

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA E MONITORAMENTO DA DESCARGA LÍQUIDA DO RIO PIANCÓ

Edilândia Farias Dantas¹; José Wagner A. Garrido² & Manoel Moises F. de Queiroz³

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.

ABSTRACT - The river basin is Piancó the reservoir system Coremas - Mother d'water with capacity to store 1.4 billion m³ of water, which ensures the perpetuation of that tax. The objective of this study was the diagnosis of water quality and monitoring of the discharge liquid Piancó River, the physico-chemical parameters were analyzed, dissolved oxygen (OD), electric conductivity (CE), hydrogen potential (pH), water temperature, total phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium and total solids. It was also analyzed the environmental conditions of the river and its environment in relations the parameters studied. Furthermore, it has been found water quality with respect to the risk of salinity and sodicity with use of irrigation. The result of the physical-chemical analyzes indicated by the OD values that there was some degree of degradation of water quality. The values of sodium, calcium, magnesium, potassium and phosphorus corroborate the influence of CE and suffer flow variation, showing moderate salinity and low sodium adsorption ratio being classified C2-S1. Since the pH varied independently offlow in the range of neutrality.

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

INTRODUÇÃO

A água está se tornando um elemento cada vez mais escasso, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Isso vem acontecendo devido ao crescimento urbano e industrial que apresenta uma demanda crescente de água e aumento da produção de resíduos, ao manejo inadequado na atividade agrícola e pecuária, à falta de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande. Rua Jairo Vieira Feitosa, Bairro dos Pereiros, Pombal, PB. Fone: 8396536996. E-mail: edilandiadantas@hotmail.com

² Graduando em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande. Rua Jairo Vieira Feitosa, Bairro dos Pereiros, Pombal, PB. Fone: 8399293891. E-mail: garrido_wagner@hotmail.com

³ Docente adjunto da Universidade Federal de Campina Grande. Rua Jairo Vieira Feitosa, Bairro dos Pereiros, Pombal, PB. Fone: 8398214625. E-mail: - moises@ccta.ufcg.edu.br

Para Ferreira (2008), o monitoramento da qualidade da água é um dos pilares do gerenciamento das águas, assegurando o acompanhamento das pressões antrópicas, do estado da água e ambientes aquáticos e das respostas dos sistemas de gestão no que diz respeito às decisões efetivadas no controle e na proteção dos recursos hídricos. O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, instituiu uma série de padrões que visam ao controle da poluição, ao monitoramento da qualidade ambiental e à adequação da qualidade aos usos da água (Brasil, 2005).

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).

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

Diante disto, o objetivo do presente trabalho é realizar o diagnóstico da qualidade da água e monitoramento da descarga líquida do Rio Piancó.

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.

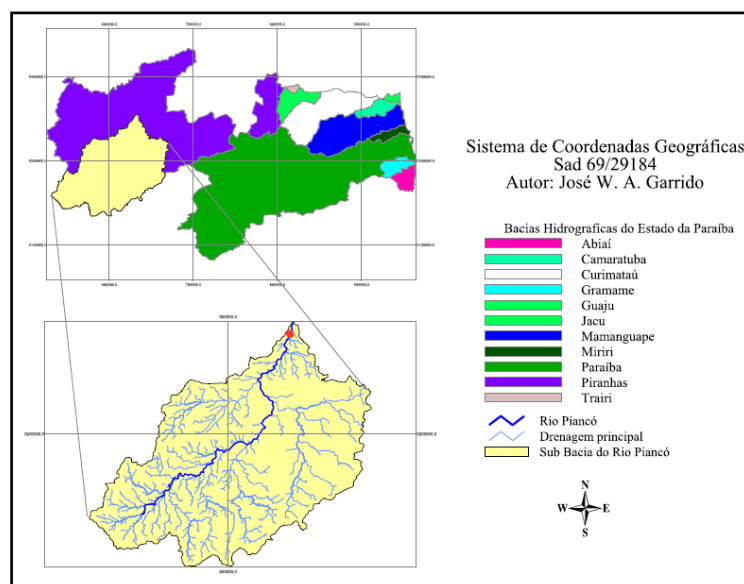


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Piancó

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).

