

# Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo: parâmetros físico-químicos

Maria Sallydelândia Sobral de Farias (UFCG-PB/Brasil) - sally\_farias@yahoo.com.br

• R. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó

José Dantas Neto (UFCG-PB/Brasil) - zedantas@deag.edu.ufcg

Vera Lúcia Antunes de Lima (UFCG-PB/Brasil) - antuneslima@gmail.com

## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo fazer um monitoramento da qualidade da água no Rio Cabelo, através de análises nos parâmetros físico-químicos: pesquisa 14 parâmetros: Cor, Turbidez, Ph, Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Sódio ( $\text{Na}^+$ ), Potássio ( $\text{K}^+$ ), Cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Bicarbonatos  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , Carbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ), Ferro (Fe), Alcalinidade Total ( $\text{CaCO}_3$ ), Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ ). O monitoramento foi realizado no período de março de 2005 a março de 2006. Segundo a metodologia de Silva e Oliveira (2001). De acordo com os resultados, observou-se que alguns parâmetros avaliados não estiveram enquadrados, conforme diretrizes da legislação brasileira. Sendo o Rio Cabelo considerado pela SUDEMA – superintendência, como um rio de CLASSE III, no parâmetro cor, houve uma superação dos limites recomendados para o enquadramento; valores de sódio encontrados restringem o uso de água para o consumo humano. Os demais parâmetros avaliados não apresentam restrição de uso nem para irrigação nem para consumo humano. Recomenda-se a avaliação da qualidade microbológica ou sanitária da água do Rio Cabelo, antes de recomendá-la para consumo humano ou irrigação. Palavras-chave: poluição; água; irrigação.

## Abstract

This study had the aim of monitoring water quality in the Rio Cabelo Basin, through an analysis of physical-chemical parameters: 14 search parameters were utilized: Color; Turbidity; Ph; calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ); Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ); sodium ( $\text{Na}^+$ ); Potassium ( $\text{K}^+$ ); Chloride ( $\text{Cl}^-$ ); sulphates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ); Bicarbonates  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ; carbonates ( $\text{CaCO}_3$ ); iron (Fe); Total Alkalinity ( $\text{CaCO}_3$ ) and Hardness Total ( $\text{CaCO}_3$ ). The monitoring was carried out from March 2005 to March 2006. In accordance to the methodology of Silva e Oliveira, 2001. According to the results observed some parameters evaluated were not within the guidelines of current Brazilian legislation. Rio Cabello is considered by SUDEMA (Administration Superintendence of the Environment), as a CLASS III river, and the recommended guideline limits for color were exceeded. And the levels of sodium found restrict the use of water for human consumption. The other parameters evaluated presented no restriction on use for irrigation or human consumption. A microbiological quality assessment of the water or general sanitation check of the Rio Cabello Basin is recommended before considering it fit for human consumption or land irrigation.

*Keywords: Pollution; water; irrigation*

## 1. INTRODUÇÃO

O padrão de qualidade de vida de uma população está diretamente relacionado à disponibilidade e à qualidade de sua água, sendo esta, o recurso natural mais crítico e mais susceptível a impor limites ao desenvolvimento, em muitas partes do mundo. Uma das causas fundamentais do aumento no consumo de água, provocado pelo acréscimo da população, estimada para o ano de 2030, em 8 bilhões de habitantes, com uma taxa de incremento anual de 1,33%. Isto significa um crescimento de 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos (FORNO, 1999). Os números apontam um crescimento significativo da população, todavia os recursos hídricos naturais não acompanham este crescimento, e, à medida que aumenta a demanda, os ecossistemas se deterioram. Segundo Rebouças (1999), o aumento do consumo, níveis de poluição crescentes e falta de gerenciamento dos recursos hídricos contribuem para aumentar a escassez de água em várias partes do mundo. Apesar do consumo atual da humanidade representar 11% da descarga anual dos rios, estimada em 41.000km<sup>3</sup>, o recurso é distribuído desigualmente no planeta. Enquanto um grupo de países ricos em água tem uma descarga de rios de 1 a 6 trilhões de m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, no grupo de países mais pobres essa descarga fica no intervalo de apenas 15 a 900 bilhões m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, com países já em situação de “estresse hídrico”.

