

Contribuição potencial de cargas poluentes na bacia do Rio das Pedras, no município de Guarapuava - PR

Ariodari Francisco dos Santos

Núcleo de Pesquisas Ambientais: Departamento de Ciências Biológicas
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava - PR
ariodari@unicentro.br

Masato Kobiyama

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis - SC
kobiyama@ens.ufsc.br

(Recebido: 17 de abril de 2002)

Resumo: *O rio das Pedras é o manancial de abastecimento de água para a população de Guarapuava-PR. A atividade agropecuária e industrial, têm interferido na qualidade da água de captação. A fim de avaliar as influências dessas atividades sobre a qualidade da água, foram estimadas as cargas potenciais de DBO, N, P e coliformes fecais. Essas cargas foram avaliadas em função do número de habitantes e diferentes rebanhos da bacia. Os resultados mostram que os valores de carga potencial de DBO, N, P e coliformes fecais são de 6,1 mg/l, 2,23 mg/, 0,56 mg/l e 12272 NMP/100ml, respectivamente. Entretanto, estes valores são maiores que aqueles obtidos mediante a análise laboratorial da água coletada em campo.*

Palavras-chave: *bacia hidrográfica do Rio das Pedras; carga poluente potencial*

Abstract: *The Pedras River is a source of watersupply for the population of Guarapuava municipal - Paraná State. Agricultural and industrial activities have influenced water quality of the river. In order to evaluate the effects of these activities on water quality, the present study estimated the potential charge of BOD, N, P and Coliform fecalis. These charges were calculated in function of the habitants and different flocks of domestic animals,*

which exist in the watershed. The results show that the values of potential charge of BOD, N, P and Coliforms fecalis are 6,1 mg/l, 2,23 ml/l, 0,56mg/l and 12272 NMP/100ml respectively. These values are higher than those measured through the laboratorial analysis with coater samples collected in the field.

Key words: *Pedras River watershed; potential pollutant charge*

1 Introdução

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 a sua degradação. O desmatamento às 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).

A inadequada utilização dos recursos hídricos resulta, geralmente, em conseqüências danosas ao meio ambiente, seja pela degradação ambiental, seja pelo comprometimento da qualidade da água para o consumo humano. Ao analisar a degradação ambiental em uma bacia hidrográfica, devem-se levar em conta os chamados fatores naturais que dizem respeito à predisposição do meio físico à degradação ambiental, como a geologia, a geomorfologia, o clima, a hidrologia e também fatores antrópicos, que são os produtos da organização do espaço pelo homem, envolvendo aspectos econômicos, sociais, políticos, tecnológicos e institucionais (PROCHNOW, 1992).

A crescente sobrecarga das águas superficiais, especialmente nas imediações de grandes zonas urbanas, bem como de pólos industriais, impõe a observância de critérios ecológicos de avaliação suficientemente capazes de detectar e representar a carga poluidora e a tolerância aos efeitos nos ecossistemas limnicos (LOBO *et al.*, 1995).

As principais cargas difusas são fato de que o lançamento é intermitente e relacionado à precipitação (arrastado pelo escoamento superficial) e depende do tipo e uso do solo. Os efeitos da poluição por cargas difusas são alterações estéticas na região, deposição de sedimentos, depleção de oxigênio dissolvido, contaminação por patogênicos, eutrofização e danos ao ecossistema (BIZZONI, 2000). Junto com a contaminação das águas de esgotos urbanos, há de se considerar a grande variedade de poluentes característicos produzidos pela agropecuária, especialmente os detritos animais, esterco líquido, estrume, praguicidas e fertilizantes. O arraste dos detritos das pastagens para os rios e lagos, por ação das águas pluviais, atinge as águas superficiais pela ação das chuvas. O problema é mais sério com o despejo de detritos animais na rede de esgoto ou canalizações que os levem às águas correntes (FELLEMBERG, 1980).

Segundo BRANCO (1983), o rio é de natureza essencialmente dinâmica; quer nos aspectos físicos, de movimentação de suas águas, turbulência, quer nos aspectos químicos e biológicos, é sede de contínuas modificações que ocorrem naturalmente, além das transformações que lhe são impostas pelo homem.

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo estimar as cargas poluentes (DBO, N, P e coliformes fecais) potenciais da bacia do Rio das Pedras no município de Guarapuava - PR. Esta bacia é manancial de abastecimento público de água para o Município. Portanto, os resultados obtidos no trabalho servirão como parâmetros para futuro gerenciamento ambiental da mesma.

