

A INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JORDÃO (PR)

Adriana Malinowski¹; Janaína Campos²; Célia Regina Gapski Yamamoto³ & José Luiz Scroccaro⁴

RESUMO --- A poluição dos corpos d'água é responsável pela redução da qualidade e disponibilidade da água e é resultado do lançamento de esgotos e de águas residuárias de forma indiscriminada, do carreamento dos agrotóxicos da agricultura aos rios e do tratamento dos resíduos sólidos ineficiente e precário, restringindo a sua utilização no abastecimento humano, dessedentação animal, industrial, irrigação, pesca, além de inviabilizar o seu uso para o lazer, o esporte e a recreação. Foram selecionadas quatro Estações de Monitoramento de Qualidade da Água na Bacia, sendo que neste trabalho utilizou-se os dados da Estação Santa Clara, por ser a estação mais próxima da foz do rio Jordão. Estes dados foram comparados aos valores de cargas potencialmente poluidoras obtidas para a bacia, evidenciando que as cargas difusas provenientes das atividades da área rural são responsáveis por aproximadamente 98% das cargas difusas totais potencialmente poluidoras da bacia, sendo o parâmetro mais impactante sobre a qualidade da água na bacia é a DBO, na área rural. Isto se deve aos esgotos domésticos não coletados e os efluentes industriais que recebem tratamento inadequado, os quais são lançados nos corpos hídricos.

ABSTRACT --- The pollution of the water bodies is responsible for the reduction of the water quality and its availability and is resulted of the launching of sewers and of residuary waters of indiscriminate form, also from the agriculture agrotoxic runoff to the rivers and the inefficient and precarious disposal of the waste, restricting its use for the human and animals supplying, industrial, irrigation, fishing, beyond making impracticable its use for the leisure, the sports and the recreation. Four monitoring stations of water quality in the catchment area had been selected, being that in this work we used the Station *Santa Clara* data, for being the closest station to the base level of the Jordão. These data had been compared with the values of potentially polluting loads gotten for the catchment, evidencing that the nonpoint sources proceeds from the agricultural activities of the area are responsible for approximately 98% of total nonpoint loads potentially polluting of the basin, being the most impact parameter on the water quality in the catchment, the DBO, in the agricultural area. This happens due to the domestic sewers not collected and the effluent industrials that receive inadequate treatment, which are launched in the water bodies.

Palavras-chave: uso do solo, qualidade da água, poluição difusa.

1) Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (UFPR), Engenheira Civil na SUDERHSA - Rua Santo Antonio 239 - 80230-120 - Curitiba - PR. e-mail: adrianamalinoski@suderhsa.pr.gov.br

2) Tecnólogo em Química Ambiental (UTFPR), Técnica em manejo e meio ambiente na SUDERHSA - Rua Santo Antonio 239 - 80230-120 - Curitiba - PR. e-mail: janainacassia@suderhsa.pr.gov.br

3) Doutoranda em Geografia (UFPR), arquiteta na SUDERHSA, Rua Santo Antonio 239 - 80230-120 - Curitiba - PR. e-mail: celia@terra.com.br

4) Engenheiro Civil (UFPR), Diretor da Diretoria Operacional de Águas da SUDERHSA, Rua Santo Antonio 239 - 80230-120 - Curitiba - PR. e-mail: josescroccaro@suderhsa.pr.gov.br

1 – INTRODUÇÃO

O rápido crescimento populacional e o desenvolvimento sócio-econômico, exigindo maior demanda do recurso água, tem gerado conflitos quanto a sua disponibilidade, sua qualidade e seus diferentes usos. A poluição dos corpos d'água é responsável pela redução da qualidade e disponibilidade da água e é resultado do lançamento de esgotos e de águas residuárias de forma indiscriminada, do carreamento dos agrotóxicos da agricultura aos rios e do tratamento dos resíduos sólidos ineficiente e precário, restringindo a sua utilização no abastecimento humano, dessedentação animal, insumo industrial, irrigação, pesca, além de inviabilizar o seu uso para o lazer, o esporte e a recreação.

O objetivo geral do planejamento dos recursos hídricos é garantir a disponibilidade hídrica quali-quantitativa para os diferentes cenários de desenvolvimento da bacia hidrográfica proporcionando a sustentabilidade dos usos múltiplos da água e a conservação dos ecossistemas.

2 – REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS

Serão abordados neste estudo o uso do solo, as cargas pontuais e difusas e os dados monitorados de qualidade de água da Bacia Hidrográfica do rio Jordão (BHJ).

2.1 – Cargas poluidoras

Entende-se por poluição das águas a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, altere a natureza do corpo d'água de maneira que prejudique os legítimos usos que dele são feitos (VON SPERLING, 1996).

Existem basicamente duas formas de fontes de poluição, a pontual e a difusa. Na poluição pontual, os efluentes atingem o corpo d'água de forma concentrada no espaço. Já na poluição difusa, os poluentes adentram o corpo d'água, distribuídos ao longo de sua extensão.

A poluição difusa é de difícil quantificação por depender da interação de diversos fatores, entre eles a intensidade e a duração das precipitações, o tipo do solo, a fisiografia do terreno e as formas do uso do solo (DIOGO et al. *apud*. MANSOR, 2006).

A poluição por cargas difusas de nutrientes pode ter natureza urbana, rural ou atmosférica. Nas áreas urbanas, a poluição difusa tem composição complexa, de metais e óleos a sólidos, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto mais deficiente for a coleta de esgotos, ou mesmo a limpeza pública. Já na área rural, a poluição difusa é devida, em grande parte, à drenagem pluviométrica de solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação, sendo associada aos sedimentos (carreados quando há erosão do solo), aos nutrientes (nitrogênio e fósforo) e aos defensivos agrícolas. A drenagem das precipitações em áreas de pecuária é associada, ainda, aos

resíduos da criação animal, como nutrientes, matéria orgânica e coliformes. A deposição atmosférica de nutrientes, especialmente nitrogênio, provenientes de emissões industriais e queimadas de matas, e o arraste de partículas e gases da atmosfera por águas pluviais, também são considerados poluição difusa (MANSOR, 2006).

A forma mais simples de se estimar a poluição difusa se dá através da utilização de valores de concentração média de determinado poluente em eventos de escoamento superficial ou de coeficientes (coeficiente de exportação) que se baseiam na carga de poluente gerado por unidade de área, ambos levando em consideração o tipo de uso do solo (LARENTIS, 2004).

