



IV-134 - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TIBAGI NA CIDADE DE TELÊMACO BORBA-PARANÁ

Nicole Santos Oliveira

Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais da Universidade Federal do Paraná.

Karina Scurupa Machado

Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais da Universidade Federal do Paraná.

Patrícia Arns Steiner

Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais da Universidade Federal do Paraná.

Tiago José Belli

Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais da Universidade Federal do Paraná.

Júlio César Rodrigues de Azevedo⁽¹⁾

Formado em Licenciatura e Bacharelado em Química pela PUC/PR, doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais – UEM/PR. Professor de Química Analítica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Desenvolve pesquisa em ambientes aquáticos, com determinação de metais, caracterização da matéria orgânica natural (MON) e o efeito da radiação solar na MON.

Endereço⁽¹⁾: Av. Sete de Setembro, 3165 - Bairro Rebouças- Curitiba - Paraná - CEP: 80230-901 - Brasil - Tel: +55 (41) 3310-4666 - e-mail: jcrazevedo@utfpr.edu.br.

RESUMO

O aporte de substâncias nos mananciais origina-se de várias fontes, destacando os efluentes domésticos e industriais e o escoamento superficial urbano e agrícola. Estas fontes de poluição geram impactos que devem ser monitorados para minimizar o dano ambiental. Dentro deste contexto o presente trabalho tem como objetivo monitorar a qualidade da água através de pH, temperatura, cor, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio e oxigênio dissolvido do Rio Tibagi e estabelecer algumas relações de níveis de impacto com as influências antrópicas. Os resultados obtidos demonstraram que a entrada de efluente industrial seria a causadora de maior influência, seguida da entrada de esgoto e do escoamento superficial.

PALAVRAS-CHAVE: Influência antrópica, monitoramento e qualidade da água.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial à vida, todos os organismos vivos necessitam dela para a sua sobrevivência. Sendo assim é fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físicas e químicas adequadas para a sua utilização pelos organismos vivos. Segundo Braga *et al.*, (2002), disponibilidade de água significa que ela está presente não somente em quantidade adequada em uma dada região, mas também que sua qualidade é satisfatória, para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos.

A utilização da água é realizada de várias formas e está inteiramente ligada ao uso e ocupação do solo, da mesma forma que a origem de sua poluição. Sendo assim, o aporte de substâncias nos mananciais origina-se de várias fontes, dentre as quais se destacam os efluentes domésticos e industriais e o escoamento superficial urbano e agrícola. Portanto, existe uma ligação entre o uso do recurso hídrico, a ocupação do solo e as fontes de poluição. Cada fonte de poluição possui características próprias e a diversidade de indústrias existentes atualmente, contribui para aumentar a complexidade da poluição hídrica (ROCHA *et al.*, 2004). Segundo Braga *et al.* (2002), poluição hídrica define-se pela alteração das características da água por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou antrópicas.

Dentre as principais fontes de poluição dos recursos hídricos citadas, os efluentes domésticos englobam o esgoto oriundo dos domicílios, atividades comerciais e institucionais presentes em uma determinada localidade (SPERLING, 2006). Segundo Aisse (2000) o esgoto sanitário sofre significativa variação durante o dia em decorrência das atividades humanas, sua composição é essencialmente orgânica e é constante se houver controle do consumo de água.

Na utilização industrial, a água pode ser aproveitada de diversas maneiras como: incorporação no produto; lavagens de máquinas, tubulações e pisos; águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor; águas



utilizadas diretamente no processo produtivo e esgotos sanitários gerados pelos funcionários da indústria. Todo o processo de utilização da água faz com que ela se torne um efluente líquido que precisa de tratamento e um corpo hídrico para ser lançado, com exceção das águas que são incorporadas na produção e aquelas que são perdidas pela evaporação (GIORDANO, 1999). Esses efluentes gerados pelas indústrias, quando lançados no corpo receptor, causam alterações no corpo d'água acarretando diversos tipos de impactos (VOGT *et al.*, 1998).

