



Monitoramento da Vazão e Qualidade da Água na Sub Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas

Área Temática: Engenharia e sustentabilidade

Edilândia F. Dantas¹, José W. A. Garrido², Pedro H. P. da Silva³, Rita de C. de S. Silva⁴, Antonio L. da Silva⁵, Thâmara M. I. de Sousa⁶, Luara L. Ismael⁷, Manoel M. F. de Queiroz⁸

¹ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – edilandiadantas@hotmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – garrido_wagner@hotmail.com

³ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – pehugope@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – rytasousa@hotmail.com

⁵ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – antoniolopsilva@gmail.com

⁶ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – thamaraismael@hotmail.com

⁷ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – luara_ismael@hotmail.com

⁸ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – moises@ccta.ufcg.edu.br

Resumo

Na bacia do rio Piancó encontra-se o sistema de reservatório Coremas - Mãe d'água com capacidade para armazenar 1,4 bilhões de m³ de água, que garante a perenização desse tributário. O objetivo deste trabalho foi realizar o diagnóstico da qualidade da água e monitoramento da descarga líquida do Rio Piancó, os parâmetros físico-químicos analisados foram, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), potencial hidrogênionico (pH), temperatura da água, fósforo total, potássio, cálcio, magnésio, sódio e sólidos totais. Analisaram-se também as condições ambientais do rio e seu enquadramento em relação aos parâmetros estudados. Além disso, verificou-se a qualidade da água com relação ao risco de salinidade e sodicidade com uso da irrigação. Os resultados das análises físico-químicas indicaram, pelos valores de OD, que houve certo grau de degradação da qualidade da água. Os valores de sódio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo corroboram com a CE e sofre influencia da variação da vazão, mostrando salinidade moderada e baixa razão de adsorção de sódio classificando-se em C2-S1. Já o pH variou independente da vazão na faixa de neutralidade.

Palavras-Chave: Qualidade da água; Hidrometria; Semi árido.

1 Introdução



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

A água é um recurso fundamental para a existência da vida, e está se tornando cada vez mais rara em várias partes do mundo, indispensável à produção é um recurso importante para o desenvolvimento econômico, ela é vital para a manutenção dos ciclos biológicos, que mantêm em equilíbrio os ecossistemas (Martins, 2003).

O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são frequentemente acompanhados de aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer comunidade (Bueno, 2005).

Os conceitos de qualidade da água e poluição estão comumente interligados. Porém, a qualidade da água reflete sua composição quando afetada por causas naturais e por atividades antropogênicas. A poluição, entretanto, decorre de uma mudança na qualidade física, química, radiológica ou biológica do ar, água ou solo, causada pelo homem ou por outras atividades antropogênicas que podem ser prejudiciais ao uso presente, futuro e potencial desse recurso (Lima, 2001).

O monitoramento quantitativo da água em uma bacia comumente é chamado de medição de descarga líquida é todo processo empírico – conhecimento que provém, sob diversas perspectivas, da experiência – utilizada para determinar a descarga líquida de um curso d'água. A vazão ou descarga de um rio é o volume de água que passa por meio de uma seção transversal em determinada unidade de tempo (em geral um segundo). (ANA, 2009).

A Lei Federal nº 9.433/97, que instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, elegeu a bacia hidrográfica como unidade territorial de atuação das políticas de recursos hídricos, planejamento e gerenciamento. Assim, a água passou a ser considerada como um bem de domínio público, recurso natural limitado e dotado de valor econômico, que tem uso prioritário para o consumo humano e dessedentação animal em caso de escassez. Portanto, sua gestão deve proporcionar o uso múltiplo, ser descentralizada e participativa.

A bacia hidrográfica pode ser definida como “unidade física, caracterizada como a área de terra drenada por um determinado curso d'água e limitada, periféricamente, pelo chamado divisor de águas” (Machado, 2002).

