# ANÁLISE DAS CARACTERISTICAS FÍSICAS E QUIMICAS DA ÁGUA DO RIO DOCE A MONTANTE DA PEQUENA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE IRARA – GO

João Batista Pereira Cabral[1], Isabel Rodrigues da Rocha[2], Pollyanna Faria Nogueira[2], Makele Rosa de Paula[2]

1 – Docente, Bolsista Produtividade 2 do CNPq, Universidade Federal de Goiás, Depto. de Geografia, Campus Jataí, Rua Riachuelo 1530, Cep 75804-020, Jataí (GO), Brasil, Email: jbcabral2000@yahoo.com.br, 2 – Docente, Universidade Federal de Goiás, Depto. de Geografia, Campus Jataí , isabel8720@gmail.com, pollypam@hotmail.com, makeleufg@yahoo.com.br.

**Resumo**

O presente trabalho objetivou avaliar as características físicas e químicas das águas do rio Doce (GO), a montante da PCH Irara. Foram realizadas seis amostragens bimestrais em cinco pontos de coleta, no período de julho/09 a junho/10 para variáveis: pH, temperatura, condutividade elétrica, salinidade, turbidez e total de sólido dissolvido. As características físicas e químicas observadas evidenciaram uma boa qualidade da água do rio Doce, considerando-se os padrões Resolução CONAMA N$^0$ 357, de 17 de março de 2005.

**Palavras chave**: Rio Doce, PCH Irara, Turbidez.

## *Introdução*

A água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica.

A água é essencial a garantia da qualidade de vida, para a produção agropecuária, a industrial, e a de serviços e para todas as atividades humanas. Nos diferentes ecossistemas, ela é o principal elo entre os componentes, sendo, por isso, indicadora da qualidade ambiental de um ecossistema, uma região ou bacia hidrográfica (Hermes e Silva, 2004).

A determinação dos parâmetros físico-químicos tais como pH, temperatura, condutividade elétrica, turbidez e outros parâmetros em águas doce são necessários para representar alterações ou para determinar padrões de qualidade, e a partir dessas analises são sugeridas ou não outro tipo de investigação para se descobrir o nível de degradação de uma bacia.

Para alcançar o objetivo proposto, foram realizadas seis amostragens em cinco pontos de coleta no rio, no período de julho de 2009 a junho de 2010, para variáveis: pH (potencial hidrogeniônico), temperatura (Temp), condutividade elétrica (Ce), turbidez (Turb), salinidade (Sal) e total de solido dissolvidos (TDS).

O presente trabalho objetivou avaliar as características físicas e químicas das águas do rio Doce, a montante da PCH Irara, considerando-se os padrões Resolução CONAMA N$^0$ 357, de 17 de março de 2005.

***Materiais e Métodos***

A bacia da PCH Irara (Figura 1) encontra-se inserida na bacia Rio Doce, localizada nos municípios de Jataí, Rio Verde, Caiapônia e Aparecida do Rio Doce, no limites latitudinais de 8095415 e 7954415 Sul e longitudinais de 410000 e 505000 Oeste.