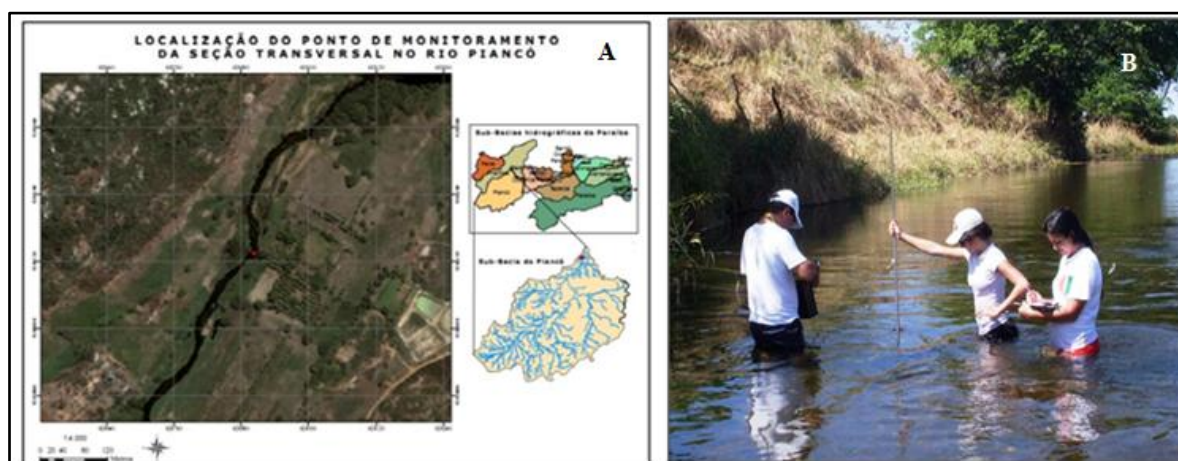


Figura 2 - Localização da secção de controle (A) e secção de controle no rio Piancó (B)

Após a representação da secção transversal do rio, 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 seção 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:

$$V = 0,122 + 0,274 \cdot (N) \quad (1)$$

em que N representa o número de rotações por segundo da hélice, conforme a equação XX mostrada a seguir:

$$N = \frac{U}{t} \quad (2)$$

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

Na medição convencional a área da seção transversal é subdividida 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.

Tabela 1 - Distâncias recomendadas entre as verticais

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

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

Em cada vertical é 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

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

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

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.

$$Q = \sum_1^n q_i \quad (3)$$

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 4.

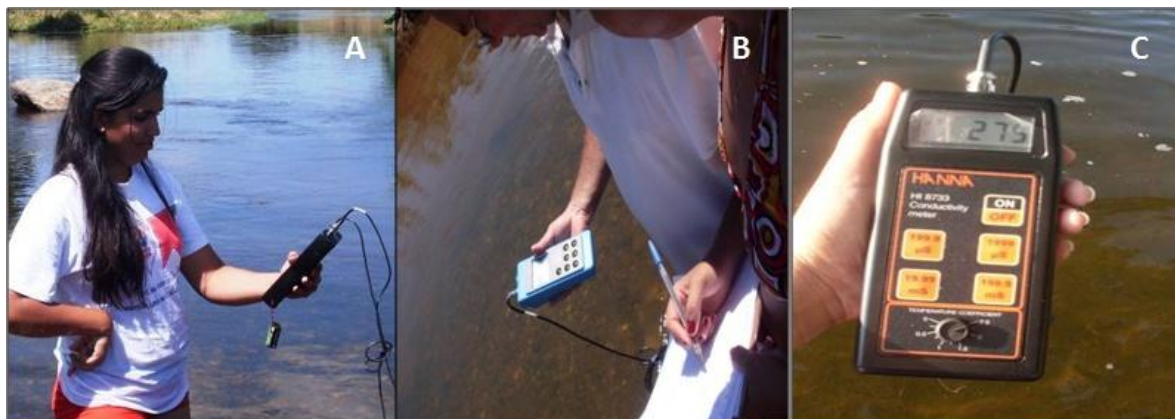


Figura 4 - Determinação dos parâmetros físicos químicos in locu - determinação do P(A), oxigênio dissolvido (B) e condutividade elétrica (C)

Para determinação das concentrações de sódio, magnésio, fósforo, potássio, cálcio e sólidos totais dissolvidos foram coletadas amostras de água na seção de controle através do amostrador DH-49 com medição a VAU (Figura 5). 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 5 - Coleta de amostra de água para análise físico-química

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 rotação, 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). Para as demais campanhas que apresentam a mesma estruturação de dados, serão apresentados apenas os gráficos das batimetrias, conforme apresentados na figura 6. O resultado final da vazão total de cada campanha encontra-se na tabela 4.

