

Qualidade das águas do Rio Alegre, Espírito Santo¹

Water quality of Alegre River, Espírito Santo

João Henrique Zonta², João Batista Zonta³, Josiane Isabela da Silva Rodrigues⁵ e Edvaldo Fialho dos Reis⁴

Resumo - O objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade das águas do Rio Alegre. Para isso, foram analisadas características físico-químicas (temperatura, acidez, Oxigênio Dissolvido (OD), turbidez, sólidos totais, nitrogênio total, fósforo total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)) e biológica (coliformes fecais) das águas em 4 pontos de coleta e 4 épocas do ano (outubro e dezembro de 2003 e março e julho de 2004) e calculado o Índice de Qualidade das Águas (IQA-CETESB). Constatou-se que a jusante dos distritos a água do Rio Alegre apresenta pior qualidade que a montante, com valores elevados de coliformes fecais, DBO e baixa percentagem de Oxigênio Dissolvido, resultantes do despejo no curso d'água de esgoto doméstico sem prévio tratamento. Na época das chuvas (Dezembro 2003 e Março 2004), houve uma queda no IQA, devido ao grande aumento da turbidez e sólidos totais da água, resultante do carreamento de partículas sólidas pelo escoamento superficial, elucidando o problema de falta de práticas de conservação de solo na bacia do Rio Alegre, com conseqüente perda de solo. A qualidade das águas variou de ruim a média para o período em estudo.

Palavras-chave - Índice de qualidade das águas. Poluição. Bacia hidrográfica. Variação sazonal.

Abstract - This work was carried out to determine the Alegre River water quality. It was analyzed the following physical-chemistry characteristics of water: temperature, acidity, dissolved oxygen-DO, turbidity, total solids, total nitrogen, total match, biochemical demand of oxygen-BDO) and biological (fecal coliformes). Water was collected in four sample stations along the Alegre River in October, December/2003 and March and July/2004). The Water Quality Index (WQI-CETESB) was used to define the water quality. It was verified that the water quality of Alegre River in downstream of district presents the worst quality with high values of fecal coliforms, BOD and low rates of Dissolved Oxygen due to the domestic sewage without previous treatment. In the rainfall season (December/2003 to March/2004), it was observed a decrease in the Water Quality Index, due to the great increase of turbidity and the total solids as a result of the runoff sediment yield. These results point out to the lack of the soil conservation practice in the Alegre watershed, with consequent increase of soil loss rate. The water quality varied from bad to average at the time of study.

Key words – Water quality index. Pollution. Watershed. Seasonal variation.

¹ Recebido para publicação em 12/12/2006; aprovado em 07/01/2007

² Eng. Agrônomo, Mestrado em Irrigação e Drenagem, UFV, Viçosa, MG, joaozonta@hotmail.com, Raimundo Alves Torres, nº45, Apto 204, Ramos, Viçosa-MG, CEP:36570-000.

³ Eng. Agrônomo, Mestrado em Fitotecnia, UFV, Viçosa, MG, jobazonta@hotmail.com

⁴ Eng. Agrícola, D. Sc., Prof do Dep. Eng^a Rural, CCAUFES, Alegre, ES, edreis@cca.ufes.br

⁵ Bioquímica, aluno de mestrado em Genética e Melhoramento, UFV, Viçosa, MG, josiaanerodrigues@yahoo.com.br

Introdução

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO; NICOLELLA, 2002). Cada sistema lótico possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico. O nível de poluição de um rio varia conforme as atividades desenvolvidas em seu leito e da responsabilidade e nível de consciência da população quanto à preservação (MENEGOL et al., 2007). Neste sentido, a realização de trabalhos de campo visam a obtenção de índices de qualidade de água que reflitam resumidamente e objetivamente as alterações na qualidade desta, causadas por intervenções humanas, como o uso agrícola, urbano e industrial (COUILLARD; LEFEBVRE, 1985).

As interações entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água constitui no ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado (HARMANCIOGLU et al., 1998). Assim, o uso de indicadores de qualidade da água torna-se sob este ponto de vista um importante aliado no planejamento de projetos que visem a utilização da água, e também, qual o impacto que isso possa trazer às bacias, já que as alterações causadas em uma microbacia tem origem natural e antrópica.