2 Material e métodos

2.1 Área de estudo

Devido aos estudos hidrológicos paralelamente desenvolvidos, o presente trabalho definiu o delineamento da bacia do Rio das Pedras até o ponto de captação da água da SANEPAR, que se situa entre as latitudes de 25°12'S e 25° 26'S e longitude 51°13'W e 51°28'W. Sua área é de 330,8 km² e a extensão do rio principal é de 57 km (Figura 2). Ela se desenvolve no reverso da escarpa basáltica, localmente denominada Serra da Esperança, sendo que, para oeste, limita-se com o perímetro urbano de Guarapuava, com altitude variando de 1280 m, na Serra da Esperança, até 960m, na desembocadura. O Rio das Pedras une-se ao Rio Bananas aproximadamente a 2 km ao sul da cidade de Guarapuava para formar o Rio Jordão e este prolonga-se por 140 km até atingir o Rio Iguazu em sua margem direita.

O clima da região, pela classificação de Köppen (MAACK,1981), é do tipo Cfb: sempre úmido; em média, o mês mais quente com temperatura inferior a 22°C; onze meses com temperaturas superiores a 10°C e até cinco geadas por ano. O ritmo de distribuição das chuvas ao longo das estações do ano é regular (MAACK,1981) e apresenta temperatura média de 16,8°C, com máxima de 36°C e mínima de - 6,8°C (CAMARGO FILHO,1997). A precipitação média anual é de 1653,7 mm, sendo sua máxima de 3168,1 mm, no ano de 1983, e a mínima 1262,1 mm, no ano de 1985 (CAMARGO FILHO, 1997).

Segundo SOUZA (1995), em aproximadamente 90% da área da bacia não se deve usar agricultura mecanizada, devido à declividade do relevo, principalmente próximo à captação de água para abastecimento da população guarapuavana. Devido à declividade, necessita de práticas de conservação, principalmente das ações predatórias sob as matas ciliares, pois o escoamento superficial é muito rápido e os solos são extremamente susceptíveis à erosão, especialmente nas áreas acima da BR 277. A vegetação dominante da bacia é constituída de arbustos rasteiros, florestas secundárias, que aparecem geralmente depois da terra ter sido cultivada, floresta subtropical perenifolia, reflorestamentos, vegetação campestre, campos alagados e pastagens.

No presente trabalho, a bacia do Rio das Pedras foi dividida em quatro sub-bacias (Figura 2): Alto do Rio das Pedras, Rio das Pombas, Rio Guabiroba, Rio das

Mortes. A avaliação da área de cada sub-bacia foi feita com o método geométrico descrito por BORGES (1977).

2.2 Dados utilizados

Para o cálculo do valor de vazão de cada sub-bacia usou-se o padrão utilizado pela SUDERHSA (1998), que corresponde a 30 l/s/km².