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

Verticais	Largura (m)	Profundidade (m)	Nº de Rotação -	Velocidade (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/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
13	1	0	0	0	0	0
MD						
Vazão Total						4,31166

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

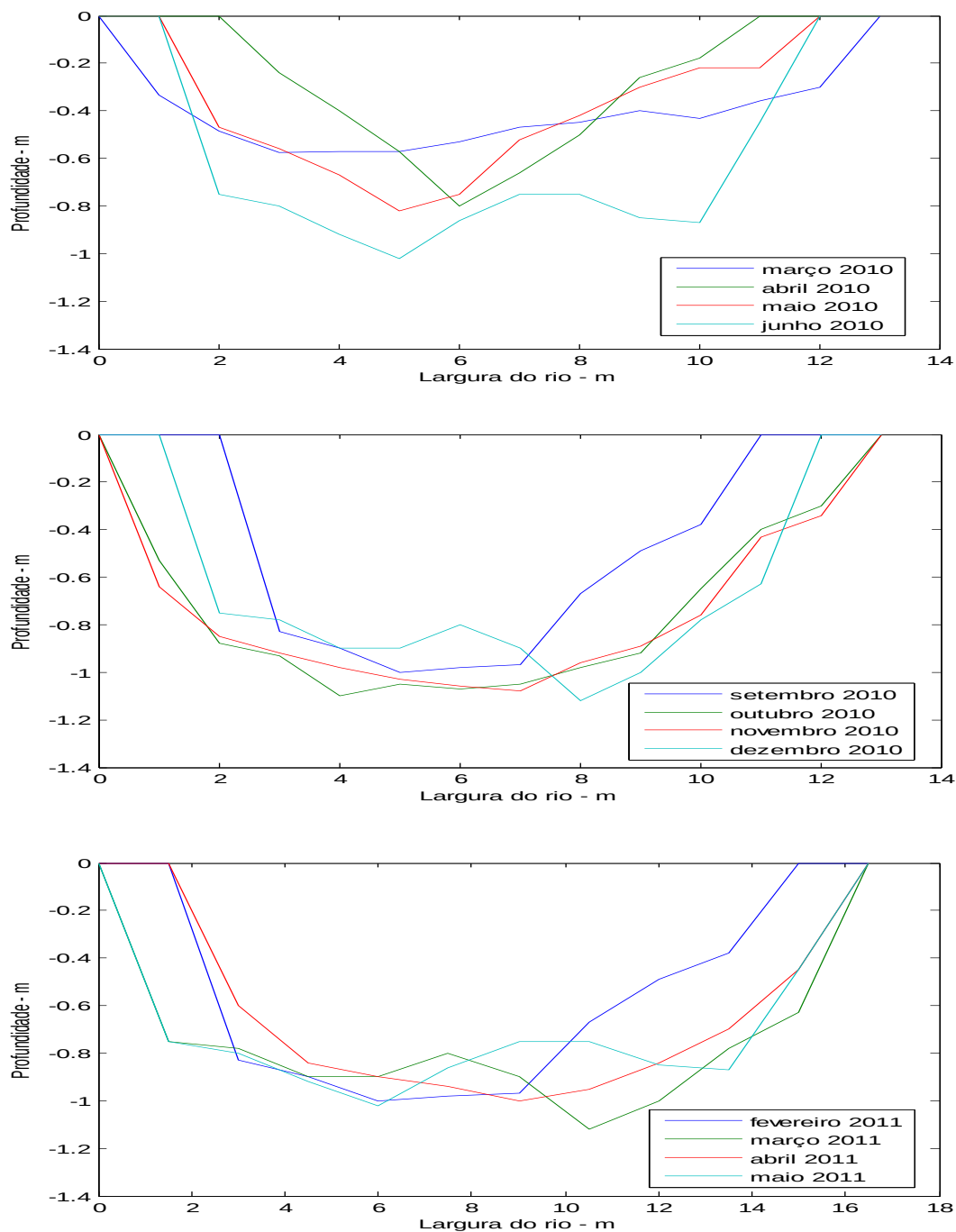


Figura 6 - Batimetria referente às campanhas realizadas entre os meses de março de 2010 a maio de 2011

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.