Uma forma de agregação dos dados em um formato sintético é o uso de indicadores que transfiram informações de um sistema a outro, levando a melhoria na tomada de decisões. Indicador é uma característica específica da água, podendo ser, física, química ou biológica. Ex: oxigênio dissolvido, carga de fósforo total, etc.

Os índices de qualidade de água são importantes no acompanhamento da qualidade levando em conta que existem incertezas por detrás das variáveis que os compõem. Índice é a agregação de dois ou mais indicadores, como por exemplo: IQA-NSF, IQAR, etc.

Um dos indicadores mais utilizados é o índice de qualidade das águas (IQA), desenvolvido pela U. S. National Sanitation Foundation (MOREIRA; RIBEIRO, 2001) e (FLORES, 2002), que selecionou parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e atribuiu, para cada um deles, um peso relativo. Em trabalhos de caracterização de qualidade de água, são analisados diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Carvalho et

al. (2004), analisando a qualidade das águas do ribeirão Ubá, determinou, entre outros parâmetros, acidez, Oxigênio Dissolvido (OD), turbidez, sólidos totais, sólidos sedimentáveis, N total, fósforo, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), coliformes totais e fecais, sendo esses utilizados para a determinação do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Esse índice de qualidade das águas é simples de ser usado e não é ambíguo, ou seja, não exagera a severidade do problema de poluição da água, assim parece ser totalmente adequado para medir a qualidade da água com referência para todas as normas estabelecidas (PARRY, 1998).

Objetivou-se com esse trabalho estudar como a qualidade das águas do Rio Alegre está sendo afetada por atividades antrópicas e pela sazonalidade das chuvas na região da Bacia do Rio Alegre.

Material e Métodos

A cidade de Alegre está localizada na região sul do estado do Espírito Santo, distante 196 km da capital. Essa cidade possui uma população de 32523 habitantes (IBGE, 2006) e tem como principal atividade econômica a pecuária, sendo em sua maioria minifúndios. A captação de água e o descarte dos esgotos domésticos são todos realizados no Rio Alegre. A bacia hidrográfica do Rio Alegre, pertencente à bacia do Rio Itapemirim, apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 328,64 km².

Em seu curso, o Rio Alegre é influenciado por diversos fatores antropogênicos, destacando-se a existência de cidades-sede de municípios, povoados, propriedades agropecuárias de pequeno e médio porte, e retirada de areia nos bancos não inundados de seu leito. Os usos mais preponderantes de suas águas são o abastecimento da população ribeirinha e a manutenção de atividades agropecuárias em propriedades familiares.

Para melhor determinar o grau de poluição do Rio Alegre, foram determinados quatro pontos de coleta: 1) montante à sede de Celina, 2) jusante à sede de Celina, 3) montante à sede de Alegre e 4) jusante à sede de Alegre. Os 4 pontos estão localizados na Bacia do Rio Alegre, e as coletas foram realizadas nos meses de Outubro e Dezembro de 2003 e Março e Junho de 2004, num total de quatro amostragens, épocas estas determinadas em função das chuvas ocorridas na região (Figura 1), a fim de se obter uma comparação do índice de qualidade das águas na estação chuvosa e na estação seca.

Nesses pontos, foi determinada a vazão pelo método do flutuador (AZEVEDO NETO, 1973) e coletadas amos-

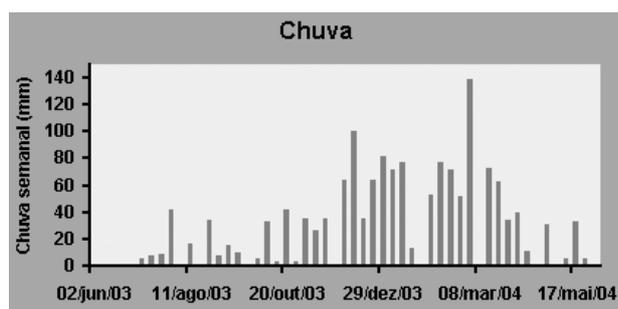


Figura 1 – Precipitação semanal ocorrida na região de Alegre – ES, no período de junho de 2003 a maio de 2004. (Fonte: NEDTEC, 2007)

tras de água para análise das características químicas, físicas e biológicas. Para a coleta da água foram utilizados recipientes plásticos com volume de 2 L, que imediatamente após a coleta foram acondicionados em caixa isotérmica e transportados ao laboratório para realização das análises.

