

# ESTUDO DO APORTE E TRANSPORTE DE NUTRIENTES NO RIO PIRANHAS-PB

*Luara L. Ismael<sup>1</sup>; Thâmara M. I. de Sousa<sup>2</sup>; Manoel Moises F. de Queiroz<sup>3</sup>*

**RESUMO:** O referente trabalho tem por objetivo realizar um estudo sobre o aporte e transporte de nutrientes na bacia hidrográfica rio Piranhas-PB definida a partir da seção de controle localizada junto a ponte da BR 230 sobre o citado rio. Foram realizados monitoramentos quali- quantitativos entre os meses de Março a Junho de 2012, onde a vazão do rio foi determinada pelos métodos da velocidade-área da meia seção e por um medidor acústico de vazão, a determinação dos parâmetros físico-químicos da água se basearam nas recomendações do APHA, AWWA & WEF (1998), e Stand Methods. Após a execução do monitoramento foram feitas inferências com relação às alterações da qualidade da água do rio, no intuito de buscar uma correlação entre estas e os períodos de estiagem e chuvoso, buscando embasamento na Resolução CONAMA N. 357, de 17 de março de 2005 definida para águas de classe 2. Os valores de vazão apresentaram alteração entre as campanhas de medição, influenciando no comportamento dos parâmetros analisados, a análise qualitativa indicou que os valores de Oxigênio Dissolvido e Condutividade Elétrica evidenciaram certo grau de degradação da qualidade da água.

Palavras - Chave: Nutrientes, Degradação, Monitoramento.

**ABSTRACT:** The referent study aims to conduct a study about the contribution and transport of nutrients in the watershed Piranhas-PB set from the control section of the bridge located along the BR 230 on the said river. It was conducted qualitative and quantitative monitoring during the months of March to June 2012, where the river flow was determined by the methods of speed-area middle section and an acoustic flow meter, the determination of physicochemical parameters of water if based on recommendations of the APHA, AWWA & WEF (1998), Stand Methods. After monitoring the implementation of inferences were made regarding changes in quality of river water in order to seek a correlation between these and the periods of dry and rainy seasons, seeking grounding in CONAMA Resolution No. 357, 17 March 2005 set for Class 2 water. The flow values showed changes between the measurement campaigns, influencing the behavior of the parameters analyzed, will qualitative analysis showed that the values of Electrical Conductivity and Dissolved Oxygen showed some degree of degradation of water quality.

**Key - Words:** Nutrients, Degradation, Monitoring.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande. Rua Jairo Vieira Feitosa, Bairro dos Pereiros, Pombal, PB. Fone: 8396397573. E-mail: luara\_ismael@hotmail.com

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande. Rua Jairo Vieira Feitosa, Bairro dos Pereiros, Pombal, PB. Fone: 8399138037. E-mail: thamaraismael@hotmail.com

<sup>1</sup> 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

## 1. INTRODUÇÃO

A água é considerada o principal recurso natural, indispensável à vida dos seres humanos, assim como dos demais seres vivos da Terra devido à grande multiplicidade de seus usos. Há décadas esse recurso vem necessitando de uma atenção especial, pois, a cada dia torna-se um bem de consumo, de altos custos e cada vez mais disputado, tanto em quantidade como em qualidade, principalmente em virtude do relevante crescimento populacional e do modelo de desenvolvimento econômico adotado na maioria das cidades, este que vem contribuindo para a formação de situações vulneráveis nas diversas regiões do planeta.

Várias atividades antrópicas estão provocando o desgaste de bacias hidrográficas e em consequência dessas modificações há a diminuição da qualidade dessas águas, acompanhada de mudanças em muito de seus parâmetros sejam eles referentes às propriedades físicas, químicas e microbiológicas da água.

A erosão hídrica é a principal causa da degradação dos solos e dos recursos hídricos, este fenômeno, cuja ocorrência na natureza é própria da evolução da paisagem, toma proporções gigantescas quando da presença de interferência antrópica. A remoção da cobertura vegetal original, agricultura intensiva, o desrespeito às leis ambientais e a não observância da capacidade de uso do solo são alguns dos fatores que contribuem para o processo de degradação. A bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu reflete essa realidade de degradação e suas consequências sobre os recursos hídricos, apresentando situação de degradação em diferentes estágios.

A bacia do rio Piranhas está inserida na Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu situada no Nordeste do Brasil, é a maior unidade hidrográfica da Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental com 15% de sua área, que corresponde a uma área de drenagem de 43.681,50 sendo 26.183,00 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e o restante no Estado do Rio Grande do Norte. (AESAs 2012)

A bacia está totalmente inserida em território semi-árido, caracterizada por precipitações médias variando entre 400 e 800 mm anuais e com taxas de evapotranspiração bastante elevadas, podendo chegar a mais de 2000 mm/ano, valores esses resultantes do predomínio de solos rasos formados sobre um substrato cristalino, o que dificulta o armazenamento da água nos lençóis subterrâneos.

A cobertura vegetal predominante na bacia é a caatinga hiperxerófila arbustiva-herbácea, onde sua maior parte se encontra bastante antropizada, em decorrência da abertura de áreas para exploração agrícola e principalmente pela exploração de lenha como fonte energética para olarias, panificadoras e uso doméstico.

Com relação à demanda dos usos consuntivos, verifica-se que o uso da água para irrigação demanda de 90% do percentual total, sendo que em segundo lugar, o uso é destinado ao abastecimento urbano representando apenas 7% do montante estimado para a bacia, o que implica dizer que a agricultura irrigada tem sido tomada como a principal estratégia de desenvolvimento econômico da região. (AESAs 2012)

Devido às características geológicas, os rios predominantes são de caráter temporário, onde as vazões ocorridas no período chuvoso são resultados praticamente do escoamento superficial, em que sua qualidade fica comprometida pelo aporte de sedimentos, nutrientes e agroquímicos. Já no período de estiagem a vazão regularizada pelos reservatórios tem sua qualidade comprometida pelo aporte de águas servidas de uso doméstico e agrícola, o que reforça ainda mais a preocupação com o monitoramento e operação dos principais reservatórios da região, sendo estes: Coremas-Mãe D'Água, Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, Lagoa do arroz, Capivara entre outros.