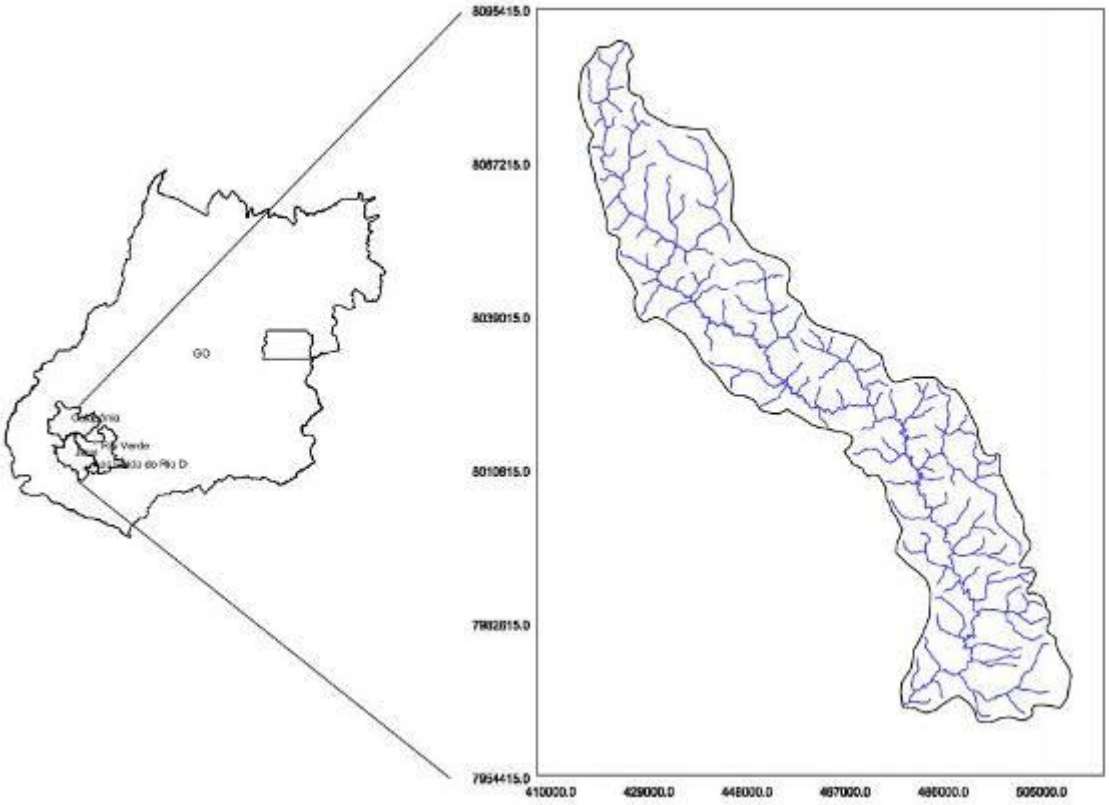



**Figura 1** – Mapa de localização da Bacia do Rio Doce.

O substrato da bacia hidrográfica é constituído por diversos tipos de rochas e seus produtos de alteração como: basaltos da formação Serra Geral (Cretáceo Inferior) do Grupo São Bento; arenito das formações Vale do Rio do Peixe (FVRP) e Marília do Grupo Bauru, depositadas no Cretáceo Superior; cobertura detriticas indiferenciadas do terciário. Em relação aos solos predominantes na área de estudo, destacam-se os Latossolos

Vermelho de textura média e os Neossolos Quartzarênicos, ambos distróficos, isto é, solos cuja saturação de bases é inferior a 50% (EMBRAPA, 1999).

Para aquisição dos dados limnológicos foi utilizado o equipamento multiparâmentro Oakton PCD650 (Figura 2), sendo realizado o estudo do pH, Temp, TSD, Ce e Salinidade (NaCl). Para obtenção dos índices de turbidez da água, foi utilizado o equipamento HI93703 (marca Hanna) (turbidimetro portátil).

Figura 2: Equipamento Multiparâmetro Oakton PCD650 utilizado na obtenção dos dados em campo.

A avaliação da qualidade da água foi feita levando-se em consideração os,parâmetros físicos e químicos, em acordo com a Resolução CONAMA $N^0$ 357, de 17 de março de 2005. Os dados estatíticos foram realizados de acordo com a proposta de Andriotti (2003).

***Discussao dos dados***

No estudo da qualidade da água, foram realizados seis coletas a campo (07/09, 10/09, 12/09, 02/10, 04/10 e 06/10) em cinco pontos de amostragem (Figura 3) a

montante da usina de Irara, buscando-se verificar a interferência da bacia a partir do aporte de sedimentos e nutrientes, cujos dados servem para o planejamento e futuro gerenciamento dos recursos hídricos e hidrelétricos da bacia do rio doce e usina de Irara.

