

Qualidade ambiental da bacia do Rio Piancó Piranhas Açú

Environmental quality of river basin Piancó Piranhas Açú

*Thâmara Martins Ismael de Sousa¹, Paloma Mara de Lima Ferreira², José Wagner Alves Garrido³,
Manoel Moises Ferreira de Queiroz⁴, Franciédna Maria da Silva⁵*

Resumo: O objetivo deste trabalho consiste em avaliar a qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, com ênfase nas sub-bacias do Rio do Peixe, Piancó e Alto Piranhas, a partir da análise da qualidade da água, baseada nos parâmetros que determinam a classificação e avaliação da qualidade das águas expressa pelo IQA e analisar sua relação com o uso e ocupação do solo da bacia e ainda com aspectos socioeconômicos e ambientais das áreas, buscando identificar os efeitos dos impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas nos recursos hídricos da bacia. Em caracterização socioeconômica a sub-bacia do Rio do Peixe apresentou maiores valores em todas as variáveis analisadas. Em relação ao padrão de uso e ocupação dos solos, a sub-bacia do Rio Piancó apresentou a maior extensão de área ocupada por atividades agropecuárias. O IQA variou entre Regular e Bom, observou-se que houve um decréscimo do IQA com o aumento da vazão, acentuadamente relacionado aos primeiros eventos chuvosos. Os parâmetros que mais contribuíram para o decréscimo do IQA foram, principalmente, pH, concentração de nitrogênio e fósforo total e coliformes termotolerantes.

Palavras-chave: *Monitoramento, Qualidade da água, Índice de Qualidade das águas.*

Abstract: The objective of this study is to assess the environmental quality of the river basin Piranhas, with emphasis on sub-basins of the Rio do Peixe, and Piancó Alto Piranhas, from the analysis of water quality, based on the parameters that determine the classification and assessment of water quality expressed by the IQA and analyze its relation to the use and occupation of the basin and further socioeconomic and environmental areas, seeking to identify the effects of environmental impacts of human activities on water resources of the basin. Socioeconomic characteristics in the sub-basin of the Rio do Peixe showed higher values for all variables. Regarding the use pattern and land use, a sub-basin of the Rio Piancó had the largest area occupied by agricultural activities. The IQA ranged between Regular and Good, it was observed that there was a decrease in the IQA with increasing flow rate, markedly related to the first rainfall events. The parameters that contributed most to the decrease of the IQA were mainly pH, nitrogen and total phosphorus and fecal coliform.

Key words: *Monitoring, Water Quality, Water Quality Index.*

*Autor para correspondência

Recebido em 10/11/2014 e aceito em 11/11/2014

¹ Graduada em Engenharia Ambiental, UACTA/CCTA/UFCG, Pombal-PB. Email: thamaraismael@hotmail.com

² Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais, UFPB. Graduada em Engenharia Ambiental, UACTA/CCTA/UFCG, Pombal-PB. Email: paloma_mara@hotmail.com.br

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 Graduada em Engenharia Ambiental. UFCG/CCTA/UACTA, Campus Pombal PB - Rua Jairo Vieira Feitosa, n 1770, Bairro dos Pereiros, CEP: 58.840.000. E-mail: edna.ufcg@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O panorama sobre recursos hídricos no semiárido revela grandes incertezas quanto ao uso da água e sua disponibilidade de oferta em quantidade e qualidade adequada aos usos a que se pretende destiná-la. Os problemas inerentes à falta de gerenciamento da água, principalmente no que tange ao aproveitamento da bacia, apresenta diferenciados níveis de pressão que vão desde a falta do recurso para o abastecimento, a falta de saneamento, o assoreamento dos cursos d'água e a contaminação por agrotóxicos, fertilizantes, esgoto doméstico, entre outros.

A descaracterização dos vales, encostas e leitos de cursos d'água, uma tendência tanto da área urbana como rural em vista da necessidade de ocupação dos espaços, ultimamente se revela preocupante, pois a supressão da cobertura vegetal, em virtude das atividades desempenhadas, tem acelerado os processos de erosão, assoreamento, contaminação e aumento de sólidos em suspensão nas águas. A vegetação responsável por inibir a ação de determinadas degradações, quando retirada, potencializa os efeitos deletérios sobre a qualidade da água.

