

Transporte de Nutrientes e sólidos suspensos na bacia do Rio Piancó Piranhas Açú

Transport of nutrients and suspended solids in the Rio Piranhas Piancó Açú

Paloma Mara de Lima Ferreira¹, Thâmara Martins Ismael de Sousa², José Wagner Alves Garrido³,
Manoel Moises Ferreira de Queiroz⁴, Luara Lourenço Ismael⁵

Resumo: Este trabalho teve como objetivo a verificação do aporte de sedimentos, nutrientes e alteração da qualidade da água no rio Piancó Piranhas Açú no período de nov./2012 a ago./2013, foram realizadas 17 campanhas de medições na sessão de controle junto à ponte da BR 230 sobre o rio citado. A vazão foi determinada utilizando o medidor acústico *dopler* de vazão, Perfilador Acústico Corrent Doppler – ADCP, para a análise dos sedimentos em suspensão foi empregados os métodos de tubo de retirada pela base, enquanto que os parâmetros físico-químicos da água foram verificados de acordo com metodologia da FUNASA, APHA e Stand Methods. Os resultados encontrados mostraram que as variáveis OD, CE e pH apresentaram concentrações fora dos padrões estabelecidos pela Resolução do CONAMA 357/05 para águas de classe 2, já com relação à concentração de sedimentos em suspensão apresentou altas concentrações no período de chuvoso e baixa concentrações no período de estiagem. A descarga sólida em suspensão e total na bacia do rio Piancó Piranhas Açú demonstrou relativamente bom ajuste aos níveis de vazões e produção específica de sedimentos em suspensão correspondente a 1,13 t/km².ano. Sobretudo, essas variações são mais evidentes no período chuvoso e provavelmente relacionadas às atividades antrópicas desenvolvidas na área da bacia.

Palavras-chave: hidrossedimentometria, rio intermitente, semiárido, qualidade da água.

Abstract: This study aimed to verify the contribution of sediments, nutrients and alteration of water quality in the river Piancó Piranhas Açú between the nov./2012 ago./2013, there were 17 measurement campaigns in the session control near the bridge over the river BR 230 quoted. The flow rate was determined using the measuring acoustic *dopler* flow, Perfilador Acústico Corrent Doppler – ADCP, for the analysis of suspended sediment was employed methods of draft tube at the base, while the physico-chemical parameters of water were checked according with methodology FUNASA, APHA and Stand Methods. The results showed that the variables DO, EC and pH concentrations were outside the standards established by CONAMA Resolution 357 / 05 for water class 2, with respect to the concentration of suspended sediments showed high concentrations during the rainy season and low concentrations in the dry season. The discharge total suspended solid in the river basin Piancó Piranhas Açú showed relatively good fit to the levels of specific production flow with suspended sediment corresponding to 1.13 t / km².year. Above all, these changes are most evident in the rainy season and probably related to human activities developed in the basin.

Key words: hidrossedimentometria, wadi, semiarid, waterquality.

INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo de forma alarmante, atingindo níveis críticos que se refletem na deterioração do meio ambiente, no assoreamento dos cursos e dos espelhos d'água (Bertoni&Lombardi Neto, 1990).

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

O uso e ocupação de bacias hidrográficas alteram 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.

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

A bacia do rio Piranhas está inserida na Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açú situado no Nordeste do Brasil, pertencente ao território dos estados

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/01/2013; aprovado em 20/11/2013

¹ Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais, UFPB. Graduanda em Engenharia Ambiental, UACTA/CCTA/UFCG, Pombal-PB. Email: paloma_mara@hotmail.com.br

² Graduanda em Engenharia Ambiental, UACTA/CCTA/UFCG, Pombal-PB. Email: thamaraismael@hotmail.com

³ Graduado em Engenharia Ambiental, UACTA/CCTA/UFCG, Pombal-PB. Email: josewagnerag@gmail.com

⁴ Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento e Professor Adjunto da Área de Recursos Hídricos, UACTA/CCTA/UFCG, Pombal-PB. Email: moises@ccta.ufcg.edu.br

⁵ Graduanda em Engenharia Ambiental, UACTA/CCTA/UFCG, Pombal-PB. Email: luara_ismael@hotmail.com

do Rio Grande do Norte e da Paraíba, totalmente inserida no clima semiárido nordestino. Possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km², sendo 26.183,00 Km², correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e o restante no Estado do Rio Grande do Norte.

A erosão hídrica é a principal causa da degradação dos solos e dos recursos hídricos em ambientes tropicais e subtropicais úmidos, sendo a perda da camada superficial do solo, o maior desafio para a sustentabilidade da agricultura no mundo. Este fenômeno, cuja ocorrência na natureza é própria da evolução da paisagem, toma proporções gigantescas quando da presença de interferência antrópica. Remoção da cobertura vegetal original, agricultura intensiva, desrespeito às leis ambientais e de ordenamento territorial e a não observância da capacidade de uso do solo são alguns dos fatores que contribuem para o processo de degradação (ANA, 2011).

A bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu reflete essa realidade de degradação e suas consequências sobre os recursos hídricos, apresentando situação de degradação em diferentes estágios (ANA, 2011). Na bacia do rio Piranhas a medição de nutrientes e sedimentos é feita em pouquíssimos pontos, em duas épocas distintas por ano, junto a estações fluviométricas que medem descargas líquidas diárias o ano inteiro.

A 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.

A parte da bacia do rio Piranhas, constituída pelas sub bacias: Piancó, Peixe e Alto Piranhas apresenta capacidade de armazenamento de 1.846.126.108m³, 143.791.396m³ e 322.513.781m³ respectivamente, através de importantes reservatórios como o sistema Coremas-Mãe D'Água, Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, Lagoa do arroz, Capivara entre vários outros, isso permite a perenização de trechos dos rios Piancó, do Peixe e do Alto Piranhas e por conseguinte do rio Piranhas até a montante da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no Estado do Rio Grande do Norte.

Devido às características geológicas das citadas bacias, esses rios têm limitações de produção de água, ficando os mesmos com caráter temporários, 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 aporte de sedimentos nessas bacias fica condicionado ao período chuvoso, com características bem peculiares as condições do semiárido, em que no início das chuvas a caatinga encontra-se sem folhagem,

deixando o solo exposto à ação da erosão da chuva, principal causa da degradação dos solos e dos recursos hídricos em ambientes tropicais.