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	291,000	7,010	32,200	0,001	0,890	0,130	62,000	29,000	107,800	0,021
Abril	2,290	7,790	292,000	7,150	33,400	0,001	0,800	0,140	60,000	28,000	107,200	0,019
Maiο	2,970	7,590	292,000	6,370	33,500	0,002	1,400	0,160	70,000	30,000	106,900	0,031
Junho	2,630	7,690	292,000	6,760	33,450	0,002	1,100	0,150	65,000	29,000	107,050	0,025
Julho	5,490	7,810	290,000	7,300	27,800	0,000	0,730	0,086	50,000	30,000	108,200	0,018
Setembro	1,852	7,800	288,000	6,370	27,700	0,000	1,030	0,110	40,000	30,000	107,600	0,028
Outubro	5,802	8,340	284,000	6,950	32,400	0,000	0,930	0,080	25,000	50,000	244,600	0,026
Novembro	4,614	7,980	286,000	6,760	29,800	0,000	0,980	0,090	30,000	40,000	151,600	0,028
Dezembro	4,090	7,890	292,000	6,870	28,700	0,000	1,010	0,087	40,000	35,000	167,300	0,027
Fevereiro	12,886	7,830	296,000	6,820	33,700	0,000	1,180	0,093	47,500	40,000	100,100	0,029
Março	10,902	7,540	263,000	8,280	31,000	0,023	0,740	0,060	40,000	35,000	128,300	0,020
Abril	14,971	7,700	257,000	5,500	31,800	0,019	0,700	0,050	40,000	35,000	122,100	0,019
Maiο	13,104	7,820	286,00	7,580	30,700	0,021	0,880	0,053	35,000	40,000	111,400	0,024
Junho	11,356	7,53	276,00	6,980	28,600	0,013	0,840	0,09	46,000	38,000	118,600	0,021
Média	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.

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. As Figuras 7 e 8 apresentam a relação entre pH e vazão e entre CE e vazão.