Segundo LARENTIS *apud* LIMA (1998), o coeficiente de Exportação considera o tipo de uso do solo e a sua área, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficientes de Exportação

	Uso do solo	Coeficiente de Exportação (m ² .ano)
Fósforo	Agricultura Intensiva	0,18 – 1,62
	Cobertura Florestal	0,03 – 0,9
	Reflorestamento	0,03 – 0,9
	Pastagem Artificial e Campos Naturais	0,1 – 2,1
Nitrogênio	Agricultura Intensiva	0,1 – 13
	Cobertura Florestal	3 – 13
	Reflorestamento	3 - 13
	Pastagem Artificial e Campos Naturais	2 – 12
DBO	Áreas Urbanas	28 – 96
	Agricultura Intensiva	4 – 31
	Cobertura Florestal	2 – 7
	Reflorestamento	2 – 7
	Pastagem Artificial e Campos Naturais	6 – 17

2.2 – Qualidade de água

A qualidade da água não pode ser medida diretamente, mas pode ser avaliada através de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Os parâmetros mais significativos para este estudo estão descritos abaixo, conforme (IAP, 2005):

Oxigênio Dissolvido (OD): o crescimento e a reprodução de todos os organismos vivos dependem da energia desenvolvida no processo metabólico de utilização do oxigênio. A quantidade de OD em águas naturais e residuárias dependem da atividade física, química e bioquímica dessa massa de água. As principais causas da diminuição do OD são: a respiração das plantas, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de matérias orgânicas e sedimentos, desaeração de águas saturadas

de oxigênio e íons inorgânicos (principalmente aqueles que reagem com o oxigênio e a água produzindo hidróxidos).

Coliformes fecais: são bactérias que estão presentes em grandes quantidades no intestino dos animais de sangue quente. Embora não sejam particularmente deletérias à saúde, sua densidade bacteriana serve como indicadora de poluição fecal. Se confirmada sua presença nas águas dos corpos hídricos, a possibilidade da presença de uma bactéria patogênica será tanto maior quanto maior for o Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica carbonácea por decomposição microbiana aeróbica para a forma inorgânica estável. A DBO é um teste empírico que corresponde à diferença entre as concentrações de oxigênio no início e no fim de um período de incubação, e condições específicas de ensaio. A temperatura de incubação é padronizada em 20°C e o tempo de incubação em cinco dias. Admite-se que nestas condições 80% da matéria orgânica carbonatada já estejam mineralizadas e começando a nitrificação. Uma oxidação total, em geral, leva cerca de 20 dias.

Fósforo: é um nutriente essencial para todas as formas de vida, pois é parte de suas estruturas celulares. Altamente reativo ele não ocorre em sua forma elementar, sendo que em águas naturais ocorre, principalmente, na forma de fosfato. O fosfato pode ser proveniente de adubos a base de fósforo ou da decomposição de materiais orgânicos e esgoto doméstico. Alguns efluentes industriais como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios apresentam fósforo em quantidades excessivas, assim como as águas drenadas de áreas agrícolas e urbanas. O excesso de fósforo nos corpos hídricos pode levar à eutrofização dos mesmos.

Nitrogênio: é um constituinte essencial da proteína em todos os organismos vivos. Na análise da água os compostos de nitrogênio são registrados como Nitrogênio Orgânico, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrito e Nitrato, sendo este a principal forma de nitrogênio combinado encontrado em águas naturais. Analiticamente, as formas orgânicas e amoniacal do nitrogênio podem ser quantificadas juntas, recebendo assim o nome de Nitrogênio Kjeldahl. Somando-se ao Nitrogênio Kjeldahl as concentrações de nitrogênio das formas oxidadas (nitritos e nitratos), tem-se um método de valoração do nitrogênio total.

2.3 – Uso do solo

A qualidade das águas dos corpos hídricos estão diretamente relacionadas às características de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica. Conforme o uso predominante do solo são selecionados os parâmetros para o estudo da qualidade da água.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Área de estudo

Segundo a Resolução nº 32 de 25 de junho de 2003, a qual institui a divisão hidrográfica Nacional e estabelece 12 Regiões Hidrográficas Nacionais, a BHJ está localizada na Região Hidrográfica Nacional denominada Paraná, a qual possui uma área de 879.860 km² e abrange oito Estados da Federação. Dentro do Estado do Paraná a BHJ enquadra-se na Unidade Hidrográfica denominada Iguaçu, a qual possui 65.558 km² de área, ainda dentro desta Unidade, a bacia está localizada na porção denominada Médio Iguaçu.

A BHJ envolve parcialmente os municípios de Guarapuava, Inácio Martins, Cândói, Pinhão, Campina do Simão, Reserva do Iguaçu e Foz do Jordão. Ela possui 4.730,60 km² de área enquanto que o Estado do Paraná possui 199.880,20 km², ou seja, a BHJ compreende aproximadamente 2,37% da área do Estado.

Nesta bacia a precipitação média anual é de aproximadamente 1919 mm, suas temperaturas médias anuais variam entre 15°C e 20°C, havendo a ocorrência de geadas e os ventos possuem predominância Nordeste e Leste.

Considerando a necessidade de avaliar os recursos hídricos na BHJ foi adotado o conceito de “Seção de Controle”. Segundo o Plano Estadual (2007) estas seções representam áreas estratégicas dentro da divisão hidrográfica com o objetivo de monitorar o efeito das ações previstas na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos. Vale destacar que estas Seções de Controle podem auxiliar na emissão de outorgas, fornecendo os limites máximos de vazões outorgáveis na bacia, além de facilitar o conhecimento das características do uso e ocupação do solo e da qualidade da água.

A Figura 1 apresenta a localização dos sete municípios da BHJ e a divisão das Seções de Controle estabelecidas para a bacia.

As águas do rio Jordão e de seus afluentes são utilizadas para abastecimento público, diluição de esgotos domésticos e de efluentes industriais, além da geração de energia elétrica. Outros usos como irrigação, dessedentação de animais, recreação e lazer têm uma parcela pouco expressiva na BHJ.

Segundo a Portaria SUREHMA nº 20/92, a qual enquadra os cursos d'água, os rios pertencentes a BHJ estão enquadrados na classe “2”.