Outra fonte de poluição dos mananciais é o escoamento superficial, também chamado de poluição difusa, ocorre quando os poluentes alcançam o corpo receptor de modo disperso, não se determinando um ponto específico de introdução (MOTA, 1997). Com relação ao escoamento superficial agrícola este ocorre onde existem áreas agrícolas e há o carreamento de substâncias como fertilizantes, pesticidas, entre outras utilizadas na atividade agropecuária. Já o escoamento superficial urbano que ocorre mais significativamente na área estudada inicia-se com o arraste dos poluentes atmosféricos pela chuva e posteriormente pelo escoamento superficial direto. O escoamento é responsável pelo transporte dos poluentes dispostos sobre a superfície da área urbana até o corpo receptor, carregando todo tipo de material solto ou solúvel que encontra, a impermeabilização aumenta ainda mais o escoamento (verificado na área de pesquisa). A origem dos materiais presentes no escoamento são: abrasão e o desgaste das ruas pelos veículos, lixo acumulado nas ruas e calçadas, resíduos orgânicos de animais, atividades de construção, resíduos de combustível, óleos e graxas, poluentes do ar, entre outros. Desta forma alguns poluentes que são carreados são sedimentos, matéria orgânica, bactérias, metais, hidrocarbonetos, tóxicos, pesticidas e poluentes do ar depositados sobre as superfícies (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA, 2008).

Em relação ao lançamento de efluentes, este é um grande problema que vem sendo enfrentado pelos países subdesenvolvidos e ocorre em menor intensidade nos países desenvolvidos. O consumo do oxigênio dissolvido num corpo d'água devido ao lançamento de esgoto tem se mostrado o maior impacto (SPERLING, 1996). Isto se deve essencialmente a introdução de matéria orgânica em um corpo d'água, o que implica indiretamente no consumo de oxigênio dissolvido.

Sabe-se que estas principais fontes de poluição citadas causam alterações que podem gerar impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos, estes devem ser monitorados para não causarem maiores danos ao meio ambiente. O monitoramento é, portanto, de fundamental importância na conservação dos corpos d'água, pois fornece as informações hidrológicas básicas e as formas de uso das águas nos corpos hídricos em questão.

Através do monitoramento é possível conhecer o comportamento do corpo hídrico, sua capacidade de depuração e sazonalidade, obtendo assim, informações concretas a respeito da qualidade da água. Devido à ampla variedade de constituintes que podem ser medidos, através dos programas de monitoramento da qualidade da água, relacionados a aspectos químicos, físicos e biológicos, alguns autores destacam que a seleção dos parâmetros de interesse, depende do objetivo do estudo, levando-se em consideração os usos previstos para o corpo de água e as fontes potenciais de poluição existentes na bacia. Os parâmetros a serem considerados podem ser selecionados de acordo com as fontes potenciais e ainda para atender uma determinada legislação (FONSECA, 2007).

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo monitorar a qualidade da água do Rio Tibagi no trecho "Posto Tibagi" na cidade de Telêmaco Borba, PR, e, além disso, estabelecer algumas relações de níveis de impacto com as influências antrópicas advindas do lançamento de efluentes industriais; do esgoto tratado e *in natura*, e do escoamento superficial. As informações obtidas teve como alvo, o conhecimento do potencial de alteração do corpo hídrico pelas fontes de poluição citadas, assim como o comportamento do rio em relação a elas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem

A área de estudo localizada na bacia do Rio Tibagi, a qual trata-se de uma das maiores bacias hidrográficas do Estado do Paraná, com uma área total de 24.530 Km² (Figura 1). O Rio Tibagi recebe vários afluentes, dentre os quais se destacam o Rio Alegre, o Rio Harmonia, Rio Imbaú, Rio das Antas, Rio Imbauzinho e Ribeirão das Almas. O Rio Tibagi nasce no município de Palmeira, na Serra de São Luís do Purunã, a uma altitude de aproximadamente 1.100 m. Possui uma extensão de 550 Km, desaguardo na Represa de Capivara, no Rio



Paranapanema, entre os municípios de Sertaneja e Primeiro de Maio, a 280 m de altitude (COPATTI, 2008; ZIMMERMANN *et al.*, 2008).