A demanda e a oferta dos recursos hídricos é cada vez mais comprometida, na medida em que, em muitos lugares do mundo, as águas superficiais e as subterrâneas estão contaminadas com esgotos industriais, agrícolas e municipais. De acordo com a Comissão Mundial da água para o século XXI, mais de 50 % dos principais rios do mundo estão contaminados, pondo em risco a saúde humana e dos ecossistemas (IPS, 1999).

Uma avaliação do problema de água de uma dada região já não pode restringir-se a um simples balanço entre ofertas e potenciais, mas deve abranger suas inter-relações geoambientais e sócio-culturais, em especial, as condições de conservação dos recursos naturais, em geral, e da água, em particular, de uso e ocupação do território, tanto urbano como rural, tentando alcançar e garantir a qualidade do desenvolvimento sustentado (REBOUÇAS *et al.*, 2006). O mesmo autor adverte que o problema é mais grave nos países em desenvolvimento, pela falta de sistemas adequados de monitoramento e controle, atingindo muitos rios e lagos próximos aos grandes centros urbanos, regiões costeiras e também, os aquíferos subterrâneos. Isso significa que, se no futuro, padrões de qualidades mais rígidas não forem adotadas, algumas fontes de água, em uso hoje, não poderão mais ser utilizadas.

A bacia hidrográfica do Rio Cabelo, localizada no litoral sul de João Pessoa-PB, a exemplo de tantas outras, se encontra inserida nesta problemática de degradação ambiental, englobando o bairro mais populoso desta capital, apresenta ecossistemas dotados de grande diversidade biológica. A vegetação apresenta remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados. Apesar da importância ambiental, a referida bacia é submetida a agressões constantes, principalmente, por estar totalmente localizada em perímetro urbano, o que tem provocado diversos impactos negativos, desrespeitando as leis ambientais brasileiras.

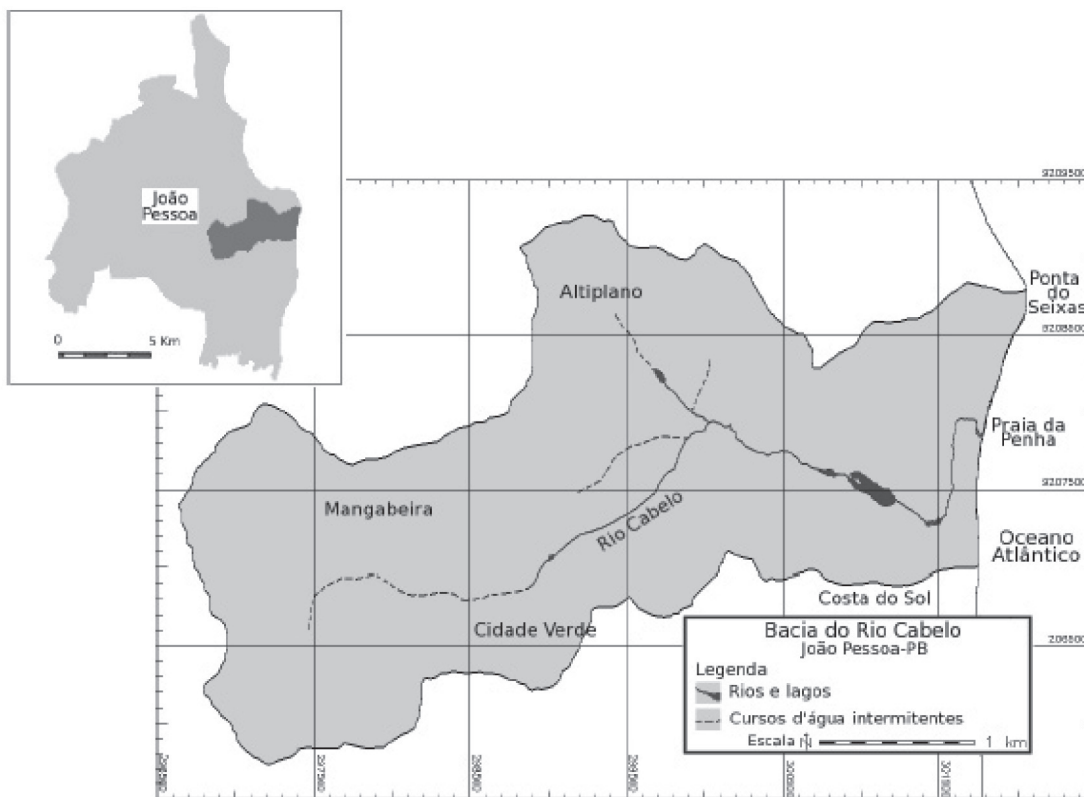
Neste contexto, objetivou-se monitorar a qualidade de água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo, nos seus parâmetros físico-químicos, visando auxiliar na definição de medidas de monitoramento da qualidade da água e da gestão ambiental na referida bacia.