Na bacia do rio Piranhas - Açu, situada no Nordeste do Brasil, a qual está inserida em território dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, em que o rio principal é denominado Piranhas no estado da Paraíba e, após cruzar a fronteira com o estado do Rio Grande do Norte adquire o nome de Piranhas - Açu, é constituída por sete sub-bacias: Piancó, Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Espinharas, Seridó e Baixo Piranhas. As três primeiras estão totalmente inseridas em território paraibano, a sub-bacia do baixo piranhas situa-se totalmente no estado do Rio Grande do Norte e as demais estão compreendidas nos dois estados.

Na sub bacia do rio Piancó, semiárido Paraibano, o sistema de reservatórios Coremas - Mãe D'Água, com capacidade de 1,4 bilhões de m³ de água, proporciona a perenização desse rio, no período de estiagem, com uma vazão média diária em torno de 5,0 m³/s, cujo valor variar ao longo do rio de acordo com os diversos usos principalmente irrigação e abastecimento público. Essas condições hidrológicas, além de garantir o abastecimento urbano e rural, permitem ao rio Piancó receber as águas servidas (domésticas e agroindustriais) e possibilita o



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

desenvolvimento de atividades agrícolas e pecuárias, podendo comprometer a qualidade de sua água ao longo do tempo.

Em face ao exposto, o objetivo do presente trabalho é realizar o monitoramento da vazão e da qualidade da água do Rio Piancó.

2 Metodologia

Este estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Piancó (Figura 1), entre o sistema Coremas - Mãe D`água e sua foz no rio Piranhas, município de Pombal - PB.

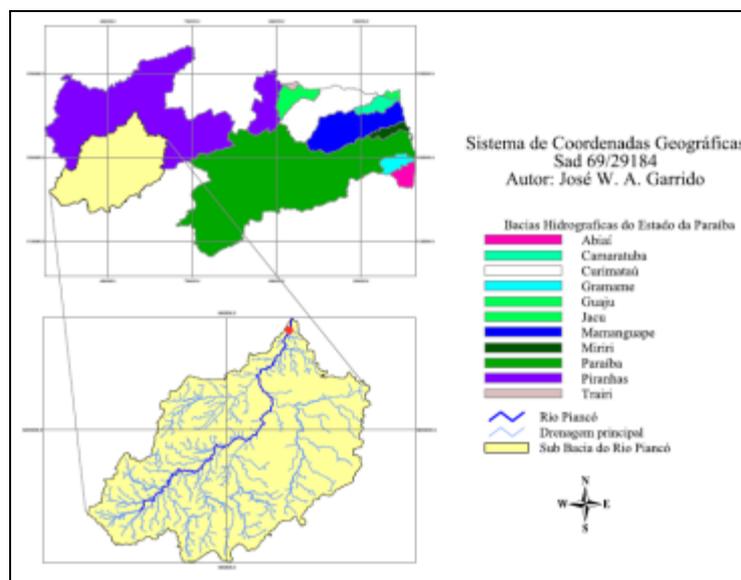


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Piancó. Arquivo pessoal (2012)

O monitoramento da quantidade e qualidade da água foi realizado numa secção transversal do rio, antes da captação de água para abastecimento de Pombal (Figura 2A), localizada, segundo as coordenadas geográficas $6^{\circ}49'07,30''S$ e $37^{\circ}50'00,48''W$. Compreendendo a medição da vazão líquida do rio, a medição de parâmetros físico químico da água e a coleta de amostras de água para análise em laboratório de parâmetros físico químicos da água, na secção de controle do rio, ao longo do tempo (Figura 2B).