As metodologias utilizadas para a determinação dos parâmetros físico-químicos, seguiram as normas americanas (APHA, 1985). Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: 1) temperatura, 2) acidez, 3) Oxigênio Dissolvido (OD), 4) turbidez, 5) sólidos totais, 6) nitrogênio total, 7) fósforo total (colorimetria) e 8) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Como parâmetro microbiológico foram determinados: 9) coliformes fecais. Para avaliar a qualidade das águas do Rio Alegre utilizou-se o Índice de Qualidade das Águas - IQA, adaptado pela Cetesb, a partir de estudo realizado pela *USA National Sanitation Foundation* em 1970 (CETESB, 2006; CARVALHO; CYBIS, 2005).

O IQA é resultante da integração dos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez (CETESB, 2001; CARVALHO e CYBIS, 2005). O IQA fornece um resultado numérico e de fácil interpretação, sendo determinado pelo produto ponderado das qualidades do *i*-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração elevada ao peso (*p*) correspondente ao *i*-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído pela sua importância conforme Tabela 1.

Assim, o IQA foi obtido pela seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i w_i$$

Tabela 1 – Pesos atribuídos a cada parâmetro para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Parâmetro	Peso
Temperatura da amostra	0,10
pH	0,12
Oxigênio dissolvido	0,17
Demanda bioquímica de oxigênio	0,10
Coliformes fecais	0,15
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Sólidos totais	0,08
Turbidez	0,08

Em que:

q_i - qualidade do parâmetro *i* obtido através da curva média específica de qualidade; e

w_i - peso atribuído ao parâmetro.

Para o cálculo do IQA utilizou-se o software IQA, desenvolvido no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme especificado na Tabela 2.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no laboratório de Recursos Hídricos do Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), localizado no município de Jerônimo Monteiro-ES.

Analisando as Figuras 3 e 4, nota-se que houve uma grande variação da turbidez e sólidos totais das águas com o aumento da vazão do rio (mês de março/2004) em todos os pontos amostrais. Esse resultado é devido ao

Tabela 2 – Nível de qualidade da água de acordo com o valor de IQA (IGAM, 2006)

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	90<IQA<100
Bom	70<IQA<90
Médio	50<IQA<70
Ruim	25<IQA<50
Muito Ruim	00<IQA<25

Resultados e Discussão

A Figura 2 mostra os resultados de vazão média ($m^3 s^{-1}$) obtida nos quatro pontos experimentais nas quatro épocas de coleta. Os resultados mostram que a vazão média aumentou consideravelmente nos pontos 3 e 4, no mês de março/2004. Esse fato deve-se a maior precipitação pluviométrica (Figura 1) nessa época do ano. Nos pontos 1 e 2 não houve diferença entre as épocas avaliadas.

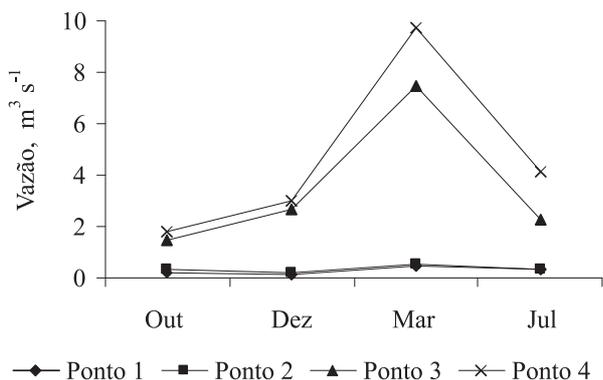


Figura 2 – Vazão média ($m^3 s^{-1}$) dos quatro pontos amostrais da bacia do Rio Alegre nas quatro épocas de coleta

arraste de partículas sólidas carregadas pelo escoamento superficial para o curso d'água, evidenciando os problemas de perda de solo existentes na Bacia do Rio Alegre. Em estudos realizados nas águas do ribeirão Ubá, Carvalho et al. (2004), obtiveram resultados semelhantes, obtendo um aumento tanto na turbidez quanto nos sólidos totais das águas na época de maior precipitação.

