



Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA
Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental – UACTA

Edilândia Farias Dantas

ESTUDO DA QUANTIDADE E DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIANCÓ

Pombal-PB
2012

Edilândia Farias Dantas

**ESTUDO DA QUANTIDADE E DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO
PIANCÓ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Ambiental do CCTA/UFCG, como um dos requisitos para obtenção dos créditos da disciplina Trabalho de Conclusão do curso.

Prof.^o Orientador: Dr. Manoel Moises Ferreira de Queiroz.

**Pombal-PB
2012**

Edilândia Farias Dantas

ESTUDO DA QUANTIDADE E DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIANCÓ

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Ambiental do CCTA/UFCG, como um dos requisitos para obtenção dos créditos da disciplina Trabalho de Conclusão do curso.

Aprovado em 10 de maio de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o Manoel Moises Ferreira de Queiroz
Universidade Federal de Campina Grande (Orientador)

Prof^a Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira
Universidade Federal de Campina Grande (Examinador interno)

Prof^o Erivaldo Alves Ferreira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (Examinador externo)

A minha família, por se fazer sempre presente em minha vida, e pela atenção dada nos momentos mais difíceis. Obrigada a todos, eu amo todos vocês.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, pelo dom da vida, da sabedoria, e acima de tudo o dom do amor.

Aos meus pais, Edson e Maria Salustiano, pela confiança e incentivo em meus estudos, pelos ensinamentos e exemplos de vida e pelo amor incondicional e recíproco.

Ao meu irmão, Edson Júnior, pelos conselhos e compartilhamentos dos momentos difíceis e felizes que passamos juntos.

Ao orientador professor Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz, pela orientação, pela amizade, pelo carinho e pela atenção que sempre pode me dar.

Aos professores, pela sabedoria e aprendizado.

Aos colegas que fiz na UFCG campus de Pombal, em especial meus colegas da turma de 2007.2 do curso da engenharia ambiental.

A Jussê de Sousa Dantas, pelo amor, carinho e dedicação.

Aos amigos pela torcida e companheirismo.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 01 - Mapa da bacia do rio Piancó.....	11
Fig. 02 - Localização da secção de controle (A) e Secção de controle no rio Piancó (B).....	12
Fig. 03 - Determinação da vazão.....	13
Fig.04 - Determinação dos parâmetros físico químico <i>in locu</i> . A) Determinação do PH. B) determinação da Condutividade elétrica. C) determinação do Oxigênio Dissolvido.....	14
Fig. 05 - Coleta de amostra de água para análise físico-química.....	15
Fig. 06 - Gráfico de batimetria referente às campanhas realizadas entre os meses de março de 2010 à junho de 2011.....	17
Fig. 07 – Relação entre pH e a vazão....	19
Fig. 08 – Relação entre CE e a vazão.....	19
Fig. 09 – Relação entre OD e vazão.....	20
Fig. 10 – Relação entre temperatura da água e vazão.....	21
Fig.11 – Relação entre a concentração do fósforo e a vazão.....	21
Fig. 12 – Relação entre concentração de sódio e a vazão.....	22
Fig. 13 – Relação entre concentração de potássio e a vazão.....	23
Fig. 14 – Relação entre concentração de cálcio e a vazão	24
Fig. 15 – Relação entre concentração de magnésio e a vazão.....	24
Fig. 14 – Relação entre concentração de sólidos totais e a vazão	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Valores de largura, profundidade, nº de pulsos, velocidade, área e vazão referente à campanha de medição realizada em 24 de março de 2010.....	16
Tabela 02 - Medição de vazão líquida, medição dos parâmetros físicos químico <i>in locu</i> e da determinação dos parâmetros físico químicos em laboratório.....	18

SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUÇÃO.....	01
OBJETIVOS	03
REFERENCIAL TEÓRICO	04
METODOLOGIA.....	11
MEDIÇÃO DA DESCARGA LÍQUIDA.....	13
MEDIÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS <i>IN LOCU</i>	14
DETERMINAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS EM LABORATÓRIO.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	27

RESUMO

A bacia do rio Piranhas-Açu, inserida em território dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, é constituída por sete sub-bacias: Piancó, Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Espinharas, Seridó e Baixo Piranhas. As três primeiras sub-bacias estão totalmente inseridas no semiárido paraibano. 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 monitorar a vazão e os parâmetros físico-químicos da água: oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), potencial hidrogênionico (pH), temperatura da água, fósforo total, potássio, cálcio, magnésio, sódio e sólidos totais. Analisou-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, semiárido

ABSTRACT

The river basin Piranhas-Açu, inserted in the territory of the states of Rio Grande do Norte and Paraíba, consists of seven sub-basins: Piancó, Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Espinharas, Seridó and Baixo Piranhas. The first three sub-basins are fully inserted in the semiarid region of Paraíba. The river basin is the Piancó reservation system Coremas Mother's water with capacity to store 1.4 billion m³ of water, which ensures the perpetuation of that tax. The objective of this study was monitored flow and physico-chemical parameters of water: dissolved oxygen, conductivity, 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 relation to 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 of flow in the range of neutrality.

Key words: Water quality, water meters, semi-arid.

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.

Neste sentido, o planejamento e gestão de bacias hidrográficas estão enfocando cada vez mais nas pesquisas técnico-científicas. O monitoramento ambiental, em bacias hidrográficas, procura caracterizar aspectos relevantes que permitam diagnosticar as mudanças que ocorrem no uso e ocupação do solo, tornando possível avaliar os efeitos das atividades humanas exercidas nas bacias hidrográficas sobre os ecossistemas. Por isso, é relevante monitorar variáveis ambientais que sejam sensíveis às mudanças que possam vir a ocorrer.

O conhecimento sobre a qualidade da água dos corpos hídricos de uma bacia é de extrema importância, uma vez que a partir dessas informações é possível inferir sobre as condições ambientais da bacia hidrográfica como um todo.

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. Os regimes hidrológicos desses rios sofrem fortes influências das condições climáticas do semi-árido. Notadamente, no curto período chuvoso, ocorrido anualmente, onde as variações de vazões e da qualidade da água, são decorrentes dos volumes de água superficiais, associadas às formas de uso do solo, às características fisiográficas das bacias e ao tipo de cobertura vegetal predominante da caatinga.