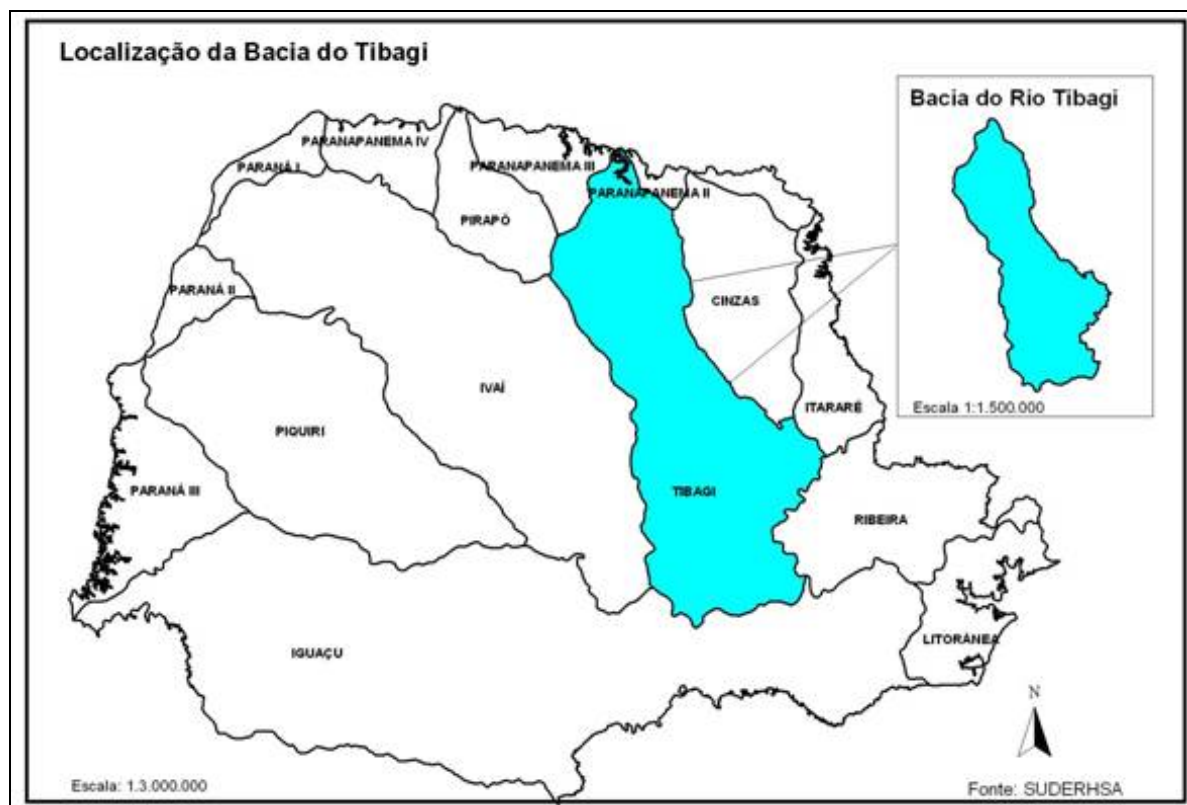


Figura 1. Localização da Bacia do Rio Tibagi no Estado do Paraná.

Foram escolhidos três pontos de coleta das amostras ao longo do Tibagi (Figura 2): o ponto 1, encontra-se a montante do lançamento das águas residuárias de uma indústria de papel e celulose, na elevatória de captação de água para a indústria; o ponto 2 está localizado após o lançamento das águas residuárias e esgoto sanitário da cidade e o ponto 3 está a uma distância de 30 km da cidade, antes de uma Usina Hidrelétrica.

A escolha dos pontos foi feita em função de sua representatividade em relação à influência do lançamento de águas residuárias, do esgoto sanitário da cidade, de possíveis lançamentos clandestinos e da capacidade de autodepuração do rio representando, desta forma, as interferências antrópicas na região. A forma de uso da água e do solo na região, conseqüentemente acarretam em alterações na qualidade da água no local de amostragem dos pontos monitorados.