## 2. METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Cabelo está localizada na cidade de João Pessoa, no setor oriental úmido do Estado da Paraíba (figura 1), entre as coordenadas 7°08'53" e 7°11'02" de latitude sul e 34°47'26" e 34°50'33" de longitude oeste e uma altitude média de 31,15m (LEITE *et al.*, 2004).

Apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 9,78 km<sup>2</sup> e um perímetro de 17,54 km<sup>2</sup>, de forma aproximadamente retangular, no sentido Oeste-leste e uma saliência na porção Norte, no curso do rio (figura 1).

Figura 1 – Bacia hidrográfica do Rio Cabelo, com delimitação da área de estudo.



Fonte: Elaboração dos autores

Para avaliação da qualidade de água, seis pontos foram selecionados, levando em consideração: (CB1) áreas próximas à nascente; (CB22) área industrial; (CB3) áreas próximas a esgotamento *in natura*; (CB4) áreas de uso doméstico; (CB5) e (CB6) áreas destinadas à balneabilidade, por apresentarem maiores riscos.

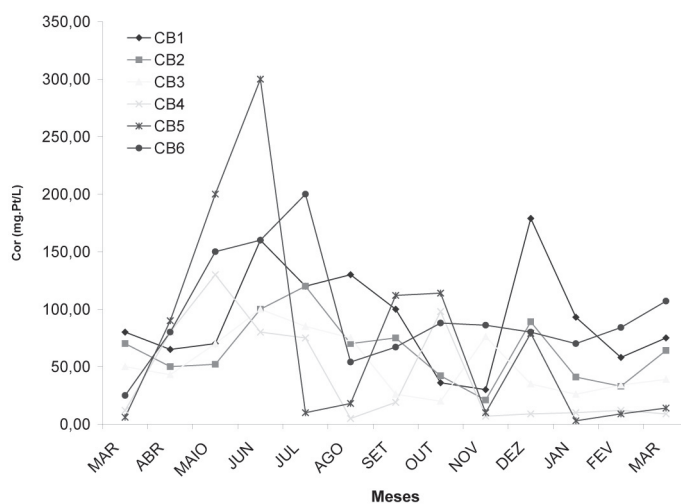
Para cumprir os objetivos da pesquisa, foram monitorados 14 parâmetros: cor, turbidez, pH, cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), bicarbonatos  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , carbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ), ferro (Fe), alcalinidade total ( $\text{CaCO}_3$ ), dureza total ( $\text{CaCO}_3$ ). O monitoramento foi realizado no período de março de 2005 a março de 2006. As coletas foram realizadas em garrafas de água plástica, com volume de 1 litro; todas as coletas foram realizadas na parte da manhã, em horário variando de 6 às 8 horas. As análises foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), segundo a metodologia de (SILVA e OLIVEIRA, 2001).