A referida bacia 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, permite ao rio Piancó receber as águas servidas (domésticas e agroindustriais) e possibilita o desenvolvimento de atividades agrícolas e pecuárias. Tudo isto compromete a qualidade de sua água ao longo do tempo. Desta forma é imperial desenvolver 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.

OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo investigar o comportamento hidrológico, qualitativo e quantitativo do rio Piancó no período de março de 2010 a junho de 2011, nos períodos chuvosos e de estiagem.

OBJETIVO ESPECIFICO

Monitorar a vazão líquida no período de março de 2010 a junho de 2011.

Monitorar a qualidade da água no período de março de 2010 a junho de 2011.

Avaliar as condições ambientais do rio.

Verificar o enquadramento do rio em relação aos parâmetros estudados.

Verificar a qualidade da água com relação ao risco de salinidade e sodicidade com uso da irrigação.

REFERENCIAL TEORICO

1) BACIA HIDROGRAFICA

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).

TONELLO (2005) conceituou bacia hidrográfica como sendo “área de captação natural da água da precipitação, drenando essa água por ravinas, canais e tributários, para um curso d’água principal, tendo uma única saída, desaguardo em um curso d’água maior, lago ou oceano. O autor afirmou, ainda, que bacia hidrográfica é a área definida topograficamente, delimitada pelos divisores de água (linhas que unem os pontos de cotas mais elevadas), drenada por um curso d’água ou por um sistema conectado de cursos d’água, tal que toda vazão efluente seja descarregada por uma simples saída.

A bacia hidrográfica deve ser considerada como uma unidade ideal quando se deseja a preservação dos recursos hídricos, já que as atividades desenvolvidas no seu interior têm influência sobre a quantidade e qualidade da água. Ela constitui-se na mais adequada unidade de planejamento para o uso e exploração dos recursos naturais, fato este reafirmado no texto da lei 9433 de 1997 (BRASIL, 1997) que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área. Assim, o disciplinamento do uso e ocupação dos solos da bacia hidrográfica é o meio mais eficiente de controle dos recursos hídricos que a integram (TONELLO, 2005).

2) MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

No que diz respeito ao monitoramento hidrológico de pequenas bacias, Goldenfum (2003), destaca que o planejamento das observações a serem efetuadas em bacia hidrológica depende dos objetivos da pesquisa e das condições naturais da região. O autor ressalta ainda, que, no Brasil existe grande carência de dados hidrológicos de pequenas bacias, há poucos postos em bacias menores que 500 Km². Não obstante, o monitoramento da quantidade e qualidade da água de pequenas bacias reveste-se de fundamental importância para a complementação da rede de informações hidrológicas, além de sua natural vocação para o estudo do funcionamento dos processos físicos, químicos e biológicos atuantes no ciclo hidrológicos.

2.1) Monitoramento quantitativo da água na bacia hidrográfica

O monitoramento quantitativa da água em uma bacia comumente 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).

ANA (2009) considera que as curvas-chaves ajustadas para as seções monitoradas nos rios são de grande importância, pois fornecem informações utilizadas constantemente na elaboração de estudos hidrológicos que orientam diversos processos de tomada de decisão, entre eles, análises de processos de outorga, definições sobre medidas estruturais e não estruturais sobre eventos críticos (cheias ou estiagens), projetos de abastecimento público e lançamento de efluentes domésticos e industriais, etc. Destaca-se que quanto maior a precisão durante a medição de descarga líquida (vazão), melhor será o processo de tomada de decisão na área de recursos hídricos e saneamento ambiental.

O método acústico tem sido empregado com frequência, nos últimos anos, por entidades operadoras de redes de monitoramento hidrológico, universidades, centros de pesquisa, empresas privadas, e estão sendo alcançados bons resultados.

Entretanto, o método convencional ainda é o mais utilizado nas medições de descarga líquida. Contudo, a medição convencional utilizando o molinete hidrométrico é universalmente utilizada para a determinação da vazão em cursos de água naturais e artificiais (canais) e consiste em determinar a área da seção e a velocidade média do fluxo que passa na seção.

2.2) Monitoramento qualitativo da água na bacia hidrográfica

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).

De acordo com SETTI (2001), durante o ciclo hidrológico, a água sofre mudanças em sua qualidade, sendo que elas ocorrem nas condições naturais, em razão das inter-relações dos componentes do sistema de meio ambiente e quando os recursos hídricos são influenciados devido ao uso para suprimento das demandas dos núcleos urbanos, das indústrias, da agricultura e das alterações do solo urbano e rural. PELCZAR (1996) confirmou essa questão, quando cita que “embora uma gota de água possa parecer simples, ela é realmente muito complexa, pois muitas vezes contém compostos químicos e microrganismos de muitas espécies”.

As características físicas, químicas e biológicas da água estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico em sua bacia de drenagem. A caracterização da qualidade da água é feita através da determinação de diversos parâmetros que além de indicadores de qualidade, estabelecem valores limites que devem ser conhecidos e monitorados.

Potencial hidrogeniônico (pH)

Conforme SPERLING (1996), a denominação pH, refere-se ao potencial hidrogeniônico, que representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , que fornece uma indicação de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH varia de 0 a 14.

Para MACÊDO (2001), o conhecimento do potencial hidrogênio iônico de uma água permite o monitoramento do poder de corrosão, da quantidade de reagentes necessário à coagulação, do crescimento de microrganismos, do processo de desinfecção, que tem a finalidade de reduzir o nível dos microrganismos e se a água em relação ao pH se enquadra dentro das legislações pertinentes.

Pode-se considerar o pH como uma das mais importantes variáveis ambientais e, também como uma das mais difíceis de interpretar. Essa difícil interpretação se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo.

Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica da água é determinada por American (1995), citado por MACÊDO (2000), como a “presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions”. O autor complementou afirmando, que a condutividade pode também ser definida como a capacidade da água transmitir a corrente elétrica. A unidade de medida utilizada é o micromhos cm^{-1} que corresponde ao microsiemens cm^{-1} (SI) a uma determinada temperatura em graus Celsius.

ESTEVES (1998) definiu a condutividade elétrica de uma solução como sendo a capacidade desta conduzir a corrente elétrica e, que é função da concentração dos íons presentes. O autor afirmou que a composição iônica dos corpos d'água pode variar devido a diversos fatores, como: a geologia da área de drenagem dos efluentes, geologia da bacia de acumulação do lago, regime de chuvas e a influência antrópica à qual estes são submetidos.