Diante dessas problemáticas, surge a necessidade de novas práticas que visem à conservação de áreas que não foram contaminadas e a recuperação daquelas que estão sendo poluídas na bacia hidrográfica.

Perante essas condições, este trabalho tem como objetivo identificar as principais consequências do uso e ocupação de bacias hidrográficas para a qualidade da água, por meio da realização do monitoramento do aporte e transporte de nutrientes e da determinação da descarga líquida do rio Piranhas em uma seção de controle junto a Ponte sobre o rio Piranhas, na BR 230, distante 5 km da cidade de Pombal-PB, durante o período de Março a Junho de 2012.

## **1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A água esta sendo considerada um recurso limitado para o desenvolvimento urbano, industrial, e agrícola, devido à ação degradante do homem. A escassez e a poluição dos recursos hídricos têm gerado inúmeras consequências ambientais, sociais e econômicas dificultando o desenvolvimento dos ecossistemas e prejudicando diversas atividades que necessitam de requisitos com qualidades adequadas.

Segundo PORTES *et al.* (2009), o homem ao longo da história em suas atividades sejam elas no campo ou na cidade faz uso dos recursos naturais de forma degradante, onde estas por sua vez estão constantemente transformando o espaço geográfico que o homem produz. Dessa forma, questões ligadas aos recursos hídricos tem sido alvo de pesquisadores, políticos e da sociedade em geral, em virtude da preocupação com a qualidade e quantidade de água disponível pelos mananciais de abastecimento público.

A bacia hidrográfica é considerada como um fator importante para a qualidade da água, uma vez que o percurso pelo qual esse fluido passa, influencia seus parâmetros físicos, químicos e biológicos, estes que além de indicadores de qualidade, estabelecem valores limites que devem ser conhecidos e monitorados.

O uso e ocupação de bacias hidrográficas altera a área de captação natural da água e ainda modifica as quantidades de água que infiltram, que escoam e que evaporam, alterando assim o comportamento hidrológico da bacia e isso faz com que a qualidade que água chega aos consumidores seja diminuída, uma consequência marcante desse uso desordenado refere-se ao aporte e transporte de nutrientes no corpo hídrico.

Os nutrientes são descritos como aqueles elementos que estão funcionalmente envolvidos no processo de desenvolvimento dos organismos, inúmeros fatores tem sido responsáveis por afetarem a dinâmica e concentração destes no meio aquático, resultando na maioria das vezes em consequências negativas, principalmente na qualidade da água. (Novo 2011)

Tundisi (2002) apud Campos (2008) aponta os principais fatores que contribuem para a contaminação da água, entre eles: esgotos domésticos e defensivos agrícolas. O autor afirma que a eutrofização das águas é um dos maiores problemas da sociedade atual, causado pelo aumento de nutrientes, principalmente N e P, no corpo hídrico, provenientes quase que exclusivamente por esgotos não tratados, que levam a uma saturação do oxigênio ocasionando a mortandade de peixes e da flora aquática.

Muitos autores apontam as consequências do uso e ocupação de bacias hidrográficas na qualidade da água. De acordo com Likens *et al.* (1967) análises de parâmetros de qualidade de água, podem apontar as operações que envolvem o uso e o manejo do solo como as que mais exercem influência na qualidade da água de uma bacia hidrográfica.

Além dessas variáveis, podemos apontar também a influência dos despejos industriais e domésticos que, quando não tratados adequadamente, causam um aumento considerável na demanda bioquímica de oxigênio (DBO), podendo provocar a morte da vida aquática. Outros fatores ocorrentes em bacias hidrográficas vêm a atenuar o processo de deterioração de águas: desmatamento de matas ciliares, uso desordenado de agrotóxicos, “invasão urbana” da bacia hidrográfica, inadimplência nas leis ambientais, entre outros fatores que alteram a qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica.

De acordo com Souza (2010), a destruição da cobertura vegetal, proveniente do uso agrícola e de pastoreio, está intensificando os processos erosivos, causando alterações físico-químicas na hidrografia e, conseqüentemente, deixando esses ambientes propícios à degradação. Para evitar essa degradação, faz-se necessário a adoção de práticas que visem a recuperação das áreas já degradadas,

assim como fazer o uso das demais áreas de forma racional, sempre objetivando manter a qualidade do solo e da água.

Outra problemática encontrada, principalmente em países em desenvolvimento é a ocupação indevida de áreas impróprias, como morros, encostas de rios e regiões alagadiças. Devido a esses fatores, as áreas que englobam as bacias hidrográficas podem ser alteradas e assim, poderá comprometer a qualidade da água nesses locais. Segundo Von Sperling (1998) geralmente, o uso e a ocupação do solo da bacia hidrográfica esta relacionado diretamente a qualidade da água que a mesma apresentará.

Deste modo, dentro dos aspectos encontrados, um planejamento eficaz de gestão de bacias hidrográficas urbanas, saneamento básico, ações públicas, trabalhos de educação ambiental, dentre outras iniciativas associadas serão indispensáveis para que os impactos causados e suas consequências possam ser diminuídos, permitindo assim que o recurso natural seja preservado.