Analisando-se a Figura 5, verifica-se através dos valores de pH encontrados nos pontos de coleta em estudo que os mesmos estão dentro das especificações estabelecidas para os índices de pH, conforme a resolução do Conama 020/86 que estabelece para águas de classe 1; 2 e 3 uma faixa com índices de pH entre 6,0 e 9,0. O conhecimento dos valores desse parâmetro é muito importante, pois segundo Menegol et al. (2007), o pH em abastecimento de água é significativo, porque afeta o processo de tratamento de água e pode contribuir para a corrosão das estruturas hidráulicas e do sistema de distribuição.

Observando a Figura 6, nota-se que a DBO é maior nos pontos 2 e 4, ambos situados a jusante das cidades, quando comparados com os pontos 1 e 3, situados a montante das mesmas. Esses resultados já eram esperados,

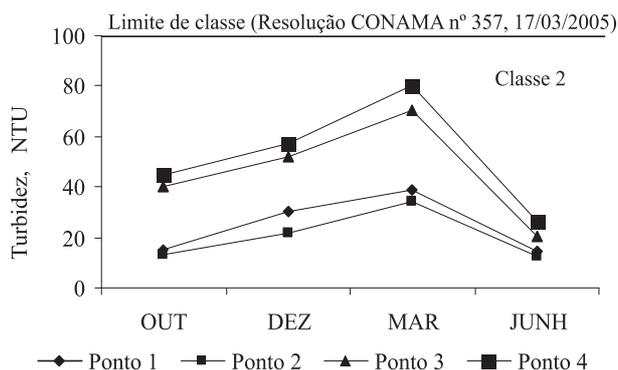


Figura 3 – Turbidez (NTU) das águas do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

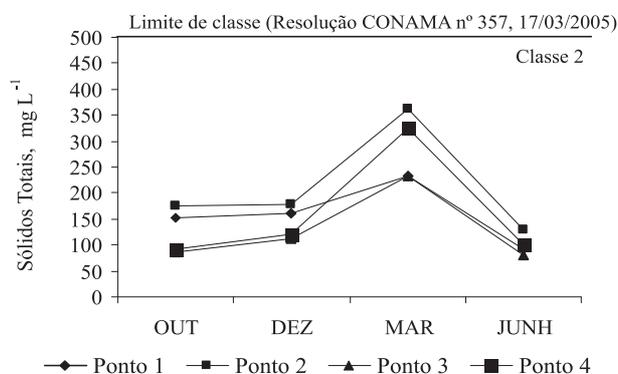


Figura 4 – Quantidade de Sólidos totais contidos nas águas do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

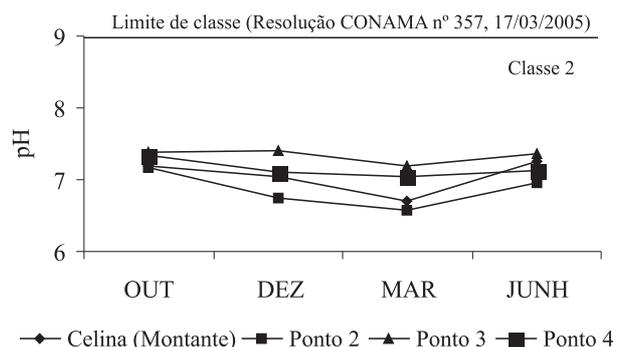


Figura 5 – pH das águas do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

haja vista que nos pontos 2 e 4 têm uma maior descarga de esgoto doméstico. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2004) em estudos realizados nas águas do ribeirão Ubá.