Assim, há necessidades de investigar, de forma mais consistente, como se dá o aporte de sedimentos e nutrientes durante o período chuvoso e estabelecer procedimentos mais apropriados de determinação da carga e transporte de sedimento e nutrientes em rios de regime intermitentes, como é o caso em estudo, bem como, verificar degradação da qualidade da água no período de estiagem.

Desse modo, este trabalho tem como objetivo proceder a um estudo sobre o aporte e transporte de sedimentos e nutrientes na bacia hidrográfica do rio Piancó Piranhas Açu, definida a partir da secção de controle localizada junto a ponte da BR 230 sobre o citado rio, sob as coordenadas: -6:43:43 de latitude e -37:47:40 de longitude.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Piancó Piranhas Açu, definido a partir da seção de controle junto a Ponte sobre o rio piranhas, na BR 230, distante 5 km da cidade de Pombal-PB. Nesse local existe uma estação fluviométrica da ANA (Código 37410000,-6:43:43), operada pela AESA entre as coordenadas 6°43'43''S e 37°47'40''W, com medições diárias de vazão.

Foi monitorada na secção de controle da bacia a carga de nutrientes, descarga líquida, sólida em suspensão, no período chuvoso e seco, seguindo a frequência de chuvas que alteram a vazão do rio. E também foi realizado o registro de níveis d'água através da régua limimétrica da estação fluviométrica alocada sob a ponte da BR 230.

A descarga líquida determinada através do método velocidade-área da meia seção, utilizado um medidor acústico dopler de vazão, Perfilador Acústico Corrent Doppler – ADCP, modelo River Surveur S5 da Sontek, pertencente ao laboratório de Hidrologia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus Pombal - PB.

As amostras de água para análises físico-químicas foram coletadas seguindo o método de coleta de água da FUNASA (2009), delimitou-se três pontos na sessão de controle para a coleta das amostras e, assim, determinar a quantificação dos parâmetros físicos e químicos, resultando em uma média final referente às campanhas analisadas. Foram analisados os seguintes parâmetros (*in locu*): temperatura do ar e água, condutividade elétrica (CE), sólidos dissolvidos totais (SDT); oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH). Em seguidas as amostras foram devidamente encaminhadas ao laboratório sendo analisados os parâmetros seguintes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (k), sódio (Na), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), dureza total, demanda bioquí-

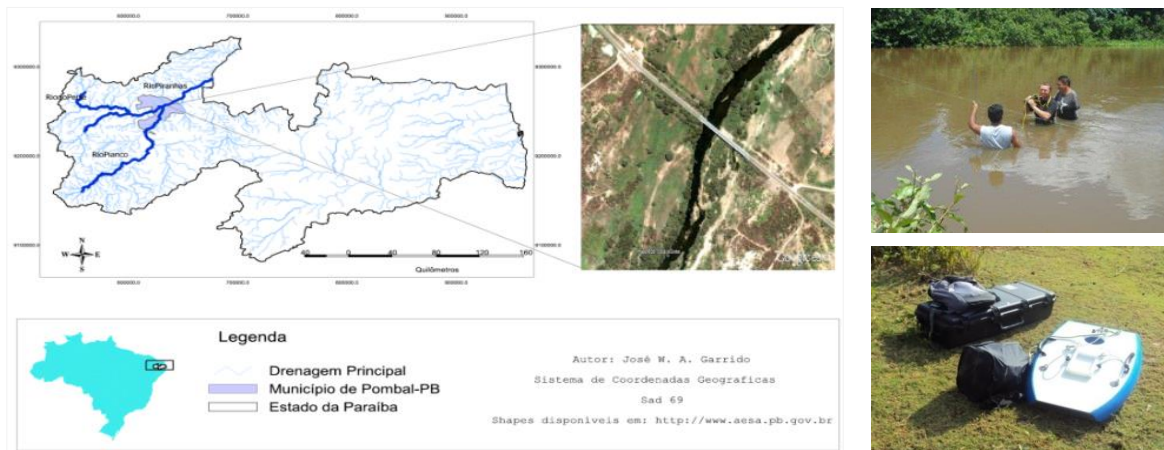


Figura 1 – (A) Mapa da Bacia Piranhas-Açú. Fonte: GARRIDO, 2013; (B) Sessão de controle estudada e (C) Equipamentos em campo ADCP S5 em Prancha SonTek Hydroboard. Fonte: Autor, 2013.



Figura 2: (A) Obtenção de amostra de água utilizando amostrador DH-48; (B) Medição do Oxigênio Dissolvido utilizando o oxímetro; (C) Determinação de Nitrogênio e (D) Análise granulométrica e de concentração de sedimentos em suspensão por tubo de remoção pela base. Fonte: Autor, 2013.

mica de oxigênio (DBO_5) e concentração das descargas sólidas suspensas, no qual as amostras foram adequadamente condicionadas, para análises nos laboratórios de hidrologia e de qualidade de água da UFCG/CCTA, seguindo as recomendações de APHA, AWWA & WEF (1998) e Stand Methods.

As amostras para determinação das descargas sólidas em suspensão foram coletadas através dos amostradores DH48-104/06 (medição a VAU), adequado para pequenas profundidades e baixa velocidade da água, e o DH49-107/06 indicado para maiores vazões e velocidade da água, neste último faz-se o uso do barco de alumínio, com guincho fluviométrico e motor de poupa, sendo estes equipamentos pertencentes ao laboratório de Hidrologia do CCTA / UFCG, Campus Pombal – PB.

A determinação da concentração e granulometria dos sedimentos em suspensão foi empregado o método do tubo de retirada pela base descrito por Carvalho (2008, p. 215) e o cálculo da descarga sólida total foi alcançado utilizando o Método Simplificado de Colby (Carvalho 2008, p. 278).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A discussão dos resultados obtidos busca estabelecer um diagnóstico entre a correlação entre dos valores de cada parâmetro analisado 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, na tentativa e servir como subsídio para possíveis propostas de melhoramento da qualidade da água do rio e recuperação de áreas já degradadas.

Na figura 3 observa-se que os valores de vazão nos meses de novembro a agosto apresentaram bom ajuste aos níveis de cotas (régua limimétrica) registrados no período, como mostra o coeficiente de determinação $R^2=0,945$.