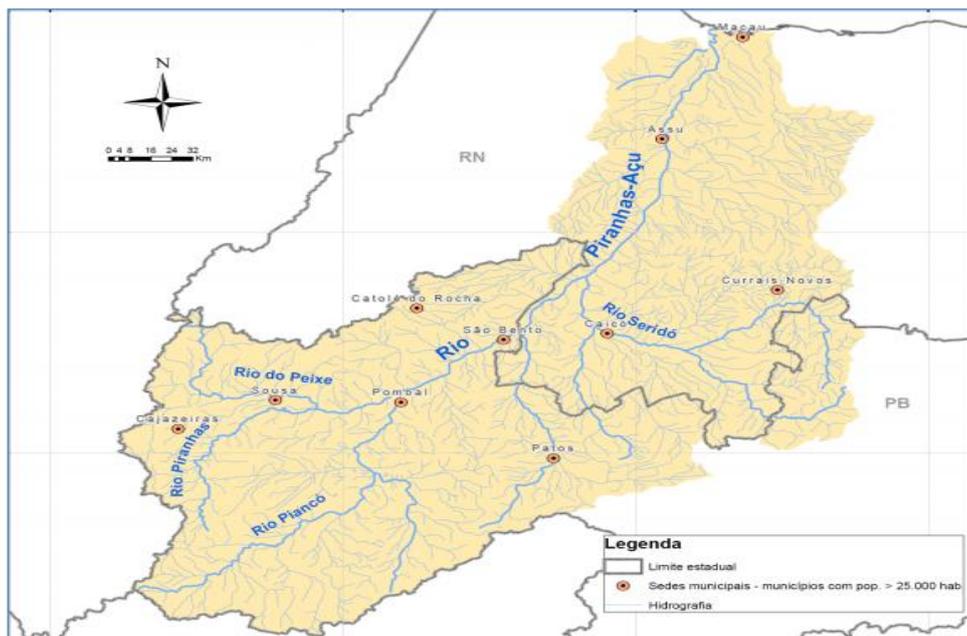
Uma importante ferramenta para o gerenciamento e para tomada de decisões sobre o meio ambiente é o sistema de monitoramento de bacias hidrográficas, onde este permite que seja realizada uma avaliação contínua de forma eficiente, objetivando o desenvolvimento sustentável, que trará a preservação dos recursos naturais e com ele o aproveitamento múltiplo da água.

## **2. METODOLOGIA**

Este estudo é parte do projeto de Iniciação Científica, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, foi desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Piranhas (Figura 1) em uma seção de controle junto a Ponte sobre o rio Piranhas, na BR 230, distante 5 km da cidade de Pombal como exemplificado na (Figura 2).

A bacia hidrográfica do Rio Piranhas, região do Médio Piranhas, encontra-se situada na região semiárida do Nordeste brasileiro, na região geográfica do Baixo Sertão Paraibano, com coordenadas geográficas 06°46'07'' S e 37°47'44,6'' W, e com altitude de 184m.

O principal rio da bacia é o rio Piranhas-Açu, de domínio federal, nasce no município de Bonito de Santa Fé, no Estado da Paraíba, e segue seu curso natural pelo Estado do Rio Grande do Norte, desaguando no Oceano Atlântico, na Costa Potiguar. O rio é denominado Piranhas no estado da Paraíba e, após cruzar a fronteira com o estado do Rio Grande do Norte é que adquire o nome de Piranhas-Açu. Contempla 147 municípios, sendo 45 municípios no Estado do Rio Grande do Norte e 102 municípios no Estado da Paraíba e conta com uma população total de 1.363.802 habitantes, sendo que 914.343 habitantes (67%) no Estado da Paraíba e 449.459 habitantes (33%) no Estado do Rio Grande do Norte.



A Figura 1- Localização da Bacia do rio Piranhas-Açu na região Nordeste do Brasil.

### 3.1 Monitoramento Quali-Quantitativo

A metodologia descreve-se pelo monitoramento da vazão e de alguns parâmetros físico-químicos da água *in- locu*, e análises laboratoriais.

#### 3.2.1 Medição de Campo

Foram realizados mensalmente a coleta de dados de descarga líquida e medição dos parâmetros físico- químicos da água na seção de controle junto a Ponte sobre o rio Piranhas, na BR 230.



Figura 2- Localização da área de estudo (rio Piranhas). Fonte: Google earth,2007.

Para a medição dos parâmetros e coleta das amostras, delimitou-se três pontos, estes que iram resultar em três resultados e em uma média final em cada amostragem.

Para a escolha dos pontos a serem coletadas as amostras, foi levado em consideração à necessidade de se ter conhecimento do aporte de nutrientes em toda a seção.

### 3.2.2 Monitoramento Quantitativo

Para a medição da vazão mostrado na Figura 4, está sendo usado um molinete fluviométrico com contador de pulsos como exemplificado na Figura 3, pelo método da velocidade-área da meia seção, e um medidor acústico de vazão, o RiverSurveyor S5 da Sontek que é um sistema perfilador current acústico doppler (ADCP).

Para medição de vazão com molinete está sendo utilizado o método velocidade-área da meia seção, este método é universalmente utilizado para a determinação da vazão em cursos de água naturais e artificiais (canais), se baseia na determinação da área por meio da medição da largura do rio e da profundidade em um número significativo de pontos ao longo da seção, chamados de verticais. 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. Assim, a velocidade média em cada vertical é determinada por métodos analíticos. (SANTOS *et al.*2001).



Figura 3- Molinete Fluviométrico com contador de pulsos



Figura 4- Medição de vazão *in-locu*

Dessa forma o método da meia seção para os cálculos das vazões, consiste em calcular vazões parciais de várias subseções. Isso é feito através da multiplicação da velocidade média da vertical pela área do segmento retangular, definido pelo produto da profundidade média pela soma das semidistâncias às verticais adjacentes conforme mostrado pela (Figura 5). (SANTOS *et al.* 2001)

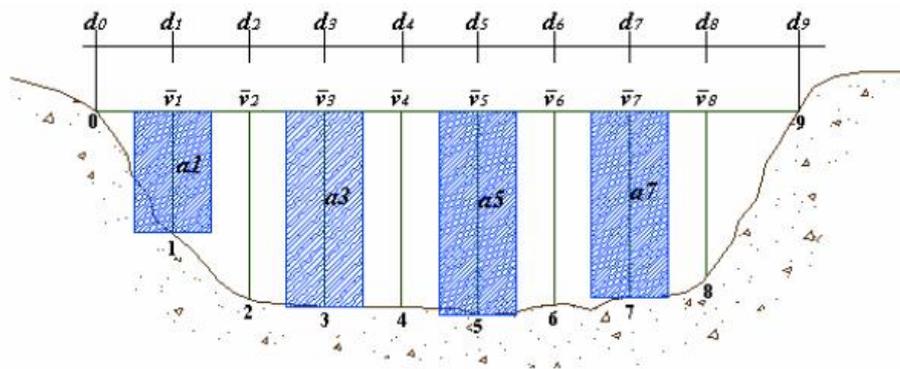


Figura 5 - Esquema ilustrativo do método da meia seção. Fonte: (Santos et al. 2001)

O ADCP utilizado para medição de vazão é do fabricante Sontek, modelo RiverSurveyor S5 que é um sistema Perfilador Acústico Doppler, como mostrado na Figura 6.