Para atingir o objetivo do trabalho foi analisada uma série de dados de parâmetros do Rio Tibagi referentes ao período de janeiro à novembro de 2005. Para tal, foram realizadas medidas de DBO, DQO, oxigênio dissolvido, pH, temperatura e cor. As coletas foram realizadas semanalmente às quintas-feiras, no período da manhã, e as análises realizadas seqüencialmente, ao todo foram realizadas 37 campanhas. Todas as análises dos parâmetros citados foram devidamente realizadas conforme o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). Para este trabalho foram levadas em consideração vazões diárias do Rio Tibagi, que foram obtidas de forma automática e contínua através de aparelho eletrônico de medição de vazão.

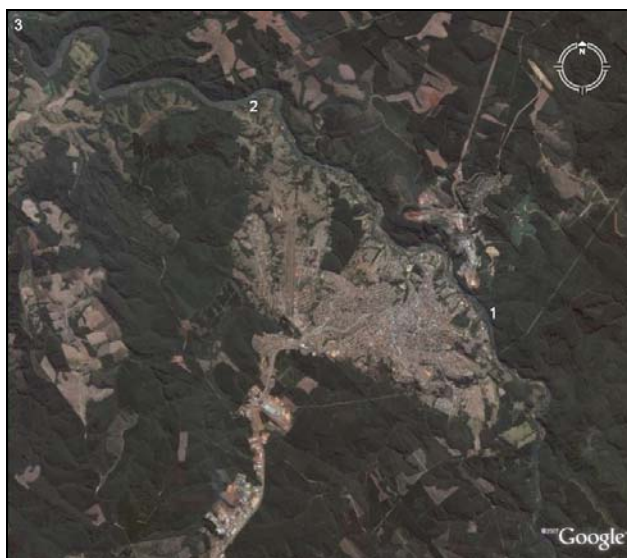


Figura 2. Pontos de coleta das amostras no Rio Tibagi.

RESULTADOS

Aplicando-se a análise de componentes principais, conforme Figura 3, observou-se que os dados analisados em relação aos pontos 1, 2 e 3 apresentaram-se separados pelos eixos da PCA, principalmente, os pontos 1 e 2 em relação ao ponto 3. Os eixos da análise de componentes principais explicaram 67% da variabilidade dos parâmetros analisados. Pela PCA é possível verificar que a DBO e o OD estão correlacionados nestes ambientes, ou seja, a variação do oxigênio dissolvido está relacionada com a variação da DBO, mas de maneira direta, ou seja, quando ocorre aumento da DBO ocorre aumento do OD. Isto pode ser um indicativo da entrada de esgotos domésticos, o qual, além de aumentar a quantidade de carbono orgânico lábil, que deveria de diminuir a concentração de OD, aumenta a quantidade de nutrientes no ambiente. Este aumento de nutrientes provoca o aumento do fitoplâncton e, conseqüentemente, aumenta o oxigênio dissolvido. Também pode ser o fato que a matéria biodegradável pode ser proveniente da senescência de fitoplâncton e não da proveniente de esgotos domésticos.