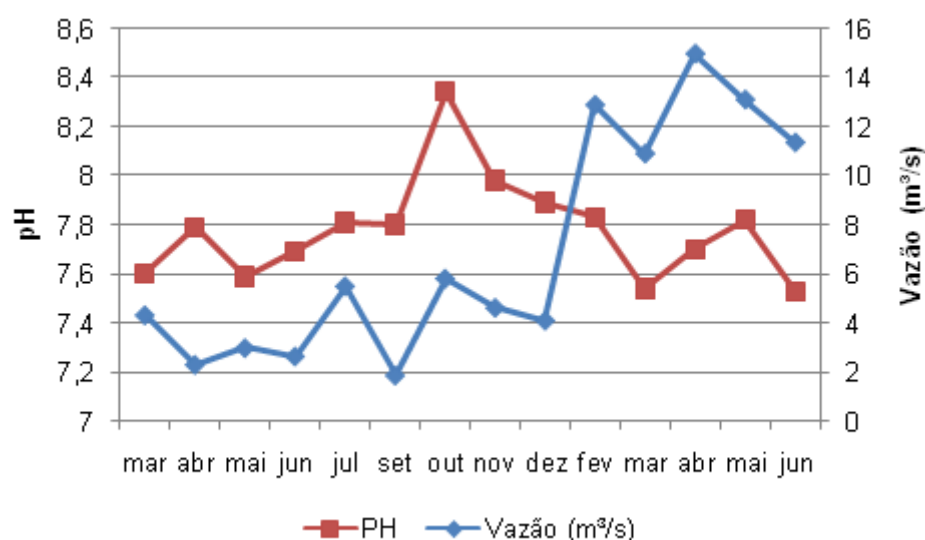


Figura 7 - Relação entre pH e a vazão

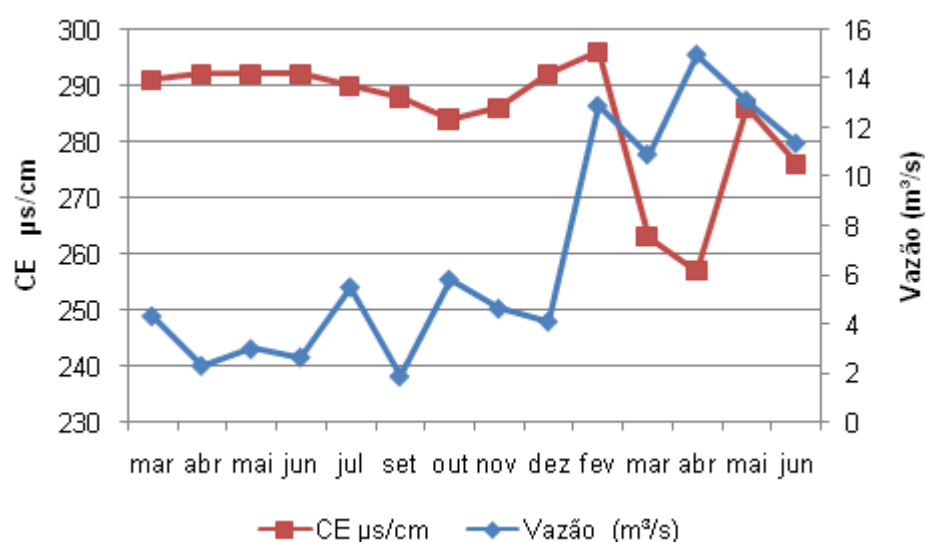


Figura 8 - Relação entre CE e a vazão

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 na (Figura 8) indicam valores de condutividade elétrica, entre 257 e 296 $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$, 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 através do gráfico da (Figura 9) 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.

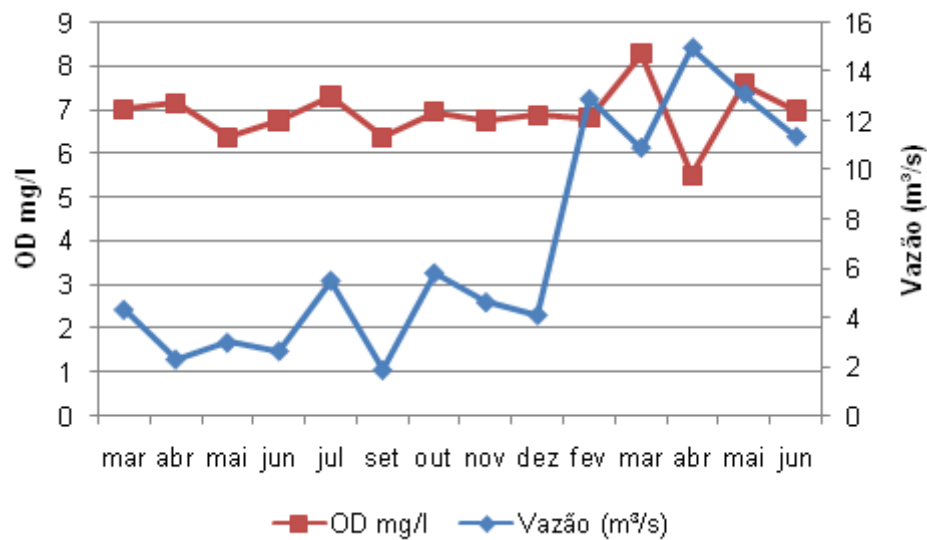


Figura 9 - Relação entre OD e vazão

A figura 10 apresenta a variação da 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.

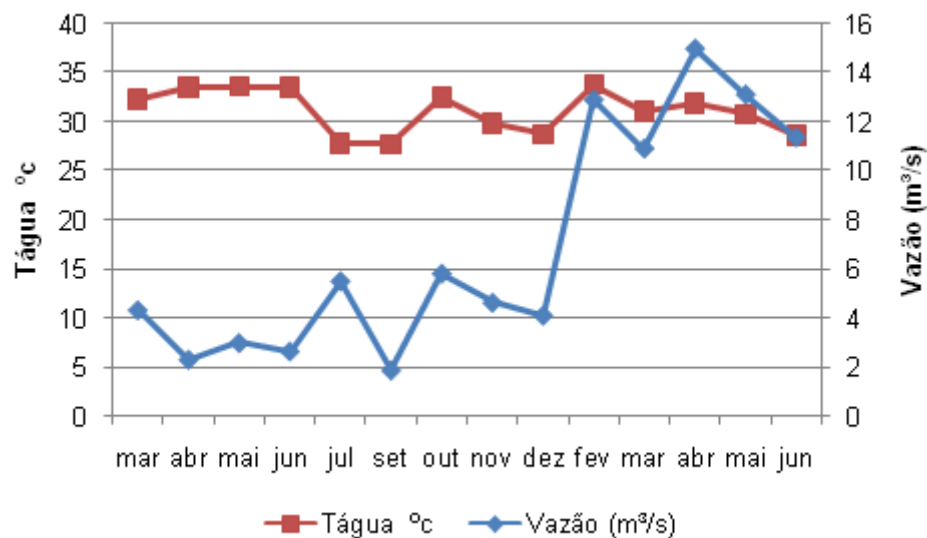


Figura 10 - Relação entre temperatura da água e a vazão

O parâmetro fósforo total, representado na figura 11, 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 nº 357 para rios de classe 2, que é de 0,1 mg L⁻¹.