Considerando que a qualidade das águas varia em função de diversos fatores, tais como uso e ocupação do solo da bacia de drenagem e da existência de indústrias, com lançamento de efluentes diversificados, verificou-se a importância da análise por ponto, na identificação de trechos mais críticos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a avaliação da cor da água, observa-se, na figura 2, que nos meses de maior precipitação, houve um aumento nos valores da cor, sendo o ponto amostral CB5 o que apresentou maior valor, ultrapassando os limites referenciados pelos padrões de qualidade ambiental do Brasil. Para o consumo humano, a Portaria do Ministério da Saúde 518/04, recomenda um valor máximo de  $15 \text{ mg.Pt.L}^{-1}$ . Para a série analisada, nos referidos pontos amostrais, a água do Rio Cabelo não pode ser utilizada para consumo humano, sem tratamento prévio.

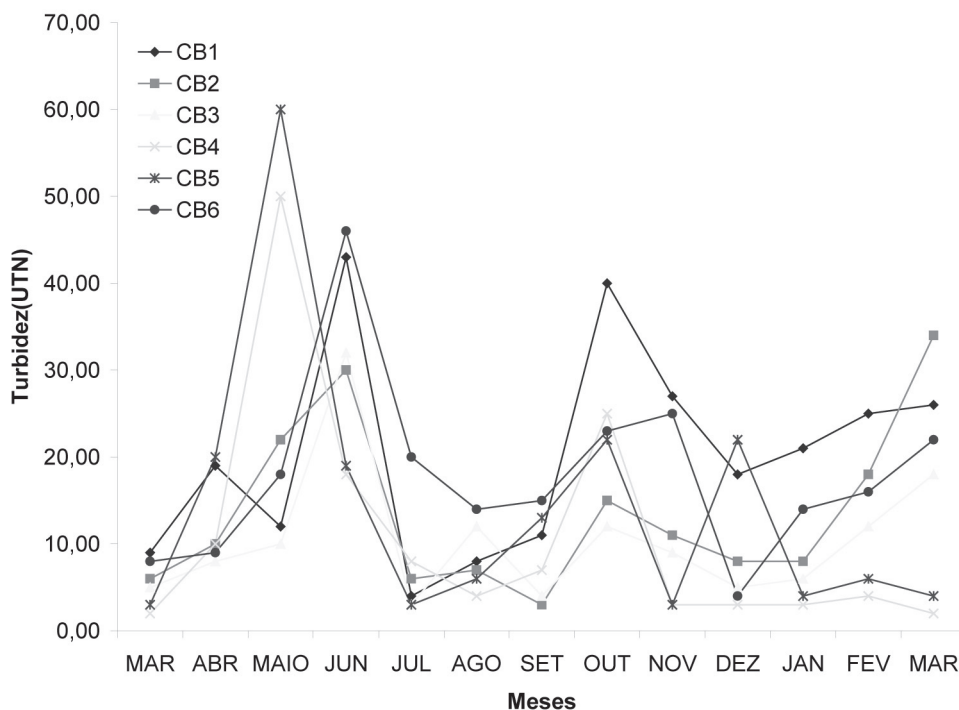
Figura 2 – Variação espacial e temporal da Cor ( $\text{Pt.L}^{-1}$ ).



Fonte: Elaboração dos autores

Para os valores de turbidez (figura 3), todos os pontos amostrais estiveram abaixo de 100 UNT, valor recomendado pela resolução 357/05 do CONAMA, durante a série analisada e durante a análise mensal de março de 2005 a março de 2006 (figura 3).

Figura 3 – Variação espacial e temporal da Turbidez (UNT) .