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

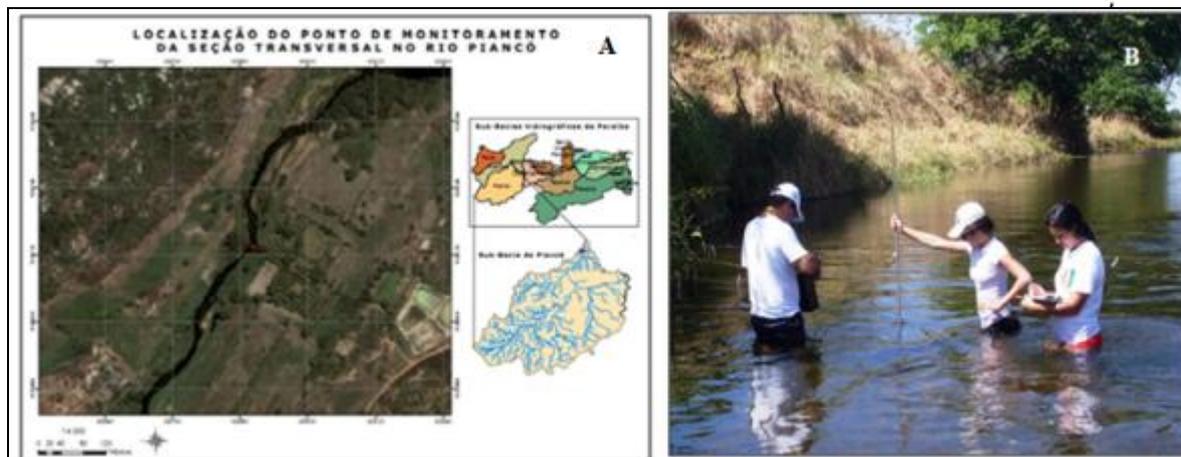


Figura 2 - Localização da secção de controle (A) e secção de controle no rio Piencó (B). Arquivo pessoal (2011)

Após a representação da secção transversal do rio, foi calculado a vazão da seção transversal estudada a partir molinete fluviométrico e ADCP - Perfilador Current Acústico Doppler.

Seguindo um número adequado de verticais, esses números variaram de 08 a 14 verticais, tendo como principal fator de divisão a largura e a geometria da secção, definida por uma batimetria. Para tanto a vazão foi obtida através do método velocidade-área a meia secção com uso de molinete fluviométrico com contador de pulso do fabricante HIDROMEC, no tempo de 40 segundos. Assim, a velocidade de fluxo em cada vertical foi determinada partir da equação do molinete mostrada a seguir:

$$V = 0,122 + 0,274 * (N)$$

em que N representa é o numero de rotações por segundo da hélice, representada por:

$$N = \frac{U}{t}$$

onde U é o numero de rotações; e t é o tempo (s).

Na medição convencional a área da seção transversal é subdivida através de verticais, em geral com o mesmo espaçamento estabelecido a partir da largura do canal (rio) de acordo com indicações apresentadas na tabela 1.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Tabela 1 - Distâncias recomendadas entre as

Largura do canal (m)	Distância entre as verticais (m)
< 3,0	0,30
3,0 à 6,0	0,50
6,0 à 15,0	1,00
15,0 à 30,0	2,00
30,0 à 50,0	3,00
50,0 à 80,0	4,00
80,0 à 150,0	6,00
150 à 250,0	8,00
> 250,0	12,00

verticais

Fonte: DNAEE (1977) citada por Santos *et al.*, 2001

Em cada vertical foi feita a medição da velocidade de fluxo ao longo de sua profundidade em posições e quantidades definidas em função do valor da profundidade (Figura 3), conforme indicação feita na tabela 2. Assim, a velocidade média em cada vertical é determinada por métodos analíticos (Santos *et al.*, 2001).



Figura 3 - Medição de vazão com o molinete fluviométrico e contador de pulsos na seção transversal do Rio Piancó. Arquivo pessoal (2011)

Na tabela 2 mostra o cálculo das velocidades médias em até seis pontos para cada vertical.

Tabela 2 - Calculo das velocidades médias nas verticais pelo método detalhado



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Nº de pontos	Posição na vertical em relação à profundidade (m)	Cálculo da velocidade média na vertical (m/s)	Prof. (m)
1	0,6p	$\bar{v} = v_{0,6}$	0,15 – 0,6
2	0,2p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + v_{0,8}) / 2$	0,6 - 1,2
3	0,2p; 0,6p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8}) / 4$	1,2 - 2,0
4	0,2p; 0,4p; 0,6p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + v_{0,8}) / 6$	2,0 - 4,0
6	S; 0,2p; 0,4p; 0,6p; 0,8p e F	$\bar{v} = (v_s + 2(v_{0,2} + v_{0,4} + v_{0,6} + v_{0,8}) + v_f) / 10$	> 4,0