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 é engatado nesse cabo no intuito de fornecer uma maior facilidade de ser transportado ao longo da seção do rio, conforme exemplificado na Figura 7.



Figura 6- Medidor acústico Doppler de vazão



Figura 7- Medição de vazão na seção transversal do Rio Piranhas-PB

Coletando o nível de água, foram realizadas várias travessias com o ADCP, de ida e de volta, obtendo assim 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 baseada nos dados de posicionamento do GPS).

O método acústico tem sido aplicado, nos últimos anos, principalmente por entidades operadoras de redes de monitoramento hidrológico, universidades, centros de pesquisa, empresas privadas, pois, oferece segurança nos resultados, além de ser realizado em um curto espaço de tempo quando comparado com o método convencional utilizando o molinete fluviométrico.

### 3.3 Monitoramento Qualitativo

Para avaliação da qualidade da água, foi medido na seção de controle, as seguintes variáveis físicas e químicas: Temperatura do ar e da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH, Turbidez (uT), Oxigênio Dissolvido (mg/L) e Condutividade elétrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), para tanto os valores foram obtidos nas medições por leitura direta através de seus respectivos equipamentos portáteis, os quais pertencentes ao Laboratório de Hidráulica e Hidrologia da UFCG/Campus Pombal-PB, como mostrados nas Figuras 8 9 10 e 11.



Figura 8- Medição do pH



Figura 9- Medição do Oxigênio Dissolvido



Figura 10- Medição da Temperatura do ar



Figura 11- Medição da Turbidez

### 3.3.1 Trabalhos em laboratório

Para a avaliação da concentração de nutrientes, estão sendo realizadas análises dos seguintes parâmetros: Nitrogênio Total (N) (mg/L), Fósforo(P) (mg/L), Potássio(K) (mg/L), Sódio(Na) (mg/L) e Magnésio (mg/L).

No momento da coleta das amostras a serem levadas ao laboratório, os frascos foram enxaguados com a amostra três vezes antes de seu enchimento. Foram coletadas amostras simples, nos primeiros 30 cm da superfície da massa d'água, e quando isso não era possível, as amostras foram coletadas na superfície da lâmina d'água em frascos devidamente lavados e tampados logo em seguida da coleta, para que não haja influência das condições atmosféricas.

As análises foram realizadas no laboratório de Hidráulica e Hidrologia e no laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFCG, seguindo a metodologia de APHA, AWWA & WEF (1998), e Stand Methods. As Figuras 12 (A), (B) e (C) mostram as análises de Nitrogênio, Magnésio e Sódio, respectivamente.



Figura 12 (A) Nitrogênio

Figura12 (B) Magnésio

Figura12 (C) Sódio

Os métodos e a metodologia de análise dos parâmetros acima descritos estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1- Resumo do procedimento Laboratorial

PARÂMETROS	MÉTODO	METODOLOGIA DE ANÁLISE
<b>Nitrogênio total</b>	Espectrofotometria	1 ml da amostra; 19 ml de H <sub>2</sub> O destilada; 2,5 ml de Tartarato de Sódio; 2,5 ml de Reagente de Nessler; Agitar a amostra e deixar em repouso por 20 minutos e ler em espectrofotômetro a 480 nm; Cálculos matemáticos.
<b>Fósforo total</b>	Espectrofotometria	1 ml da amostra; 20,5 ml de H <sub>2</sub> O destilada; 2,5 ml de Solução 725; 1 ml de vitamina C 2%; Agitar e deixar em repouso por 20 minutos ler em espectrofotômetro a 725 nm; Cálculos matemáticos.
<b>Potássio</b>	Fotometria de Chamas	Adicionar em copo descartável 20 ml da amostra, se necessário fazer diluição da mesma; Ler em Fotômetro de Chamas; Cálculos matemáticos.
<b>Sódio</b>	Fotometria de Chamas	Adicionar em copo descartável 20 ml da amostra, se necessário fazer diluição da mesma; Ler em Fotômetro de Chamas; Cálculos matemáticos.
<b>Magnésio</b>	Titulometria de Complexação	<b>Dureza Total:</b> 25 ml da amostra; Na bureta EDTA 0,025 N; 3 ml da solução tampão (NH <sub>4</sub> Cl / NH <sub>4</sub> OH); Indicador Negro de Eriocromo. <b>Dureza Cálcio:</b> 25 ml da amostra; 2,5 ml de Hidróxido de Sódio a 10%; Indicador Murexida; A dureza magnésio é obtida pela diferença de Dureza Total e Dureza de Cálcio.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados no decorrer da pesquisa, oito campanhas de medição de vazão e de alguns parâmetros físico-químicos da água entre os meses de Março e Junho de 2012, constando para o mês de Março e Abril três e uma amostragem respectivamente, e no mês de Maio e Junho duas amostragens. Na Tabela 2 estão descritos os resultados, obtidos por meio do monitoramento quali-quantitativo, realizado na seção de controle *in locu* e por meio de análises laboratoriais.