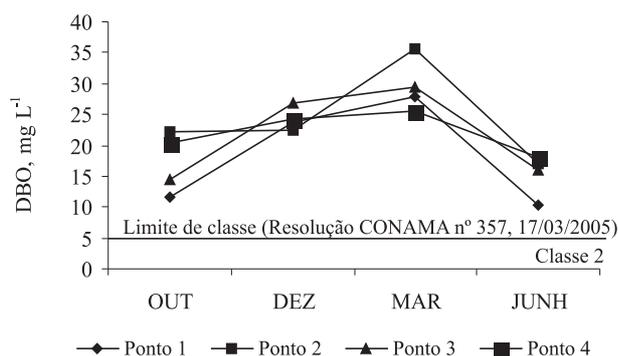


Figura 6 – Demanda Bioquímica de Oxigênio das águas do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

Nos pontos 2 e 4, são observados valores inferiores de oxigênio dissolvido na água em relação aos pontos 1 e 3 ao longo de todo período de estudo (Figura 7). Esses resultados são devido ao esgoto urbano que é despejado diretamente no curso d'água sem um tratamento prévio. Devido o aumento da vazão (março/2004), existe uma tendência de elevação na percentagem de oxigênio dissolvido, devido a turbulência que se forma no leito do rio, e também ao efeito da diluição que ocorre com o aumento da vazão. Carvalho et al. (2004), observaram uma diminuição nos valores de oxigênio dissolvido nas águas do ribeirão Ubá nos pontos de maior despejo de esgoto urbano e um aumento na percentagem de oxigênio dissolvido na época de maior vazão do rio, concordando com os resultados deste trabalho.

A diluição ocasionada pelo aumento da vazão (março/2004) também auxilia na diminuição do número de coliformes fecais encontrados na água (Figura 8). Os resultados de coliformes fecais, quando comparamos os pontos 2 e 4 (referentes a jusante das sedes) com os pontos 1 e 3 (referentes a montante das sedes), enaltece a contaminação das águas por esgoto doméstico.

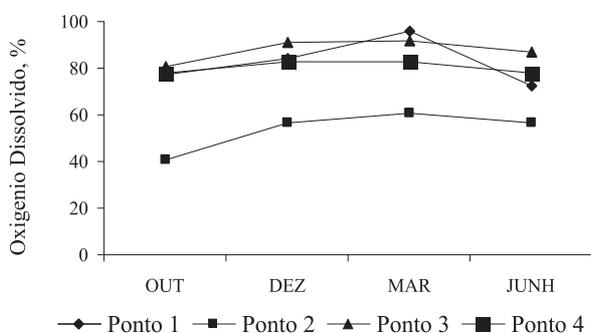


Figura 7 – Percentagem de Oxigênio Dissolvido das águas do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

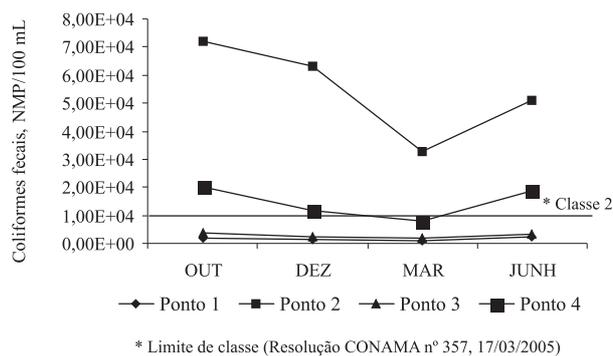


Figura 8 – Quantidade de Coliformes fecais contida nas águas do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

Para os valores de nitrogênio total (Figura 9), observa-se valores superiores no pontos 2 em relação aos demais pontos em todas épocas de coleta, fato ocorrido devido principalmente a decomposição de matéria orgânica oriunda do esgoto doméstico, pois o ponto 2, jusante da sede de Celina, possui uma pequena vazão sem poder de autodepuração.

Em relação aos valores de Fósforo Total (Figura 10), existe um grande aumento nos valores observados em todos os pontos na coleta realizada no mês de dezembro. Esse fato pode ser explicado provavelmente por carreamento de fósforo pelo escoamento superficial, fósforo esse que tem como provável fonte, adubações realizadas nas áreas de cultivo da Bacia. Apesar das chuvas ocorridas no mês de março provocarem uma maior lavagem na superfície, devido a maior taxa de escoamento superficial, nessa época do ano geralmente não são realizadas adubações nas áreas cultivadas; assim, nessa época, não foram