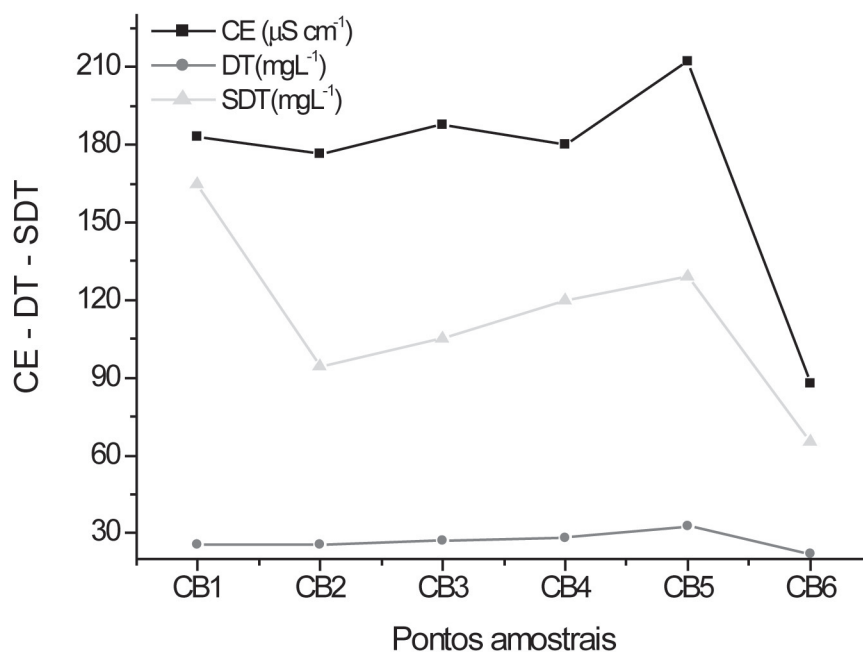
Fonte: Elaboração dos autores

Os demais não ultrapassaram o valor-limite. Do ponto de vista sanitário, a turbidez poderá, quando elevada, afetar esteticamente os corpos d'água ou ainda encarecer o tratamento para os diversos usos. Outro fator a ser considerado, relaciona-se com a fauna e a flora, que poderão sofrer distúrbios, em função da redução de penetração de luz (DERISIO, 1997).

Quanto aos valores de condutividade elétrica, apresentados na figura 4, os resultados mostram que houve um aumento progressivo, a partir do ponto amostral CB2 até alcançar um valor máximo em CB5 e logo após, uma redução da condutividade em direção à foz.

Nesses locais, os valores de condutividade atingiram  $210 \mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$  e  $80 \mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$ , respectivamente, atingindo valores superiores a  $100 \mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$ , valor-limite para águas naturais (BRIGANTE e ESPINDOLA, 2003). Em geral, considera-se que quanto mais poluída estiverem as águas, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral. Os valores foram menores no período de chuva, devido à diluição da água, provocada pelo aumento da vazão do rio. Quanto à utilização da água do Rio Cabelo na irrigação, não houve restrição de uso (AYRES e WESTCOT, 1999).

Figura 4 – Variação média da condutividade elétrica (CE) em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , da dureza total (DT) em  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  e dos sólidos dissolvidos totais (SDT) em  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , entre março de 2005/2006.