Tabela 2: Resultados das análises dos Parâmetros Físico-Químicos da Água do rio Piranhas-PB

Período	(Vazão) m <sup>3</sup> /s	Temp.Ar (°C)	Temp.Água (°C)	pH	CE (µs/cm)	OD (mg/L)	Turbidez (uT)	Nitrogênio Total (N) (mg/l)	Fósforo (P) (mg/l)	Potássio (K) (mg/l)	Sódio (Na) (mg/l)	Magnésio (Mg 2 <sup>+</sup> ) (mg/l)
06/03	9,73	28,31	30,27	7,07	215	3,72	48,34	0,11	0,00	2,08	6,19	74,5
12/03	4,78	33,24	31,76	7,42	230	3,65	24,82	0,10	0,00	2,08	10,25	61,0
20/03	4,73	36,73	28,52	7,31	307	2,88	6,71	0,11	0,00	2,05	10,34	62,4
10/04	4,32	34,78	32,50	7,31	307	2,83	8,42	0,19	0,00	1,27	11,83	66,0
23/05	4,02	34,0	25,74	7,72	304	2,78	1,78	0,27	0,00	1,87	13,13	115
30/05	4,31	29,41	24,23	7,53	323	2,59	3,57	0,20	0,00	2,18	12,55	107
10/06	4,33	31,45	23,25	7,41	303	2,29	2,05	0,23	0,00	2,10	9,77	98,0
22/06	4,36	29,8	25,33	7,68	234	2,17	1,85	0,13	0,00	2,08	9,67	110
Média	<b>5,07</b>	<b>31,96</b>	<b>27,70</b>	<b>7,43</b>	<b>278</b>	<b>2,86</b>	<b>12,19</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>	<b>1,96</b>	<b>10,47</b>	<b>86,7</b>

A discursão dos resultados obtidos durante a medição de vazão e de alguns parâmetros físico-químicos da água, busca estabelecer um diagnóstico entre a correlação entre dos valores de cada parâmetro com a medição da descarga líquida do rio, com hipóteses de atendimento aos limites preconizados pela Resolução CONAMA N. 357, de 17 de Março de 2005 definida para águas de classe 2, na tentativa e servir como subsídio para possíveis propostas de melhoramento da qualidade da água do rio e recuperação de áreas já degradadas.

Considerando os usos realizados das águas no rio Piranhas-PB (abastecimento público municipal, recreação de contato primário, criação natural de espécies para consumo humano, atividade de pesca e dessedentação de animais) e relacionando os mesmos com o prescrito na

resolução, tomou-se como referência os limites definidos para a classe 2 de águas doces segundo a Resolução nº357/05 do CONAMA.

#### **4.1 Vazão**

A determinação da vazão tem sido realizada na grande maioria dos estudos que envolvem o monitoramento da qualidade da água de mananciais superficiais, uma vez que esta ligada diretamente com o aporte e transporte de nutrientes. Na tabela 2 os valores de vazão evidenciam que na primeira campanha de medição, referente ao dia 06 de Março de 2012, foi superior as demais apresentando um valor de 9,73 m<sup>3</sup>/s devido à ocorrência de eventos chuvosos, resultando em um aumento dos fluxos fluviais, as demais amostragens mantiveram um valor constante entre os meses de Abril e Maio com um pequeno aumento da vazão no mês de Junho.

#### **4.2 Temperatura do ar e da água**

A temperatura desempenha um papel importante no controle do meio aquático, condicionando o controle de uma série de parâmetros, é influenciada por uma série de fatores, tais como: altitude, latitude, estações do ano, horário do dia, taxa de fluxo e profundidade. O aumento da temperatura intensifica a produção fitoplancônica, aumenta a absorção de nutrientes por esses organismos, diminui a solubilidade do oxigênio na água e aumenta a solubilidade de vários compostos químicos. (CETESB 2012)

De maneira geral, as temperaturas do ar e da água permaneceram estáveis, ou seja, não variaram significativamente entre as campanhas de medição, apresentando como média final 31,26°C e 27,70°C respectivamente. As medições foram realizadas seguindo um horário comum entre estas e como nesse período de coleta de dados não ocorreram mudanças significativas no clima, as temperaturas do ar e da água não variaram significativamente, além disso, um fator que contribui com mudanças de temperaturas em corpos d'água é o lançamento de despejos industriais, sendo assim, o uso destinado a atividades agropecuárias característico da área analisada contribui com a não alteração da temperatura da água.

#### **4.3 Potencial hidrogeniônico: pH**

O valor do pH indica a intensidade de acidez neutralidade ou alcalinidade da água. Em águas superficiais o pH é influenciado pela geologia da região e por possíveis focos de poluição, tais como: lançamento de efluentes domésticos, agrícolas e principalmente industriais.

A influência do pH é observada diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das espécies, e indiretamente por contribuir na precipitação de elementos químicos e por exercer efeitos sobre a solubilidade dos nutrientes. (CETESB 2012)

Os valores de pH nas medições apresentaram pequenas oscilações, apresentando um valor mínimo de 7,07 e máximo de 7,72. Foi averiguado que para todos os pontos de amostragem, os valores de pH se manteve na faixa da neutralidade a levemente alcalino, estando de acordo com a Resolução do CONAMA N. 357/05, que estipula os limites de pH na faixa de 6-9 para rios de Classe 2.

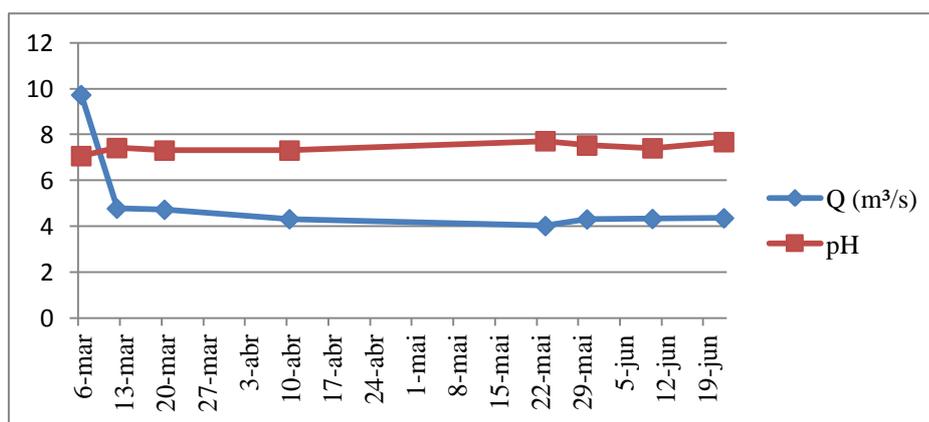


Figura 13- Correlação entre pH e a Vazão

A Figura 13 mostra o comportamento do pH com a vazão, onde observa-se que quanto maior foi a vazão menor foi o valor do pH.