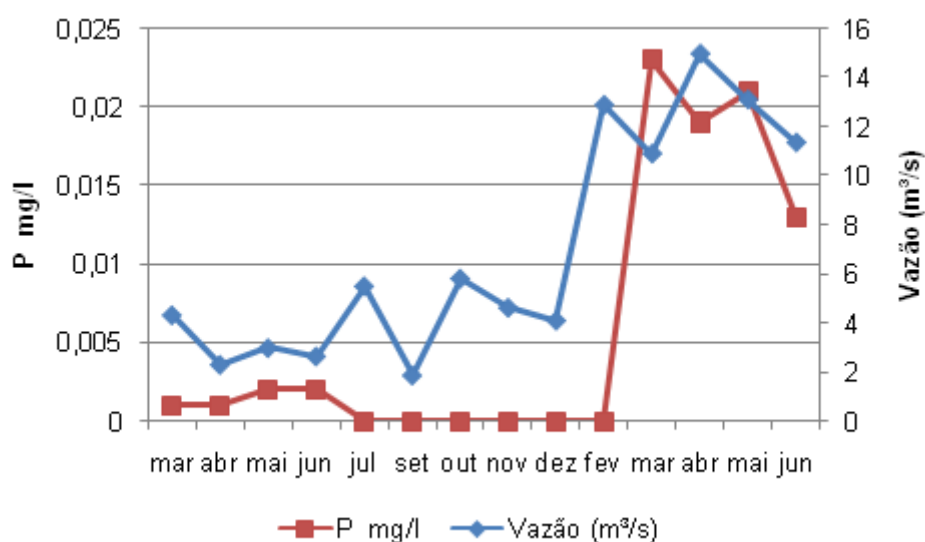


Figura 11 - Relação entre a concentração de fósforo e a vazão

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.

A figura 12 mostra a variação da concentração de sódio em relação a variação da vazão, em que se observa uma influencia inversa da vazão na concentração de sódio. Com valores variando entre 0,7 e 1,4 mg/l.

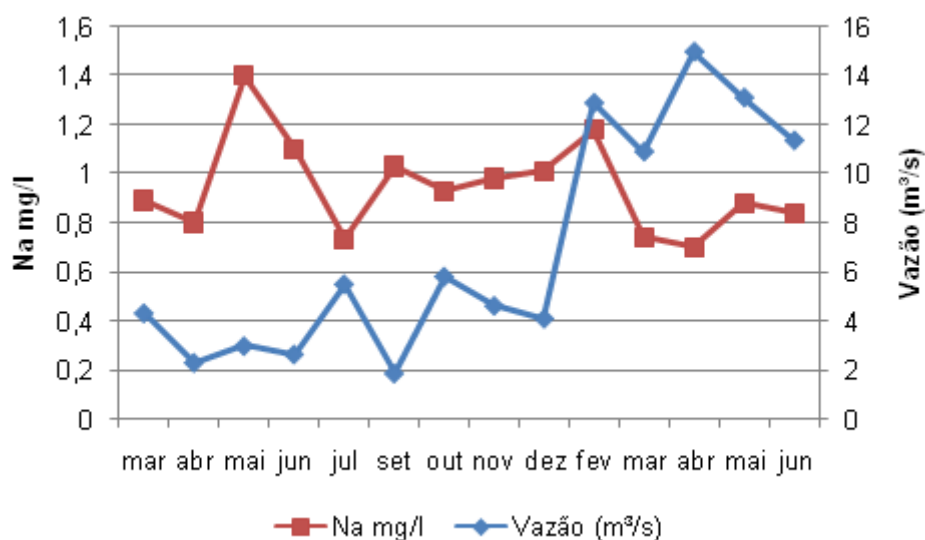


Figura 12 - Relação entre concentração de sódio e a vazão

Já na figura 13 mostra a variação da concentração de potássio em relação a variação da vazão, em que se observa uma influencia inversa da vazão na concentração de potássio. om valores variando entre 0,05 e 0,160 mg/L.