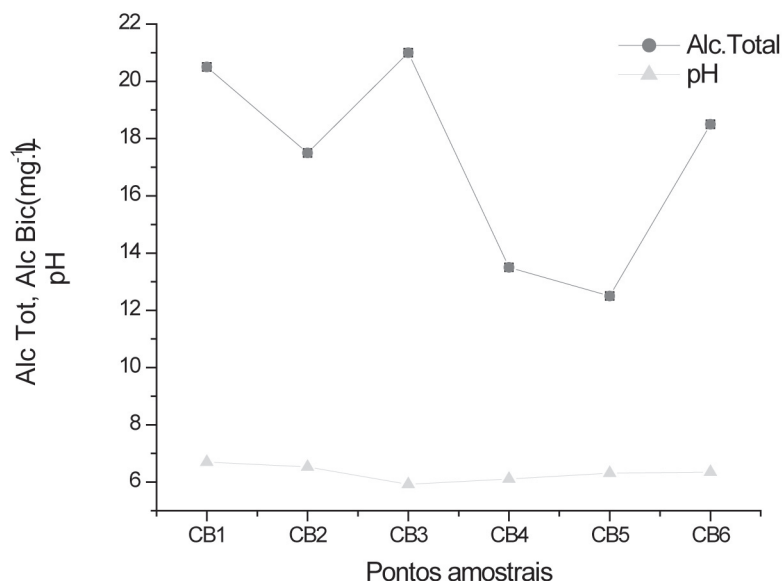


Fonte: Elaboração dos autores

Os resultados com relação à dureza total, observadas na figura 4, mostram que houve um aumento gradual ao longo do rio até o ponto amostral CB5, a partir do qual ocorreu um decréscimo até a foz; os valores estiveram aproximadamente em torno de  $30\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , para este valor a água é considerada mole (CARVALHO e OLIVEIRA, 2003), não apresentando restrição de uso. A resolução do 357/05 do CONAMA não faz referência a este parâmetro. A OMS indica valor máximo de  $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  para água utilizada para consumo humano.

Os Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), variaram entre 55 e  $165\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (figura 4). Para um rio de classe III, o valor máximo permitido pela resolução 357/05 do CONAMA, é de  $500\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; segundo a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido é de  $1000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Para irrigação, valores menores que  $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  não apresentam restrição de uso. Todos estes limites não foram ultrapassados no decorrer da pesquisa, em todos os pontos, não havendo restrição de uso.

Figura 5 – Variação média das concentrações de Alcalinidade total (em  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e pH, no Rio Cabelo, entre março de 2005 e março de 2006.



Fonte: Elaboração dos autores

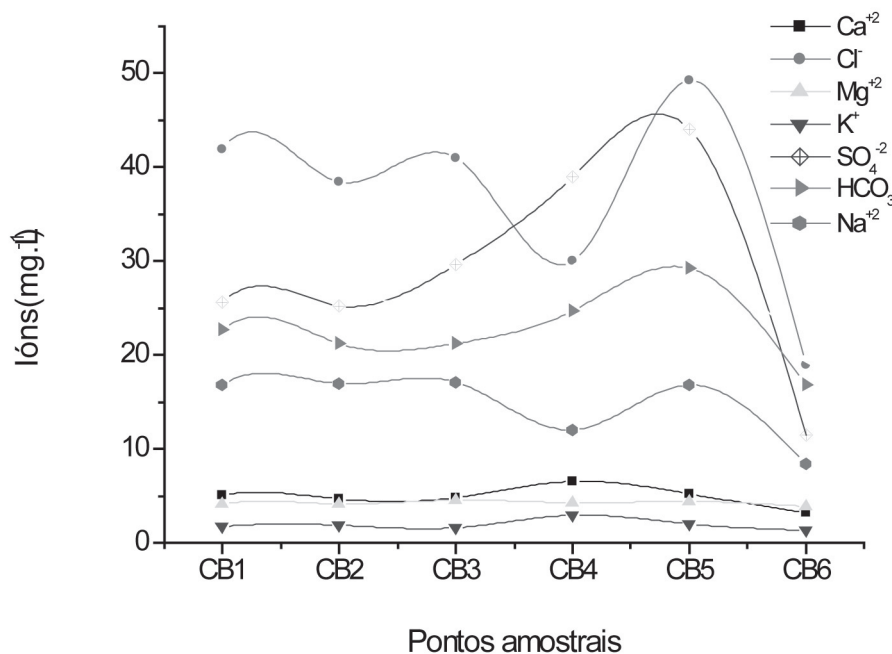
A alcalinidade foi medida em termos de alcalinidade total, alcalinidade de carbonatos e de bicarbonatos. Com os valores de pH em torno de 6, a alcalinidade em bicarbonatos foi predominante em todos os pontos do rio, representando 100% da alcalinidade total (figura 5). Neste trabalho, observou-se que os valores máximos da alcalinidade total ocorreram nos pontos amostrais CB1, CB3 e CB6, provavelmente devido à maior concentração de esgotos.

O valor mínimo de alcalinidade, geralmente ocorre nos meses de maiores precipitações, devido ao processo de diluição da água.