(* S = superfície; F = fundo)

Fonte: DNAEE (1977) citada por Santos *et al.*, 2001

Em seguida calculou-se o valor da vazão em cada vertical multiplicando-se, o valor da velocidade pela área de influência da vertical. Por fim a vazão total foi obtida através do somatório das vazões nas verticais estabelecidas.

$$Q = \sum_{1}^n q_i$$

O ADCP utilizado para medição de vazão é do fabricante Sontek, de modelo RiverSurveyor S5 que é um sistema Perfilador Current Acústico Doppler.

Para dar uma maior segurança e praticidade nas medições com o ADCP foi construído um sistema de cabo de aço esticado de um lado a outro do rio. O aparelho era engatado nesse cabo e com facilidade transportado ao longo da seção do rio (Figura 4).



Figura 4 – Medição de vazão com o ADCP na seção transversal do Rio Piancó. Fonte: Arquivo pessoal (2012). Arquivo pessoal (2011)



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Coletando o nível de água, foram realizadas várias travessias com o ADCP, de ida e de volta, obtendo uma vazão média.

O cálculo da vazão total de cada nível está sendo realizado automaticamente pelo software RiverSurveyor S5 desenvolvido pela própria Sontek, com configuração de medição desse software diferente com a referência do Bottom Track (mede a velocidade de uma embarcação em relação ao leito do rio. A velocidade da embarcação é então subtraída da velocidade da água medida resultando no perfil absoluto da corrente de água, independente do movimento da embarcação) e a referência do GPS-GGA (medir a velocidade de uma embarcação baseada nos dados de posicionamento do GPS).

Para avaliação da qualidade da água foram medidos na secção de controle, in locu, os parâmetros: temperatura da água a condutividade elétrica - CE, oxigênio dissolvido - OD e o potencial hidrogeniônico - pH, para tanto foram utilizados os equipamentos portáteis. Medidor de condutividade elétrica, modelo HI8733, fabricante HANNA; pHmetro, modelo MPA210p, fabricante MS TECNOPON; Dissolved Oxygen Meter, modelo HI9146, fabricante HANNA, conforme apresentado na figura 5.

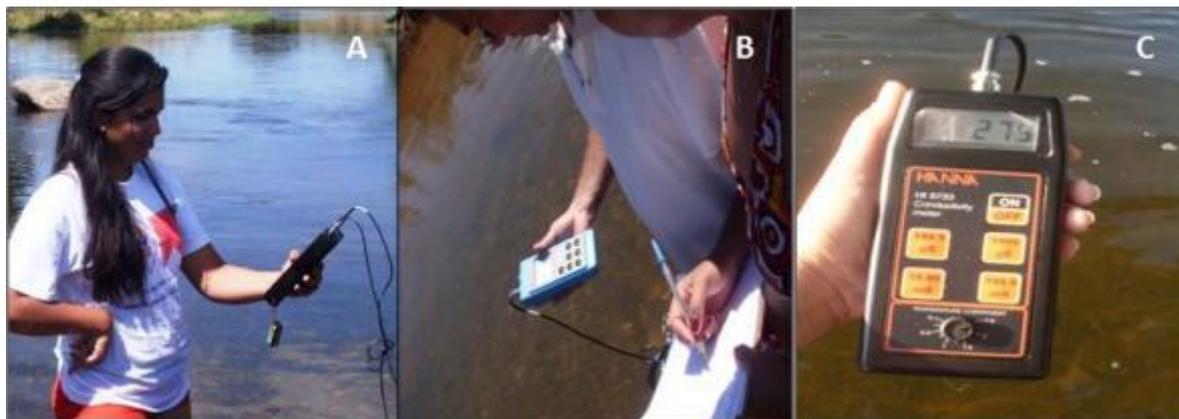


Figura 5 - Determinação dos parâmetros físicos químicos in locu - determinação do P(A), oxigênio dissolvido (B) e condutividade elétrica (C). Arquivo pessoal (2011)

Para determinação das concentrações de sódio, magnésio, fósforo, potássio, cálcio e sólidos totais dissolvidos foram coletadas amostras de água na secção de controle através do amostrador DH-49 com medição a VAU (Figura 6). As análises foram realizadas nos laboratórios de análise de água, no laboratório de solo e no laboratório de hidrologia da UFCG, de acordo com metodologia de APHA *et al.* (1998).