Oxigênio dissolvido (OD)

De todos os gases dissolvidos na água, o oxigênio, é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. A atmosfera e a fotossíntese são as principais fontes de oxigênio para a água, por outro lado, as perdas são o consumo pela decomposição de matéria orgânica,

perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos (ESTEVES, 1998).

Segundo MACÊDO (2000) o oxigênio dissolvido indica o grau de arejamento da água e sua presença é de vital importância para os seres aquáticos aeróbios, variando, principalmente, com a temperatura e com a altitude e, quanto maior for sua concentração, melhor será a qualidade da água.

MOTA (1995) explicou que o teor de oxigênio dissolvido é um indicador de condições de poluição por matéria orgânica. Assim, uma água não poluída (por matéria orgânica) deve estar saturada de oxigênio. O autor afirma ainda, que baixos teores podem indicar que ocorreu uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água.

Temperatura da água

A temperatura pode ser definida como a medição da intensidade de calor. Sua origem natural é devido à transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo). É um parâmetro que pode ser utilizado para caracterização de corpos d'água, sendo analisada em conjunto com outros parâmetros, tais como oxigênio dissolvido (SPERLING, 1996).

Fósforo

Segundo ESTEVES (1998), o fósforo também pode ser considerado o maior limitante da produtividade das águas continentais e o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas.

Os fosfatos presentes em ecossistemas aquáticos continentais têm origem de fontes naturais e artificiais. Dentre as naturais, SPERLING (1996) indicou a dissolução de compostos do solo e a decomposição da matéria orgânica; como fontes artificiais, o autor exemplifica os despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes.

O fósforo é o elemento essencial no desenvolvimento de algas e para o crescimento das bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Quando em excesso, pode levar a um processo de eutrofização do corpo d'água (MACÊDO, 2000). Em geral, o fósforo é o principal causador da eutrofização.

SPERLING (1996) mostrou que os seguintes valores de fósforo total podem ser usados como indicativos aproximados do estado de eutrofização de lagos:

$P < 0,01$ a $0,02 \text{ mg L}^{-1}$: não eutrófico;

P entre $0,01$ a $0,02 \text{ mg L}^{-1}$: estágio intermediário;

$P > 0,05 \text{ mg L}^{-1}$: eutrófico.

Sódio

A toxicidade do sódio é mais difícil de diagnosticar que a do cloreto, porém tem sido identificada claramente como resultado de alta proporção de sódio na água (alto teor de sódio ou RAS). Em contraste com os sintomas de toxicidade do cloreto, o qual se inicia no ápice das folhas, os sintomas típicos do sódio aparecem em forma de queimaduras ou necroses ao longo das bordas. As concentrações de sódio nas folhas alcançam níveis tóxicos depois de vários dias ou semanas. Os em que se intensifica, a necrose espalha-se progressivamente na área internerverual até o centro da folha. (AYERS, R. S. 1991).

Dureza total (Cálcio e Magnésio)

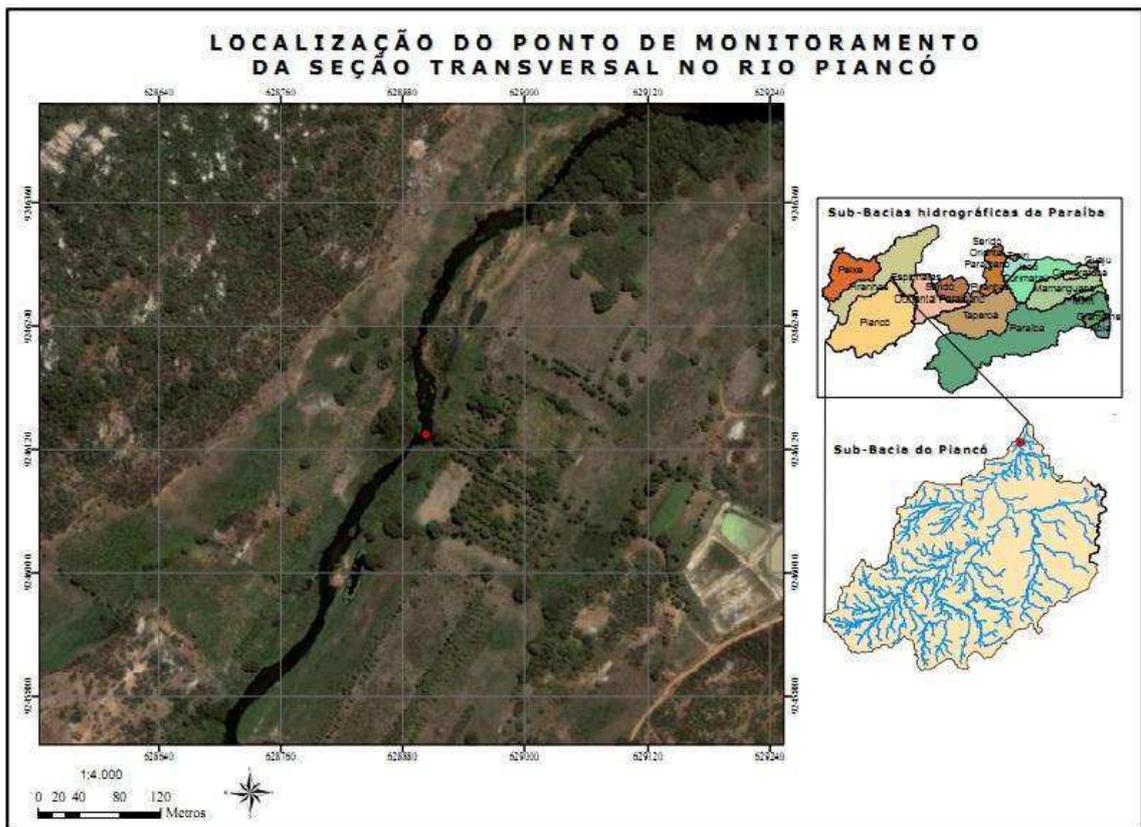
BRAGA (2005) considera que a dureza total resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados; causa sabor desagradável e efeitos laxativos; reduz a formação da espuma do sabão. As águas duras, por causa de condições desfavoráveis e equilíbrio químico, podem incrustar as tubulações de água quente, radiadores de automóveis, hidrômetros, caldeira etc.