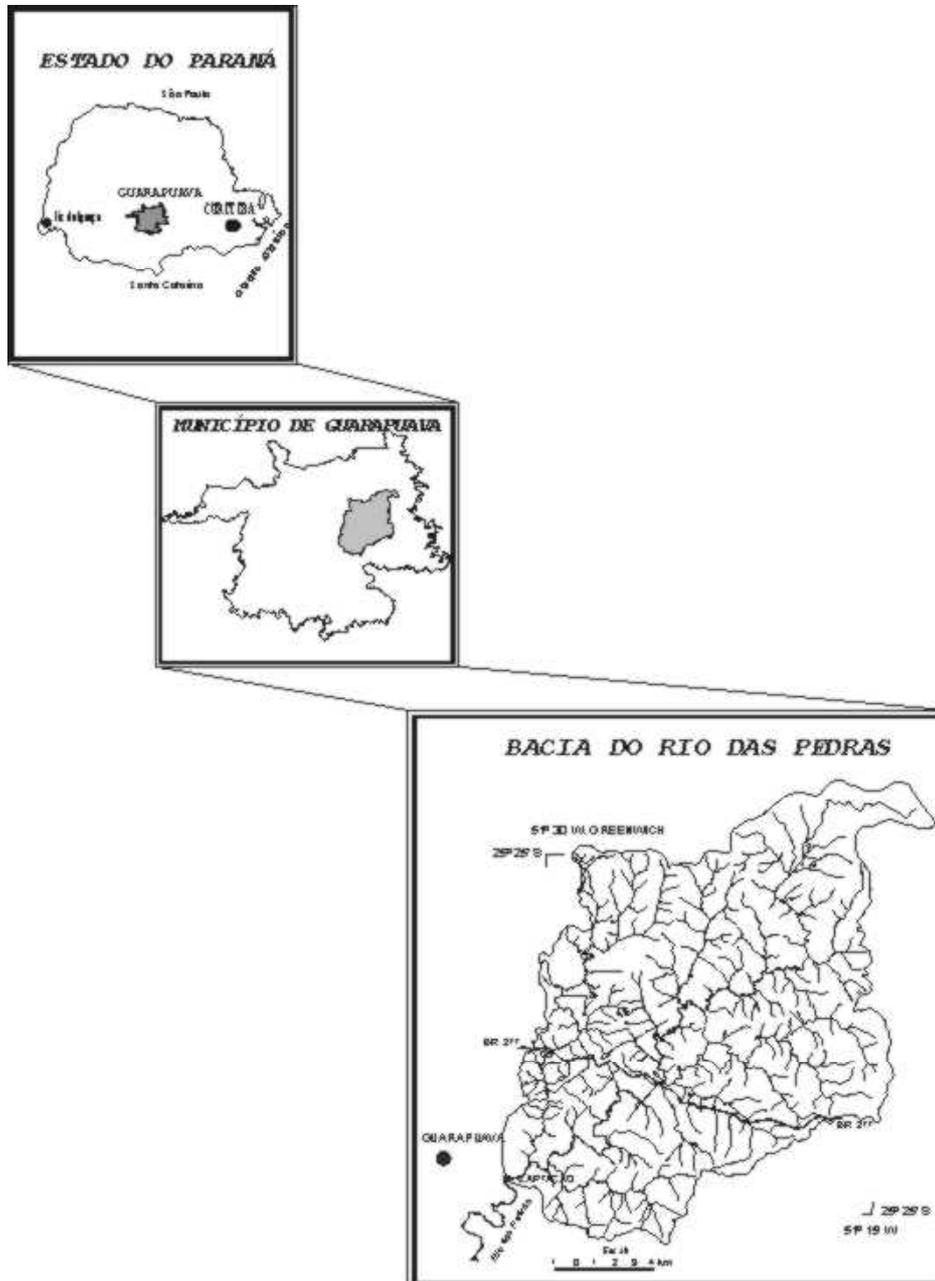


Figura 1 - Local da área de estudo.

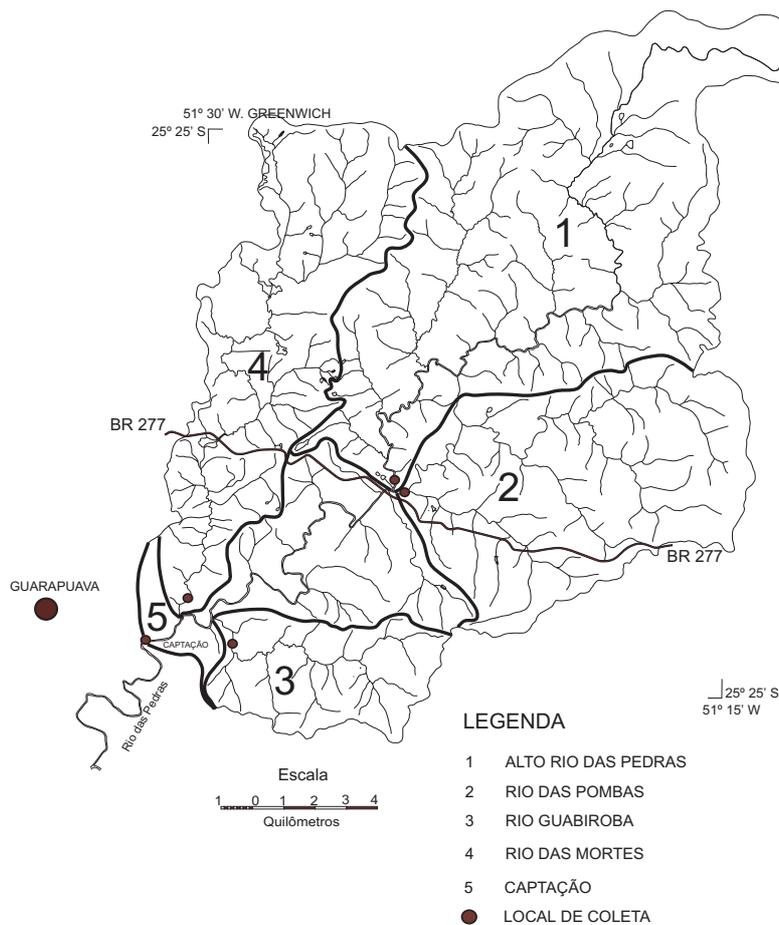


Figura 2 - Divisão das sub-bacias.

Na montante da região, local de captação da água do Rio das Pedras pela SANEPAR (latitude 25°24'04" S e longitude 51°26'13" W), existem pequenas concentrações populacionais que se restringem a grupos residenciais e servem aos funcionários de algumas indústrias de pequeno porte e moradores de chácaras, sítios, fazendas e povoados. Os dados relativos a números de habitantes e rebanhos levantados pela Prefeitura Municipal de Guarapuava (2000) estão na Tabela 1.

Sub-bacia	Habitantes	Bovinos	Suínos	Ovinos	Eqüinos	Aves
Alto Rio das Pedras	497	1854	397	1781	202	4363
Rio das Pombas	224	964	242	406	177	2881
Rio Guabiroba	94	582	199	769	88	1268
Rio das Mortes	498	926	794	492	207	4125

Tabela 1 - Números de habitantes e diferentes rebanhos para cada sub-bacia da bacia do Rio das Pedras. Fonte: Prefeitura Municipal de Guarapuava (2000).