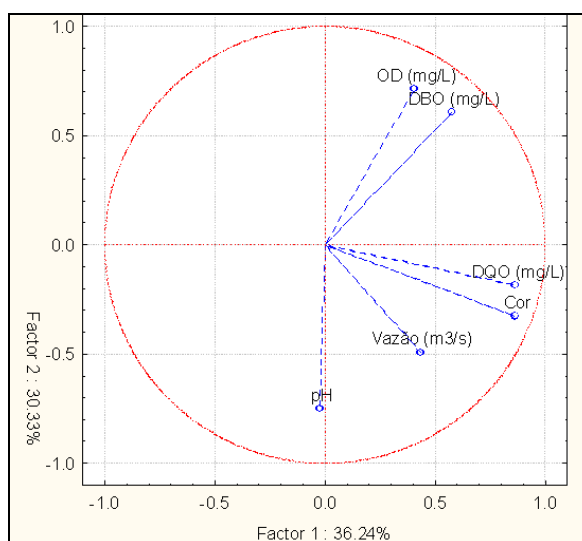


Figura 3. Análise de Componentes Principais

Através da análise das correlações de Pearson entre os dados dos três pontos, observou-se uma confirmação dos resultados obtidos na Figura 3. A correlação para a DBO e o OD foi de 0,58 ($p < 0,05$), implicando em um aumento na produtividade primária e entre a DQO e a cor, a correlação obtida foi de 0,82 ($p < 0,05$).



Calculando-se as razões entre DQO e DBO, dos dados obtidos nos pontos amostrados, foi obtida uma média de 5,73, indicando a predominância de compostos não biodegradáveis na água do rio Tibagi. Observa-se, portanto, que apesar do trecho estudado sofrer influência da entrada de esgoto, onde predomina a matéria orgânica biodegradável, a maior influência na qualidade da água, possivelmente, está associada à entrada de efluente de origem industrial, onde há predominância de matéria orgânica não biodegradável, ou a entrada de substâncias pedogênicas, como substâncias húmicas, que são de difícil biodegradação. Isso também pode ser observado por meio de uma análise individual dos resultados obtidos em cada ponto, conforme Figura 4 e análise da variância, utilizando o teste de Tukey, através das quais foram possíveis observar que dentre os três pontos amostrados, os pontos 1 e 2 demonstraram sofrer maior impacto ao ser comparado com o ponto 3, visto que os pontos 1 e 2 encontram-se mais próximos do lançamento de efluentes industriais.