Figura 6 - Coleta de amostra de água para análise físico-química. Arquivo pessoal (2011)

3 Resultados e discussões

No decorrer da pesquisa, foram realizadas 14 (quatorze) campanhas de medição de vazão, e de obtenção de parâmetros físicos químicos da água entre os meses de março de 2010 e junho de 2011, abrangendo os períodos chuvoso e de estiagem.

Na tabela 3 estão apresentados os valores de largura e profundidades das verticais obtidos na batimetria, valores de números de pulsos, velocidade da água, área da secção molhada e vazão correspondente a cada vertical da secção de controle referentes a uma campanha de medição (março de 2010).

Tabela 3 - Valores de largura, profundidade, número de pulsos, velocidade, área e vazão referente à campanha de medição realizada em 24 de março de 2010

Verticais	Largura (m)	Profundidade (m)	Nº de Pulsos	Velocidade (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
ME						
1	1	0,335	0	0	0,335	0,00487
2	1	0,485	2	0,05	0,485	0,01236
3	1	0,575	78	1,95	0,575	0,31423
4	1	0,57	95	2,375	0,57	0,37788
5	1	0,57	161	4,025	0,57	0,63557
6	1	0,53	153	3,825	0,53	0,56193
7	1	0,47	152	3,8	0,47	0,49509
8	1	0,45	150	3,75	0,45	0,46786
9	1	0,4	150	3,75	0,4	0,41588
10	1	0,43	138	3,45	0,43	0,41172
11	1	0,36	130	3,25	0,36	0,32497
12	1	0,3	139	3,475	0,3	0,2893



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

"O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham"

13

1

0

0

0

0

0

MD

Vazão Total 4,31166

ME – Margem esquerda do rio, MD – Margem direita do rio

Para as demais campanhas que apresentam a mesma estruturação de dados, serão apresentados apenas os gráficos das batimetrias, conforme apresentados na figura 7. O resultado final da vazão total de cada campanha encontra-se na tabela 4.