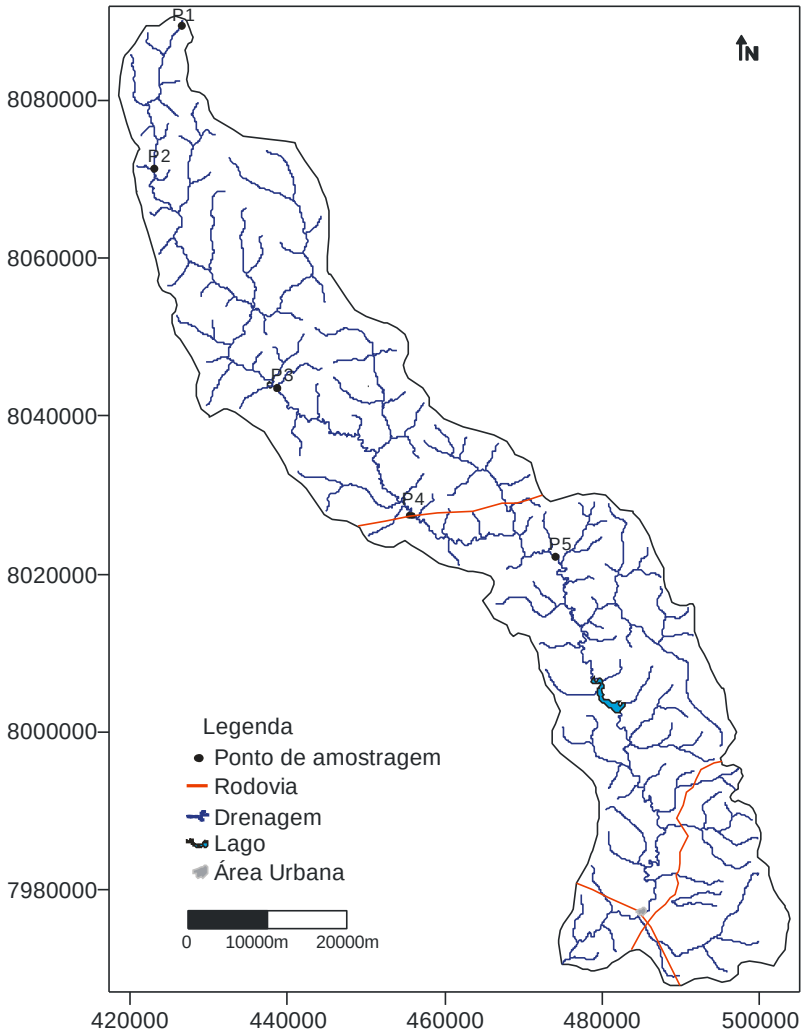



Figura 3: Localização dos pontos de amostragem.

De acordo com Esteves (1998), o pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes e ao mesmo tempo uma das mais difíceis de interpretar. Esta complexidade na interpretação dos valores de pH se deve ao grande número de fatores ambientais que podem influenciá-lo. Na maioria das águas naturais, segundo este autor, o pH da água é influenciado pela concentração de íons $H^+$ originados na dissociação do ácido carbônico ($H_2CO_3$) que gera valores baixos de pH e das reações de íon carbonato ($CO_3^{2-}$) e bicarbonato ($HCO_3^-$) com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina.

De acordo com os dados obtido na pesquisa, o pH (Figura 4), apresenta variações entre 4 e 7, podendo definir valores baixos, pois está abaixo do valor neutro que é o pH 7,0, e isso significa que está ácida. Os baixos valores detectados para a variavel pH, podem estar relacionados ao solos (latossolos e neossolos) da bacia de estudo, que são

altamente intemperizados e ácidos, ao tipo de Formação geológica (Formação Serra Geral e Vale do Rio do Peixe) que são pobres em material carbonático.

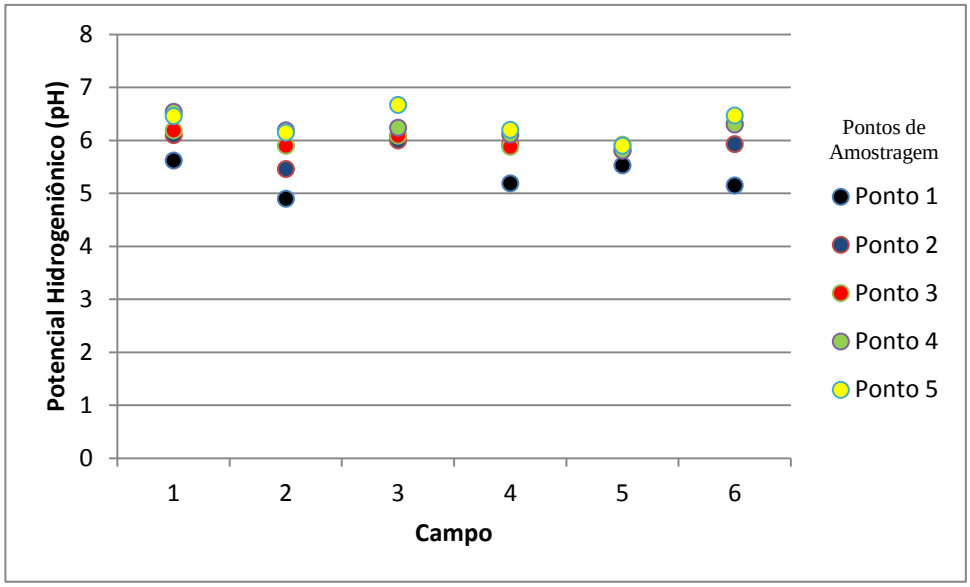



Figura 4: Valores do Potencial Hidrogeniônico amostrado nos seis trabalho a campo no rio Doce.