Para o cálculo dos valores de cargas potenciais de DBO, N, P e coliformes fecais, foi utilizada a fórmula proposta por SILVA (1998):

$$C = \left(\frac{X}{Q}\right) \left(\frac{1}{86400}\right) \left(\frac{1}{1000}\right) (1000) (1000) \quad (1)$$

na qual C corresponde ao valor de carga (mg/l); X é o valor de DBO ou N ou P (mg/l) e coliformes fecais (NMP/100ml) e Q é a vazão da bacia (m^3/s).

Para o cálculo das cargas da bacia, no caso do habitante, foram utilizados os dados de FERNANDES *et al.*, (1997) listados na Tabela 2.

Parâmetro	Quantidade
DBO	54 g/hab.dia
Nitrogênio Total	9,8 g/hab.dia
Fósforo Total	2,7 g/hab.dia
Coliformes fecais	2×10^9 NMP/hab.dia

Tabela 2 - Cargas geradas por habitante. Fonte: FERNANDES *et al.* (1997).

Segundo a Prefeitura Municipal de Guarapuava (2000), há diversos destinos do esgoto da população na bacia do Rio das Pedras (Tabela 3).

Destino do esgoto	Porcentagem da população
A céu aberto	28,12
Fossas rudimentares	48,95
Sem declaração	22,91
Outros	1,00

Tabela 3 - Destino do esgoto dos habitantes. Fonte: Prefeitura Municipal de Guarapuava(2000).

Como grande parte da população rural utiliza o sistema de fossas rudimentares (casinhas), é necessário determinar a parcela de esgoto a ser considerada nos cálculos como carga poluidora. Segundo SILVA (1998), todo o esgoto lançado “a céu aberto” atinge o rio e 20% do esgoto cujo destino não foi declarado atinge o rio, os demais destinos do esgoto declarado não alcançarão o rio. Dessa maneira, 32,68% ($= 1 \times 28,12 + 0,20 \times 22,91$) foi o valor adotado para esgoto dos habitantes que alcançam o rio nessa bacia.

SILVA (1998) descreve que cada rebanho tem contribuição na carga difusa. No caso dos rebanhos, considera-se que 100% de carga alcançam ao rio (Tabela 4).

Rebanho	DBO (kg/dia)	N total (kg/dia)	P total (kg/dia)	Coliforme fecal (x 10^6 /dia)
Bovino	0,73	0,178	0,043	5400
Eqüino	0,77	0,136	0,032	5700
Suíno	0,46	0,236	0,082	8900
Ovino	0,16	0,190	0,039	18000
Aves	0,02	0,0011	0,0003	240

Tabela 4 - Valores de N total, P total, DBO e coliformes, para diversos tipos de rebanho. Fonte: SILVA (1998).

2.3 Amostragem em campo

Foram feitas três coletas de água para análise de DBO, N total, P total e coliformes fecais; com auxílio de balde, coletou-se água no centro do rio, a uma profundidade de 30 cm, após 10 dias sem precipitação. Os locais de coleta estão mostrados na Figura 2. A água coletada foi acondicionada em garrafas especiais e destinadas ao laboratório da SANEPAR.

2.4 Resultados e discussão

A Tabela 5 mostra a área e a vazão de cada sub-bacia. A sub-bacia Alto do Rio das Pedras possui a maior área e, conseqüentemente, a maior vazão.

Sub-bacia	Área (km ²)	Vazão (l/s)
Alto Rio das Pedras	119,65	3589,5
Rio das Pombas	71,00	2130,0
Rio Guariboba	37,60	1128,0
Rio das Mortes	78,07	2342,1
Captação	330,80	9924,0

Tabela 5 - Área e vazão das sub-bacias da Bacia do Rio das Pedras.

A Tabela 6 mostra os valores das cargas potenciais produzidas pelos habitantes e os diferentes rebanhos de cada sub-bacia. No caso de DBO (Tabela 6(a)), N (Tabela 6(b)), P (Tabela 6(c)) e coliformes fecais (Tabelas 6(d)).

A Tabela 6(a) mostra que em todas as sub-bacias as maiores contribuições de cargas potenciais é do rebanho bovino e a sub-bacia que mais contribui com esta carga é a Alto do Rio das Pedras.

A Tabela 6(b) mostra que a maior contribuição de cargas também está na sub-bacia Alto Rio das Pedras e o rebanho ovino é o que mais contribui, seguido pelo rebanho bovino, enquanto que as aves apresentam uma contribuição pequena de carga.

A Tabela 6(c) mostra que a maior contribuição é do rebanho bovino e que a sub-bacia Alto Rio das Pedras proporciona a maior quantidade dessa carga.

A Tabela 6(d) mostra que o rebanho ovino é o que mais contribui com essa carga e que a sub-bacia Alto Rio das Pedras é a que proporciona a maior quantidade da mesma.

Em todos os casos de cargas, os habitantes foram os mais insignificantes poluidores em todas as sub-bacias.

Usando os dados da Tabela 6, a Figura 3 mostra as contribuições de habitantes e diferentes rebanhos para cargas potenciais em cada sub-bacia.