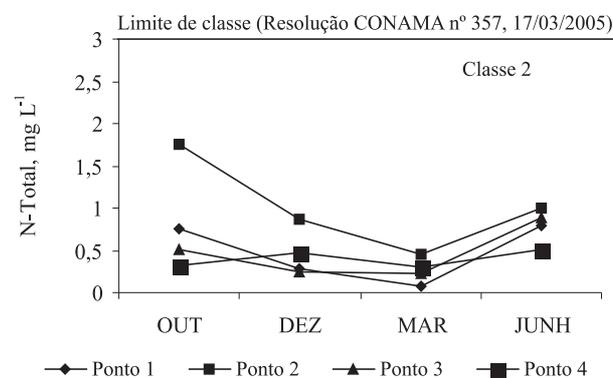


Figura 9 – Quantidade de Nitrogênio total contido nas águas do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

encontrados valores elevados de Fósforo Total (Figura 10). Rekolainen et al. (1997), indicam que o aporte de fósforo aos recursos hídricos tem como principal agente o uso urbano, seguido pelo uso agrícola do solo. O papel do fósforo na eutrofização dos recursos hídricos é essencial, e a origem desse nutriente a partir de áreas agrícolas tem sido colocada em relevância como indicador de qualidade de água, já que outros indicadores como sólidos em suspensão e turbidez estão associados ao transporte de fósforo (PARRY, 1998).

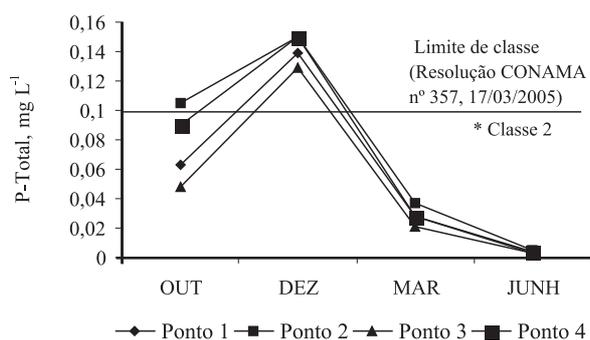


Figura 10 – Quantidade de Fósforo Total contida nas águas do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

Analisando a Figura 11, percebe-se que a qualidade das águas do Rio Alegre, segundo o IQA, varia de ruim a média, com sua qualidade variando nos diferentes pontos de coleta e nas diferentes épocas do ano. Os valores mais baixos são encontrados nos pontos situados a jusante das cidades. Esses valores são devido a grande contaminação por esgoto doméstico, comprovados pelos valores elevados de coliformes fecais, DBO, Nitrogênio Total, e ao baixo valor de percentagem de Oxigênio Dissolvido, resultados que vem de encontro aos encontrados por Carvalho et al. (2004). Rodrigues (1998), utilizando de índices de qualidade de água em córregos do município de Guaíra, obteve uma diferenciação entre as estações de montante e jusante. Toledo e Nocollella (2002), também encontraram resultados semelhantes. Esses autores, estudando o IQA das águas do ribeirão Jardim, mostraram diferenças significativas entre pontos de coleta de água a montante e a jusante do município de Guaíra.

Quando comparados as diferentes épocas do ano, nota-se que na época das chuvas, com o aumento da vazão no curso d'água, houve uma queda no IQA, ou seja, diminuição na qualidade da água. Esse valor está relacionado ao grande aumento da turbidez e DBO causada

do pelo excesso de matéria orgânica e sólidos carregados para o curso d'água pelo escoamento superficial, superando o efeito de diluição, que tenderia a aumentar a qualidade das águas.

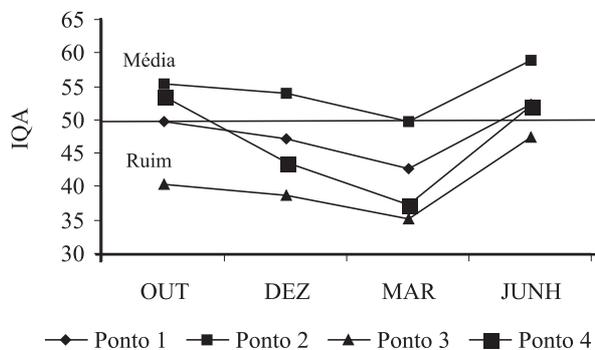


Figura 11 – Índice de Qualidade das Águas (IQA) do Rio Alegre nos quatro pontos amostrais nas diferentes épocas de coleta