Castro (1980), ao estudar a influência da cobertura vegetal na qualidade da água, em duas microbacias hidrográficas na região de Viçosa – MG, detectou valores de pH entre 5,6 a 6,8, para áreas de uso agrícola e de 5,5 a 6,5 para áreas de uso florestal.

A condutividade elétrica (Figura 5) da água, apresentou valores que podem ser considerados baixos uma vez que Coluna (2007), define como baixos os valores inferiores a 50µS/cm, sendo um indicativo de que a região é formada por rochas resistentes ao intemperismo. No caso da bacia do rio Doce os baixos valores, podem estar relacionados aos fatores litológico da bacia, que não possui rochas calcárias, o que resultária em água rica em carbonatos, principlamente carbonátos de calcio ($CaCO_3$) ou carbonato de magnésio ($MgCO_3$).

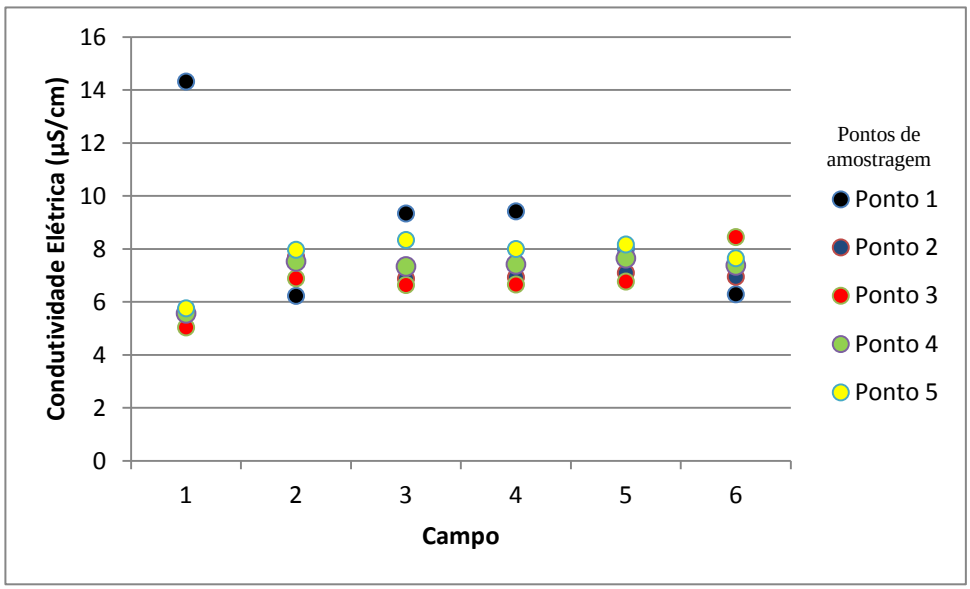



Figura 5: Valores de condutividade elétrica (µS/cm) amostrado nos seis trabalho a campo no rio Doce.

Os máximos valores de condutividade elétrica detectados em campo foram de 14 µS/cm (ponto 1 e período de seca) e 9 µS/cm (ponto 3 e período chuvoso). Este elevado valor pode ser explicado pelo fato de que no momento da coleta no ponto 1 chovia naquele dia, carreando material e nutrientes para o rio, que influenciam na maior ou menor diluição, respectivamente, dos íons responsáveis pela condutividade da água, e no ponto 3 devido ao período de irrigação (vinhoto) da cana de açúcar.

Outro fator a ser levado em consideração em relação ao ponto de amostragem 1, é o tipo de ambiente (quase lêntico – Figura 6), o que pode contribuir com o armazenamento de íons, já que o solo é rico em alumínio e ferro. De acordo com dados relativos à presença de metais nestes pontos, verificou-se alta concentração destes íons na água e no sedimento (Lima, *et al.* 2010).

Figura 6: local de amostragem do ponto 1.

Nos demais pontos e épocas foram observados baixos valores, evidenciando, assim, baixos teores de íons neste rio e, portanto, pouco intemperismo das rochas e escassa contribuição de esgotos. Capoane e Silva (2007) afirmam que os baixos valores de condutividade significam pouca quantidade de íons e, por conseqüência, uma baixa quantidade de sais na água.

Em relação a temperatura da água, os valores variaram entre 18°C a 25°C (Figura 7), sendo os maiores valores registrados no ponto 5, exceto no segundo trabalho de campo que ocorreu no ponto 4. Os valores de temperatura da água demonstram pequenas variações no decorrer do espaço e do tempo.