Na Figura 3a, observa-se claramente que a maior percentagem de contribuição da carga potencial é do rebanho bovino em todas as sub-bacias.

(a)

Sub-bacia	Habitantes	Bovinos	Suíños	Ovinos	Eqüinos	Aves	Total
Alto Rio das Pedras	8,770	1353,42	182,62	284,96	155,54	87,26	2072,57
Rio das Pombas	3,953	703,72	111,32	64,96	136,29	57,62	1077,86
Rio Guabiroba	1,650	424,86	91,54	123,04	67,76	25,36	734,21
Rio das Mortes	8,080	675,98	365,24	78,72	159,39	82,50	1369,91
Captação	22,453	3157,98	750,72	551,68	518,98	252,74	5254,55

(b)

Sub-bacia	Habitantes	Bovinos	Suíños	Ovinos	Eqüinos	Aves	Total
Alto Rio das Pedras	1,590	330,01	93,69	338,39	27,47	4,79	795,94
Rio das Pombas	0,717	171,59	57,11	77,14	24,07	3,17	333,797
Rio Guabiroba	0,301	103,59	46,96	146,11	11,97	1,39	310,321
Rio das Mortes	1,466	164,82	187,38	93,48	28,15	4,53	479,826
Captação	4,074	770,01	385,14	655,12	91,68	13,88	1919,884

(c)

Sub-bacia	Habitantes	Bovinos	Suíños	Ovinos	Eqüinos	Aves	Total
Alto Rio das Pedras	0,438	79,72	32,55	69,46	6,46	1,30	189,928
Rio das Pombas	0,197	41,45	19,84	15,83	6,90	0,86	85,077
Rua Guabiroba	0,082	25,02	16,31	29,99	2,81	0,38	74,592
Rio das Mortes	0,404	39,81	65,10	19,18	6,62	1,23	132,344
Captação	1,121	186,00	133,80	134,46	22,79	3,77	481,941

(d)

Sub-bacia	Habitantes	Bovinos	Suíños	Ovinos	Eqüinos	Aves
Alto Rio das Pedras	324,8	10011600	3533300	32058000	1151400	1047120
Rio das Pombas	146,4	5205600	2153800	7308000	1008900	691440
Rio Guabiroba	61,4	3142800	167600	13842000	558600	304320
Rio das Mortes	299,3	5000400	7066600	8856000	1179900	990000
Captação	831,9	23360400	12921300	62064000	3898800	3032880

Tabela 6 - Valores potenciais produzidos em quatro sub-bacias da bacia do Rio das Pedras. (a) DBO (kg/dia), (b) N (kg/dia), (c) P (kg/dia) e (d) coliformes fecais (NMP x 10⁶/dia) produzidos na bacia do Rio das Pedras.

Na Figura 3b, nota-se que as maiores contribuições potenciais das cargas são dos rebanhos bovinos em todas as sub-bacias; também observa-se que o rebanho ovino apresenta alta contribuição nas sub-bacias Rio Guabiroba e alto Rio das Pedras. A contribuição do rebanho suíno na sub-bacia Rio das Mortes também é alta.

Na Figura 3c, observa-se a alta contribuição do rebanho bovino em todas as sub-bacias, mas verifica-se que o rebanho suíno, na sub-bacia Rio das Mortes, também

tem alta contribuição; o mesmo se verifica para o rebanho ovino nas sub-bacias Rio Guabirola e Alto Rio das Pedras.

Na Figura 3d, observa-se que as maiores contribuições se verificam no rebanho ovino em todas as sub-bacias.

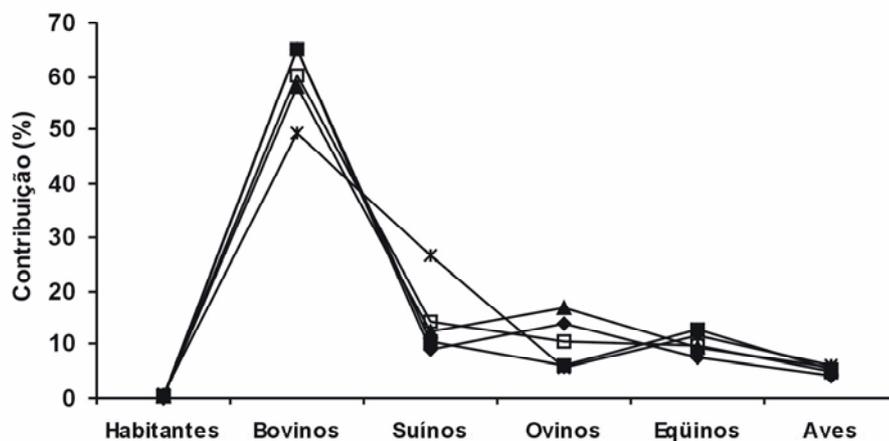


Figura 3a - Habitantes e diferentes rebanhos. ◆ Alto Rio das Pedras; ■ Rio das Pombas; ▲ Rio Guabirola; * Rio das Mortes e □ Captação.