As concentrações médias de cálcio estiveram entre o valor mínimo de  $3,27\text{mg.L}^{-1}$ , no ponto amostral CB6 e o valor máximo de  $5,15\text{mg.L}^{-1}$  em CB5 (figura 6). O cálcio, além de ser um nutriente essencial para as plantas, ajuda a evitar seu estresse decorrente da presença de metais pesados e/ou salinidade (DIAS e ALVAREZ, 1996). O cálcio também, confere a dureza da água, podendo formar incrustações nas tubulações de irrigação. Pelos valores referenciados por Ayres e Westcot (1999), os valores normais de cálcio na água destinada à irrigação apresentam um valor referenciado de 0 a  $400\text{mg.L}^{-1}$ .



Figura 6 – Variação espacial média do conteúdo iônico em  $\text{mg.L}^{-1}$  dos aniões  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^+$ , entre março de 2005 e março de 2006.



Fonte: Elaboração dos autores

No Rio Cabelo, os valores de cálcio encontrados não impedem o uso da irrigação. A OMS (1999) recomenda um valor máximo desejável de  $75\text{mg.L}^{-1}$  e o máximo permissível de  $200\text{mg.L}^{-1}$ , valores não ultrapassados durante a pesquisa. O CONAMA não fez referência a este parâmetro.

As concentrações médias de magnésio estiveram entre o valor mínimo de  $3,88$  no ponto amostral CB6 e o valor máximo de  $4,46\text{mg.L}^{-1}$ , no CB5 (figura 6). Estes valores estão bem abaixo do limite recomendado para águas de irrigação, que varia de  $0$  a  $60\text{mg.L}^{-1}$  (AYRES e WESTCOT, 1999). Segundo a OMS (1999), o magnésio é avaliado pelo máximo desejável de  $30\text{mg.L}^{-1}$  e o máximo permissível de  $150\text{mg.L}^{-1}$ , assim os valores obtidos na pesquisa estiveram abaixo do permitido para consumo humano. O CONAMA não fez referência a este parâmetro.

As concentrações de sódio estiveram entre o valor mínimo de  $12\text{mg.L}^{-1}$ , no ponto amostral CB4 e o valor máximo de  $17,08\text{mg.L}^{-1}$  em CB3 (figura 6). Para valores da RAS, a variação foi de  $5,23$  ( $\text{mmol.L}^{-1}$ )<sup>0,5</sup> em CB6 e  $10,15$  ( $\text{mmol.L}^{-1}$ )<sup>0,5</sup> em CB5. Tais valores não implicam em restrição de uso da água do Rio Cabelo na irrigação (AYRES e WESTCOT, 1999). A portaria do Ministério da Saúde recomenda um valor máximo permissível de  $5,1\text{mg.L}^{-1}$ , valor ultrapassado em todos os pontos. A resolução do CONAMA 357/05 não faz referência a este parâmetro.



Os valores médios de potássio mantiveram-se na faixa de 1,40 a 2,89mg.L<sup>-1</sup> nos pontos analisados (figura 6). Apenas o ponto amostral CB4 apresentou um valor máximo de 2,89mg.L<sup>-1</sup>; os demais pontos apresentaram valores aproximadamente constantes ao longo do rio. O potássio presente nos esgotos domésticos pode ter elevado a concentração deste *íon* neste ponto, tendo em vista as agressões ambientais no trecho.

Para Ayres e Westecot (1991), concentrações de potássio, variando de 0 a 78mg.L<sup>-1</sup> são normais em águas de irrigação. A resolução do CONAMA 357/05 e a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde não fazem referência a este parâmetro. Para o consumo humano, o valor máximo permissível, segundo a OMS(1985), é de 20mg.L<sup>-1</sup>, valores não superados na pesquisa.

A OMS (1999) afirma ser o bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) avaliado pelo máximo permissível de 250mg.L<sup>-1</sup> para consumo humano; desta forma, é notório que para os pontos avaliados no período da pesquisa, os valores variaram de 19 a 31mg.L<sup>-1</sup> (figura 6), não apresentando restrição de uso. O CONAMA não faz referência a este parâmetro.