Alcalinidade

CERETTA (2004) explica que a água é alcalina quando a mesma possui elevada quantidade de bicarbonatos de cálcio e magnésio, carbonatos ou hidróxidos de sódio, potássio, cálcio e magnésio. A alcalinidade também contribui para a salinidade da água, tendo inclusive influência nos processos de tratamento da água. A alcalinidade em níveis moderados em águas de consumo humano, não possui representatividade sanitária, entretanto, concentrações elevadas, poderão alterar o sabor, tornando-o desagradável (Batalha & Parlato, 1977 apud Souza, 2001).

Sólidos totais

Segundo CERETTA (2004) a quantidade e a natureza dos sólidos nas águas é muito variável, abrangendo valores de 20 a 1.000 mg/L. Quanto à natureza, de maneira geral, são divididos em sólidos suspensos (resíduo não filtrável) e sólidos dissolvidos (resíduo filtrável). Os sólidos totais que representam a soma dos sólidos dissolvidos, mais sólidos suspensos, afetam a dureza da água e aumentam com o grau de poluição. Em águas naturais, os sólidos suspensos estão constituídos por detritos orgânicos, plâncton e sedimentos de erosão. Os efeitos na vida aquática são indiretos, à medida que impedem a penetração de luz, reduzem o OD e induzem ao aquecimento da água.



A)



B)

Figura 2: Localização da secção de controle (A) e Secção de controle no rio Piancó (B).

MEDIÇÃO DA DESCARGA LIQUIDA

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 secção com uso de molinete fluviométrico com contador de pulso no tempo de 40 segundos. Com os valores de número de pulsos (m/s) determinou-se o número de rotação por segundo (n), que corresponde ao número de pulso/pelo tempo de contagem. 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 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 diversas verticais.

$$Q = \sum_1^n qi$$

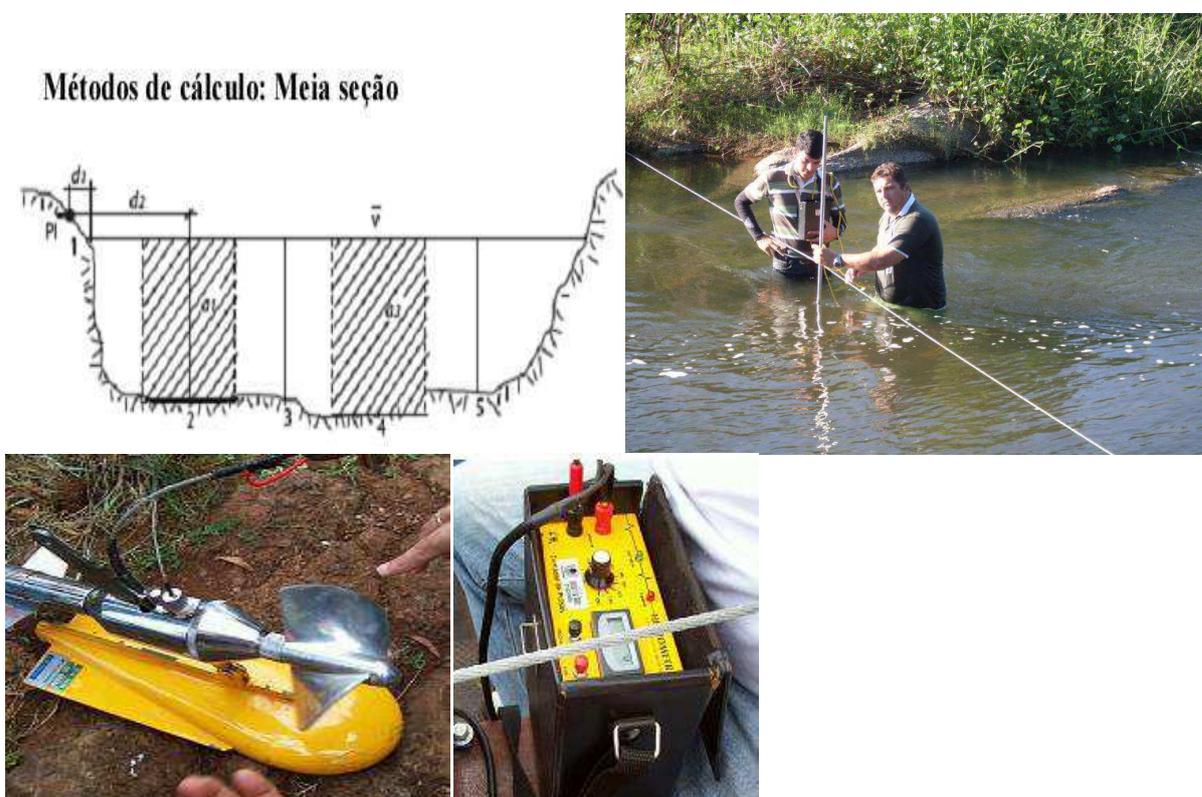


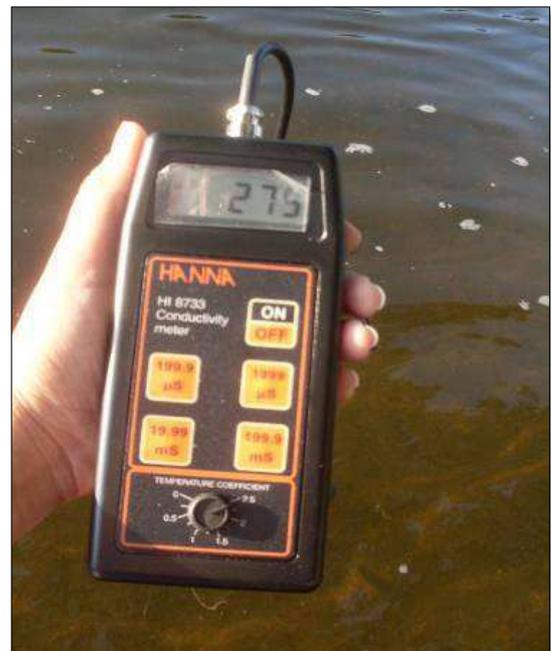
Figura 03: Determinação da vazão.