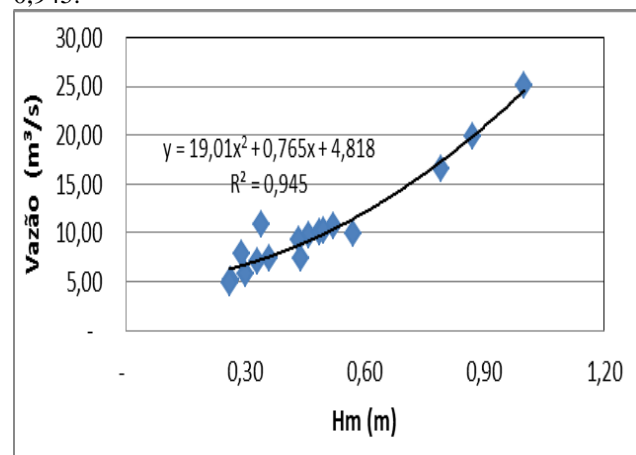
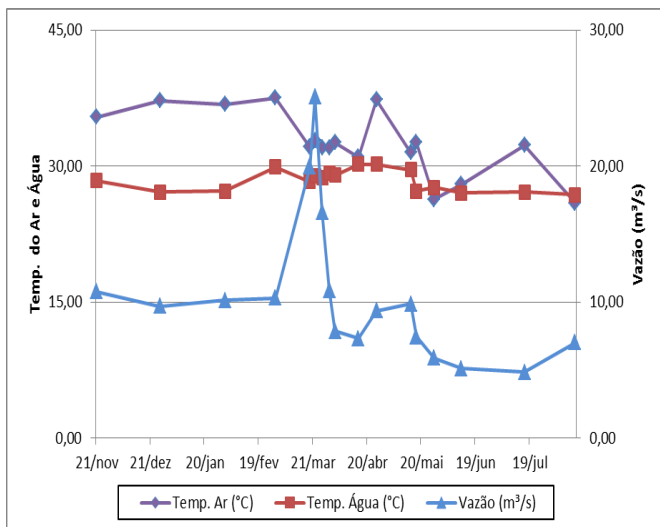


Figura 3 - Correlação entre descarga líquida (m^3/s) e cota obtida através da régua milimétrica. Fonte: Autor, 2013.

Diante dos resultados obtidos observou-se que os valores de vazão neste período não apresentaram grandes variações significativas permanecendo em média 8,11

m³/s no período de vazante/seca devido a não ocorrência significativa de eventos chuvosos. Já no período de vazante/cheia resultando do aumento dos fluxos fluviais, com permanência apenas no mês de março de 2013, obteve-se vazão máxima de 25,06 m³/s havendo um decréscimo para 10,86 m³/s ainda no mesmo mês, apresentando média de vazante/cheia de 18,105 m³/s. De modo geral as medições realizadas nesta pesquisa mantiveram-se variando entre 4,84m³/s e 25,06 m³/s, atingindo média geral da descarga líquida de 10,46m³/s.

Em estudos realizados por Barreto et al. (2009) na bacia hidrográfica do rio Catolé no estado da Bahia, encontrou valores de temperatura da água variando entre 23,04 °C a 29 °C. Com relação à temperatura do ar destacam-se as campanhas de nº 3 e 4 que apresentaram maiores medições 37,20°C e 37,50°C, permanecendo com variações máximas e mínimas de 37,50°C e 25,90°C. De modo geral, as temperaturas do ar e da água permaneceram estáveis, ou seja, não variaram significativamente entre as campanhas de medição, apresentando como média final 32,96°C e 28,48°C,



respectivamente.

Figura 4– Variação da descarga líquida (m³/s) e temperatura do ar e água no Rio Piranhas durante o período estudado. Fonte: Autor, 2013.

Os valores de CE encontrados neste trabalho ficaram na faixa de 204µS/cm a 373,1µS/cm dentre as campanhas. A média geral no período seco ficou em 303,3µS/cm, e no período chuvoso a média geral apresentou-se em 287,06µS/cm. Destaca-se a campanha nº1, na qual a condutividade divergiu fortemente dos demais, representou valor máximo 373,1µS/cm, caracterizando a presença de quantidade significativa de íons. Os valores de condutividade elétrica, não são referenciáveis pela Resolução do CONAMA N. 357/05 para águas de classe 2, porém em geral, quando esses valores excederem 100µS cm-1 deve-se verificar fatores como lançamento de esgotos domésticos e o adicionamento de corretivos e fertilizantes ao solo. As médias gerais encontradas no

período seco e no período chuvoso permaneceram acima do limite admitido, dessa forma, merece certa atenção nos diversos usos da água do Rio Piranhas. Ao observar as Figuras 5 e 6 percebe-se que a condutividade elétrica esteve intimamente relacionada com os valores dos sólidos dissolvidos totais para todas as campanhas, apresentando um simultâneo decréscimo à medida que a descarga líquida aumenta, em decorrência de eventos chuvosos nesse período, assim como no período de estiagem apresentaram uma elevação de tais valores. Essa variação sazonal da condutividade elétrica é associada ao regime de precipitação, pois com a chuva alguns nutrientes podem ser lixiviados para os rios aumentando a concentração de elementos dissolvidos.

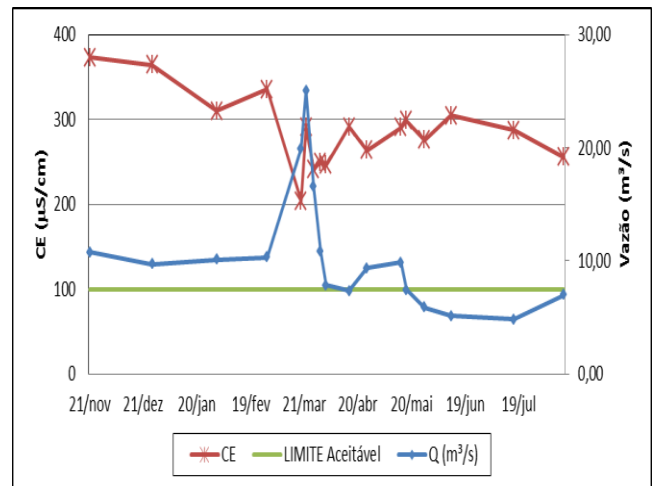


Figura 5– Variação das medições de CE (µS cm-1), descarga líquida (m³/s) e Limite admitido para a CE. Fonte: Autor, 2013.

Os SDT nas águas do Rio Piranhas variaram entre as faixas de 101,9 a 160,9 mg/L durante as campanhas realizadas. Obtendo média geral no período seco de 138,61 mg/L, e no período chuvoso de 132,53 mg/L.