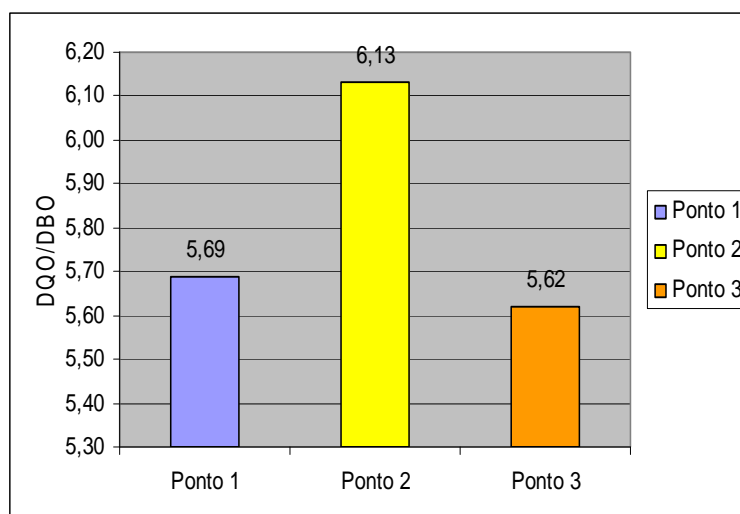


Figura 4. Comparação da carga média de DBO

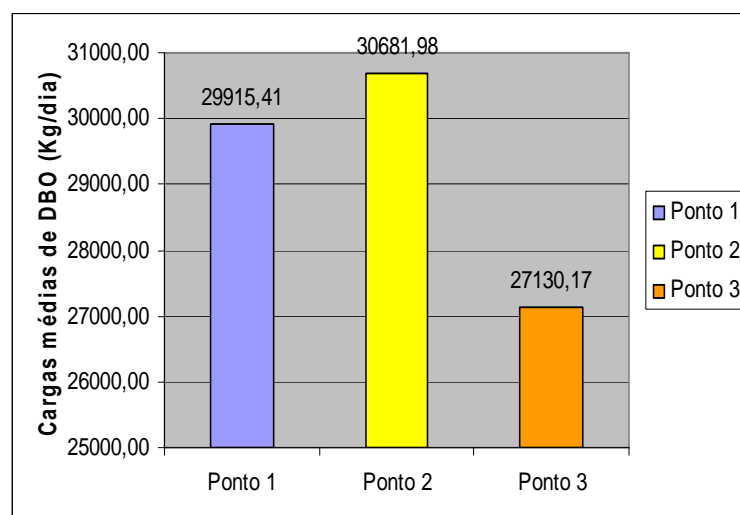


Figura 5. Comparação da razão de DQO/DBO

A maior influência antrópica sobre os pontos 1 e 2 e menor sobre o ponto 3 foi observada pela comparação das médias das cargas de DBO nos três pontos, demonstrado pela Figura 4, a qual apresentou maiores valores nos pontos 1 e 2. Esta diferença entre os pontos também pode ser observada na análise da variância, utilizando o teste de Tukey, onde há uma diferença significativa de OD entre os pontos 1 e 3 ($F=4,153$, $R=0,074$, $p<0,05$), sendo que maiores concentrações de OD foram encontradas no ponto 1 e menores no ponto 3. Considerando a relação de proporcionalidade entre a DBO e o OD apresentada na Figura 3, percebe-se que há no ponto 3, uma



menor incidência de DBO, acarretando em menores valores de OD. Este comportamento do rio pode ser atribuído à distância do ponto 3 das fontes antrópicas como observado na Figura 2.

Comparando as médias da razão DQO/DBO nos três pontos, conforme Figura 5, observa-se que a maior relação encontra-se no ponto 2. Isso implica, que há no ponto 2, uma maior concentração de compostos não biodegradáveis, comparado aos outros pontos. Pressupõe-se que a fonte destes compostos seja o lançamento de efluentes industriais ou pedogênicos. Isso pode ocorrer porque, o ponto 2 recebe, além da influência de efluentes industriais pelo complexo industrial à montante do ponto 1, ainda uma interferência direta do lançamento de efluente da indústria de papel e celulose, localizada próximo ao ponto 02.

Outra importante origem da entrada de matéria orgânica no rio seria o escoamento superficial após a chuva, no qual pode ocorrer o arraste de ácidos húmicos e fulvicos, restos alimentares e biomassa, acarretando em um aumento da DBO e DQO na água, após cada período de chuva, porém não houve correlação significativa ($p > 0,05$) nem da DBO nem da DQO com a vazão (que neste caso representa a chuva) entre os resultados obtidos. Outra correlação que seria esperada, no caso do escoamento superficial representar maiores influências, seria a correlação negativa entre o pH e a vazão, visto que o solo da região estudada possui características ácidas (latossolo vermelho), porém o que se percebeu foi o oposto, uma correlação positiva de 0,31 ($p < 0,05$) entre o pH e a vazão.

O efeito de matéria orgânica pedogênica (substâncias húmicas) foi descartada pelas correlações obtidas entre a influência da chuva e a DBO. Correlações positivas entre a chuva e a DBO, considerando cada ponto foi: Ponto 1 $R = 0,69$ ($p < 0,001$); Ponto 2 $R = 0,82$ ($p < 0,001$) e Ponto 3 $R = 0,97$ ($p < 0,001$). Isso possivelmente se deve ao fato de que a chuva tenha, através do escoamento superficial, transportado substâncias orgânicas biodegradáveis para o rio. A maior correlação obtida no ponto 3, pode ser devido a redução de outras interferências no aumento da DBO.

De acordo com a Portaria 03 de 21 de março de 1991¹⁶ o rio Tibagi e seus afluentes são considerados classe II (exceto os mencionados no artigo 2º). Comparando os parâmetros analisados com os limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005⁵ para rios de classe II, apenas o parâmetro cor foi violado diversas vezes, nos três pontos e o parâmetro pH foi violado apenas uma vez, nos pontos 1 e 2 (5,8 e 5,9 respectivamente), na mesma campanha no mês de novembro. É importante mencionar que na respectiva campanha houve uma vazão de 575 m³/s demonstrando uma influência da chuva (vazão média: 162,33 m³/s) e conseqüentemente escoamento superficial. Considerando que o solo da região é denominado Latossolo vermelho e possui características ácidas, o motivo da violação do parâmetro, possivelmente pode ser atribuído ao escoamento superficial.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pressupõe-se que dentre as atividades antrópicas, consideradas mais influentes na qualidade da água no trecho estudado, a entrada de efluente industrial seria a causadora de maior influência, seguida da entrada de esgoto e em menor grau o escoamento superficial. Dentre os parâmetros influenciados pelo escoamento superficial estão a carga de DBO e a cor, que apresentaram correlação significativa ($P < 0,05$) com o aumento da vazão.