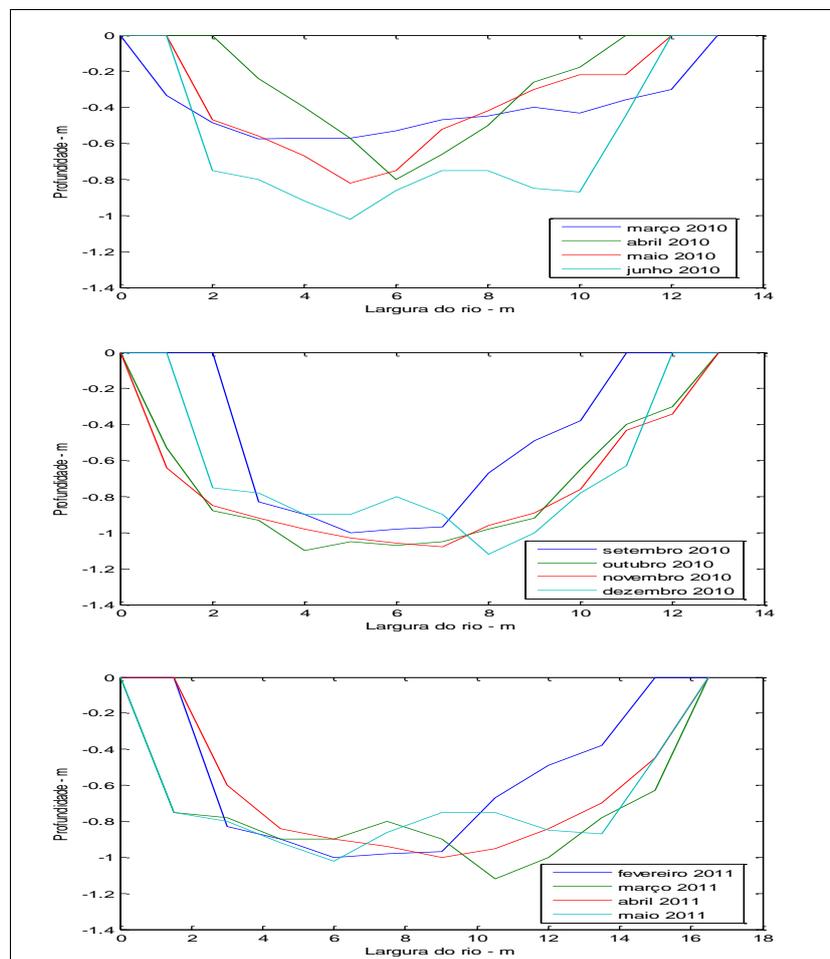


Figura 7 - Batimetria referente às campanhas realizadas entre os meses de março de 2010 a maio de 2011

Os resultados da medição de vazão líquida, da medição dos parâmetros físico químico *in locu* e da determinação dos parâmetros físico químicos em laboratório estão apresentados na tabela 4.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Tabela 4 - Medição de vazão líquida, medição dos parâmetros físicos - químico *in locu* e da determinação dos parâmetros físico químicos em laboratório

Período	Vazão m ³ /s	PH	CE µs/cm	OD mg/L	T água °c	P mg/L	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	STD mg/L	RAS Meq/L
Março	4,310	7,600	291,0	7,01	32,2	0,001	0,890	0,130	62,0	29,0	107,8	0,021
Abril	2,290	7,790	292,0	7,15	33,4	0,001	0,800	0,140	60,0	28,0	107,2	0,019
Maiο	2,970	7,590	292,0	6,37	33,5	0,002	1,400	0,160	70,0	30,0	106,9	0,031
Junho	2,630	7,690	292,0	6,76	33,45	0,002	1,100	0,150	65,0	29,0	107,05	0,025
Julho	5,490	7,810	290,0	7,3	27,8	0,000	0,730	0,086	50,0	30,0	108,2	0,018
Setembro	1,852	7,800	288,0	6,37	27,7	0,000	1,030	0,110	40,0	30,0	107,6	0,028
Outubro	5,802	8,340	284,0	6,95	32,4	0,000	0,930	0,080	25,0	50,0	244,6	0,026
Novembro	4,614	7,980	286,0	6,76	29,8	0,000	0,980	0,090	30,0	40,0	151,6	0,028
Dezembro	4,090	7,890	292,0	6,87	28,7	0,000	1,010	0,087	40,0	35,0	167,3	0,027
Fevereiro	12,886	7,830	296,0	6,82	33,7	0,000	1,180	0,093	47,5	40,0	100,1	0,029
Março	10,902	7,540	263,0	8,280	31,0	0,023	0,740	0,060	40,0	35,0	128,3	0,020
Abril	14,971	7,700	257,0	5,500	31,8	0,019	0,700	0,050	40,0	35,0	122,1	0,019
Maiο	13,104	7,820	286,0	7,580	30,7	0,021	0,880	0,053	35,0	40,0	111,4	0,024
Junho	11,356	7,53	276,00	6,980	28,6	0,013	0,840	0,09	46,0	38,0	118,6	0,021
Media	5,052	7,795	289	6,91	31,4	0,001	0,91	0,09	43	35	109,8	0,025
Desvio	4,63	0,2101	11,55	0,6311	2,2016	0,0089	0,1934	0,035	13,49	6,232	38,636	0,004

A variável pH mostrou valor mínimo e máximo igual a 7,53 e 8,34, respectivamente, não demonstrando grande variação e indicando valores aceitáveis com a legislação pertinente, a qual estipula valores de pH entre 6 e 9 para rios de Classe 2.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Estudos desenvolvidos por Donadio *et al.* (2005) e Gonçalves *et al.* (2005), que também visaram avaliar a qualidade da água de rios de bacias hidrográficas agrícolas, alcançaram valores de pH semelhantes. Este bom resultado pode estar relacionado ao fato de que o uso e a ocupação do solo da bacia é essencialmente agrícola, pois conforme Derísio (2000), maiores alterações referentes ao potencial hidrogeniônico são provocadas por despejos de origem industrial.