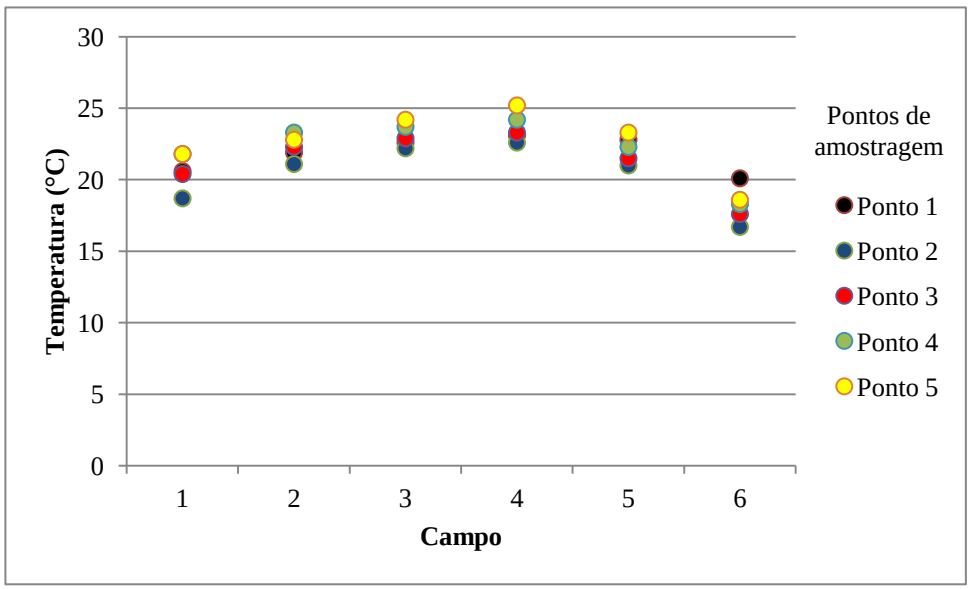



Figura 7: Valores de temperaturas amostrados nos seis trabalho a campo no rio Doce.

A variação de temperatura entre as estações de amostragem 1 e 2 está possivelmente relacionada com a cobertura vegetal que permite maior ou menor exposição aos raios solares, sendo que no ponto 2, existe uma mata ciliar de maior porte em relação ao ponto 1, não permitindo a incidência de forma direta da radiação solar sobre o corpo d'água.

Sabara (1999), encontrou valores de temperatura da água variando de 17,1 a 26,6 ºC em áreas de plantios florestais e eucalipto, e entre 14,2 a 25,8 ºC para áreas de pastagens e agricultura, no trecho médio do rio Doce - MG, concluindo que o comportamento da temperatura da água foi afetado pelo uso do solo, com tendência de apresentar menores valores nas áreas florestais (eucalipto), provavelmente pela condição de cobertura dos córregos, enfatizando o papel significativo da vegetação ciliar.

Outro fator que pode ser levado em consideração a variação de temperatura, é o horário da amostragem, pois no ponto 1 as amostragem foram realizadas por volta da 9h da manha, enquanto que no ponto 5 por voltas das 16 horas, sendo a incidência de radiação diferente.

Segundo Margalef (1983), a flutuação da temperatura das águas é relativamente ampla devido as condições específicas dos ambientes lóticos, que resultam de variações de velocidade, volume e fonte de suprimento de água, profundidade, tipo de substrato e sombreamento, como também de fatores que atuam sazonalmente, diariamente e mesmo em um dado momento ao longo do curso do rio.

Os sólidos totais dissolvidos (Figura 8) nas águas do rio Doce variaram entre 2,9 a 7 mg/L, sendo que o ponto de amostragem 1 se destaca claramente dos demais pontos

analisados, possivelmente por ser um ambiente quase lêntico (ver figura 5) e devido a chuva no dia coleta.