#### 4.4 Condutividade elétrica (CE)

Segundo Esteves (1998), a Condutividade elétrica em uma solução é a capacidade de conduzir corrente elétrica, sendo verificada em função de sua concentração iônica devido principalmente pelo teor de nutrientes como: cálcio, sódio, potássio, magnésio, carbonato, cloretos, dentre outros. Dessa forma à medida que são adicionados sólidos dissolvidos na água maior é a condutividade elétrica, podendo indicar características corrosivas a água.

Os valores de condutividade elétrica, não são determináveis pela Resolução do CONAMA N. 357/05 para águas de classe 2, porém em geral, quando esses valores excederem  $100\mu\text{s cm}^{-1}$  deve-se verificar fatores como lançamento de efluentes domésticos e o adicionamento de corretivos e fertilizantes ao solo. A média encontrada nas oito campanhas foi de  $278\mu\text{s/cm}$ , dessa forma, merece certa atenção nos diversos usos dessa água.

## 4.5 Oxigênio Dissolvido (OD)

A determinação de Oxigênio Dissolvido tem sido apontada como um dos principais fatores de avaliação da qualidade da água, pois, sua presença é de fundamental importância na sobrevivência dos seres aquáticos. Sua medição oferece informações sobre as reações biológicas e bioquímicas ocorrentes em um corpo hídrico, além disso, se existente em baixas concentrações é um importante indicador de presença de matéria orgânica.

A média geral obtida das concentrações de OD nas oito campanhas de medição foi de 2,86 mg/L, não estando dentro do limite estabelecido pelo CONAMA 357/05 para águas de classe 2, que estipula um valor mínimo de 5 mg L<sup>-1</sup> para classe 2. Dessa forma, observa-se que há indicativos da presença de matéria orgânica.

Os valores de OD variam com a temperatura, altitude e aeração da água, fator este que está relacionado diretamente com o aumento ou redução da vazão. Na Figura 14 esta representada a correlação do OD com a vazão.

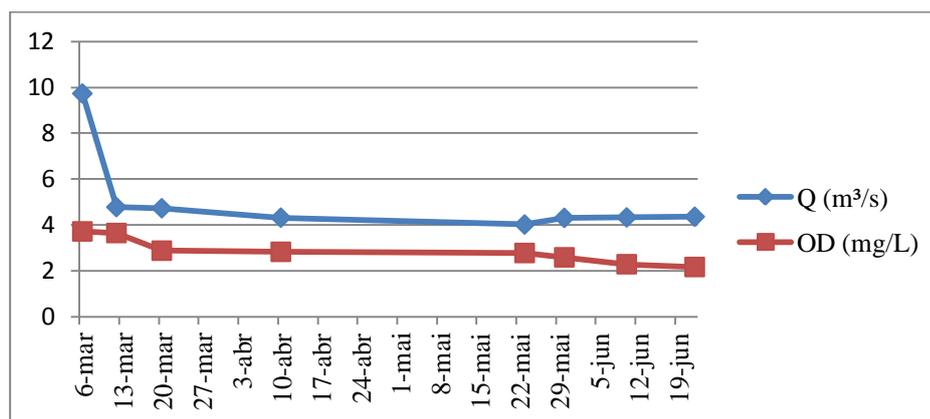


Figura 14- Correlação entre Oxigênio Dissolvido e Vazão

A concentração de OD apresentada foi superior com os maiores valores de vazão, o que implica dizer quando se aumenta os fluxos fluviais, maior é a aeração da água e conseqüentemente maior também será a quantidade de OD nesta. Observações feitas por Magnani (2000), sobre a qualidade da água do Rio Coxipó entre os anos de 1990 e 1996 acompanharam esse mesmo perfil de análise, onde o período de aumento da vazão (período chuvoso) os níveis do OD apresentaram os melhores resultados para a qualidade da água.

## 4.6 Turbidez

A turbidez concebe uma característica física da água, representa o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessa-la, conferindo uma aparência turva, decorrente da presença de sólidos em suspensão (areia, silte e argila), matéria orgânica e inorgânica, organismos microscópicos e microalgas.

A erosão nas margens dos rios tem sido responsável pelo aumento significativo da turbidez, que além de reduzir a penetração da luz solar prejudicando a fotossíntese, os sedimentos em suspensão carregados durante o processo de erosão podem interferir na qualidade da água por levarem juntos nutrientes e pesticidas utilizados em práticas agrícolas.

Os valores de turbidez determinados nas medições apresentam como média geral 12,19 uT, estando dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para águas de classe 2, que determinam turbidez de até 100 uT. Foi possível concluir que, ao compararmos os resultados de turbidez com a vazão apresentado na Figura 15, estes foram maiores quando a vazão foi maior, isso se deve pelo fato que, quando à ocorrência de eventos chuvosos é observado o arraste de materiais sólidos em geral, dificultando assim a percepção do grau de transparência da água.