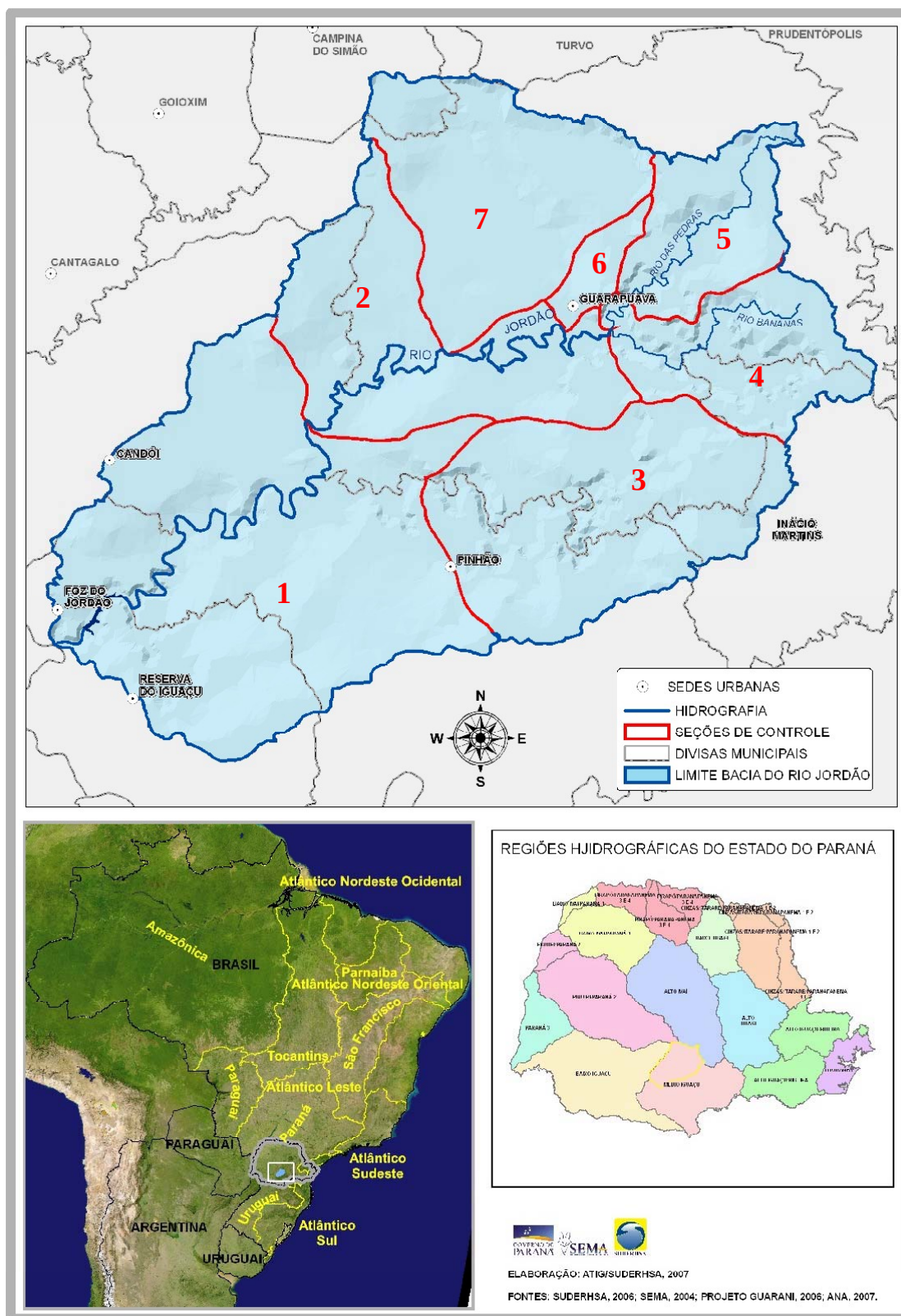


Figura 1 – Localização dos municípios na BHJ

3.2 – Uso do solo

O uso do solo da BHJ foi obtido a partir da quantificação das áreas de agricultura intensiva, cobertura florestal, reflorestamento e pastagem artificial e campos naturais identificados no mapa de uso e ocupação do solo da Secretária de Meio Ambiente do Paraná (SEMA, 2002).

3.3 – Cargas poluidoras

Considerando a importância do conhecimento das fontes pontuais e difusas na bacia foram estudadas as cargas potencialmente poluidoras, para cada seção de controle.

A Figura 2 apresenta a localização das fontes potencialmente poluidoras identificadas na BHJ, nela encontra-se a agricultura intensiva, pecuária, usos urbanos, indústrias outorgadas, aterros sanitários, lixões e estações de tratamento de esgoto.

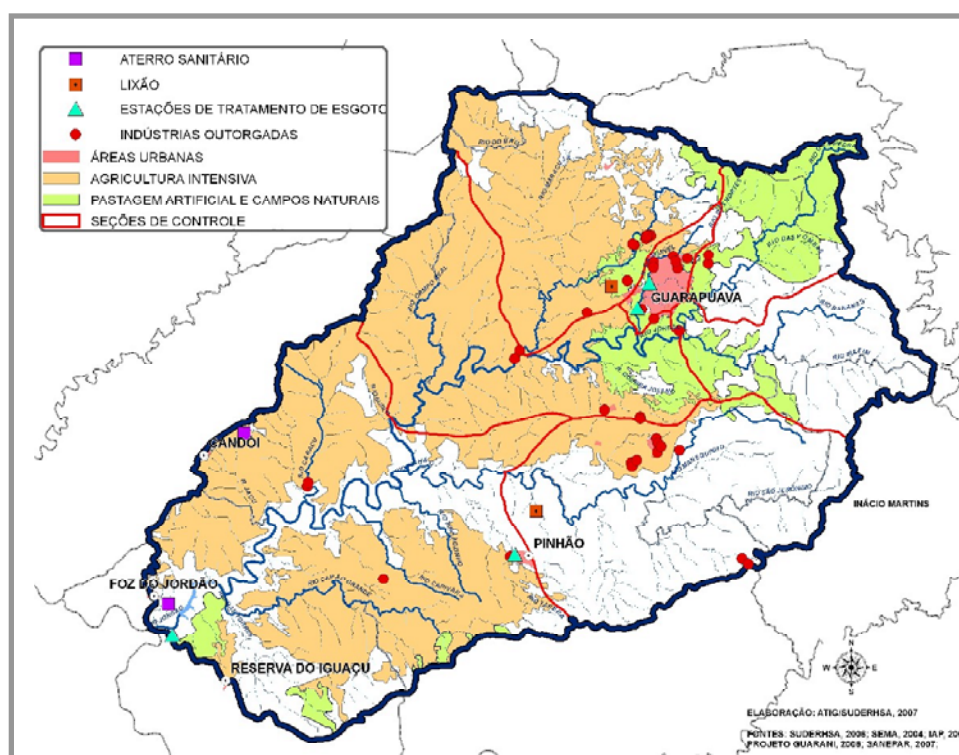


Figura 2 – Localização das fontes poluidoras

3.3.1 – Cargas pontuais

No caso da poluição pontual foi considerado o esgoto doméstico e de efluentes industriais, já para a poluição difusa utilizou-se o produto entre um coeficiente de exportação que varia de acordo com o uso do solo e a sua respectiva área.

Segundo informações do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), dos sete municípios pertencentes a BHJ os municípios de Campina do Simão, Candói e Foz do Jordão não possuem nenhum tipo de sistema de coleta de esgoto e o sistema de tratamento de esgoto do município de Inácio Martins encontra-se fora da delimitação da bacia.

Para o cálculo da poluição potencialmente poluidora proveniente das indústrias levou-se em consideração o tipo de indústria instalada na bacia. Contudo, por falta de dados foi considerado que toda a água captada é devolvida ao corpo receptor, ou seja, a vazão efluente é igual à vazão captada, bem como que todo efluente lançado é tratado e atende à Instrução Normativa nº 005/96 – DIRAM/IAP, que estabelece os parâmetros de lançamento para efluentes líquidos industriais.

3.3.2 – Cargas difusas

As cargas potencialmente poluidoras geradas pelas atividades agropecuárias, pelas matas nativas e pelas áreas urbanas foram obtidas através do produto da área da bacia, referente ao uso do solo, pelos coeficientes de exportação de DBO, de fósforo total e de nitrogênio total.