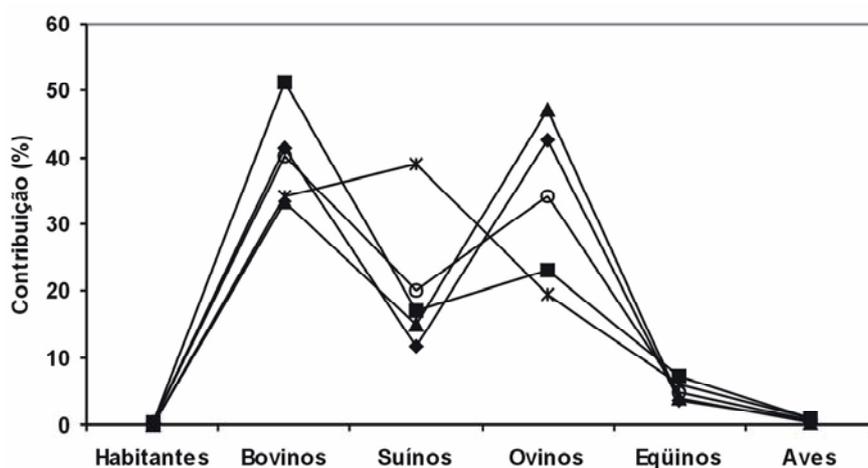


Figura 3b - Habitantes e diferentes rebanhos. ◆ Alto Rio das Pedras; ■ Rio das Pombas; ▲ Rio Guabirola; * Rio das Mortes e ○ Captação.

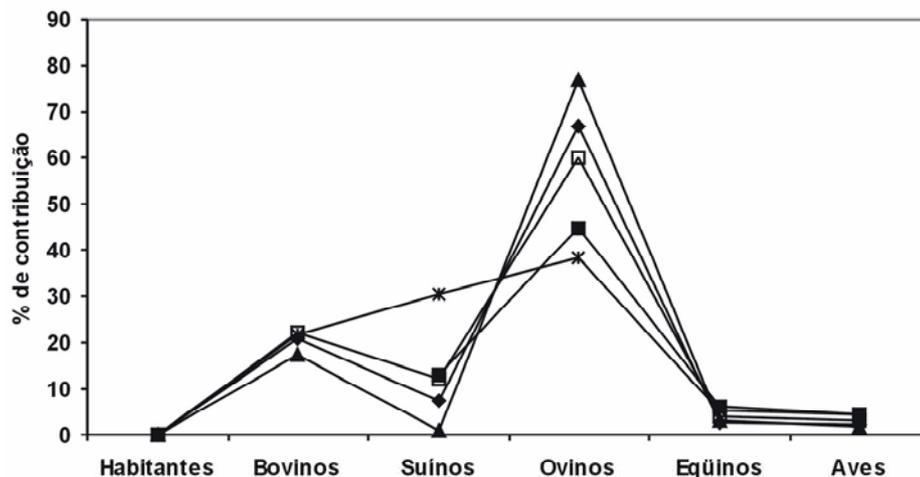


Figura 3c - Habitantes e diferentes rebanhos. ◆ Alto Rio das Pedras; ■ Rio das Pombas; ▲ Rio Guabiroba; * Rio das Mortes e □ Captação.

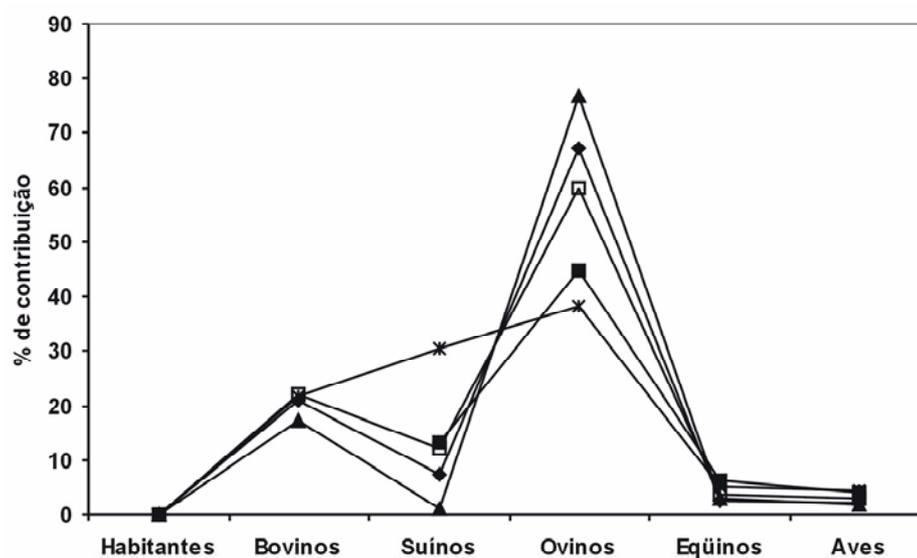


Figura 3d - Habitantes e diferentes rebanhos. ◆ Alto Rio das Pedras; ■ Rio das Pombas; ▲ Rio Guabiroba; * Rio das Mortes e □ Captação.