MEDIÇÃO DOS PARAMETROS FISICO QUIMICOS *IN LOCU*

Para avaliação da qualidade da água foram medidos na secção de controle, *in locu*, os paramentos: 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 04.



A)



B)



Figura 04: Determinação dos parâmetros físico químico *in locu*. A) Determinação do PH. B) determinação da Condutividade elétrica. C) determinação do Oxigênio Dissolvido.

DETERMINAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS EM LABORATÓRIO.

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. 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, AWWA & WEF (1998), e Stand Methods.



Figura 05: Coleta de amostra de água para análise físico-química.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decorrer da pesquisa, foram realizadas 14 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 01 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). Para as demais campanhas que apresentam a mesma estruturação de dados, serão apresentados apenas os gráficos das batimetrias, conforme apresentados na Figura 06. O resultado final da vazão total de cada campanha encontra-se na Tabela 02.

Tabela 01: Valores de largura, profundidade, nº 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
13	1	0	0	0	0	0
MD						
Vazão Total						4,31166

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

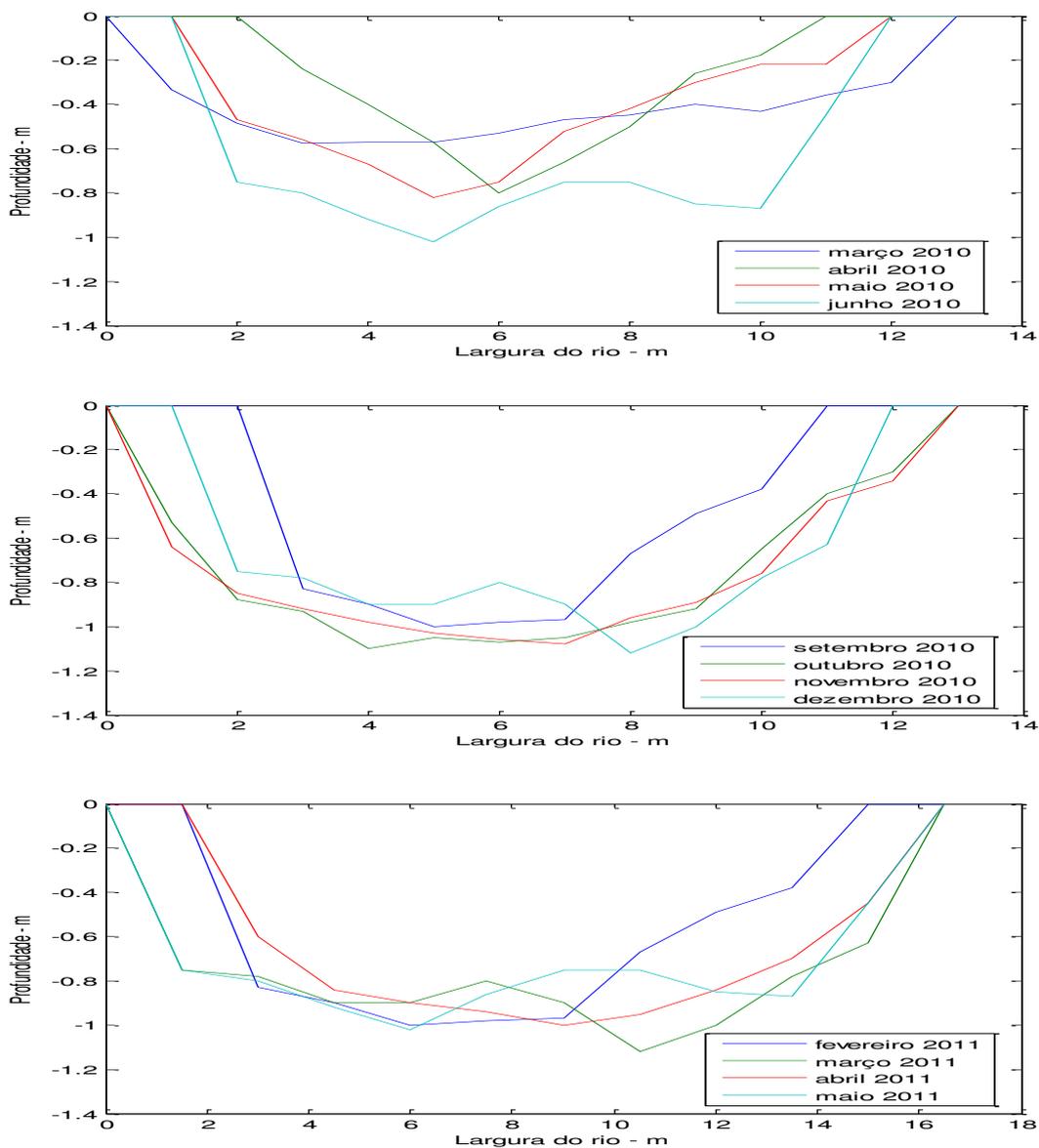


Figura 06: Gráfico de batimetria referente às campanhas realizadas entre os meses de março de 2010 à junho de 2011.

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 02.

Tabela 02: Medição de vazão líquida, medição dos parâmetros físicos químico *in locu* e da determinação dos parâmetros físico químicos em laboratório.

Período	Vazão		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
	m ³ /s	PH										
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
Mai	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
Mai	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
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. 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.

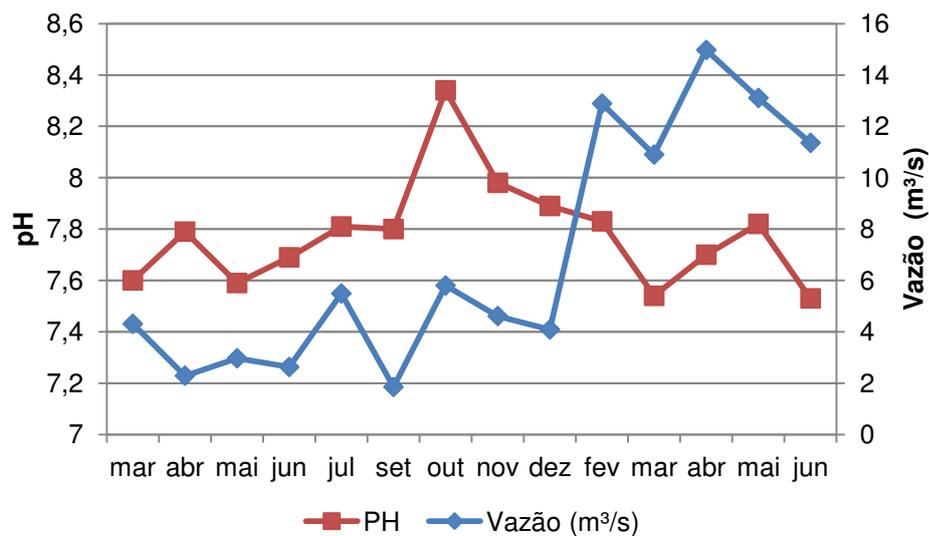


Figura 07: Relação entre pH e a vazão.