3.4 – Dados de qualidade de água

Foram selecionadas para este estudo quatro Estações de monitoramento de qualidade da água, de acordo com sua localização na bacia e o período de dados existentes. As estações utilizadas para o estudo são: Estação ETA Guarapuava, localizada no rio das Pedras, à montante do rio Jordão; Estação Ponte Pinhão e Estação Salto Curucaca, localizadas na parte central da bacia; e Estação Santa Clara, localizada próximo à foz do rio Jordão. A disposição espacial das Estações de monitoramento utilizadas nos estudos de qualidade de água da BHJ pode ser observada na Figura 3.



Figura 3 – Localização das estações de monitoramento de qualidade da água

Os dados de qualidade da água foram extraídos do Sistema de Informações Hidrológicas da SUDERHSA (SIH) e passaram por uma análise prévia para a verificação de sua coerência. Vale

ressaltar que o período de coleta de dados não é freqüente, nem constante e a quantidade de amostras é diferente para cada Estação de monitoramento (a Estação ETA Guarapuava possui 24 amostras, a Estação Ponte Pinhão 43, a Estação Salto Curucaca 16 e a Estação Santa Clara possui 41 amostras). Estes fatos dificultam e podem mascarar a análise da qualidade da água da BHJ.

Os parâmetros de qualidade da água foram selecionados conforme sua relevância em relação ao uso e ocupação do solo na bacia. Assim sendo, foram selecionados os seguintes parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, Nitrogênio Total e Nitrato.

Como os dados analisados antecedem o ano de 2005, utilizou-se a resolução CONAMA nº 20/86 para estabelecer o limite das classes dos rios.

Neste artigo serão apresentadas apenas os dados medidos na Estação de monitoramento Santa Clara, isto por esta Estação estar localizada mais próxima da foz do rio Jordão, refletindo as condições hídricas a montante da bacia, sua área de drenagem é de 3.907 km².

3.4.1 – Análise dos parâmetros

Foram analisadas as concentrações de OD e coliformes fecais ao longo do tempo na Estação Santa Clara, levando em consideração o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 20/86 para a Classe 2 (maior que 5 mg/L para OD e 1000 NMP/100mL para coliformes fecais). A análise foi realizada baseada nesta resolução, pois os dados são anteriores a resolução do CONAMA 357.

Optou-se por trabalhar com a carga de DBO, em kg/dia, obtida através do produto entre a concentração e a vazão. Para possibilitar a comparação entre os dados de campo e os limites do CONAMA nº 20/86, o limite de DBO para a classe também foi convertido em carga.

Assim como na análise de DBO, a análise do fósforo foi realizada com base nas cargas. As cargas de fósforo extrapolaram em algumas coletas, excedendo o limite de 0,025 mg/L estabelecido para a classe 2 da Resolução CONAMA nº 20/86.

Por ser instável na presença de oxigênio, o nitrito é encontrado em quantidades muito pequenas em águas superficiais. Sabendo disso, o nitrato foi calculado subtraindo-se o Nitrogênio Kjeldahl do Nitrogênio Total, desprezando a porção de nitrito da amostra. O nitrato e o nitrogênio total foram trabalhados na forma de carga, em kg/dia.

Para a compreensão dos valores de cargas pontuais e difusas obtidos, optou-se por comparar os valores medidos na estação de monitoramento da Estação Santa Clara com as cargas potencialmente poluidoras, calculadas através dos coeficientes de exportação.

Assim sendo, os dados provenientes do monitoramento foram divididos pela área de drenagem da Estação Santa Clara, ou seja, 3.907 km². Da mesma forma os valores de carga pontual e difusa foram somados e divididos pela área de drenagem de cada seção de controle.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – Uso do solo

A BHJ é predominantemente agrícola, possui uma área agricultável de 2.631,47 km², o que representa cerca 56% da área de estudo. Também é significativa a sua área de cobertura florestal, ocupando aproximadamente 27% de sua área. Já as áreas de pastagem artificial e campos naturais ocupam 633,68 km², representando aproximadamente 14% do uso do solo da BHJ. No entanto, as áreas de reflorestamento e urbanas ocupam uma pequena parcela do uso do solo da bacia, cerca de 3 e 1%, respectivamente. A distribuição do uso do solo na bacia é apresentada na Figura 4.

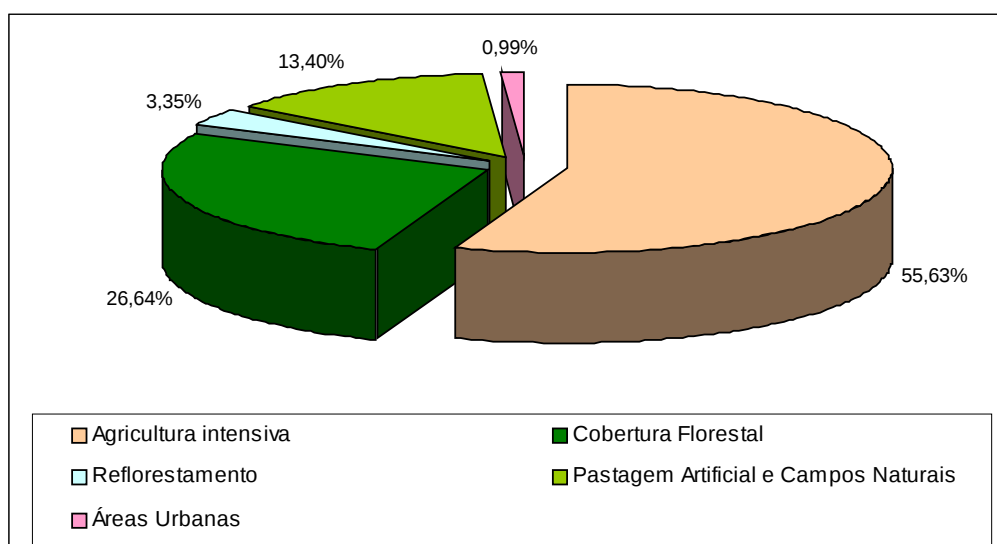


Figura 4 – Distribuição do uso do solo na BHJ

Quanto à área ocupada pela agricultura intensiva destaca-se entre as principais culturas de verão o cultivo de batata-inglesa, feijão, milho e soja. Já as principais culturas de inverno são a aveia, cevada e trigo.

4.2 - Cargas potenciais

4.2.1 – Cargas pontuais

As cargas potenciais de DBO, DQO, Fósforo total e Nitrogênio total, provenientes de esgotos domésticos, foram calculadas para as Seções de Controle que concentram a população urbana da BHJ, ou seja, as Seções 1, 3 e 6 e estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Carga potencial de DBO, DQO, fósforo total e nitrogênio total, proveniente dos esgotos domésticos da BHJ

Parâmetros		Seção 1	Seção 3	Seção 6
DBO	Habitantes	32.798	1.342	150.939
	Contribuição per capita (g/hab.dia)	54	54	54
	Caraa (ka/dia)	1.771.09	72.47	8.150.71
DQO	Habitantes	32.798	1.342	150.939
	Contribuição per capita (g/hab.dia)	100	100	100
	Caraa (ka/dia)	3.279.80	134.20	15.093.90
Fósforo Total	Habitantes	32.798	1.342	150.939
	Contribuição per capita (g/hab.dia)	2.5	2.5	2.5
	Caraa (ka/dia)	82.00	3.36	377.35
Nitrogênio Total	Habitantes	32.798	1.342	150.939
	Contribuição per capita (g/hab.dia)	8	8	8
	Caraa (ka/dia)	262.38	10.74	1.207.51

Assim sendo a Tabela 3 apresenta os valores obtidos para a carga de DBO, DQO e equivalente populacional, provenientes das indústrias, por Sessão de Controle na BHJ.