Conclusões

De acordo com o estudo realizado com água do rio Alegre, pode-se afirmar que:

1. A qualidade das águas do Rio Alegre está seriamente comprometida pelas atividades antrópicas;
2. A jusante dos distritos da bacia notam-se alguns índices de poluição, com grande contaminação por coliformes fecais, alta DBO e baixa percentagem de Oxigênio Dissolvido nas águas;
3. Na época das chuvas, ocorre elevação da turbidez e sólidos totais, devido ao carreamento de partículas sólidas pelo escoamento superficial para o corpo do curso d'água;
4. O IQA é menor nos pontos a jusante em todas épocas do ano e, quando comparadas as diferentes épocas, foi menor na época das chuvas (dezembro 2003 e março 2004);
5. A qualidade das águas variou de ruim a média nos diferentes pontos e nas diferentes épocas do ano.

Referências

- APHA. **Standard methods for examination water and wastewater**. 16 ed. Washington D. C. 1985. 1268p.
- AZEVEDO NETO, J. M. **Manual de hidráulica**. 6.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 668p.

- CARVALHO, C. F.; FERREIRA, A. L.; STAPELFELDT, F. Qualidade das águas do Ribeirão Ubá-MG. **Revista Escola de Minas**, v. 57, n. 03, p. 165 – 172, 2004.
- CARVALHO, E. N.; CYBIS, L. F. “Adequação do IQA da “National Sanitation Foundation” (NSF), dos Estados Unidos, à realidade brasileira”, In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23., 2005, Campo Grande-MS, **Anais...** Rio de Janeiro: ABES.
- CETESB <http://www.cetesb.gov.br>. Indicadores de qualidade das águas. Página acessada em 10/11/2006.
- COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. Analysis of water quality indices. **Journal of Environmental Management**, v. 21, p. 161-179, 1985.
- FLORES, J. C. Comments to the use of water quality indices to verify the impact of Cordoba City (Argentina) on Suquiya river. **Water Research**, v. 36, p. 4664-4666, 2002.
- HARMANCIOGLU, N. B.; OZKUL, S. A.; ALPASLAN, M. N. Water monitoring and network design. In: HARMANCIOGLU, N. B.; SINGH, V. P.; ALPASLAN, M. N. (Ed.) **Environmental data management**. The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.61-100. (Water Science Technology Library, 27).
- IBGE <http://www.ibge.gov.br>. O Brasil Município por Município. Página acessada em 19/11/2006.
- IGAM <http://www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/index.htm>. Águas de Minas. Página acessada em 10/11/2006.
- MENEGOL, S.; MUCELIN, C. A.; JUCHEN, C. R. Avaliações de características físico-químicas do leito do Rio Alegria. **SANARE: Revista Técnica da Sanepar**. 2007. Disponível em : << <http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/v18/menu.htm>>>. Acesso em 07/03/2007.
- MOREIRA, R. C., RIBEIRO, M. A. M. Qualidade da águas. Alternativas para o abastecimento do Distrito Federal. **Anais Associação Brasileira de Química** v. 50, n. 01, p. 8-13, 2001.
- NEDTEC, Boletim Agrometeorológico da Bacia do Rio Itapemirim. Disponível em :<< http://www.nedtec.ufes.br/Bol_agro/index1.htm>>. Acesso em 17/05/2007.
- PARRY, R. Agriculture phosphorus and water quality: a U.S. Environmental Protection Agency perspective. **Journal of Environmental Quality**, v. 27, p. 258-261, 1998.
- RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas** – Fundamentos, princípios e introdução à metodologia. Jaguariúna: EMBRAPA, CNPMA, 1998. 66p. (Documentos, 14).
- REKOLAINEN, S.; KHOLM, P. E.; ULEN, B.; GUSTAFSON, A. Phosphorus losses from agriculture to the surface water in the nordic countries In: TUNNEY, H.; CARTON, O. T.; BROOKES, P. C.; JOHNSTON, A. E. (Ed.) **Phosphorus loss from soil to water**. New York: CAB International, 1997. p. 77- 93.
- TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 01, p. 181-186, 2002.