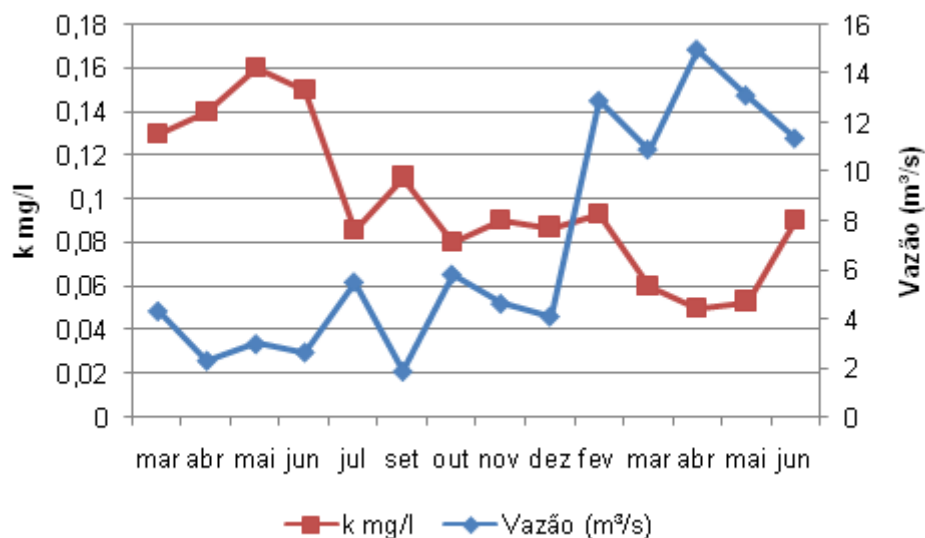


Figura 13 - Relação entre concentração de potássio e a vazão

A figura 14 mostra a concentração de cálcio em relação a variação da vazão, em que a concentração de cálcio segue a variação da vazão, com valores variando entre 28 e 50 mg/l.

A figura 15 apresenta a variação da concentração de magnésio em relação a vazão, mostrando-se que a mesma é afetada de forma inversa pela vazão.

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.