Tabela 3 - carga de DBO, DQO e equivalente populacional provenientes das indústrias da BHJ

Seção	Nº de indústrias	Vazão outorgada (m³/ano)	Carga DBO (kg/dia)	Carga DQO (kg/dia)	Equivalente Populacional (habitantes)
1	4	597.140.00	81.81	204.52	1.51
2	6	7.273.884.25	996.52	2.491.31	18.45
3	10	2.462.636.75	338.98	847.45	6.28
4	1	8.760.00	1.20	3.00	0.02
5	2	94.900.00	13.00	32.50	0.24
6	9	699.632.00	95.85	418.14	1.77
7	10	3.792.350.00	519.55	1.298.88	9.62

4.2.2 - Cargas difusas

As cargas difusas potencialmente poluidoras geradas pelas atividades agropecuárias e pelas matas nativas foram obtidas através da multiplicação da área da bacia pelos coeficientes de exportação de DBO, de fósforo e de nitrogênio.

A Tabela 4 apresenta as cargas difusas potencialmente poluidoras geradas pelas atividades agropecuárias e pelas matas nativas.

Tabela 4 - Cargas potencialmente poluidoras das atividades agropecuárias e matas nativas da BHJ

	Usos	Seção 1	Seção 2	Seção 3	Seção 4	Seção 5	Seção 6	Seção 7
Fósforo	Agricultura intensiva	308,40	172,40	74,14	41,45	12,56	4,29	143,66
	Cobertura florestal	12,89	0,17	15,06	2,15	1,03	0,33	2,90
	Reflorestamento	0,93	0,36	0,23	1,79	0,26	0,00	0,76
	Pastagem artificial e campos naturais	9,74	13,54	3,34	15,79	30,77	2,56	7,54
Total		331,96	186,47	92,77	61,18	44,62	7,18	154,86
Nitrogênio	Agricultura intensiva	2.349,74	1.313,53	564,91	315,84	95,67	32,72	1.094,53
	Cobertura florestal	837,57	11,18	979,02	139,65	66,91	21,69	188,30
	Reflorestamento	60,65	23,24	15,17	116,29	16,79	0,00	49,65
	Pastagem artificial e campos naturais	120,81	167,91	41,43	195,80	381,51	31,78	93,44
Total		3.368,77	1515,86	1.600,53	767,58	560,88	86,19	1.425,92
DBO	Agricultura intensiva	5.286,92	2.955,45	1.271,05	710,63	215,26	73,63	2.462,70
	Cobertura florestal	644,29	8,60	753,00	107,42	51,47	16,68	144,85
	Reflorestamento	46,66	17,88	11,67	89,45	12,92	0,00	38,19
	Pastagem artificial e campos naturais	224,08	311,45	76,85	363,18	707,64	58,95	173,32
Total		6.201,95	3.293,38	2.112,57	1.270,68	987,29	149,26	2.819,06

A poluição difusa das áreas urbanas é ocasionada, principalmente, pelo escoamento superficial sobre áreas impermeáveis. Ao multiplicar as áreas de ocupação urbana da BHJ por um coeficiente de exportação estimou-se um valor de carga poluidora de fósforo, nitrogênio e DBO, os quais são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Cargas potencialmente poluidoras das áreas urbanas da BHJ

	Seção 1	Seção 2	Seção 3	Seção 4	Seção 5	Seção 6	Seção 7
Fósforo (kg/dia)	3,41	0,59	1,86	0,46	0,58	17,60	1,12
Nitrogênio (kg/dia)	14,51	2,52	7,92	1,96	2,47	74,80	4,77
DBO (kg/dia)	85,43	29,59	93,15	23,01	29,04	880,00	56,16
Total	103,35	32,70	102,93	25,43	32,09	972,40	62,05

4.3 - Qualidade da água

Para o conhecimento da qualidade da água da bacia, analisou-se a série histórica de dados das estações de monitoramento de qualidade de água. Assim sendo, são apresentados os gráficos de OD, coliformes fecais, DBO, fosfato total, nitrogênio total e nitrato da Estação Santa Clara.

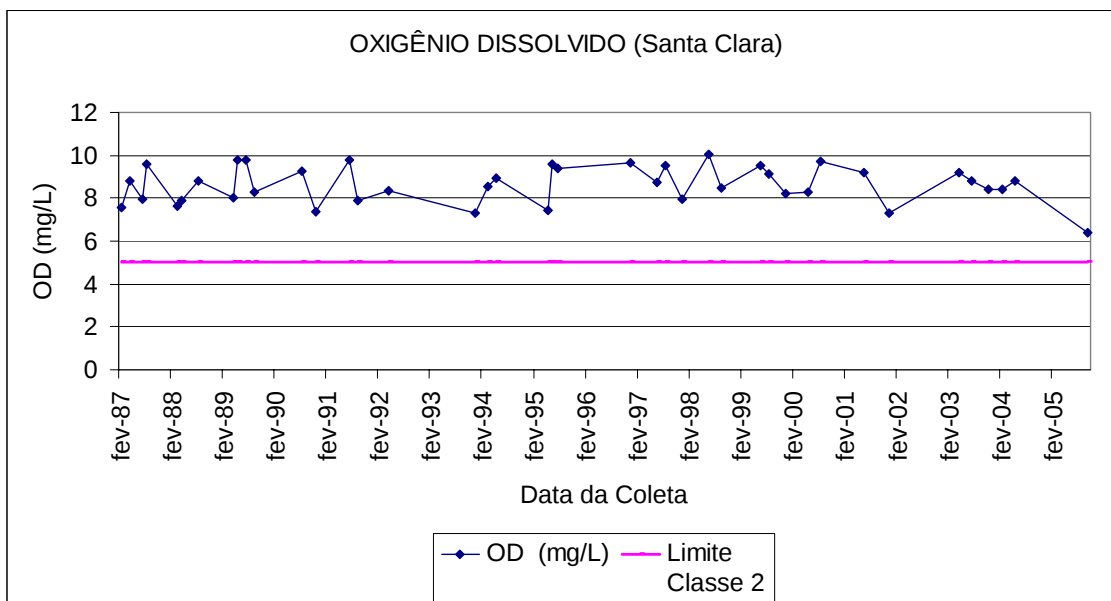


Figura 5 – Oxigênio Dissolvido – Estação Santa Clara

Pode-se observar na Figura 5 que os valores de OD estão dentro dos limites da classe 2 do CONAMA nº 20/86, ou seja, 5 mg/L.

Quanto a análise de coliformes fecais não houve um comportamento uniforme no decorrer do tempo, apresentando picos isolados de contaminação, como pode ser observado na Figura 6. Vale destacar que aproximadamente 75% das amostras estão dentro do limite estabelecido para a classe 2 (1000 NMP/100 mL) do CONAMA 20/86.