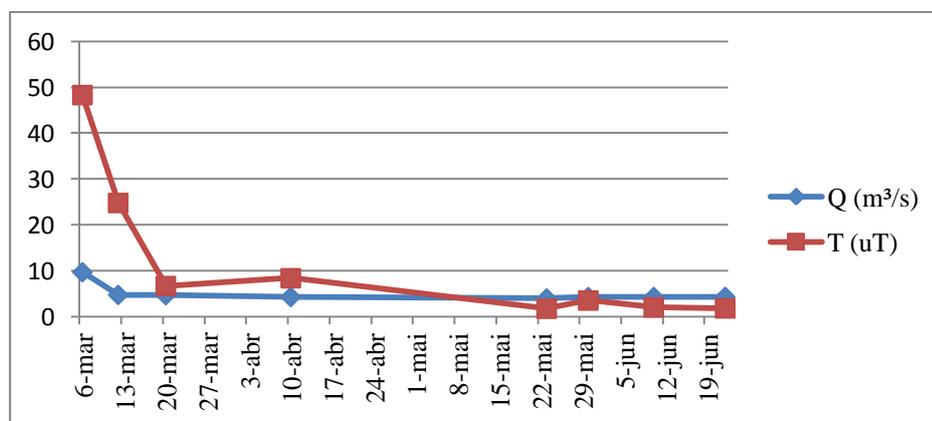


Figura 15- Correlação entre Turbidez e Vazão

## 4.7 Nitrogênio(N) e Fósforo Total (P)

O parâmetro nitrogênio constitui juntamente com o fósforo, nutrientes essenciais ao crescimento de algas e plantas aquáticas, suas concentrações em um corpo hídrico pode ser natural ou antropogênica. A média geral de nitrogênio total apresentada nas campanhas de medição foi de 0,17 mg/L . Com relação ao fósforo este teve concentração de 0,00 mg/L, não apresentando variabilidade em suas concentrações, desta forma, os resultados permaneceram dentro do limite da Resolução CONAMA N. 357/2005 (0,1mg/L P) para rios de classe 2.

É evidente que a não presença de fósforo verificada, pode vir a indicar um adequado manejo do solo nas margens da bacia, outro fator que pode ter influenciado nesses resultados é baixa solubilidade de compostos fosfatos adicionados ao solo e a forte tendência destes fosfatos de se fixarem ao solo e ainda a não existência de processos industriais que liberem altas concentrações principalmente os detergentes em pó, as águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

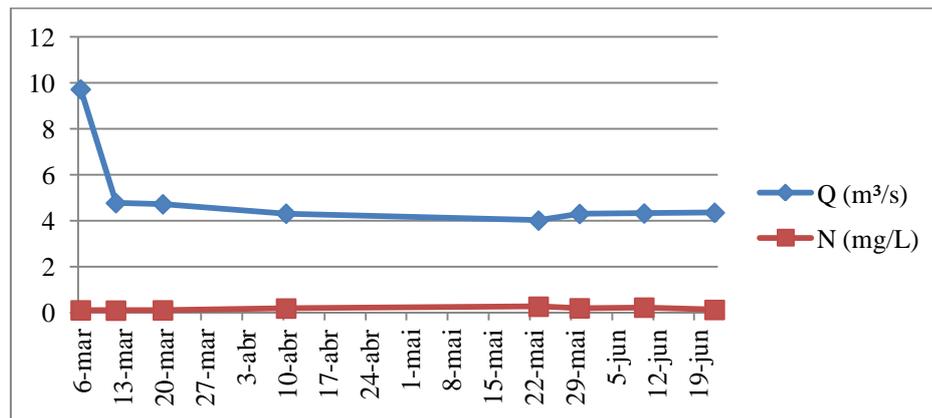


Figura 16- Correlação entre Nitrogênio e Vazão

A Figura 16 mostra que os valores de nitrogênio foram maiores no período em que a vazão foi menor. A baixa concentração desta variável, verificada no período de maior vazão, provavelmente é devido aos efeitos positivos da diluição para esta variável que é de grande importância na análise do grau de eutrofização dos cursos d'água.

#### 4.8 Potássio (K), Sódio (Na) e Magnésio (Mg)

Os valores dos parâmetros Potássio (K), Sódio (Na) e Magnésio (Mg) não são determináveis pela Resolução CONAMA N. 357/2005 para rios de classe 2. Os valores de potássio não variaram significativamente nas oito campanhas de medição, apresentando como média geral um valor de 1,96 mg/L, não sofrendo influência da alteração da descarga líquida. Segundo a CETESB (2012), o potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, já que rochas que contêm potássio são relativamente resistentes às ações do tempo, entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura, entrando nas águas doces através das descargas industriais e de áreas agrícolas. O aumento das concentrações de sódio na água pode provir de lançamentos de esgotos domésticos, efluentes industriais. Grande parte das águas superficiais, incluindo aquelas que recebem efluentes, possuem níveis de sódio bem abaixo de 50

mg/L. Durante as medições, o sódio sofreu influência significativa e contrária ao aumento da vazão, observado na Figura 17, onde a medida que ocorreu o aumento da vazão nas primeiras campanhas, menor foi a concentração de sódio na água, e quando menor é a vazão maior é foi essa concentração.

Altas concentrações de magnésio na água podem causar sabor desagradável, efeitos laxativos, e reduz a formação da espuma do sabão. Os valores de magnésio encontrados apresentaram como média geral 86,7 mg/L, juntamente com a concentração de sódio apresentou um comportamento contrário com a alteração da vazão, quanto maior foi a vazão menor foi a concentração de magnésio na água, e quanto menor a vazão maior é essa concentração, como mostrado na Figura 18.