As unidades dos valores das cargas potenciais da Tabela 6 foram transformadas em mg/l para DBO, N e P e em NMP/100 ml, para coliformes fecais, usando os valores da vazão na Tabela 5. Observa-se que a contribuição potencial de DBO, N, P e coliformes fecais é maior na sub-bacia Rio Guabiroba, visto ser este o rio que apresenta a menor vazão. Com estas unidades, os novos valores se encontram na Tabela 7(a). Já a Tabela 7(b) mostra os dados obtidos mediante análise laboratorial da água coletada.

(a)

Sub-bacia	DBO (mg/l)	N (mg/l)	P (mg/l)	Coliformes (NMP/100ml)
Alto Rio das Pedras	6,6	2,56	0,61	15413
Rio das Pombas	4,3	1,81	0,46	8894
Rio Guabiroba	7,5	3,18	0,76	20028
Rio das Mortes	6,7	2,37	0,65	9645
Captação	6,1	2,23	0,56	12272

(b)

Sub-bacia	DBO (mg/l)	N (mg/l)	P (mg/l)	Coliformes (NMP/100ml)
Alto Rio das Pedras	1,0	0,66	0,00	1700
Rio das Pombas	3,0	0,60	0,00	1500
Rio Guabiroba	3,0	0,48	0,00	2300
Rio das Mortes	2,0	0,62	0,00	2900
Captação	4,0	0,58	0,00	1400

Tabela 7 - Valores de DBO, N, P e coliformes fecais das 4 sub-bacias da bacia do Rio das Pedras. (a) Potencial e (b) Real.

A Figura 4 mostra a relação da carga real (Cr) sobre a carga potencial (Cp). Verifica-se que a maior relação é a do Rio das Pombas, seguida da Captação (Baixo Rio das Pedras), para DBO e N, também no Rio das Pombas, e a de coliformes fecais foi observada no Rio das Mortes.

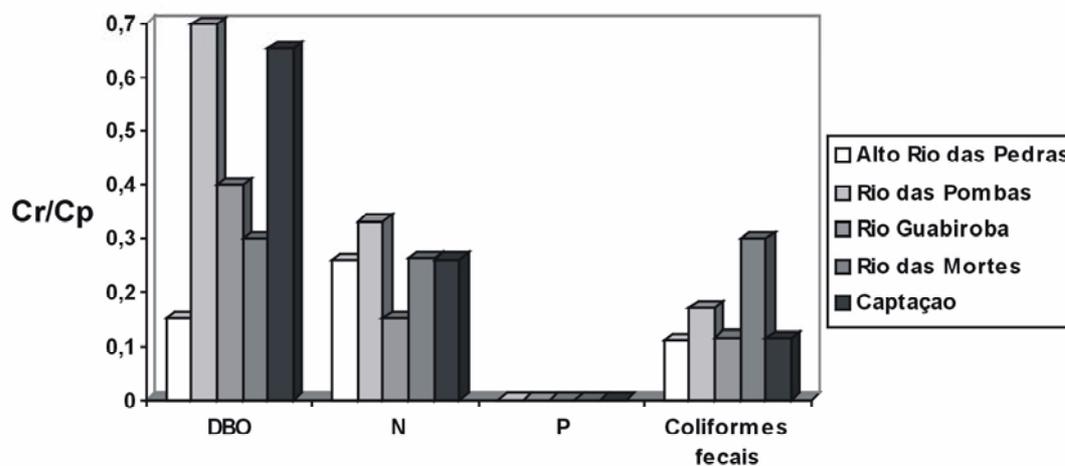


Figura 4 - Relação entre a carga real (Cr) e carga potencial (Cp).

De acordo com a Resolução Conama 20/86 (BRASIL, 1986), os corpos de água classe 1, 2 e 3 podem ser utilizados para o abastecimento doméstico desde que

submetidos a tratamento convencional (classe 2 e 3). Segundo esta mesma resolução, os rios de classe 1 podem ter no máximo 3 mg/l de DBO. A análise da água da bacia do Rio das Pedras mostra que todas as sub-bacias estão obedecendo a Resolução Conama neste quesito. Já com relação a Nitrogênio, a análise da água também mostrou que os níveis estão compatíveis com a Resolução; o mesmo foi verificado para o Fósforo. Com relação a coliformes fecais, a análise da água das sub-bacias do Rio das Pedras, de acordo com a Resolução Conama, classifica esta bacia na classe 3.

Segundo ODUM (1988), as massas de água não são sistemas fechados; precisam ser considerados como partes do sistema hidrográfico. As perdas de nutrientes das bacias hidrográficas florestadas não perturbadas nas cabeceiras dos rios são pequenas, já suas concentrações aumentam à medida que nas bacias hidrográficas aumenta a porcentagem de área sob uso agrícola ou urbano. A maior perda de P se deve ao escoamento na bacia ocupada por floresta (P orgânico); nas paisagens agrícolas ou urbanas, é o P inorgânico.