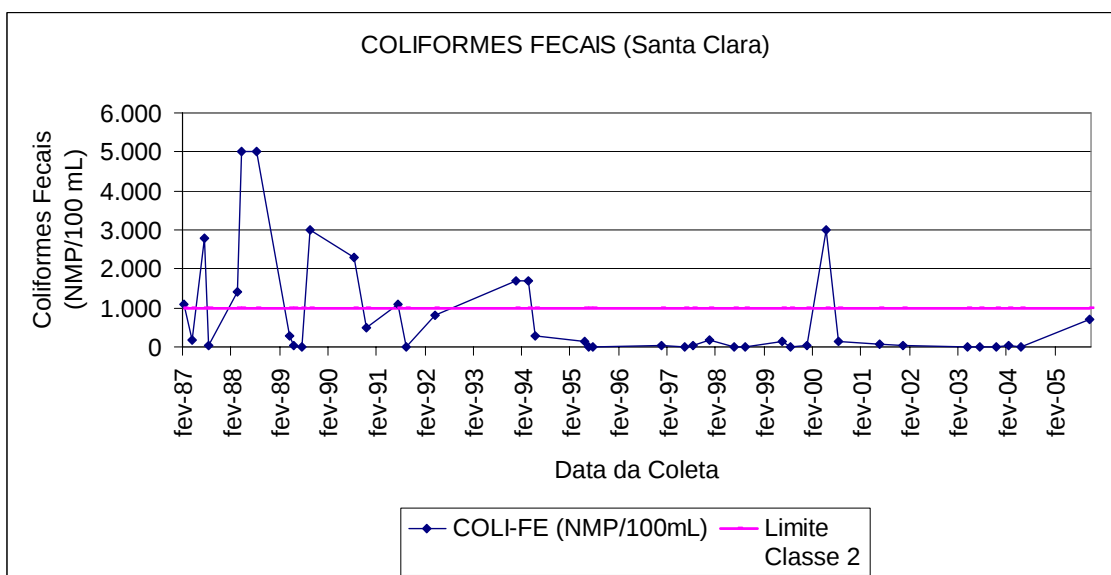


Figura 6 – Coliformes Fecais – Estação Santa Clara

A Figura 7 apresenta o comportamento da DBO na Estação Santa Clara ao longo do tempo. Todos os valores estão dentro do limite da Classe 2.

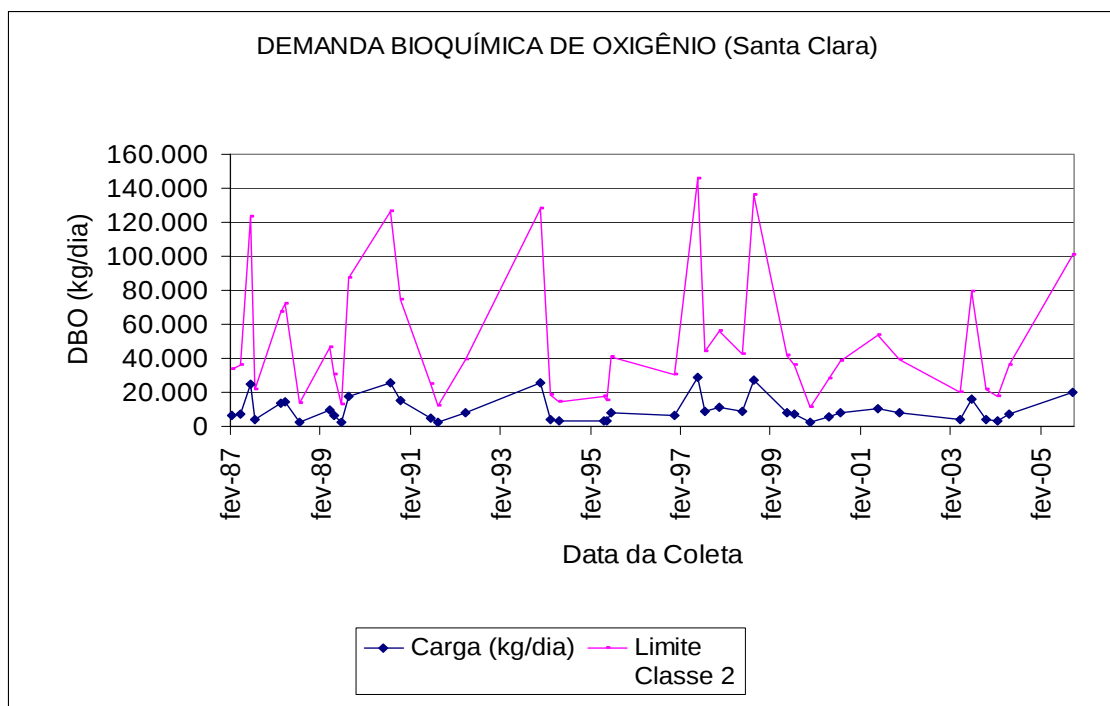


Figura 7 – Demanda Bioquímica de Oxigênio – Estação Santa Clara

A Figura 8 apresenta o comportamento das análises de fósforo total. Cerca de 70% das amostras encontram-se fora do limite da classe, na Estação Santa Clara.

