimo estado de conservação da vegetação ripária. Peres (2007), estudando riachos da Serra da Prata na porção leste do estado do Paraná, encontrou uma variação anual de temperatura da água muito baixa. O autor comenta que essa

baixa variação esteve ligada ao alto grau de conservação da área estudada, o que diminuiria a incidência de luz, não permitindo o aquecimento da água mesmo nas épocas mais quentes do ano.

O pH oscilou entre o levemente ácido e o levemente alcalino, o que caracteriza a maioria dos riachos brasileiros naturais (MAIER, 1983). A condutividade específica, que representa um reflexo da quantidade de íons na água e, conseqüentemente, pode estar correlacionada com efeitos da poluição (ESTEVEZ, 1988), apresentou valores elevados, principalmente no terceiro segmento. Estes altos valores refletem o alto grau de poluição do rio como um todo e, particularmente, do seu curso médio.

A turbidez pode estar associada a processos naturais e antrópicos (PERES, 2003). No rio Cascavel este parâmetro físico da água registrou os seus maiores valores no último segmento. Estes resultados devem estar, provavelmente, relacionados ao acúmulo de material em suspensão proveniente das áreas adjacentes ou da sua montante.

A saturação de oxigênio está intimamente ligada ao nível de poluição de um ecossistema aquático (ESTEVEZ, 1988). O terceiro segmento apresentou os menores valores médios de saturação de oxigênio. Os resultados deste parâmetro corroboram o diagnóstico de que este segmento é, entre os quatro estudados, o de maior nível de poluição.

As análises bacteriológicas apresentaram valores muito elevados principalmente no segundo, terceiro e quarto segmentos, evidenciando

claramente a alta descarga de esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado ao longo de toda a extensão do rio. Da mesma forma, os valores DBO e DQO também foram muito altos. Branco (1986) afirma que valores elevados de tais parâmetros da água são efeitos do aumento da poluição e de fenômenos de erosão. No rio Cascavel, os valores destas variáveis foram elevados principalmente no terceiro segmento. A relação DQO/DBO foi muito maior nos segmentos à montante do que nos segmentos à jusante indicando que, nos últimos, ocorreu uma maior concentração de material biodegradável o qual deve estar ligado à alta carga de esgotos orgânicos (VALENTE et al., 1997).

Nitrogênio amoniacal e fosfato são nutrientes que indicam fortemente a presença de poluição das águas de superfície provocada pela ação antrópica, uma vez que estão diretamente relacionados com despejos de matéria orgânica e rejeitos industriais (ESTEVES, 1988). No rio Cascavel, tais parâmetros apresentaram-se com valores moderados, exceto no terceiro segmento, onde o valor médio foi muito elevado.

Com o auxílio da Análise dos Componentes Principais (PCA) (Figura 1), realizada a partir dos valores médios dos parâmetros ambientais foi possível evidenciar, de forma clara, os efeitos da poluição orgânica no perfil longitudinal do rio Cascavel. O Eixo 1 registrou explicabilidade de 42,7% e separou o terceiro segmento dos demais. As variáveis mais influentes nesta separação foram fosfato, DBO e DQO, justamente as variáveis que apresentaram valores extremos no terceiro segmento. Tais

variáveis ambientais estão intimamente ligadas à poluição orgânica, o que evidencia que neste segmento estão os maiores índices de poluição encontrados no rio. Por outro lado, a saturação de oxigênio, que registrou valores mais elevados no primeiro, segundo e quarto segmento, deslocou esses segmentos para o lado oposto da PCA. Maiores valores de saturação de oxigênio podem estar relacionados com um menor nível de poluição orgânica observado nos primeiro, segundo e quarto segmentos.