Na maioria dos casos, as alterações iniciam-se pela supressão da vegetação nativa, com a substituição das coberturas vegetais por outras formas de cobertura, como pavimentação de vários tipos, terra arada, solo descoberto, vegetação rala ou esparsa, culturas agrícolas e pastagens, dentre outras. Essas mudanças significam alterações também na quantidade de material carreado pelas águas das chuvas que varrem estas superfícies, como as partículas de solos desagregadas associadas a diversos fluidos presentes, tais como óleos e graxas, agroquímicos, esgotos urbanos, resíduos industriais, lixiviados e fertilizantes.

A bacia do Rio Piranhas apresenta em seu interior, atividades antrópicas de elevado potencial causador de impactos sobre os recursos hídricos e solos, tais como extração mineral de argila para a indústria cerâmica, extração de madeira e atividades agropecuárias. Sinais de degradação da qualidade ambiental nos corpos hídricos da bacia do Rio Piranhas já são evidentes, como o assoreamento em vários pontos, com redução de calhas; queda da qualidade da água pela presença de nutrientes e redução da diversidade biológica e eliminação da vegetação ciliar, contribuindo para a erosão das margens.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade ambiental da bacia do Rio Piranhas a partir da análise da qualidade da água, baseada nos parâmetros que determinam a classificação e avaliação da qualidade das águas da bacia hidrográfica e analisar sua relação com o uso e ocupação do solo da bacia, buscando identificar os efeitos dos impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas nos recursos hídricos da bacia e

especializar esses resultados em mapas temáticos para reconhecimento de áreas vulneráveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio Piranhas, Paraíba, Brasil. A área total delimitada para a realização deste estudo compreende as sub-bacias do rio Piancó, Peixe e Alto Piranhas, inseridas na bacia hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, a seção de controle se localiza entre as coordenadas geográficas 06°46'07" S e 37°47'44,6" W, em um ponto a jusante da confluência entre os rios Peixe, Piranhas e Piancó, como mostra a Figura 1.

Levantamento de Dados e Definição das Escalas de Trabalho

Para avaliação da qualidade ambiental da bacia do rio Piranhas foram realizados levantamentos de dados e definição das escalas de trabalho. Para organização dos indicadores, adotamos a análise do estado do meio, através da avaliação da qualidade da água, da produção de sedimentos, da cobertura vegetal e da forma de uso e ocupação da bacia. Para facilitar a análise das informações, foram definidos limites de acordo com as sub-bacias existentes. Os limites das sub-bacias foram definidos de acordo com o relatório hidrológico da AESA (2007).

Nesta perspectiva de trabalho, a bacia do Rio Piranhas foi delimitada em 3 sub-bacias, correspondendo as sub-bacias dos rios Piancó, Peixe e Alto Piranhas. Os dados socioeconômicos foram obtidos a partir do levantamento de dados do IBGE e IPEADATA e os dados de uso da terra através de estudos de bancos de dados da Secretaria de agricultura do estado e órgão semelhantes.

Para avaliação da qualidade das águas foi realizado o monitoramento dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água, mensalmente, e no período chuvoso, seguindo a frequência de chuvas que alteram a vazão do rio. A vazão foi determinada com uso do medidor acústico Doppler de vazão, usando o ADP RiverSurveur S5 da Sontek (Figura 2 A e B).

As amostras de água para determinação dos parâmetros foram coletadas através do amostrador DH-48 (medição a VAU). Os parâmetros selecionados foram: temperatura da água, condutividade elétrica (CE), pH, oxigênio dissolvido (OD), verificados *in lócus*, utilizando equipamentos portáteis com sonda específica para cada parâmetro, como mostra a Figura 3 (A, B e C).