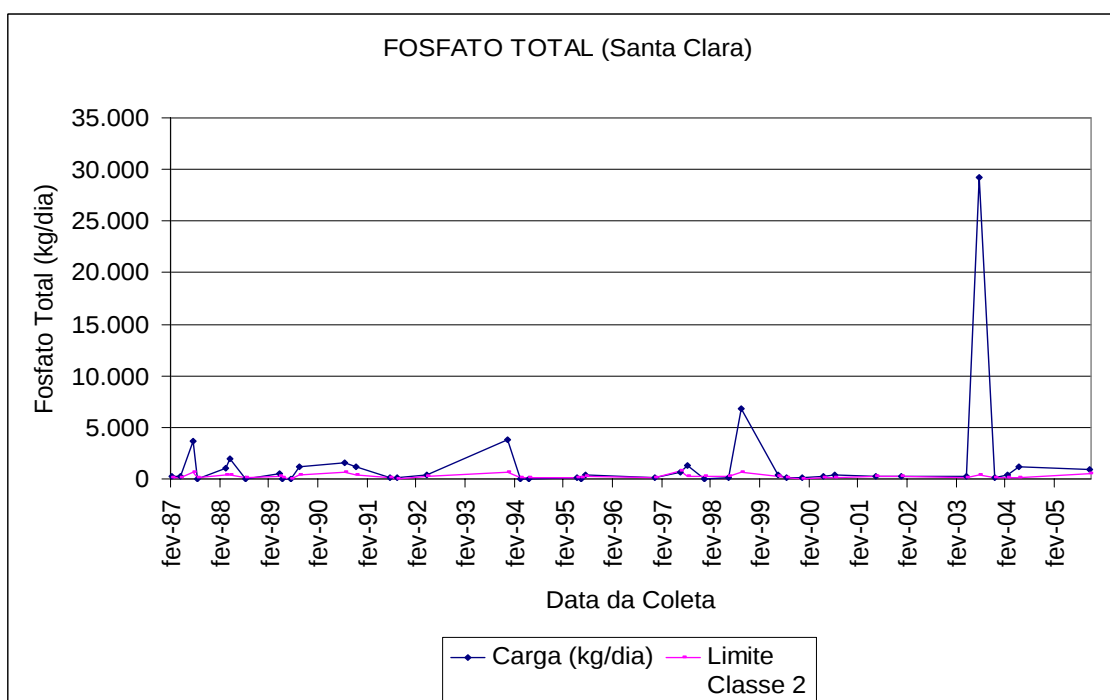


Figura 8 – Fósforo Total – Estação Santa Clara

No SIH há somente dados de Nitrogênio Total e Kjeldahl. Para esses parâmetros não há limites estabelecidos na resolução CONAMA 20/86, assim sendo optou-se por analisar o Nitrato, o qual possui o limite estabelecido de 10 mg/L e é indicador de contaminação por fertilizantes agrícolas e esgotos.

A Figura 9 mostra que os valores de nitrato, para todas as coletas, estão dentro do limite estabelecido pela resolução do CONAMA 20/86.

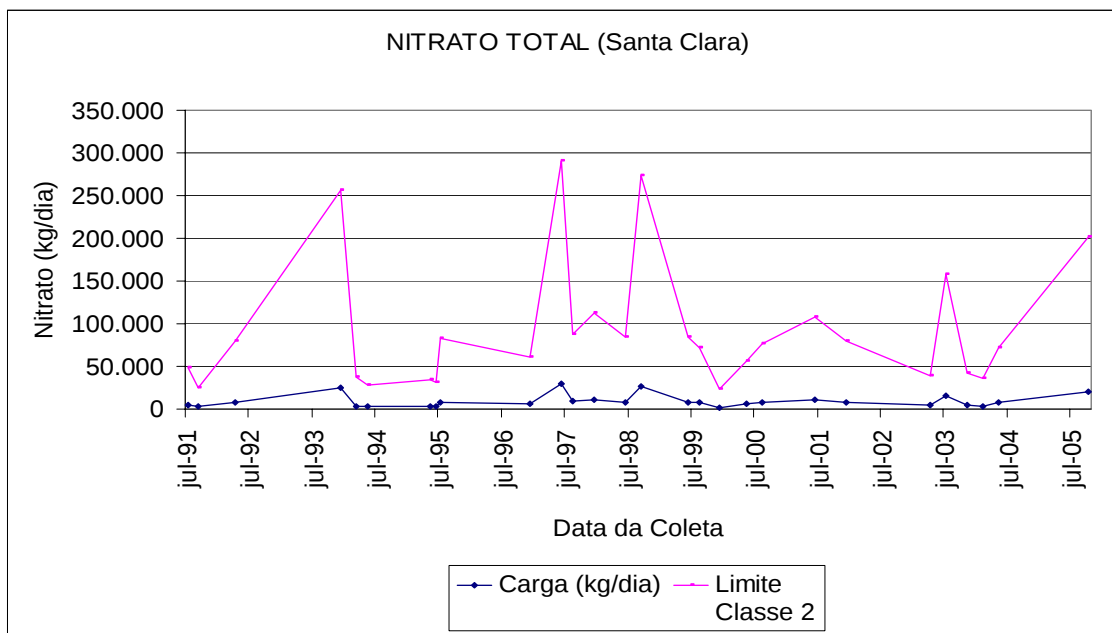


Figura 9 – Nitrato – Estação Santa Clara

Embora a Resolução CONAMA nº 20/86 não estabeleça um limite para o nitrogênio total, optou-se por analisá-lo, visando a sua comparação com as cargas potenciais. A figura 10 mostra o comportamento do nitrogênio total na Estação Santa Clara.

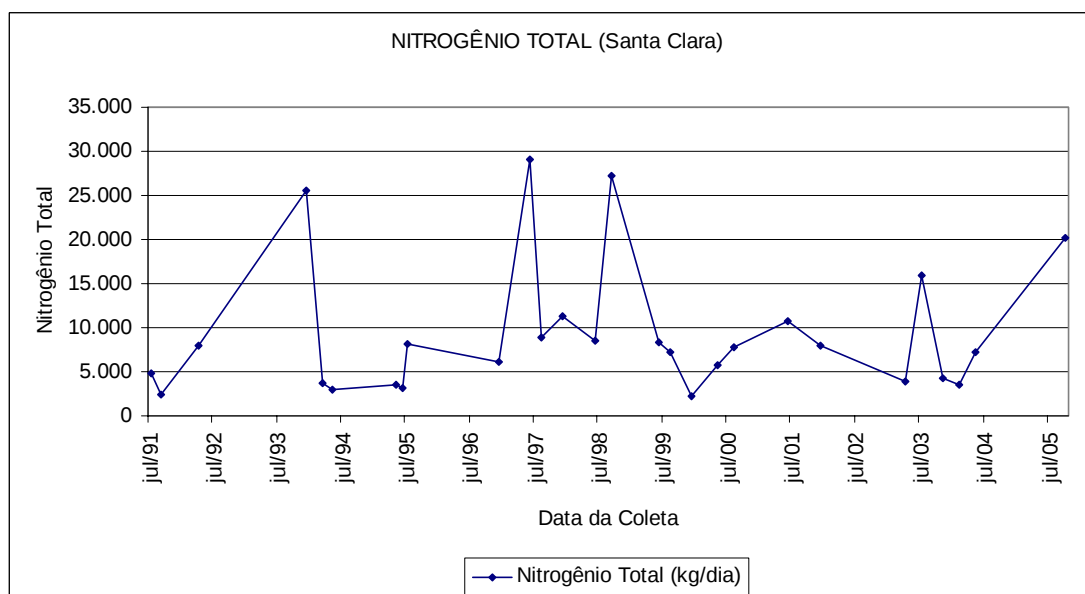


Figura 10 – Nitrogênio Total – Estação Santa Clara

4.4 – Cargas potenciais X cargas reais

Como as cargas de poluição calculadas são potenciais, ou seja, nem toda ela vai diretamente até o rio, optou-se pela comparação entre os valores calculados (cargas potenciais) e os medidos em campos (cargas reais) para uma verificação da possibilidade desta carga estar chegando diretamente ao rio.

A Tabela 6 apresenta os valores calculados para DBO, Nitrato e Fosfato potenciais e a carga específica por seção para a BHJ.