O P se movimenta muito pouco na maioria dos solos. Geralmente, permanece onde é colocado pela adubação ou pelo intemperismo dos minerais. Assim, pouco P é perdido por lixiviação e a erosão superficial que pode remover partículas do solo contendo P. A erosão e a remoção pelas culturas são as únicas formas de perdas de P no solo. O N orgânico dos esterços dos animais, resíduos de culturas e das plantas coberturas é liberado à medida que decompõem a N solúvel. O N, formas de nitrato, está sujeito a perdas por erosão, lixiviação e desnitrificação (INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO, 1998).

Como as cargas potenciais são dependentes da precipitação, pode-se verificar que as maiores contribuições em DBO, N, P e coliformes fecais é na sub-bacia Alto Rio das Pedras pelos rebanho bovino, que contribui com a DBO e P; ovino, com N e coliformes fecais (Tabela 6).

Baseando na carga potencial da bacia do Rio das Pedras, observa-se que os valores encontrados são altos quando comparado com a análise da água. Isto é possível visto que os rios têm poder de autodepuração e as cargas potenciais são dependentes de precipitação.

3 Conclusão

Baseando-se nos dados obtidos, conclui-se que:

- as cargas potenciais de uma bacia hidrográfica são dependentes de precipitação;
- as cargas potenciais de DBO, N, P e coliformes fecais são maiores em rios de menor vazão, como a verificada na sub-bacia Rio Guabiroba;
- a contribuição pelos habitantes na zona rural é insignificante com relação aos rebanhos da bacia;
- as valores de P na análise laboratorial podem ser devido à baixa mobilidade do P no solo, sendo totalmente dependente de erosão e
- nesta bacia, o rebanho bovino é o que mais contribui em DBO, N e P, já para coliformes fecais, o rebanho ovino é o que mais contribui.

Este trabalho realizou um estudo preliminar das contribuições das cargas potenciais de DBO, N, P e coliformes fecais na bacia do Rio das Pedras e devem ser feitas observações adicionais através de monitoramento.

Referências

- BIZZONI, M. *Comparação de desempenho dos modelos QUAL2E e MIKE 11 na região do Alto Iguaçu*. Curitiba, 2000. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná.
- BORGES, A. C. *Exercícios de topografia*. Ed. Edgard Blucher Ltda., 1977. 145 p.
- BRANCO, S. M. *Poluição: a morte de nossos rios*. 2 ed., São Paulo, ASCETESB, 1983. 166 p.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº. 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação de águas doces, salobras e salinas. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, p. 11356, 30 jul. 1986.
- CAMARGO FILHO, M. *Aspectos fundamentais da evolução geomorfológica cenozóica da bacia do Rio Bananas-Guarapuava-PR*. Florianópolis: 1997. 195 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Setor de Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina.
- FELLEMBERG, G. *Introdução aos problemas de poluição ambiental*. São Paulo, EPU. Springer. Ed. Universidade de São Paulo. 1980. 196 p.
- FERNANDES, C.; DZIEDZIC, M.; FILL, H. D.; TOZZI, M. J.; RAMALHO, C.; CARVALHO, M. C. F. Pen - 04 Ciências ambientais. UFPR: CEHPAR. Curitiba, 1997.
- LOBO, E. A.; KIRST, A. ; COSTA, A. B.; OLIVEIRA, M. A. *Estudo da qualidade da água do Arroio Boa Vista, município de Carlos Barbosa*. Biociências, Porto Alegre, v. 3, n. 1, jun. 1985. p. 43-63.
- INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. *Manual internacional de fertilidade do solo*. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes- 2. ed. Piracicaba Potafos, 1999. 177 p.; il (43-55).
- MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. 2.ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 1988. 434 p. (122-126).
- PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARAPUAVA. *Censo rural*. Guarapuava 2000. (Dados não publicados).
- PROCHNOW, M. C. R. *Problemas de impactos urbanos e agrícolas*. In: Semana de Debates Sobre Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Anais. Piracicaba: ESALQ/USP, 1992.

- SILVA, M. H. N. L. *Análise e modelagem numérica da qualidade da água em rios*. Curitiba, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná.
- SOUZA, I. S. T.; MEDINA, A . I. M.; PITTHAN, R. O.; ARAÚJO, P. M. C. *Manejo integrado de sub-bacias hidrográficas - um modelo de planejamento ambiental*. Ciência e Tecnologia, 1990. p. 59-66.
- SOUZA, G. L. *Usos, controle e preservação do recurso água na cidade de Guarapuava, PR*. Guarapuava, 1995. 172 p. Monografia (Especialização em Geografia Física) Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO.
- SUDERHSA. *Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná*. Curitiba: SEMA, 1998. 32 p.