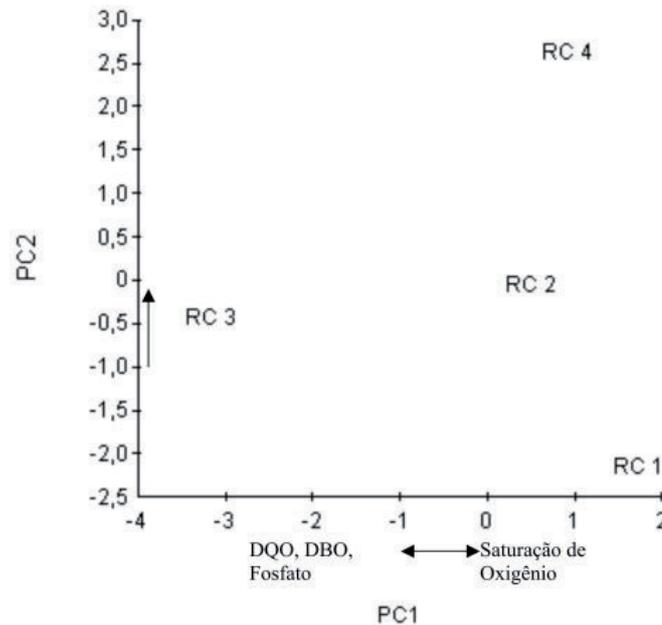
Analisando-se o Eixo 2, com explicabilidade de 35,3%, podem-se distinguir dois grupos: um representado pelo primeiro, segundo e terceiro segmento; e o outro representado pelo quarto segmento. Essa separação aparentemente se relaciona com os valores mais elevados de turbidez, coliformes totais e *E. coli* encontrados no último segmento.

Camargo et al. (1996), estudando rios no litoral sul do estado de São Paulo relatam que a fisiografia interfere significativamente nas condições limnológicas dos rios, no entanto, naqueles submetidos ao lançamento de esgotos orgânicos a poluição é o principal determinante das características limnológicas. Os resultados encontrados no presente estudo confirmam tal afirmação demonstrando que a poluição pode alterar profundamente as condições limnológicas de um ambiente lótico.

Conclusões

O rio Cascavel apresentou, em toda a sua extensão, sinais evidentes de degradação ambiental, sendo que,

Figura 1. Análise dos Componentes Principais (PCA) considerando os valores médios dos parâmetros ambientais nos quatro pontos de amostragem no rio Cascavel, Guarapuava (PR)



EIXO	AUTO-VALORES	VARIAÇÃO (%)	VARIAÇÃO ACUMULADA (%)
1	4,70	42,7	42,7
2	3,88	35,3	77,9

* RC 1: Primeiro segmento; RC 2: Segundo segmento; RC 3: Terceiro segmento; RC 4: Quarto segmento.

os resultados observados a partir das análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos mensurados neste estudo corroboram com esta análise inicial. Em adição, tais resultados sugerem que o rio Cascavel, como um todo, apresenta fortes sinais de poluição orgânica ao longo de todo o seu perfil longitudinal.

Considerando o perfil longitudinal do rio Cascavel, o terceiro segmento (porção média) representa a porção onde a degradação pela ação antrópica aparece de forma mais forte e evidente. Nesse trecho, o rio Cascavel apresentou alterações profundas na qualidade de suas águas, com registro de valores extremos

para diversas variáveis físicas, químicas e biológicas que indicam a presença de alto nível de poluição orgânica.

Baseando-se no diagnóstico realizado no presente estudo, recomenda-se fortemente a aplicação de um plano de recuperação para o rio Cascavel, de forma que seja restaurada a qualidade das suas águas ao longo de toda a sua extensão. Neste sentido, recomenda-se que as emissões de despejos diretos tanto de origem orgânica como de origem industrial sejam eliminados e que, concomitantemente, seja estruturado um programa de tratamento dos resíduos que por ventura retornam

para o rio Cascavel. Apenas desta forma é que as condições físicas, químicas e biológicas da água deste sistema lótico serão recuperadas e os impactos que atualmente são produzidos nas comunidades biológicas posicionadas em bacias localizadas na sua jusante serão minorados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à SANEPAR, em especial a Durinézio J. Almeida, pela realização de parte das análises físico-químicas e biológicas; a Marcos R. Barboza e Cristiano M. Pereira pela ajuda nos trabalhos de campo.