Tabela 6 – DBO, Nitrato e Fosfato potenciais e a carga específica por seção calculados para a BHJ

Parâmetros	Seção	Rio	Pontual		Difusa		Somatório	Carga (kg/dia. área)
			Esgoto	Industrial	Agropecuária	Urbana		
DBO	1	Jordão	1.771,09	81,81	6.201,95	85,43	8.140,28	2,45
	2	Campo Real	-	996,52	3.293,38	29,59	4.319,49	6,01
	3	Pinhão	72,47	338,98	2.112,57	93,15	2.617,17	3,01
	4	Bananas	-	1,20	1.270,68	23,01	1.294,89	3,21
	5	das Pedras	-	13,00	987,29	29,04	1.029,33	3,25
	6	Cascavel	8.150,71	95,85	149,26	880,00	9.275,82	119,03
	7	Coutinho	-	519,55	2.819,06	56,16	3.394,77	4,92
Nitrato	1	Jordão	262,38	-	3.368,77	14,51	3.645,66	1,10
	2	Campo Real	-	-	1.515,86	2,52	1.518,38	2,11
	3	Pinhão	10,74	-	1.600,53	7,92	1.619,19	1,86
	4	Bananas	-	-	767,58	1,96	769,54	1,91
	5	das Pedras	-	-	560,88	2,47	563,35	1,78
	6	Cascavel	1.207,51	-	86,19	74,80	1.368,50	17,56
	7	Coutinho	-	-	1.425,92	4,77	1.430,69	2,07
Fosfato	1	Jordão	82,00	-	331,96	3,41	417,37	0,13
	2	Campo Real	-	-	186,47	0,59	187,06	0,26
	3	Pinhão	3,36	-	92,77	1,86	97,99	0,11
	4	Bananas	-	-	61,18	0,46	61,64	0,15
	5	das Pedras	-	-	44,62	0,58	45,20	0,14
	6	Cascavel	377,35	-	7,18	17,6	402,13	5,16
	7	Coutinho	-	-	154,86	1,12	155,98	0,23

Os valores das cargas específicas reais por Seção de Controle estão apresentados na Tabela 7. Também são apresentados os valores máximos e mínimos e as médias das cargas específicas para cada parâmetro.

Tabela 7 – DBO, Nitrato e Fosfato calculados para a BHJ

Seção	DBO (kg/dia.área)	Fosfato (kg/dia.área)	Nitrato (kg/dia.área)	Rio Principal
1	2,45	0,13	1,10	Jordão
2	6,01	0,26	2,11	Campo Real
3	3,01	0,11	1,86	Pinhão
4	3,21	0,15	1,91	Bananas
5	3,25	0,14	1,78	das Pedras
6	119,03	5,16	17,56	Cascavel
7	4,92	0,23	2,07	Coutinho
máximo	119,03	5,16	17,56	
mínimo	2,45	0,11	1,10	
média	20,27	0,88	4,06	

A seção 6 apresentou valores superiores aos obtidos para as demais seções, pois nela encontra-se toda a área urbana do município de Guarapuava, algumas indústrias e o lançamento das águas residuárias de duas ETE's.

Já a Tabela 8 apresenta os intervalos máximos e mínimos, além da média dos valores medidos na Estação de monitoramento Santa Clara.

Tabela 8 – Intervalos das cargas específicas medidas na Estação de Monitoramento Santa Clara

	DBO (kg/dia.área)	Fosfato (kg/dia.área)	Nitrato (kg/dia.área)
máximo	7,44	1,73	7,44
mínimo	0,58	0,00	0,58
média	2,54	0,20	2,36

Os valores monitorados de carga específica para o DBO variam entre 7,44 e 0,58, sendo que os valores apresentados na Tabela 7 apresentam-se em um intervalo de 24% das amostras. Já o intervalo da carga específica calculada para o fosfato variam entre 1,73 e 0,20, encontrando-se em um intervalo de 22%. Ao se comparar os valores calculados para o nitrato na Tabela 7 com os valores medidos apresentados na Tabela 8, os valores calculados apresentam-se em um intervalo de ocorrência de 36%.

11. A relação das cargas potenciais e reais na Estação Santa Clara pode ser visualizada na Figura

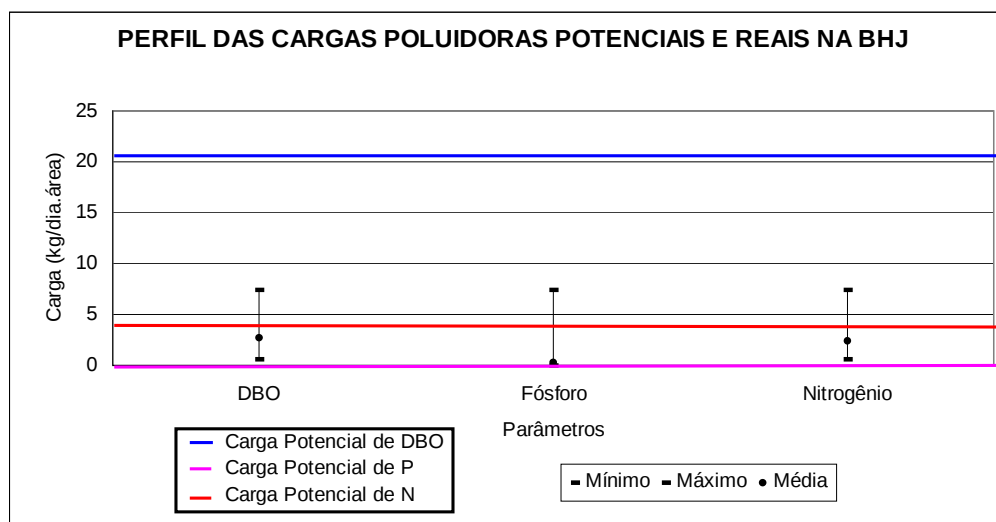


Figura 11 – Perfil das Cargas Poluidoras Potenciais e Reais na BHJ

5 – CONCLUSÕES

O uso do solo interfere diretamente na qualidade de água do corpo receptor. Ao se analisar os valores obtidos na Tabela 7 nota-se que a seção 6, área de drenagem do rio Cascavel, possui as cargas superiores as obtidas para as demais seções. Isto se deve a drenagem da área urbana do município de Guarapuava e à da concentração de indústrias na região.

As cargas difusas provenientes das atividades da área rural são responsáveis por aproximadamente 98% das cargas difusas totais potencialmente poluidoras da BHJ, com exceção da seção 6, na qual a maior parte desta poluição é de origem urbana.

Com base nas análises realizadas nota-se que o parâmetro mais impactante sobre a qualidade da água na BHJ é a DBO. Isto se deve aos esgotos domésticos não coletados e tratados e aos efluentes de indústrias não licenciadas, que são lançados diretamente nos corpos hídricos da BHJ, sem tratamento prévio ou com tratamento inadequado, contribuindo para o aumento da concentração de DBO.

BIBLIOGRAFIA

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. *Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas dos Rios da Região Metropolitana de Curitiba*, no período de 1992 a 2005.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. Instrução Normativa nº 005/96 – DIRAM/IAP, 1996.

LARENTIS, D. G. *Modelagem matemática da qualidade da água em grandes bacias: Sistema Itaquí – Antas – RS*. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2004.

MANSOR, Maria T. C.; FILHO, José Teixeira; ROSTON, Denis M. *Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguari*. SP. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 3, p. 715-723, 2006.

VON SPERLING, M. *Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte, v. 1, 2ª ed.: SEGRAC, 243 p., 1996.

Plano Estadual de Recursos Hídricos, Paraná, 2007.