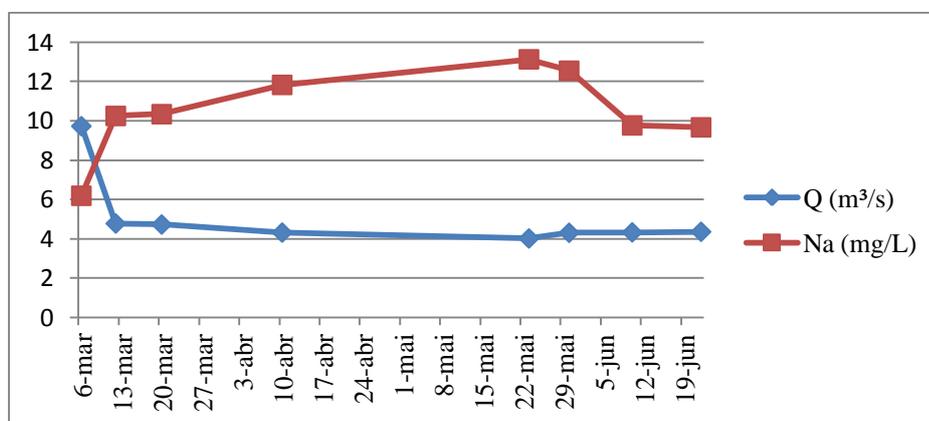


Figura17- Correlação entre Sódio e Vazão

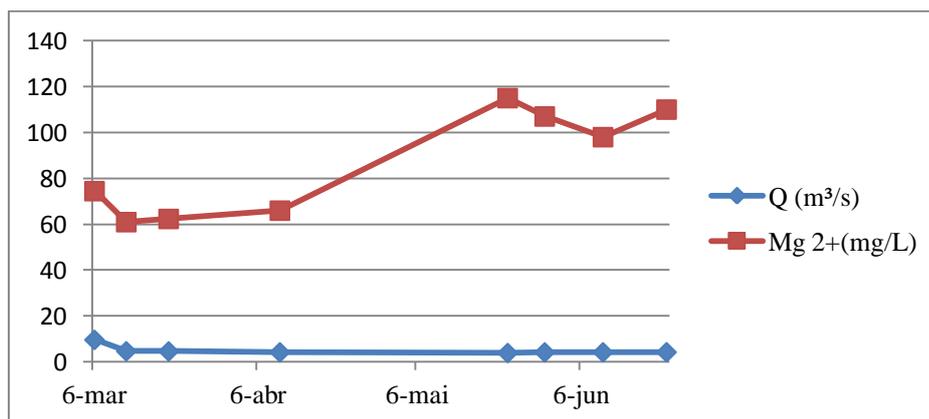


Figura18- Correlação entre Magnésio e Vazão

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento quali-quantitativo é de fundamental importância, pois, permite uma avaliação contínua da qualidade da água, uma vez que, se alterado algum parâmetro deve-se observar uma série de fatores que possam vir a afetar o equilíbrio natural do meio.

Foi possível concluir que, em se tratando da vazão, esta é regularizada no período de amostragem em 5,07m<sup>3</sup>/s, com relação à análise dos parâmetros físico-químicos da água do rio Piranhas, os valores de Oxigênio Dissolvido durante todas as campanhas de medição apresentaram resultados fora dos padrões limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA 357/05 para águas de classe 2, e os valores obtidos para a Condutividade elétrica estimaram um excesso de sólidos dissolvidos totais presentes na água, as variáveis: pH, Turbidez e Fósforo total, mantiveram-se de acordo com a legislação vigente indicando um adequado uso e ocupação do solo na bacia, os demais parâmetros analisados, variaram com as alterações de vazão, apresentando em sua maioria um comportamento contrário a esta.

De maneira geral, os parâmetros analisados apresentaram um bom resultado ao longo do monitoramento, uma vez que, pelo fato da não ocorrência de grandes eventos chuvosos, o regime de transporte de sedimentos e nutrientes influenciou nos resultados obtidos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Campina Grande (UGCG), ao CNPQ, a CAPES pelo suporte da pesquisa e ao Grupo de Pesquisa Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu/>>. Acessado em: 15 de junho de 2012.

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

CAMPOS, V. D. (2008). *“Dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras em Irati- PR e sua influência na qualidade das águas superficiais”*. Dissertação de Mestrado apresentado à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG, PR), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado em Gestão do Território.

CETESB. Qualidade da água. Disponível em: <<http://www.CETESB.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acesso em 21 mar.2012.

- ESTEVES, F.A. (1988). “*Fundamentos de limnologia*”. Rio de Janeiro: Interciência. 575p.
- LIKENS, G.E; BORMANN, F.H.; JOHNSON, N.M.; PIERCE, R.S. (1967). “*The calcium, magnesium, potassium and sodium budgets for a small-forested ecosystem*”. Ecology, Durham, n.48, v.5, pp.722-785.
- MAGNANI, C. R. S. (2000). “*Evolução da Qualidade das Águas da Sub-Bacia do Rio Coxipó – Cuiabá/MT*”. 96f. Monografia (Engenharia Sanitária e Ambiental) Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso.
- NOVO, A. de A. (2011). “*Caracterização Do Impacto Da Aquicultura De Tilápias Pelo Aporte De Carbono, Nitrogênio e Fósforo em Uma Enseada do Reservatório da UheXingó – Rio São Francisco (Se/Al)*”. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- PORTES, R. C. *et al.* (2009). “*Determinação da fragilidade ambiental da bacia Hidrográfica do ribeirão são Bartolomeu. Viçosa – Minas Gerais, Brasil, através de geoprocessamento e análise multicritério*”. Viçosa – MG. EGAL-Encontro de Geógrafos da América Latina.
- “RESOLUÇÃO CONAMA” nº 357, de 17 de MARÇO DE (2005). Publicada no DOU nº 53, de 18 de Março de 2005.
- SANTOS, IRANI *et al.* (2001). *Hidrometria Aplicada*. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento - LACTEC, 372p. Curitiba – Paraná.
- SIMPSON, M. R. (2001). “*Discharge Measurement Using a Broad-Band Acoustic Doppler Current*”. United States Geological Survey – USGS, Report 01-1.
- SONTEK/YSI. “*Manual do Sistema RiverSurveyor S5/M9 Versão de Software 1.0. 9940 Summers Ridge Road*”. San Diego, CA 92121-3091 EUA, 131p.
- SOUZA, A. T. de A. (2010). “*Diagnóstico físico-químico da bacia hidrográfica do açude Jatobá, Patos-PB*”. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal. Patos-PB, (UFCG).
- VON SPERLING, M. (1998). “*Análise dos Padrões Brasileiros de Qualidades de Corpos D’Águas e de lançamentos de Efluentes Líquidos*”. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 3 n 1 Jan/Mar 1998, pp.111 – 132.