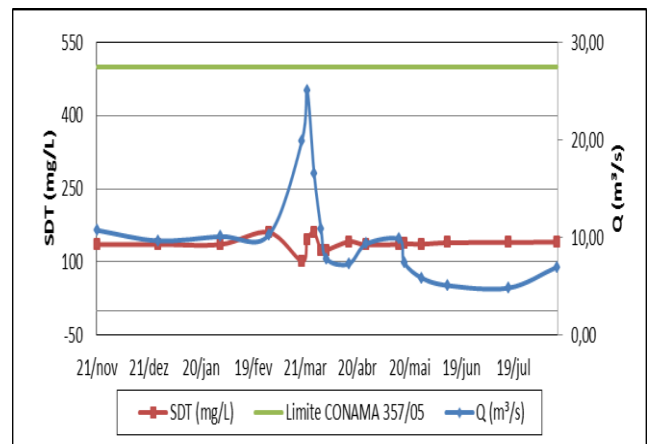


Figura 6 – Valores da descarga líquida (m³/s), SDT (mg/L), e Limite permitido segundo a resolução do CONAMA 357/05. Fonte: Autor, 2013.

A resolução CONAMA 357/2005, estabelece 500 mg/L para sólidos dissolvidos totais como padrão para corpos de água nas classe 1, 2 e 3. Os limites não foram ultrapassados no decorrer da pesquisa em nenhuma das campanhas, não havendo restrição de uso. Observando a Figura 6 percebemos uma queda na curva de SDT à medida que a descarga líquida aumenta devido aos eventos chuvosos registrados nesse período. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou por meio de ações antrópicas (lançamento de lixo e esgotos).

Estudos desenvolvidos por Barreto et al. (2009) 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.

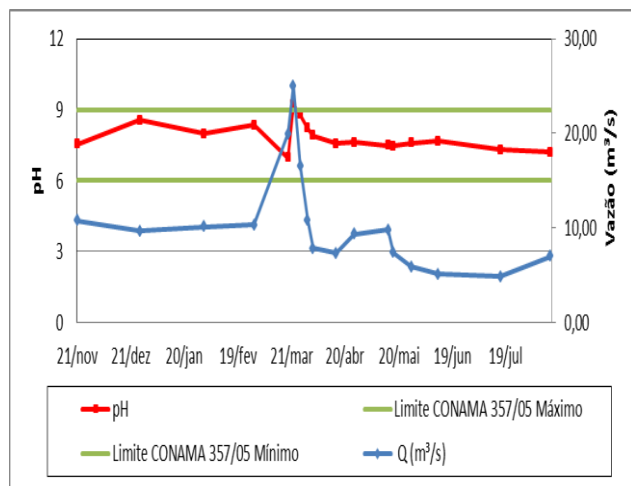


Figura 7 – Valores da descarga líquida (m³/s), pH, e Limites permitidos segundo a resolução do CONAMA 357/05 para rios de classe 2. Fonte: Autor, 2013.

A média geral atingida das concentrações de OD nas dezessete campanhas de medição foi de 5,71mg/L, no período seco apresentou média geral de 5,52mg/L e 6,30mg/L no período chuvoso, as concentrações de OD mantiveram-se com variações entre a faixa mínima de 4,1mg/L e máxima de 7,7mg/L, conferindo as campanhas que apresentaram menor vazão (período seco) e início do período chuvoso no qual refere-se ao período de lavagem da bacia caracterizando uma elevação contínua dos valores de vazões medidos nesse período, respectivamente. A resolução 357/05 do CONAMA, determina que valores de OD devem ser superiores a 5 mg/L para águas de classe 2, porém ao analisar o período de estudo observa-se que nas campanhas de nº 1, 3, 13 e 17 oferecem valores inferiores ao limite estabelecido pelo CONAMA, conforme é notavelmente exposto na Figura 8. Os valores de OD variam com a temperatura, altitude e

aeração da água, fator este que se relaciona diretamente com o aumento ou redução da vazão. Quanto ao perfil sazonal ainda observou-se na Figura 8 que houve uma tendência crescente de OD à medida que a descarga líquida aumenta, em decorrência de eventos chuvosos nesse período. Nos meses de março a abril apontam níveis mais altos de OD do que os demais meses, demonstrando uma variação significativa.

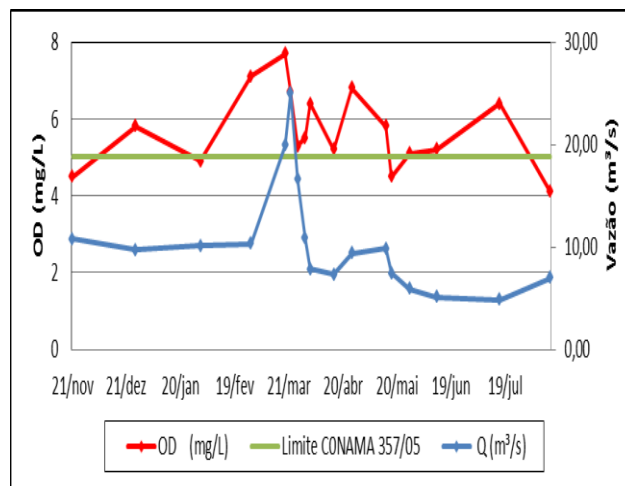


Figura 8 – Valores da descarga líquida (m³/s), OD (mg/L) e Limite estabelecido segundo a resolução do CONAMA 357/05(mg/L) . Fonte: Autor, 2013.

A DBO indica que quanto maior a quantidade de matéria orgânica lançada no meio, maior a quantidade de oxigênio a ser utilizada pelos microrganismos, ou seja, maior a DBO. Neste estudo os valores de DBO₅ permaneceram na faixa de 0,4 a 4,1mg/L, nas campanhas nº1 e nº5 respectivamente, apresentando média geral de 2,43 mg/L, pode-se observar na Figura 9 que todos os valores estiveram no limite estipulado pela resolução do CONAMA 357/05, que fixa os valores de DBO₅ até o máximo de 5 mg/L para rios de classe 2. As campanhas de nº4, nº5, nº6 e nº11 apresentaram maior carga orgânica no período analisado, conseqüentemente a maior DBO dos microrganismos heterótrofos aeróbicos envolvidos na biodegradação da matéria orgânica, visto que recebe influência do município de Pombal – PB o qual apresenta infraestrutura deficitária, os esgotos são lançados em fossas sépticas, não existe ainda rede coletora de esgoto na área. Sobretudo, sabe-se que uma eleva DBO aumenta a contaminação por coliformes fecais, acelera o processo de eutrofização, além de provocar erosão no solo e assoreamento do rio (BRIGANTE e ESPÍNDOLA, 2003).