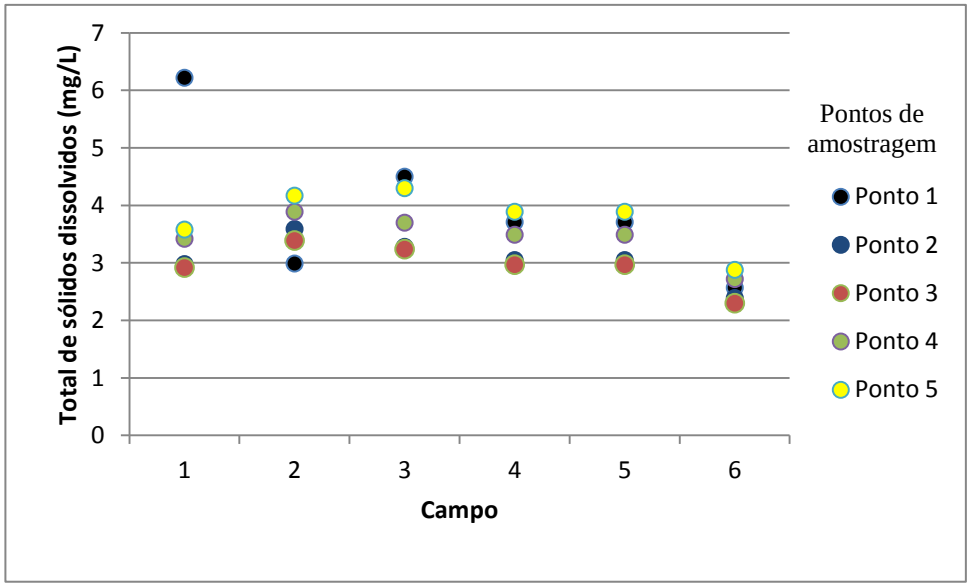


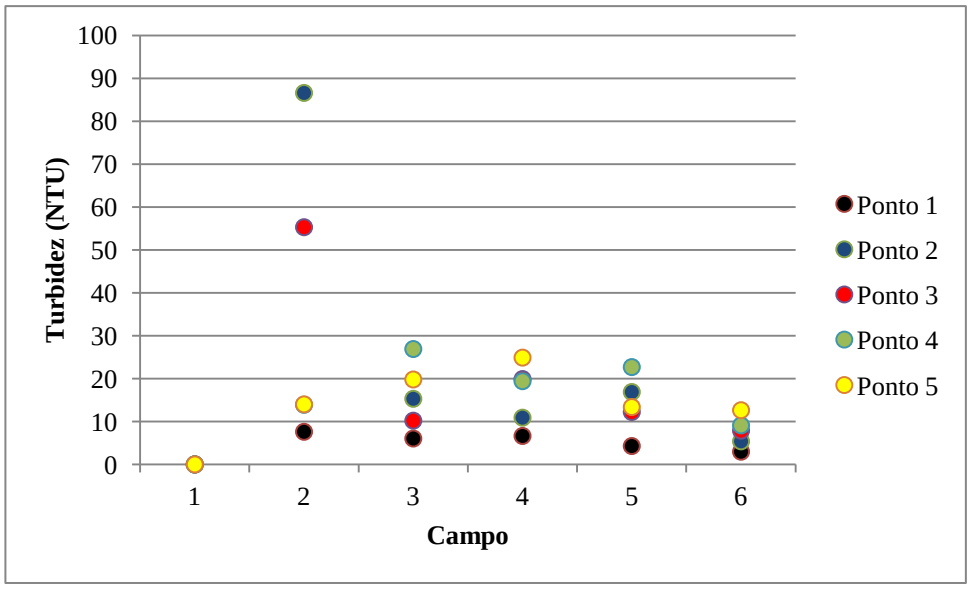

Figura 8: Valores de totais de sólido dissolvido amostrado nos seis trabalho a campo no rio Doce.

Ao se retirar o ponto 1 da análise, não se observa grande diferença entre os outros pontos restantes, mas observa-se diferença significativa entre os valores vrificado no campo 1 em relação aos outros, também se observa que os valores no campo 6 estão abaixo dos outros valores, variando entre 2 e 3 mg/L.

Batalha e Parlatore (1977) mencionam que os principais sólidos dissolvidos nas águas naturais são constituídos por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, fosfatos, nitratos e outros elementos, e que em concentrações maiores do que 500 mg/l de sais a água possui um sabor desagradável aos humanos. Desse modo, pode-se associar o TDS da bacia do rio Doce, com os diferentes tipos de uso do solo, aspectos geológicos e pedológicos. A partir disso, evidencia-se que as menores concentrações de TDS encontram-se no ponto 02 e 03, os quais possuem remanescente de mata na bordas do rio.

Já os pontos 01, 04, 05 e 06, apresentam as maiores concentrações de sólidos em solução, os quais se encontram próximas as áreas agrícolas, que possivelmente proporcionara uma concentração de sedimentos orgânicos e inorgânicos ao sistema lótico em análise. De acordo com a Resolução CONAMA $N^0$ 357, de 17 de março de 2005, que determina o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, a concentração de sólidos dissolvidos total deve ficar abaixo de 500 mg/L, para corpos de água  nas classe 1, 2 e 3.