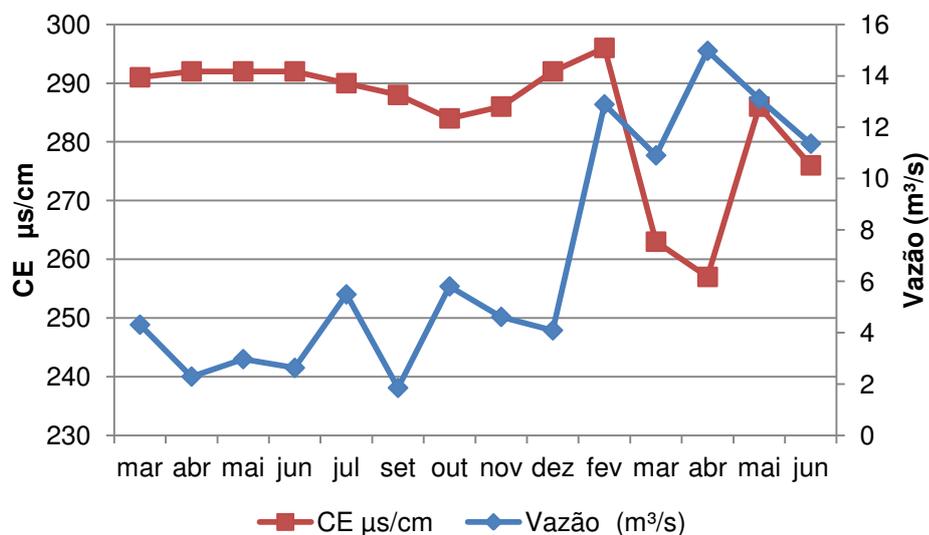


Figura 08: Relação entre CE e a vazão.

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 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, pouca variação. A Resolução CONAMA nº 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 8,23 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.

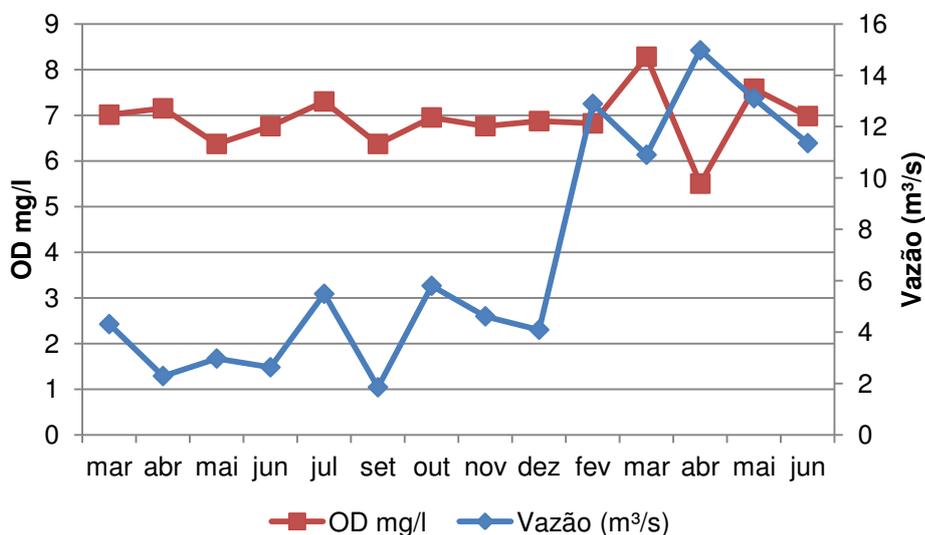


Figura 09: Relação entre OD e vazão.

A Figura 10 apresenta a Variação do temperatura da água em relação a variação da vazão. Observando as temperaturas da água registradas durante as campanhas (mínima de $27,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e máxima de $33,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Tabela1), percebeu-se essa relação encontrada Poe Esteves (1998), pois o oxigênio dissolvido encontrou-se em maior concentração quando a água apresentou temperaturas baixas.

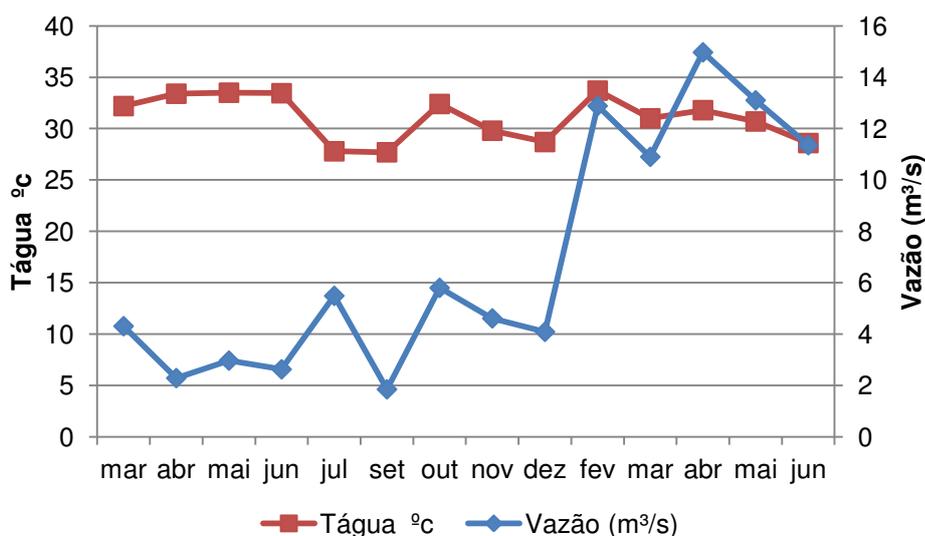


Figura10: Relação entre temperatura da água e a vazão.