A dureza (em geral expressa em mg/L de carbonato de cálcio Ca CO³) de uma água é devida à presença de cátions metálicos bivalentes principalmente cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺). Uma água dura é, portanto, aquela que contém grande quantidade de cálcio e magnésio. Os resultados com relação à dureza total observados mostram que os valores estiveram aproximadamente em torno de 45mg/L de média, para este valor a água é considerada mole (CARVALHO e OLIVEIRA, 2003), não

apresentando restrição de uso. A OMS indica valor máximo de 500mg/L para água utilizada para consumo humano.

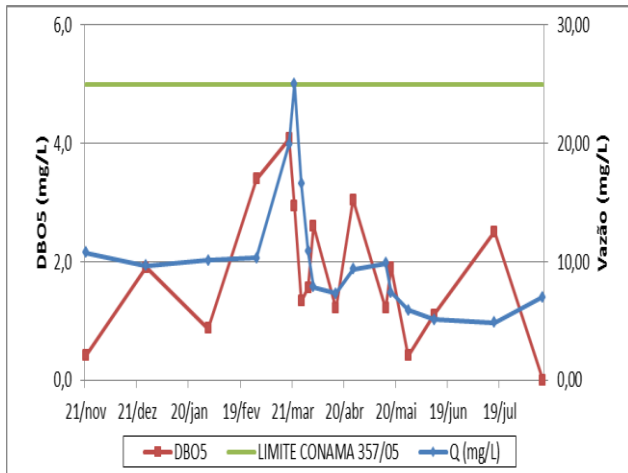


Figura 9 – Valores da descarga líquida (m³/s), DBO5 (mg/L) e Limite estabelecido segundo a resolução do CONAMA 357/05(mg/L). Fonte: Autor, 2013.

As concentrações de cálcio estiveram entre o valor mínimo de 11,5mg/L e máximo de 23,75mg/L, atingindo média geral 17,01 mg/L entre as campanhas analisadas. O cálcio além de ser um nutriente essencial para as plantas ajuda a evitar seu estresse decorrente da presença de metais pesados e ou salinidade (Dias & Alvarez, 1996). A (OMS, 1999) recomenda um valor máximo desejável de 75 mg/L e o máximo permissível de 200 mg/L, desse modo observamos que todos os valores obtidos na pesquisa mantiveram-se abaixo do desejável.

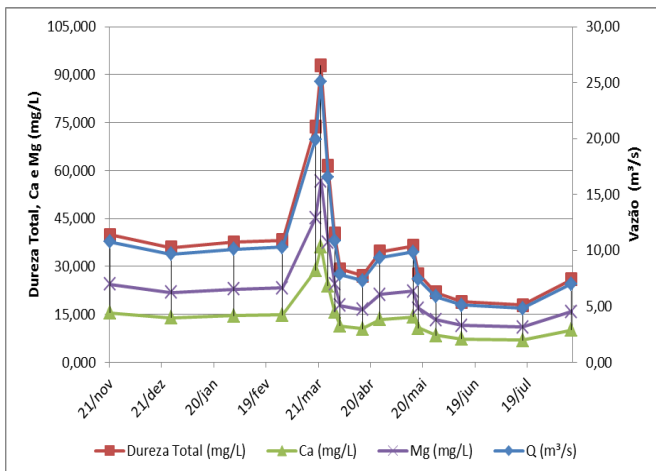


Figura 10 – Variação da descarga líquida (m³/s), Dureza Total (mg/L), Ca (mg/L) e Mg (mg/L) no período estudado. Fonte: Autor, 2013.

As concentrações observadas de magnésio estiveram entre o valor mínimo de 20 mg/L e máximo de 34,17 mg/L, conferindo as campanhas que apresentaram maior vazão (período chuvoso) e menor vazão (período seco) conforme é observado na Figura 10, atingindo média geral 27,31 mg/L entre as campanhas analisadas. Segundo a

OMS (1999), o magnésio é avaliado pelo máximo desejável de 30 mg/Le o máximo permissível de 150 mg/L, assim os valores obtidos na pesquisa estiveram em harmonia sendo permitido para consumo humano. Resolução CONAMA 357/05 para rios de classe 2 não fez referência a estes parâmetros.

As concentrações de sódio estiveram entre valores de 0,657mg/ de 1,516 mg/L, nos quais representam as campanhas de menor e maior vazão, com média geral em todo o período estudado de 1,100 mg/L de sódio presente na água do rio Piranhas. 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. A portaria do Ministério da Saúde recomenda um valor máximo permissível de 5,1mg/L, valor não ultrapassado em nenhuma das campanhas analisadas. A resolução do CONAMA 357/05 não faz referência a este parâmetro.

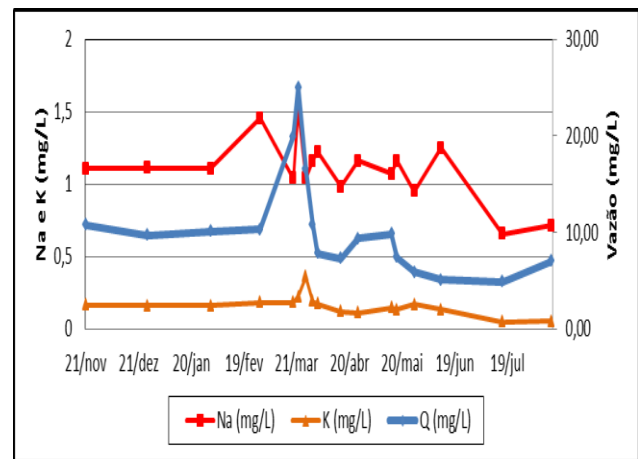


Figura 11 - Valores da descarga líquida (m³/s), Na (mg/L) e K (mg/L). Fonte: Autor, 2013.

O valor médio de potássio manteve-se aproximadamente em torno de 0,20mg/L nas campanhas analisadas, apenas na campanha amostral nº7 apresentou um valor máximo de 0,360mg/L, coincidindo com o mês que apresentou maiores medições de descarga líquida, enquanto as demais campanhas apresentaram valores aproximadamente constantes ao longo do período estudado, com exceção das duas últimas campanhas que se mantiveram com medições mais inferiores que os demais em torno de 0,055 mg/L. Na Figura 11 observa-se que o potássio sofreu influência significativa e diretamente proporcional ao aumento da vazão, onde a medida que ocorreu o aumento da vazão, maior foi a concentração de potássio na água, e quando menor é a vazão menor é essa concentração. Segundo a Cetesb (2012), o potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, já que rochas que contem 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. A resolução do CONAMA 357/05 e a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde não faz referência a este parâmetro. Para o consumo humano, o valor máximo permissível segundo a OMS (1985) é de 20 mg/L, valores não superados na pesquisa.