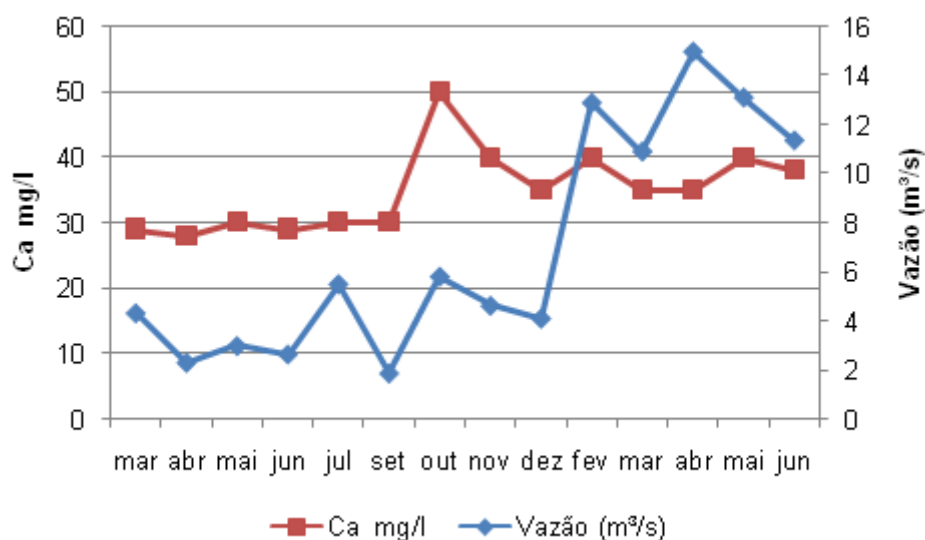


Figura 14 - Relação entre concentração de cálcio e a vazão

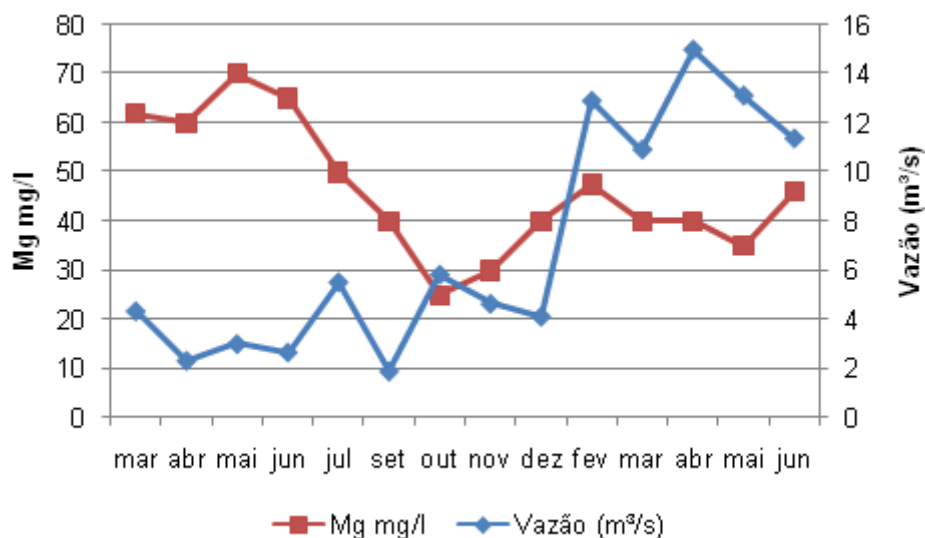


Figura 15 - Relação entre concentração de magnésio e vazão

A figura 16 mostra 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.

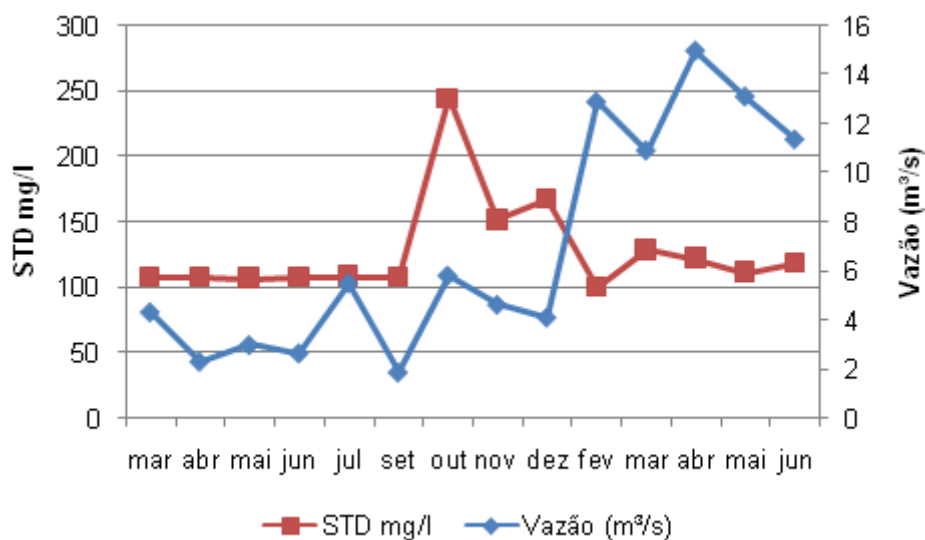


Figura 16 - Relação entre sólidos totais e vazão

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, os parâmetros dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

CONCLUSÃO

Houve uma variação de vazão entre o sistema de reservatórios Coremas - Mãe D'Água até a área de secção de controle, mostrando que existem 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.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e UFCEG 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.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (1995). *“Standard methods for the examination of water and wastewater”*. 19th ed. Washington. ALPHA.

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

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

AVILA, V. B. (2005). “*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, 10-14 p.

AYERS, R. S. (1991). “*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.

BRASIL. (1997). “*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. (2005). “*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.

CERETTA, M. C. (2004). “*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.

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

DONÁDIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. (2005). “*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.

EMBRAPA. (1999). “*Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*”. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro, Embrapa Solos.

ESTEVEES, F. A. (1998). *“Fundamentos de limnologia”*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 43-263.

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

FRITZSONS, E.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E. RIZZI, N. E. (2003). *“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.

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

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIST, S. L. (2005). *“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.

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

MACHADO, R. E. (2002). *“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.

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

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

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

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