Com relação à turbidez (Figura 9), os valores detectados encontram-se dentro da faixa permitida pela resolução CONAMA n$^0$ 357, garantindo assim, o uso para o consumo humano após tratamento. As medidas de turbidez efetuadas entre todas as estações de coleta registraram variação de 4,2 a 88 UNT. Os maiores valores foram registrados no ponto 1 e 2. De acordo com Teixeira e Senhorelo (2000), a turbidez está diretamente relacionada com o total e sólidos em suspensão, portanto, as amostras de água do Rio Doce devido aos baixos valores detectados para TDS, devera apresentar baixos valores de sólidos em suspensão.




9 - Valores de turbidez amostrado nos seis trabalho a campo no rio Doce.

Em relação a salinidade, as aguas do rio doce apresentam índices muito baixos, que conforme a resolução CONAMA, 375 de 2005, classificaria as água em classe 1 e 2.

Os valores de salinidade (Figura 10) variarem entre 9 e 15 mg/L. Esse resultado está em acordo com os encontrados para o parâmetro condutividade elétrica, isto é, aumento da salinidade leva ao aumento da condutividade. De acordo com McDonald & Milligan (1997), a salinidade (NaCl) na água reduz problemas osmorregulatórios e outras respostas fisiológicas ao estresse, permitindo a redução da mortalidade dos peixes.

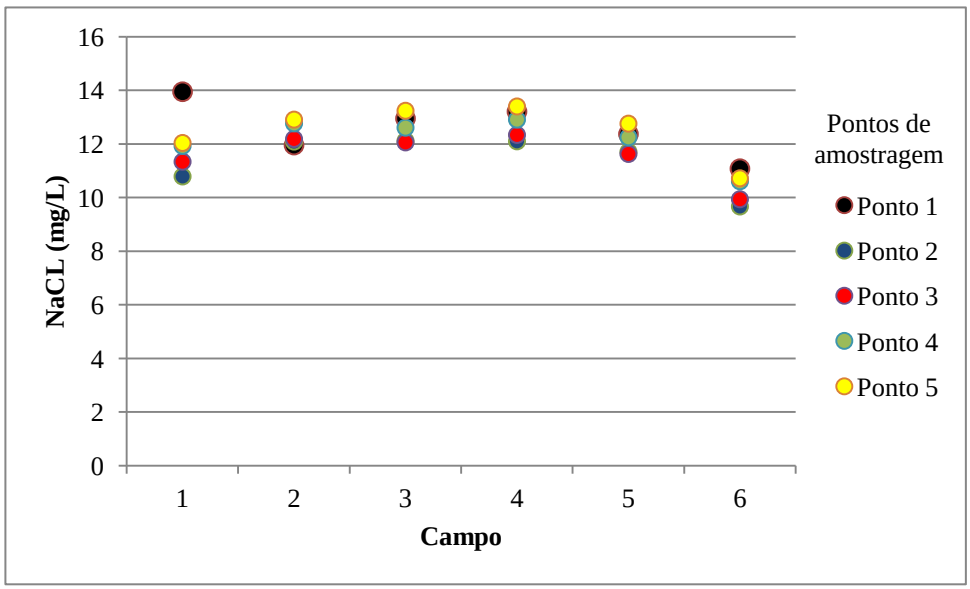



Figura 10: Valores do salinidade (NaCl) amostrado nos seis trabalho a campo no rio Doce.

A partir da correlação de Pearson entre as variáveis dependentes estudadas, buscou-se informações sobre similaridades de fontes e comportamento ambiental das variáveis em relação à qualidade da água. Os dados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Nível de correlação entre os indices avaliados

| | pH | Temp. (ºC) | Cond. (µS) | TDS (ppm) | NaCl (ppm) | Turb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 1 | 0,37 | -0,65 | -0,27 | -0,11 | 0,54 |
| Temp. (ºC) | X | 1 | 0,40 | 0,71 | 0,84 | -0,56 |
| Cond. (µS) | X | X | 1 | 0,89 | 0,81 | -0,94 |
| TDS (ppm) | X | X | X | 1 | 0,97 | -0,85 |
| NaCl (ppm) | X | X | X | X | 1 | -0,85 |
| Turb | X | X | X | X | X | 1 |

O maior valor de correlação verificado foi o da salinidade (NaCl) e total de sólidos dissolvido (TDS), seguido da condutividade elétrica versus turbidez. A alta correlação entre a condutividade elétrica com o TDS, NaCl e Turbidez era esperada, uma vez que a condutividade elétrica expressa a concentração dos sais e nutrientes na água.