O aporte orgânico e inorgânico a partir de ecossistemas adjacentes, e atualmente em grande escala, pelo aporte de efluentes domésticos e industriais não tratados ou parcialmente tratados nos corpos d'água são as principais fontes de nitrogênio e fósforo (Esteves, 2011). Esses parâmetros constituem nutrientes essenciais ao crescimento de algas e plantas aquáticas, suas concentrações em um corpo hídrico podem ser naturais ou antropogênicas. A média geral de nitrogênio total apresentada nas campanhas de medição foi de 10,73 mg/L, com variações de 0,0400 mg/L a 0,4880 mg/L na campanha amostral de nº14 no mês de maio de 2013.

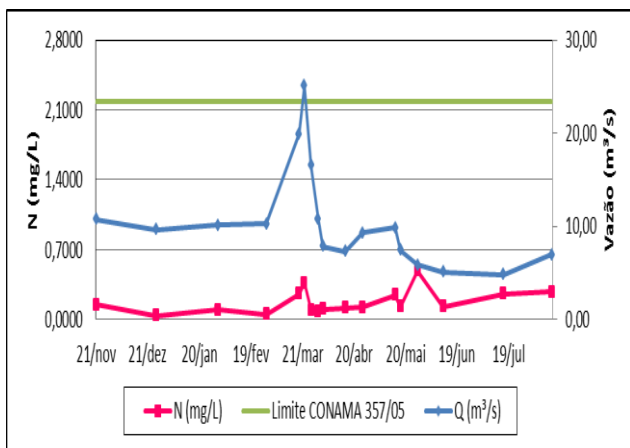


Figura 12 - Valores da descarga líquida (m^3/s), N (mg/L) e Limite estabelecido segundo a resolução do CONAMA 357/05 (mg/L). Fonte: Autor, 2013.

Na Figura 12 observa-se que o N teve ascensão diretamente proporcional ao aumento da vazão, onde à medida que ocorreu o aumento da vazão maior foi a concentração de nitrogênio na água, e quando menor a vazão menor é essa concentração, com exceção da campanha nº14 que apresentou a maior medição de N na pesquisa. De modo geral os valores estiveram no limite estipulado pela resolução do CONAMA 357/05, que referencia os valores de Nitrogênio Total não deverá ultrapassar 2,18mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

O Fósforo Total variou de 0,0015mg/L na campanha nº2, até um valor máximo de 0,0260mg/L na campanha nº6, com valor médio de 12,40mg/L. Em nenhuma das campanhas os valores ultrapassam os valores referenciados pela resolução do CONAMA de 0,100 mg/L. As maiores concentrações de fósforo total observados foram nas campanhas amostrais nº5 e nº6 o que reflete a maior concentração de nutrientes devido maior descarga líquida decorrentes do início do período de chuvas, conforme demonstra a Figura 13 abaixo.

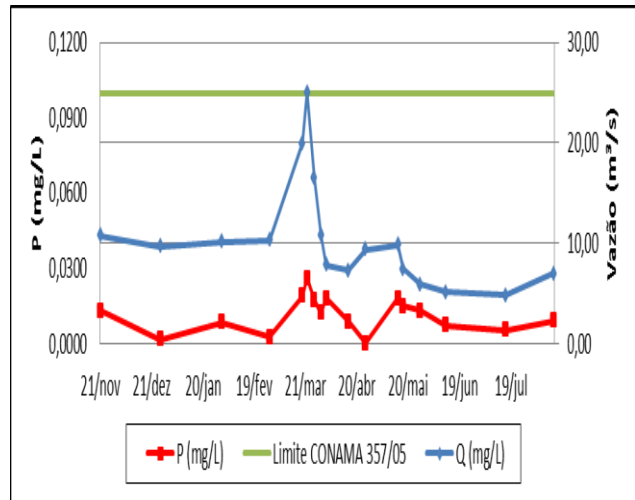


Figura 13 - Valores da descarga líquida (m^3/s), F (mg/L) e Limite estabelecido segundo a resolução do CONAMA 357/05 (mg/L). Fonte: Autor, 2013.

As concentrações de nitrogênio e fósforo total não variaram nas mesmas proporções para as campanhas amostrais. Para o nitrogênio, as maiores concentrações ocorreram no mês de maio e para o fósforo no mês de março. A diminuição da vazão associada à maior descarga de fontes pontuais poluidoras em alguns locais ao longo rio Piancó podem ser os fatores para o acúmulo destes nutrientes, visto que o rio Piranhas recebe vazão regularizada do seu afluente perenizado pelo Sistema Coremas Mãe D'Água e recebe toda carga de efluente da maioria dos municípios ao longo do seu percurso.

Com relação à concentração de sedimentos em suspensão na Tabela 1 são apresentados os valores encontrados para cota (H), área molhada (A), largura do topo (L), velocidade (V), profundidades (P), concentração de sedimentos em suspensão (C_{ss}), produção específica de sedimentos (p_{ss}), descarga líquida (Q), descarga sólida em suspensão medida (Q_{ss}), descarga sólida em suspensão não medida (Q_{nm}) e descarga sólida total (Q_{st}), respectivamente.

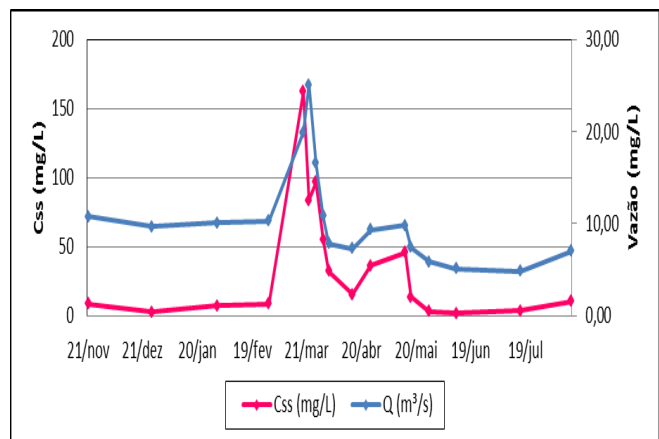


Figura 14 - Variação temporal da concentração de sedimentos em suspensão (mg/L) e Descarga líquida (m^3/s) durante o período de Amostragem. Fonte: autor, 2013.