As concentrações de N, fósforo, sólidos dissolvidos totais, concentração de sedimentos em

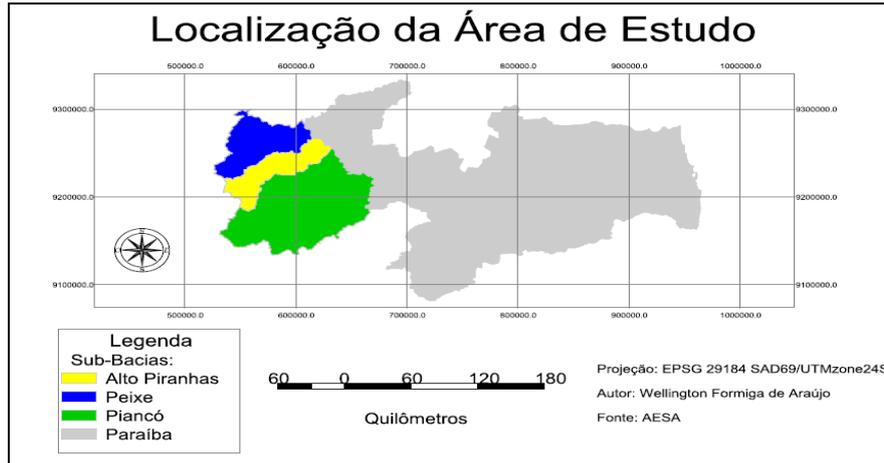


Figura 1- Localização das sub- bacias do Rio do Peixe, Piancó e Alto Piranhas. Fonte: Autor (2013).



Figura 2 - (A) Medidor acústico Doppler de vazão- ADP; (B) Medição do Oxigênio Dissolvido; (C) Medição de Temperatura e Ph e (D) Medição de CE. Fonte: Autor, 2013.

suspensão, DBO_5 e coliformes totais, foram determinadas a partir das coletas de amostras de água, conduzidas, 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. Para avaliar os resultados obtidos foram considerados os valores preconizados pela Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 357/2005 na bacia.

Os resultados das análises foram enquadrados segundo a recomendação da CESTB (2013) em classes de qualidade das águas, por meio do cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) adaptado.

O IQA foi obtido por meio da equação 1, que representa o produtório ponderado das qualidades da água correspondente a cada parâmetro selecionado, quais sejam: Oxigênio Dissolvido, $DBO_{5,20}$, pH, Nitrogênio, Fósforo, Temperatura, Concentração de Sedimentos em suspensão, SDT e Coliformes termotolerantes.

$$IQA = \prod q_i^{w_i} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

IQA - Índice de qualidade das águas, variando de 0 a 100;

q_i - qualidade do i -ésimo parâmetro, variando de 0 a 100, obtido pela variação da curva média de qualidade da água;

w_i - peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, variando de 0 a 1.

O resultado do IQA para águas naturais, obtido pela Equação 1, pode ser enquadrado nas seguintes categorias, conforme Tabela 2.

Tabela 1- Categorias de qualidade das águas segundo o resultado do IQA.

Categoria	Ponderação
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Boa	$70 < IQA \leq 90$
Regular	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Péssima	$0 \leq IQA \leq 25$

Fonte: CETESB (2013)

Análise e Espacialização de Dados para Elaboração de Mapas Temáticos

A espacialização de dados é uma etapa fundamental para o Planejamento ambiental, atuando como instrumento facilitador para visualização de dados de uma forma simplificada, auxiliando na compreensão de problemas e tomadas de decisões. Atualmente em estudos de planejamento ambiental, os dados mapeados são inseridos em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os SIG's constituem uma importante ferramenta para gestão territorial, principalmente na caracterização das paisagens e na

análise de escalas, padrões e processos relacionados com os fenômenos ambientais, podendo ser aplicado em programas de planejamento, proteção, recuperação e no monitoramento ambiental.

A análise e a integração dos mapas temáticos foi realizada a partir da sobreposição dos dados no SIG gvSig 1.1. Os indicadores socioambientais que foram inseridos neste SIG são: aporte de cargas poluidoras e de sedimentos, distribuição de renda, densidade da população e presença de áreas verdes na bacia.