Nota-se que na maioria das campanhas, o pH teve um comportamento inverso à vazão, ou seja, com o aumento da vazão o pH diminuiu. Resultado semelhante foram obtidos por Fritzens *et al.* (2003), onde concluíram que o pH do rio monitorado diminuiu com valores maiores de vazão.

Os resultados apresentados de condutividade elétrica, entre 257 e 296 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, pouca variação. A Resolução CONAMA n° 357 não estabelece padrões relativos à condutividade elétrica de águas. Porém, para a irrigação a mesma se apresenta como de salinidade moderada.

Verifica-se que os valores de OD variaram entre 5,5 e 8,28 mg L^{-1} , estando dentro do limite estabelecido pelo CONAMA 357/05, que estipula um valor mínimo de 5 mg L^{-1} , para classe 2. Sabe-se que a temperatura influencia na solubilidade do oxigênio dissolvido em corpos d'água e, de acordo com Esteves (1998), quanto maior for a temperatura menor será a solubilidade do oxigênio na água, diminuindo sua concentração no corpo d'água.

Relacionando a temperatura da água em relação a variação da vazão. Observando as temperaturas da água registradas durante as campanhas mínima de 27,7 °C e máxima de 33,7 °C, percebeu-se essa relação encontrada por Esteves (1998), pois o oxigênio dissolvido encontrou-se em maior concentração quando a água apresentou temperaturas baixas.

O parâmetro fósforo total, apresentou valor mínimo e máximo igual a 0,001 e 0,0023 mg L^{-1} , respectivamente, que estão abaixo do limite para classe 2. O limite máximo permitido pela Resolução CONAMA n° 357 para rios de classe 2, que é de 0,1 mg L^{-1} .

A pouca presença de fósforo total verificada indica um adequado manejo do solo nas lavouras e pastagens da bacia. O que também pode ter influenciado é a baixa solubilidade de compostos de fosfatos adicionados ao solo e a forte tendência destes fosfatos se fixarem ao solo, pois conforme Avila (2005), solos argilosos apresentam alta retenção de fosfato aplicado.

Em suma, o resultado pode ser considerado satisfatório, uma vez que os valores encontrados para o parâmetro fósforo total se aproximam dos valores estimados pela EMBRAPA (1999) para águas naturais que não foram submetidas a processos de poluição, onde se indica que a quantidade de fósforo total varia de 0,005 a 0,020 mg L^{-1} .

Observando a concentração de magnésio em relação a vazão, tem-se que a mesma é afetada de forma inversa pela vazão. As concentrações de dureza total, variaram entre 50 e 70 mg/l , mostrando que tanto o magnésio como o potássio, o cálcio e o sódio estão entre valores observados em águas naturais de rios.

A baixa concentração de sódio impõe uma baixa razão de adsorção de sódio (RAS) que segundo a classificação de Richards (1954) citado por Holanda *et al.* (2010) a água do rio Piancó se classifica como sendo C2-S1, o que significa baixo risco de solidificação e médio perigo de salinização do solo, com o uso desta água para irrigação.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

A variação da concentração de sólidos totais dissolvidos em relação a variação da vazão, variando em função da vazão. Apresentando valores entre 106,9 e 244,6 mg/L que indica pouquíssimo aporte de sedimentos ao rio. Isto ocorreu porque as medições realizadas ocorreram em períodos de ausência de chuva na bacia.

Os parâmetros analisados mostram que as atividades antrópicas ocorridas não estão afetando a qualidade da água do rio, podendo ser da não ocorrência de chuvas e ausência de escoamento superficial na bacia, que introduz sedimentos e contaminantes no rio.