Tabela 1 – Medições concentração de sedimentos em suspensão e descargas sólidas do Rio Piranhas – Pombal/PB

Nº	Campanhas	H (m)	A (m²)	L (m)	V (m/s)	P (m)	Css (mg/L)	Q (m³/s)	Qss (t/dia)	Qnm (t/dia)	Qst (t/dia)
1	21/11/2012	0,52	33,70	51,28	0,32	0,68	8,80	10,760	8,18	19,37	27,55
2	26/12/2012	0,46	31,80	50,83	0,30	0,65	2,53	9,680	2,12	9,70	11,82
3	31/01/2013	0,49	32,60	51,02	0,31	0,66	7,32	10,120	6,40	16,69	23,09
4	28/02/2013	0,50	32,90	51,09	0,31	0,67	8,59	10,300	7,64	17,07	24,71
5	19/03/2013	0,87	47,60	53,98	0,42	0,91	161,99	19,930	279,00	209,66	488,66
6	22/03/2013	1,00	54,00	55,02	0,47	1,02	83,38	25,060	180,55	198,18	378,73
7	26/03/2013	0,79	43,10	53,11	0,38	0,85	96,58	16,570	138,27	128,10	266,37
8	30/03/2013	0,34	33,90	51,32	0,32	0,69	55,25	10,860	51,83	51,30	103,13
9	02/04/2013	0,29	28,30	49,95	0,27	0,59	32,22	7,850	21,86	27,75	49,61
10	15/04/2013	0,44	27,20	49,65	0,26	0,57	15,62	7,310	9,86	16,30	26,16
11	25/04/2013	0,44	31,20	50,68	0,30	0,64	36,39	9,350	31,13	31,24	62,64
12	14/05/2013	0,57	32,00	50,78	0,31	0,66	45,91	9,840	39,03	42,42	81,45
13	17/05/2013	0,36	28,34	50,08	0,23	0,60	12,97	7,430	8,33	30,14	38,46
14	27/05/2013	0,30	26,10	49,61	0,22	0,55	2,75	5,880	1,40	26,69	28,08
15	11/06/2013	0,26	24,60	49,34	0,21	0,53	3,72	5,100	1,64	24,78	26,42
16	16/07/2013	0,26	24,57	49,32	0,21	0,53	3,80	4,840	1,59	24,66	26,25
17	13/08/2013	0,33	27,68	49,85	0,23	0,57	10,68	7,000	6,46	28,43	34,89
*	Média	0,48	32,92	50,99	0,30	0,67	34,62	10,46	46,78	53,09	99,88
*	Máximo	1,00	54,00	55,02	0,47	1,02	161,99	25,06	279,00	209,66	488,66
*	Mínimo	0,26	24,57	49,32	0,21	0,53	2,53	4,84	1,40	9,70	11,82

Ao analisar os dados expostos na Tabela 1 é possível observar o comportamento da concentração de sedimentos em suspensão durante a ocorrência de eventos chuvosos significativos, referentes às campanhas de nº5 a nº8 no mês de março com variação significativa na vazão de escoamento na seção estudada com um aumento de 14,2 m³/s, a concentração de sedimentos em suspensão apresentou um comportamento peculiar, logo após a ocorrência dos primeiros eventos chuvosos observa-se a elevação do valor de concentração de sedimentos em suspensão de 161,99mg/L, possivelmente isto corresponde à carga de lavagem da área de drenagem da bacia, verificando-se a seguir uma redução do valor da concentração de sedimentos em suspensão, concomitantemente com o decréscimo da vazão. Já ao analisar o período de amostragem das campanhas de nº1 a nº4 e nº9 a nº17, nos quais correspondem ao período de amostragens onde não foram identificados a ocorrência de eventos chuvosos significativos, como resposta, notamos a diminuição da vazão. De modo geral, houve variação da vazão de 25,06 m³/s a 4,84 m³/s, já a concentração de sedimentos em suspensão que variou de 161,99mg/L a 2,53 mg/L. Ao observar a Figura 14 percebe-se a íntima relação da concentração de sólidos suspensos com as medições das descargas líquidas analisadas na pesquisa.

Segundo Tooth (2000), esse padrão de distribuição da concentração de sedimentos em pulsos lineares parece acompanhar o padrão de distribuição de chuvas e de escoamentos superficiais em eventos de picos simples, característica do padrão de chuvas das regiões áridas e semiáridas.

Na Tabela 1 também observa-se que os valores de descarga sólida em suspensão e total obtiveram média geral de 46,78 e 99,88 t/dia, respectivamente, começando variar significativamente na campanha nº5 onde se deu início o período chuvoso com medição de

descarga líquida de 19,93 m³/s para o período de menor descarga líquida de 4,84 m³/s. As concentrações Qss e Qst mantiveram-se variando em uma faixa de 279,00 e 488,66 t/dia para o período de maior descarga e de 1,40 e 11,82 t/dia para período de menor descarga.

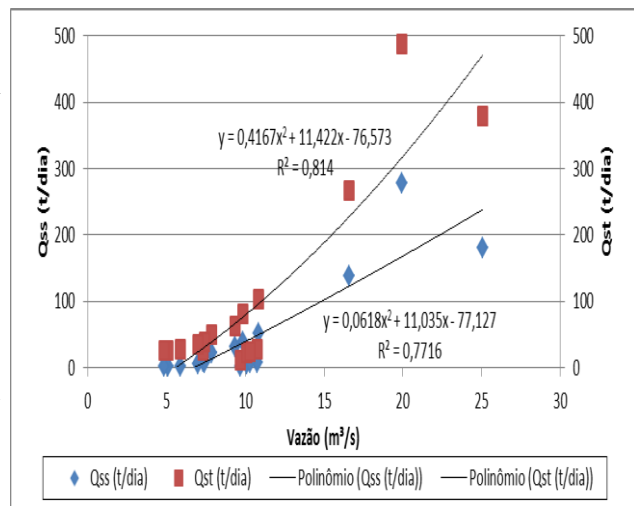


Figura 15 - Correlação entre a vazão em m³/s e descargas sólidas em suspensão e total em t/dia. Fonte: Autor, 2013.

De modo geral, ao analisar a Figura 15 observa-se que a descarga sólida em suspensão e total na sub bacia do rio Piranhas demonstrou relativamente ajustados aos níveis de vazões, como mostrou os coeficientes de determinação R²=0,771 e R²=0,814, respectivamente.