O parâmetro fósforo total, representado na Figura 11, apresentou valor mínimo e máximo igual a $0,001$ e $0,0023 \text{ mg L}^{-1}$, 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 $0,1 \text{ mg L}^{-1}$.

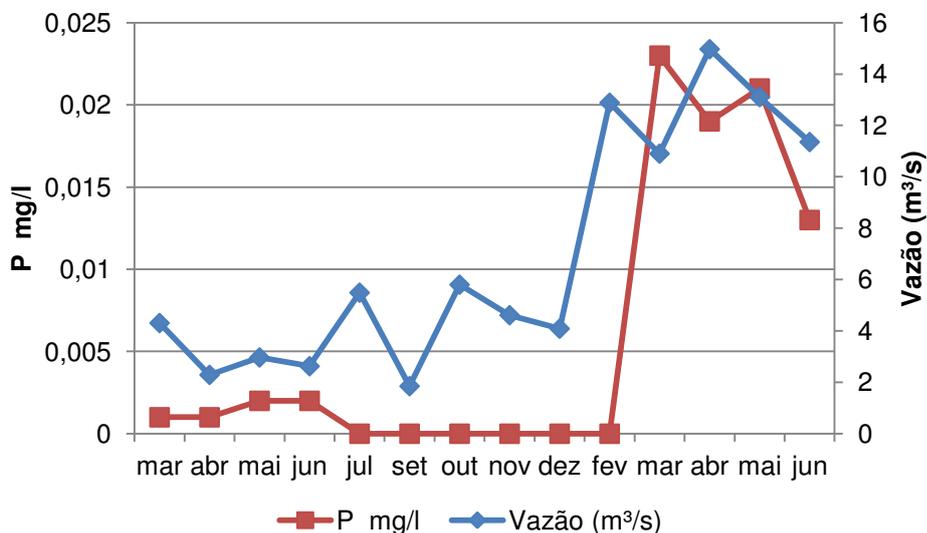


Figura11: Relação entre a concentração de fósforo e a vazão.

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 $0,020 \text{ mg L}^{-1}$.

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 $0,73$ e $1,4 \text{ mg/l}$. Já a 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. Com valores variando entre $0,05$ e $1,60 \text{ mg/l}$.

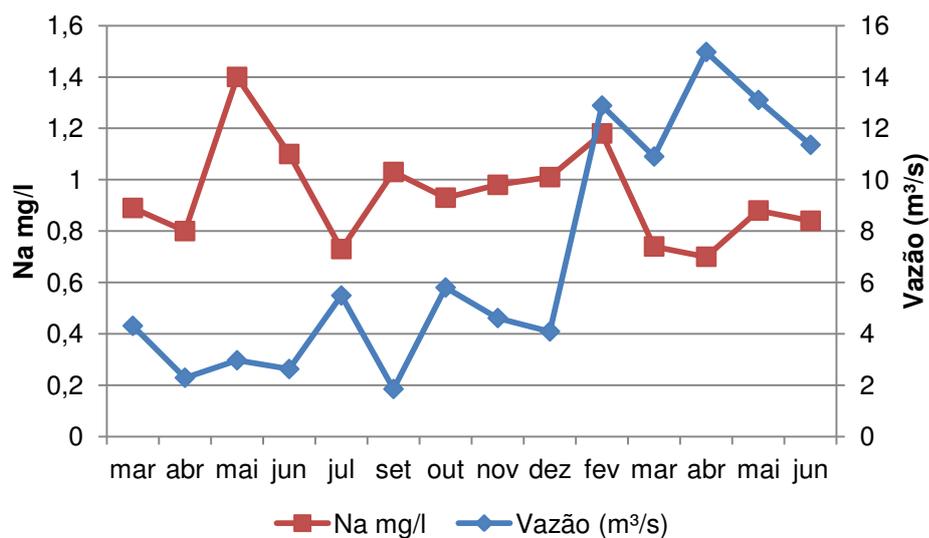


Figura 12: Relação entre concentração de sódio e a vazão.

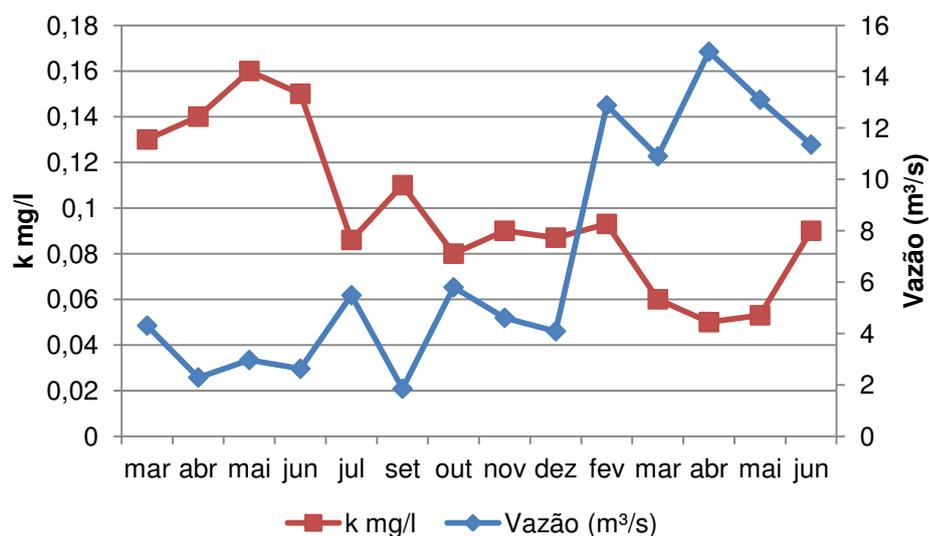


Figura 13: Relação entre concentração de potássio e a vazão.

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. 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.