Reconhecimento das Áreas Vulneráveis

O agrupamento das perspectivas socioambientais foi a base para a elaboração de um modelo multicriterial, através do cruzamento de mapas temáticos dos indicadores: aporte de cargas poluidoras e de sedimentos, distribuição de renda, densidade da população e presença de áreas verdes na bacia. A partir dos cruzamentos das informações obtidas, buscou-se identificar as áreas de maior concentração de impactos ambientais, definidas neste estudo como áreas de vulnerabilidade ambiental.

A análise de vulnerabilidade ou fragilidade ambiental foi realizada, combinando informações de mapas de usos do solo na bacia hidrográfica do rio em estudo, à análise de qualidade da água baseado nos parâmetros que determinam a classificação e avaliação da qualidade das águas, conforme Resoluções do CONAMA nº. 357/2005.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados socioeconômicos

Conforme proposto foi realizado levantamento de alguns indicadores socioeconômicos e de uso e ocupação dos solos nos municípios selecionados dentro da área das sub-bacias estudadas.

População e Densidade Populacional

O estudo da população apoia-se em alguns fatores demográficos fundamentais, como a densidade demográfica que representa o comportamento dos aglomerados urbanos, definida como o número de habitantes que dividem um determinado espaço territorial. (Plano de Recursos Hídricos da Bacia Piranhas- Açú). A Tabela 2 apresenta os valores de população e densidade demográfica para as sub-bacias analisadas para o ano de 2010.

Tabela 2 - Dados de População e Densidade Demográfica para o ano de 2010.

Sub- bacia Hidrográfica	População (hab)	Densidade Demográfica (hab/km ²)
Alto Piranhas	70.438	27,52
Piancó	270.229	29,43
Peixe	213.268	62,36

Fonte: IBGE (2010)

Conforme Tabela 2 a sub-bacia do Rio do Peixe possui a maior densidade demográfica média da área estudada (62,36 hab/Km²). Nela, os municípios de Souza e Cajazeiras merecem destaque, com números elevados de densidade demográfica (120,46 e 110,85 hab/Km², respectivamente), enquanto que, a sub-bacia do Rio Piancó apresenta a menor densidade demográfica (29,43 hab/Km²).

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

O IDH é um importante indicador do nível de desenvolvimento de um espaço geográfico, município, estado, região ou país, por refletir condições relacionadas a educação, longevidade e renda. A Tabela 3 apresenta os valores médios de IDH dos municípios das sub- bacias analisadas para o ano de 2010.

Conforme Tabela 3 observamos que o IDH entre as sub-bacias analisadas variou de 0,585 a 0,601 para as sub-bacias do Alto Piranhas e do Rio do Peixe, respectivamente.

De acordo com Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) o IDH varia de 0 a 1, sendo que até 0,499 o IDH é considerado baixo, entre 0,500 e 0,799 são considerados de médio desenvolvimento humano, e maior que 0,800 têm desenvolvimento humano considerado alto. Desta forma, de acordo com a classificação citada, podemos considerar que as três sub-bacias analisadas apresentam médio índice de desenvolvimento humano.

Tabela 3 - Dados de IDH médios para as sub- bacias analisadas.

Sub- bacia Hidrográfica	IDH
Alto Piranhas	0,585
Piancó	0,589
Peixe	0,601

Fonte: IBGE (2010)

Produto Interno Bruto (PIB)

Segundo o IBGE (2010) o PIB é formado por três setores distintos: Agropecuária, Indústria e Serviços, adicionados aos Impostos gerados nos três setores. Os valores para o PIB das sub-bacias estudadas divididos por setor para o ano de 2010 estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5- Dados do PIB dividido por setor para o ano de 2010.