Em relação aos pontos de amostragem, o ponto 2 é o mais afetado, a isso possivelmente pode-se atribuir a influência do lançamento de efluente do complexo industrial à montante do ponto 1 e a proximidade com a indústria de papel e celulose, além da entrada de esgoto e recebimento de escoamento superficial da área urbana localizada em sua proximidade. O ponto 1 é o ponto intermediariamente afetado, a maior influência também se dá possivelmente do lançamento de efluente pelo complexo industrial à montante, lançamento de esgoto e escoamento superficial da área urbana próxima. Já o ponto 3 é o menos afetado, a isso atribui-se o fato de estar localizado distante dos pontos de lançamento de efluente, de esgoto e da ocupação urbana, reduzindo assim o nível de impacto na qualidade da água.

Em termos gerais considera-se a água do rio Tibagi no trecho estudado dentro dos padrões para classe II, em relação aos parâmetros de DBO, pH, cor e oxigênio dissolvido. Em relação ao oxigênio dissolvido, pode-se dizer que o impacto causado pode vir a ser benéfico, já que a carga orgânica biodegradável encontra-se dentro da capacidade de depuração do rio e acarretou em um aumento da concentração do oxigênio dissolvido porém, devido ao desconhecimento da fração orgânica não biodegradável e devido esta, ser mais significativa que a fração orgânica biodegradável, seria necessária a avaliação de outros parâmetros para tal afirmação.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**, 16 ed., Washington. 1998
2. AISSE, M. M. **Sistemas Econômicos de Tratamento de Esgotos Sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2000. 192p.
3. BRAGA, B., et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hal, 2002.
4. BRASIL, CONAMA. Resolução nº 357. Brasília. 2005.
5. COPATI - CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE PROTEÇÃO DO RIO TIBAGI. A bacia do Rio Tibagi. Disponível em <<http://www.copati.org.br>> Acesso em 01 de outubro de 2008.
6. FONSECA, I. R.. **Módulo de química sanitária e ambiental**. Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental. FUNCEFETES – Fundação de Apoio à Educação, Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico e Científico do CEFETES, 2007.
7. FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. Qualidade da água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária -USP: São Paulo. Disponível em <<http://www.phd.poli.usp.br/cabucu/qualidade.htm>> Acessado em 05 de outubro de 2008.
8. GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais**. Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UFRJ. (1999). 218 p.
9. MOTA, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES. 1997. 277 p.
10. PARANÁ, SUREHMA. Portaria n° 003. Curitiba. 1991.
11. ROCHA, J. C.; ROSA, A. H. e CARDOSO, A. A.. **Introdução à química ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
12. SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de águas residuárias-Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. 2º Ed. Vol 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-DESA da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG. 1996. 243 p.
13. VOGT, A. I. GOLSCHMIDT JÚNIOR, J. L.; GODOY, L. P. BADKE, M. R. T.. **Uso de indicadores ambientais no monitoramento da qualidade do efluente final em uma estação de tratamento de esgotos**. AEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Revista Engenharia de Produção, artigo nº 204, 1998.
14. ZIMMERMANN, C. M. GUIMARAES, O. M. ; Zamora, P. P.. Avaliação do potencial poluente das atividades do distrito industrial de ponta grossa e a qualidade das águas do rio Tibagi usando PCA. In: **14º Encontro Nacional de Química Analítica - ENQA**, 2007, João Pessoa. 14º Encontro Nacional de Química Analítica, 2007 e aceito para publicação Química Nova (Online), 2008.