As concentrações médias de cloretos estiveram variando de 30, no ponto amostral CB5 e 49mg.L<sup>-1</sup> em CB4 (figura 6). Valores que estiveram abaixo de 250mg.L<sup>-1</sup>, que segundo a resolução do CONAMA e a Portaria do Ministério da Saúde é o valor máximo permitido para rios de classe III e para o consumo humano. Em relação à utilização da água na irrigação, o Rio Cabelo não apresenta restrições (AYRES e WESTCOT, 1999). As concentrações de sulfatos estiveram variando de 11,45mg.L<sup>-1</sup>, no ponto amostral CB6 e 44,05mg.L<sup>-1</sup> em CB5 (figura 6), valores que estiveram abaixo de 250mg.L<sup>-1</sup>, valor máximo permitido para rios de classe III e para o consumo humano, segundo a resolução do CONAMA e a Portaria do Ministério da Saúde. No que diz respeito à irrigação, teores menores que 250mg.L<sup>-1</sup> não causam restrição de uso (AYRES e WESTCOT, 1991).

## 4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados, observou-se que alguns parâmetros avaliados não estiveram enquadrados, conforme diretrizes da legislação brasileira. Sendo o Rio Cabelo considerado pela SUDEMA – superintendência, como um rio de CLASSE III, no parâmetro cor, houve uma superação dos limites recomendados para o enquadramento; valores de sódio encontrados restringem o uso de água para o consumo humano. Os demais parâmetros avaliados não apresentam restrição de uso nem para irrigação nem para consumo humano. Recomenda-se a avaliação da qualidade microbiológica ou sanitária da água do Rio Cabelo, antes de recomendá-la, para consumo humano ou irrigação.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Water Quality for Agriculture. Tradução H. R. Ghety e J. F. de Medeiros, UFPB, Campina Grande-PB. 1991. 217p.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Estudos, irrigação e drenagem, 29. Revisado 1ª e 2ª edições. Tradução H. R. Ghety e J. f. de Medeiros, UFPB, Campina Grande-PB. 1999. 153p.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO-AMBIENTE – CONAMA (2005). **Resolução nº 357** - 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.
- BRASIL. **Portaria do Ministério da Saúde nº 518**. 26 de março de 2004.
- BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E. L. G. **Liminologia Fluvial**. Um estudo no rio Mogi-Guaçu. RIMA, 2003. 278p.
- CARVALHO, R. A ; OLIVEIRA, M. C. V. **Princípios básicos de saneamento do meio**. São Paulo. 3ªed.: editora SENAC. São Paulo, 2003.
- DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 1ªed. São Paulo.CETESB, 1997.
- DIAS, L. E.; ÁLVAREZ, V. H. V. **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG. UFV. 1996.204p.
- FORNO, D. A. Sustainable development starts with agriculture. *In*: FAIRCLOUGH, A. J. (ed). **Sustainable agriculture solutions the actions report of the sustainable agriculture initiative**. London: The Novello Press, 1999. Cap.1. p.8-11.
- INTER-PRESS SERVICE (IPS). **Most rivers in the world are polluted**. (Washington, D.C.). Inter-Press Service wire service. 1999.
- LEITE, E. P. F; FARIAS, M. S. S; SILVA, F. W. **Diagnóstico ambiental preliminar da bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. João Pessoa/Pb. 52p. 2004.
- OMS. Organization Mundial de la Salud. **Guias para la calidad del agua potable**. 2ed. v.1. Genebra, 1999.
- REBOUÇAS, A. C. Água Doce no Mundo e no Brasil. *In*: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**, São Paulo – SP, Editora Escrituras. 1999.
- REBOUÇAS, A. C. Água Doce no Mundo e no Brasil. *In*: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**, 3ª ed., São Paulo – SP, Editora Escrituras. 2006.
- SILVA, A. S.; OLIVEIRA, R. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias**. Campina Grande – Paraíba, 2001.