De acordo com Von Sperling (1996), a turbidez nos corpos d'água tende a ser maior em regiões com solos erodíveis onde a precipitação pode carregar as partículas de argila, silte e fragmentos de rochas. No entanto, se observou uma tendência clara entre a turbidez e o total de sólidos dissolvidos na água (correlação negativa de $r$ = - 0.85) que

respondem principalmente aos detritos orgânicos e inorgânicos, devido ao possível processo erosivo dos solos da bacia.

A relação entre temperatura e condutividade elétrica apresentou um coeficiente de correlação de Pearson de médio ($r$ = 0,40), demonstrando que a medida que a temperatura aumentava, existia uma tendência de aumento da condutividade elétrica, fato associado à aumento de íons na água. De acordo com Feitosa e Manoel Filho (2000) a condutividade elétrica da água tende a aumentar com a elevação da temperatura e com uma maior concentração de íons dissolvidos.

Em termos gerais as correlações demonstram que as águas do rio Doce sofrem grande influência pelo tipo de uso da terra da bacia, entretanto, encontram-se dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA 357 de 2005.

***Conclusão***

- Segundo a resolução de CONAMA 357/2005 as do Rio Doce, de acordo com os parâmetros avaliados no presente período, as águas do rio Doce podem ser inseridas nas classes, 1, 2 e 3, sendo águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; utilizada para irrigação de culturas; para pesca amadora e recreação, desde que se tome as devidas precações de preservação das matas ciliares e a utilização de agroquímicos nas lavouras.
- Por fim, a composição físico-química da água do Rio Doce é controlada por uma série de fatores como clima, vegetação, características topográfica e geológica, devendo a pesquisa ser prorrogada por mais tempo, na tentativa de se obter melhores resultados em relação a qualidade da água.

***Agradecimentos***

Pelo financiamento a esta pesquisa, dado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ – Processo n° 473268/2007-8 e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG, Edital 01-2008.

***Referências***

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. Ed. Unisinos, São Leopoldo (RS), 168 p. 2003.

BATALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo: CETESB,1977. 198p.

CASTRO, P.S. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa - MG.** 1980. 132 f. Dissertação (Mestrado em Hidrologia Florestal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

COLUNA, Naraisa M. E. **Análise temporal e espacial da qualidade da água na bacia hidrográfica do Zerede, Timóteo – MG**. I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, p. 207-214, 2007.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.

CAPOANE, V; SILVA, J, L, S. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em campus da UFSM, Santa Maria – RS**. Revista Ciência e Natura, v. 29, p. 97-109, Santa Maria, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Serviço de Produção de Informação – SPI. Brasília: DF. 412 p.1999.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 548p. 1988.

Eutech Instruments Pte Ltd, Oakton Instruments, **Manual de Instruções da Série PCD650**, Modelos Portáteis à Prova de Água. 31p. 2008.

FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrologia: conceitos e aplicações**. 2 ed. Fortaleza: CPRM-REFO, LABHIDUFPE, 2000.

HERMES, L. C. e SILVA, A. S. **Avaliação da Qualidade das Águas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

ADRIEL MARTINS LIMA, A,M; BRAIT,C,H,H; CABRAL,J,B,P; SANTOS, F, F. Análise do Teor de Metais Oriundos de Atividades Agrícolas em Águas Superficiais e Sedimentos da Micro-Bacia do Rio Doce, Sudoeste do Estado de Goiás. 50 Congresso Brasileiro de Química, Cuíaba, MT, 10p. 2010.

MARGALEF, R. **Limnologia.** Barcelona: OMEGA, 1009p 1983.

MCDONALD, G., MILLIGAN, L. **Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress**. IN: IWAMA, G.W.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK, C.B.(Ed.). Fish stress and health in aquaculture. Cambridge: University Press, p.119-144, 1997.

SABARA, M.G. **Comparação ecológica entre rios de menor ordem, drenando bacias cobertas por plantios agrícolas, pastagens e plantios de Eucalyptus grandis, na região do médio Rio Doce (MG)**. 1999. 259 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

TEIXEIRA, E, C; SENHORELO, A, P. **Avaliação de Correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, Dezembro de 2000.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade da águas e ao tratamento de esgoto**. 1 Ed. Belo Horizonte, 243p. 1996.