Ao avaliar os parâmetros físico-químicos da água do rio Piancó, constatou-se que os mesmos apresentaram bons resultados ao longo do monitoramento, indicando que a qualidade da água, frente aos parâmetros avaliados, encontra-se dentro dos valores legais para corpos d'água classe 2, de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

4 Conclusão

Houve uma variação de vazão entre o sistema de reservatórios Coremas - Mãe D'Água até a área de secção de controle, mostrando que existe diferentes formas de uso da mesma no trecho Coremas e sua foz.

O pH variou independente da vazão na faixa de neutralidade.

A CE variou entre 263 e 296 $\mu\text{s}/\text{cm}$ em função inversa da vazão, mostrando-se a tendência de aporte de sais no rio.

O OD variou independente da vazão entre 5,5 e 8,23 mg/l, mostrando-se um certo grau de degradação da qualidade da água, embora esteja na faixa de valores observadas em águas naturais de rios e dentro do limite para classe 2.

Os valores de sódio, cálcio, magnésio, potássio e fósforo corroboram com a CE e sofre influencia da variação da vazão, mostrando salinidade moderada e baixa razão de adsorção de sódio, classificando-se com C2-S1.

É importante desenvolver mais estudos que permitirão conhecer as variações ocorridas na vazão do rio e as alterações da qualidade da água ao longo do tempo, para promover a gestão desses recursos hídricos de forma adequada.

5 Agradecimentos

Ao CNPq e UFCG pelo financiamento do projeto e pela concessão da bolsa.

Ao nosso orientador Professor Manoel Moises F. de Queiroz e a todos os colegas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

6 Referências Bibliográficas

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Washington. ALPHA, 1995.

ANA, Agência Nacional de águas (Brasil). Medição de descarga líquida em grandes rios: manual técnico. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2009.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20ª ed., WASHINGTON, D.C.: APHA, AWWA, WEF, 1998.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

AVILA, V. B. Relação entre o uso e o manejo do solo em uma bacia rural e a contribuição de nitrogênio, fósforo e sedimento a corpos hídricos. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília – Departamento de Eng. Civil e Ambiental, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, p. 10-14, 2005.

AYERS, R. S. A qualidade da água na agricultura. R.S Ayers, D. W. Westcot; tradução de H. R. Gheyi, J.F de Medeiros, F. A. V. Damasceno. Campina Grande, UFPB, 1991.

BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências, 2005.

BUENO, Lara F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M.J. Monitoramento de Variáveis de Qualidade da Água do Horto Ouro Verde - Conchal - SP. Engenharia Agrícola Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, 2005.

CERETTA, M. C. Avaliação dos aspectos da qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do arroio cadena - Município de Santa Maria – RS. (Tese) Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

DERÍSIO, J. C. Introdução ao Controle de Poluição Ambiental. São Paulo: Signus, p. 34-38, 2000.

DONÁDIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia”. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 43-263, 1998.

FERREIRA, M. I. P. Políticas públicas e gerenciamento de recursos hídricos. Campos dos Goytacazes/RJ. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 2, n. 2, 2008.

FRITZSONS, E.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E. RIZZI, N. E. As alterações da qualidade da água do rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 239-248, 2003.

GOLDENFUM, J. A. Pequenas bacias hidrológicas: conceitos básicos. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, p.10-11, 2003.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, PB, v.9, n.3, p.391-399, 2005.

HOLANDA J. S. *et al.* Qualidade da água na irrigação. Fortaleza, INCT Sal, 2010.

LIMA, E. B. N. Modelação Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá. Tese (Doutorado de Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ - Brasil, 2001.

MACHADO, R. E. Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma micro bacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, p. 4-5, 2002.

MARTINS, W. J.; M. M. DA A.; R. L. M. O planeta água. Trabalho apresentado no Centro de Estudos Maçônicos Duque de Caxias. GLMERJ, 2003.

MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos. Rio de Janeiro: ABES, p. 7, 39, 40, 43, 107, 108, 1995.

SANTOS, Irani *et al.* Hidrometria Aplicada. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento - LACTEC, 372p. Curitiba – Paraná, 2001.



9º

ENEDS |

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

SETTI, *et al.* Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), p. 42-43, 2001.

SPERLING, M. V. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2º ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental: UFMG, p. 15 e 141, 1996.