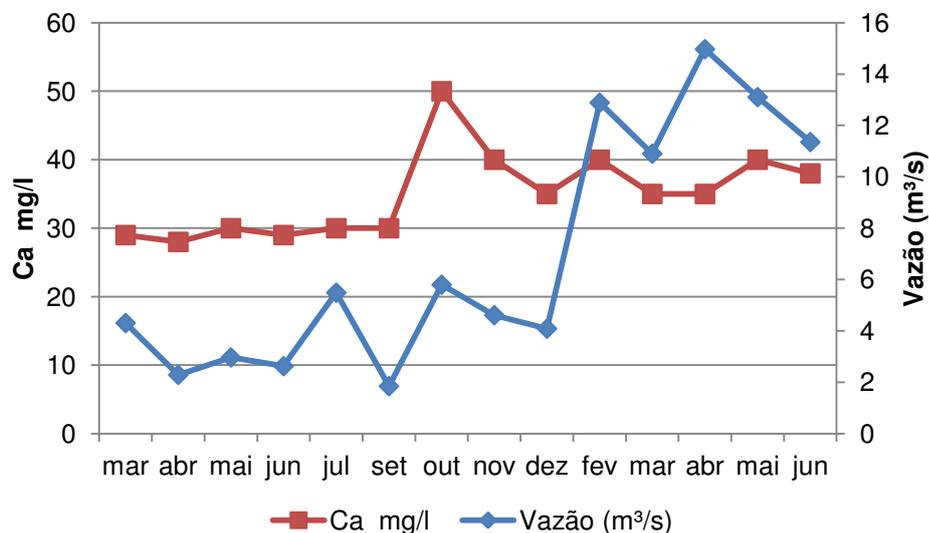


Figura 14: Relação entre concentração de cálcio e a vazão.

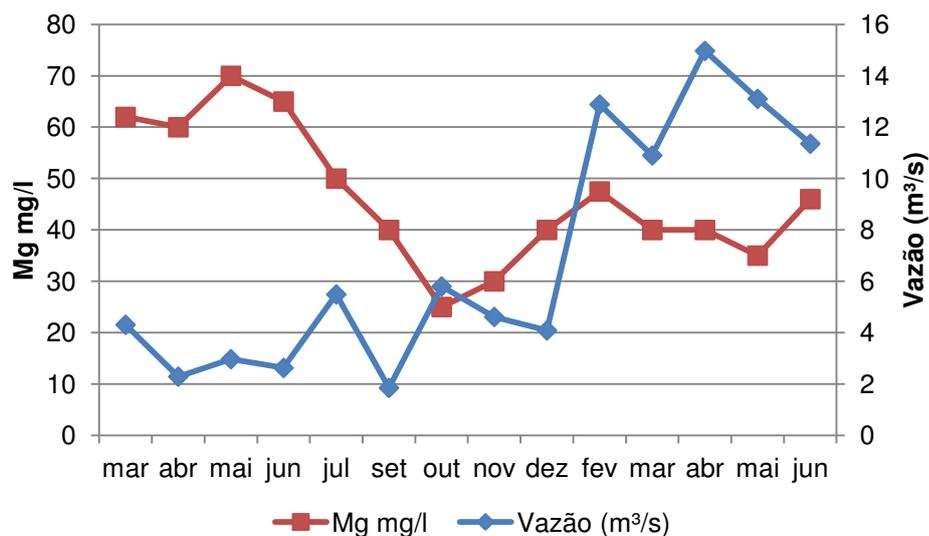


Figura 15: Relação entre concentração de magnésio e vazão

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 167 que indica pouquíssimo aporte de sedimentos ao rio. Isto ocorreu porque as medições realizadas ocorreram em períodos de ausência de chuva na bacia.

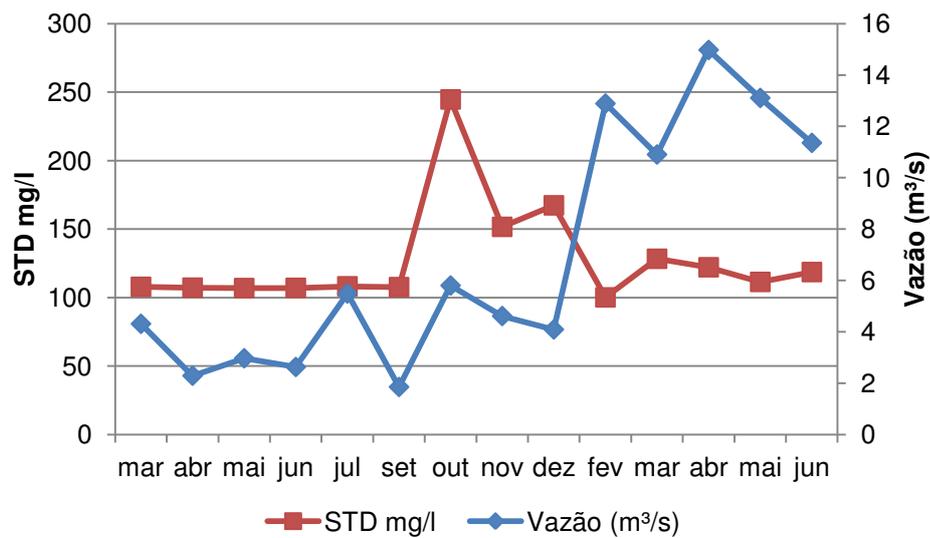


Figura 16: Relação entre sólidos totais e vazão

Os parâmetros analisados mostram que as atividades antrópicas ocorridas não estão afetando a qualidade da água do rio, que se mantém semelhante a do reservatório, decorrente 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

Embora a vazão de regularização seja de 5,0 m³/s observa-se que houve uma variação da mesma entre, 2 e 6 m³/s 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 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.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

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

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

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; SGH, 2009.

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. 2005. 10-14 p.

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.

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.

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

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. São Paulo: Signus, 2000, p. 34, 35, 38.

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, jan./abr. 2005.

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

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

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, jul. / dez. 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. Capítulo 1. Pequenas bacias hidrológicas: conceitos básicos. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2003. p.10 e11.

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. **Qualidade da água na irrigação**. Fortaleza, INCT Sal, 2010.

MACÊDO, J. A. B. Águas e águas. Juiz de Fora-MG: Ortofarma, 2000. p. 30, 34, 48, 49, 34, 52.

MACÊDO, J. A. B. Águas & águas – métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. Juiz de Fora-MG: JORGE MACÊDO, 2001. p. 1 e 66.

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

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

PELCZAR, J. et al. Microbiologia: Conceitos e Aplicações. 2 ed. Vol.II. São Paulo: Makron Books, 1996. p. 337, 352.

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

SPELTING, E. V. Morfologia de lagos e represas. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1999. p. 3, 103.

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

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas**, Guanhães, MG. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.