Estudos desenvolvidos recentemente no semiárido pernambucano por Melo et al. (2008), revelou valores de concentração de descarga sólida em suspensão com amplitude bem superiores, variando de 13.539,39 t/dia a

1,03 t/dia, no entanto em estudos realizados por Filho et al. (2010) na sub bacia hidrográfica do rio Jacu-PE, alcançaram valores semelhantes aos encontrados nesta pesquisa, em vazões variando de 0,00708 m³/s a 0,3446 m³/s encontrou valores de descarga sólida em suspensão variando de 0,094 t/dia a 9,018 t/dia, ao correlacioná-los com as vazões obtiveram um valor de coeficiente de determinação igual a 0,9633, demonstrando bom ajuste.

Com relação à produção específica de sedimentos em suspensão da bacia em questão, este corresponde a 1,13 t/km².ano. A área apresenta características típicas das propriedades do semiárido brasileiro, com áreas de caatinga onde se desenvolve práticas agrícolas na forma da agricultura de sequeiro, com a utilização das queimadas como prática de manejo do solo, onde também se utiliza da pecuária extensiva com caprinos, ovinos e bovinos na bacia, atividades que segundo Melo et al. (2008) provavelmente influenciam nesse valor. Nos estudos de Filho et al. (2010) em uma sub bacia no semiárido de Pernambuco, o valor da produção específica de sedimentos foi de 115, 5900 t/ km². ano, valor este bem superior aos encontrados neste estudo.

Segundo a Organização Meteorológica Mundial-WMO (2003) pode-se considerar os valores inferiores a 35 t/km².ano como valores aceitáveis e indicativos de baixa produção de sedimentos na região. Desse modo, a produção específica de sedimentos em suspensão da bacia do rio Piancó Piranhas Açú manteve-se bem abaixo do estipulado durante o período estudado.

CONCLUSÕES

Diante da análise observamos que algumas variáveis como OD, CE e pH apresentaram medições fora dos padrões limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA 357/05 para águas de classe 2. Estes, não sofreram apenas influência das atividades antrópicas, mas também do regime sazonal ocorrido na bacia.

Nas variáveis N, P, K, Na, Ca²⁺ e Mg²⁺ é evidente a influência sazonal em seus resultados, porém mantiveram-se de acordo com a legislação vigente indicando um adequado uso e ocupação do solo na bacia.

Os parâmetros analisados variaram com maiores alterações de vazão, apresentando em sua maioria um comportamento diretamente proporcional, com exceção dos STD e CE mostrando-se com comportamento inverso possivelmente devido à maior diluição das concentrações de íons no período de maior descarga líquida no rio Piranhas.

Com relação à concentração de sedimentos da bacia do rio Piancó Piranhas Açú observamos que manteve-se relativamente ajustado aos níveis de vazão, apresentando altas concentrações logo quando se inicia o período de chuvas, onde há um maior arraste de sedimentos e nutrientes caracterizando este como o período de lavagem da bacia.

A produção específica de sedimentos na área de estudo, que correspondeu a 1,13 t/km².ano, sendo avaliada

com padrões aceitáveis de acordo com a classificação proposta pela WMO (2003), com indicativos de baixa produção de sedimentos na região.

Sobretudo, percebe-se que os regimes hidrológicos do rio Piranhas sofre fortes influências das condições climáticas do semiárido. Notadamente, no curto período chuvoso, ocorrido anualmente, onde as variações de vazões, da qualidade da água e da quantidade de sedimentos 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.

Portanto, conclui-se que é de fundamental importância a realização desse tipo de monitoramento, pois permite uma avaliação contínua da qualidade da água, uma vez que, ao alterar algum parâmetro deve-se observar uma série de fatores que possam vir a afetar o equilíbrio natural do meio.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de águas (Brasil). **“Instruções de Operação – Rede Hidrometeorológica 2012”**. 2011. Agência Nacional de Águas, Brasília, p. 1-17.

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 janeiro de 2013.

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

BARRETO, Luciano Vieira; ROCHA, Felizardo Adenilson; OLIVEIRA, Melquesedek Saturnino Cabral. **Monitoramento da qualidade da água na microbacia hidrográfica do rio Catolé, em Itapetinga-BA**. Centro Científico Conhecer - ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Goiânia, vol.5, n.8, 2009.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3^a ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009. 144 p.

BRIGATE, J.; ESPÍNDOLA, G.L.E. **Liminologia fluvial - Um estudo no rio Mogi - Guaçu**. São Carlos. RIMA. 278p. 2003.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro- RJ, INTERCIÊNCIA, 2008. 599p.

CARVALHO, R.A ; OLIVEIRA, M.C.V. **Princípios básicos de saneamento do meio**. São Paulo. 3ª ed.: editora SENAC. São Paulo, 2003.

CETESB. **Qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.CETESB.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acesso em 21 fevereiro 2013.

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

DIAS, L.E.; ÁLVAREZ, V.H.V. **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG. UFV. 1996.204p.

ESTEVES, F. **Fundamentos da liminologia**. Rio de Janeiro. Interciência. FINEP.1998. 574p

FILHO, M. C.; CANTALICE, J. R. B.; STOSIC, B.; ARAÚJO, A. M.; PISCOYA, V. C.; ALVES, P. S. **Produção de sedimentos em suspensão da Bacia Hidrográfica do Riacho Exu no semi-árido Pernambucano**. Anais do IX Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Out, Brasília- DF. (2010).

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.

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

MELO, R. O.; CANTALICE, J. R. B.; ARAÚJO, A. M.; FILHO, M. C. **Produção de sedimento suspenso de uma típica Bacia Hidrográfica Semiárida**. Anais do VIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Nov, Campo Grande- MS. (2008).

OMS. Organization Mundial de la Salud. **Guias para localidade del água potable**. 2ed.v.1. Genebra, 1999.

RESOLUÇÃO CONAMA” nº 357, de 17 de MARÇO DE (2005). Publicada no DOU nº 53, de 18 de Março de 2005.

SONTEK/YSI. **“Manual do Sistema River Surveyor S5/M9 Versão de Software 1.0. 9940 Summers Ridge Road”**. San Diego, CA 92121-3091 EUA, 131p.

TOOTH, S. **Process, form and change in dryland rivers: a review of recent research**. Earth- Science Reviews v.51, pp. 67 – 107. (2000).

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Commission for Basic Systems, Extraordinary Session, Seoul**. Abridged final report of the extraordinary session, Seoul 9-16 November. Geneva: WMO, 2003. (WMO (Series), n. 1017). CD-ROM. (2003).