Referências

- ALBERTO, A.; RUGANI, C.A.; CAMARGO, A.F.M. Influência do lançamento de esgoto orgânico nas características limnológicas do rio Camandocaia, bacia hidrográfica do rio Piracicaba, SP. *Pluralis*, v. 2, p. 145-162, 2004.
- APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition. Washington, DC. *American Public Health Association*. 1998.
- BRANCO, S.M. *Hidrologia aplicada à Engenharia Sanitária*. 2.ed. São Paulo: CETESB 1986. 620 p.
- CAMARGO, A.F.M.; FERREIRA, R.A.R; SCHIAVETTI, A.; BINI, L.M. Influence of physiography and human activity on limnological characteristics of lotic ecosystems of the South coast of São Paulo, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 08, p. 231-243, 1996.
- DIGBY, P.G.N. e KEMPTON, R.A. Multivariate analysis of ecological communities. *Chapman and Hall*, London, 1987. 206p.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro, 1988. 575 p.
- GASTALDINI, M.C.C.; SEFFRIN, G.F.F.; PAZ, M.F. Diagnóstico atual e previsão futura da qualidade das águas do rio Ibicuí utilizando o modelo QUAL2E. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, vol. 7, n. 3, p. 129-138, 2002.
- GILLER, P.S.; MALMQVIST, B. The Biology of Streams and Rivers: biology of habitat. *Oxford University Press*, Oxford, 1998. 296 p.
- HORNE, A.; GOLDMAN, C.R. Limnology. *Mc. Gram-Hill Inc.*, Singapore, 1994. 576 p.
- MAIER, M.H. *Geoecologia, hidrografia, clima e processos antrópicos da bacia do Jacaré-Pepira, SP*. São Carlos: 1983, 219f. Universidade Federal de São Carlos (Tese de Doutorado).
- McCUNE, B. e MEFFORD, M.J. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software, Glendem Beach, OR. 1999.

- NECCHI, O.Jr.; BRANCO, L.H.Z.; BRANCO, C.C.Z. Análise nictimeral e sazonal de algumas variáveis limnológicas em um riacho no noroeste do estado de São Paulo. *Acta Limnológica Brasiliensia*, vol. 8, p. 169-182. 1996.
- NECCHI, O.Jr.; BRANCO, L.H.Z.; BRANCO, C.C.Z. Características limnológicas da bacia do Alto Rio São Francisco, Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. *Acta Limnológica Brasilica*, v. 12, p. 11-22. 2000.
- PERES, A.C. *Uso de macroalgas e variáveis físicas, químicas e biológicas para avaliação da qualidade da água do rio do Monjolinho*, São Carlos, SP: 2003 [m.p.], estado de São Paulo. Tese de (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos.
- PERES, C.K. *Macroalgas de ambientes lóticos da Serra da Prata, leste do estado do Paraná: flora, distribuição ambiental e dinâmica temporal*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2007.
- RIOS, L.; CALIJURI, M.C. A bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão: uma proposta para ordenação das sub-bacias através de variáveis limnológicas. *Acta Limnológica Brasiliensia*, v. 7, p. 151-161. 1995.
- SIOLI, H. Tropical river: the Amazon. In: WHITTON, B.A. (ed), *River Ecology*. Blackwell, Oxford., p. 461-488. 1975.
- SIOLI, H. The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. *W. Junk*, Dordrecht. 1984. 763 p.
- SMITH, W.S.; PETRERE, M. Jr. Caracterização limnológica da bacia de drenagem do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Acta Limnológica Brasiliensia*, v. 12, p. 15-27. 2000.
- STRIEDER, M.N.; RONCHI, L.H.; STENERT, C.; SCHERER, R.T.; NEISS, U.G. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no Sul do Brasil. *Acta Biologica Leopondensia*, vol. 28, n. 1, p. 17-24, 2006.
- VALENTE, J.P.S.; PADILHA, P.M.; SILVA, A.M.M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. *Ectética Química*, vol. 22, p. 49-66. 1997.
- WARD, J.V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 8, p. 02-08. 1989.