Sub-bacia Hidrográfica	Agropecuário	Indústria	Serviços	Impostos	Total
Alto Piranhas	19.105,00	32.434,00	218.770,00	9.638,00	279.950,00
Piancó	86.120,00	149.284,00	994.281,00	45.060,00	1.274.745,00
Peixe	53.403,00	266.145,00	1.056.619,00	125.240,00	1.501.403,00

Fonte: IBGE (2010)

Conforme Tabela 5 o maior PIB é encontrado na sub-bacia do Rio do Peixe, com destaque ao setor de Serviços. O município que apresenta maior PIB dentro da sub-bacia é Souza, seguido de Cajazeiras. O menor PIB é encontrado na sub-bacia do Alto Piranhas. Os dados expostos expressam o cenário atual das sub-bacias analisadas, no que se refere a população e suas características socioeconômicas, sendo de fundamental importância para a definição de políticas públicas, tomada de decisões e planejamento gestão do território.

Dados ambientais

Tendo em vista o objetivo de realizar uma análise integrada ambiental da área, os dados referentes às atividades antrópicas desenvolvidas nas sub-bacias estudadas foram agrupados em grandes conjuntos de usos, cada qual compreendendo subgrupos de usos com várias unidades específicas passíveis de mapeamento, são eles: Uso urbano, Uso agropecuário e Cobertura Vegetal Natural, conforme Figura 3.

Uso Urbano

Nas últimas décadas tem-se observado uma tendência de intensificação do processo de urbanização em diversas regiões do planeta. Esses processos de ocupação, de modo geral, trouxeram consigo modificações substanciais no meio ambiente, principalmente, no que se refere a alterações na cobertura do solo.

Esse uso é representado por áreas que apresentam características de aglomeração populacional organizada na forma de cidades ou vilas. (Relatório Técnico- IBGE, 2007). A taxa média de urbanização na bacia do Rio Piranhas fica em torno de 72,21%. A sub-bacia do Alto Piranhas apresenta uma taxa de urbanização igual a 59,84%, enquanto que na sub-bacia do Rio Piancó essa taxa corresponde a 62,84% e na sub-bacia do Rio do Peixe a 67,00%. O

maior centro populacional do trecho estudado é representado pela cidade de Sousa, que conta com uma população de 65.807 habitantes, outras cidades importantes são Cajazeiras e Pombal, nas sub-bacias do Rio do Peixe e Piancó, respectivamente. (IBGE, 2010)

A população urbana da bacia conta, em média, com bons índices de atendimento ao abastecimento de água, 96% de atendimento, no entanto, conta com baixos índices médios de cobertura por redes de coleta de esgotos, apenas 2,46%. (Plano de Recursos Hídricos da Bacia Piranhas- Açú)

Uso Agropecuário

Nessa categoria estão incluídas áreas ocupadas com lavouras temporárias, permanentes, as áreas com pastagens e as áreas de perímetros irrigados. Além dessas áreas existe também a pequena irrigação difusa que é praticada às margens dos açudes e vales perenizados, onde se cultiva, principalmente, gêneros alimentícios e pastagens. A principal atividade econômica da região consiste na agropecuária, onde se destaca a pequena agricultura de subsistência de feijão, milho consorciado e a pecuária extensiva, com a criação de bovinos e caprinos para a produção de carne e leite, além da criação de asininos para a montaria.

Agrícola

As lavouras temporárias, que tem seu ciclo no período inferior a um ano, abrangem os cultivos de arroz, batata-doce, cebola, feijão, girassol, mamona, mandioca, melancia, milho, sorgo e tomate. A sub-bacia do Rio Piancó se destaca entre as demais, pela maior área destinada a cultura temporária, principalmente, ao cultivo de arroz. Os municípios mais produtores deste trecho são os municípios de Emas, Olho d'Água e Itaporanga. O milho é segundo maior produto cultivado em área. Desta área 64,9% está na sub-bacia do Rio Piancó. (Plano de Recursos Hídricos da Bacia Piranhas- Açú)

Dentre as lavouras permanentes, destacam-se a produção de algodão arbóreo, banana e coco-da-baía. Nessa categoria a sub-bacia do Rio do Peixe se destaca entre as demais. Segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Piranhas- Açú o município que mais contribui com o índice de área plantada da sub-bacia é Souza, com destaque a produção de coco-da-baía. As propriedades destinadas a esse fim, diferentemente das destinadas a culturas temporárias, apresentam porte um pouco maior, sendo consideradas de médio porte, variando de 10 até 50 ha.

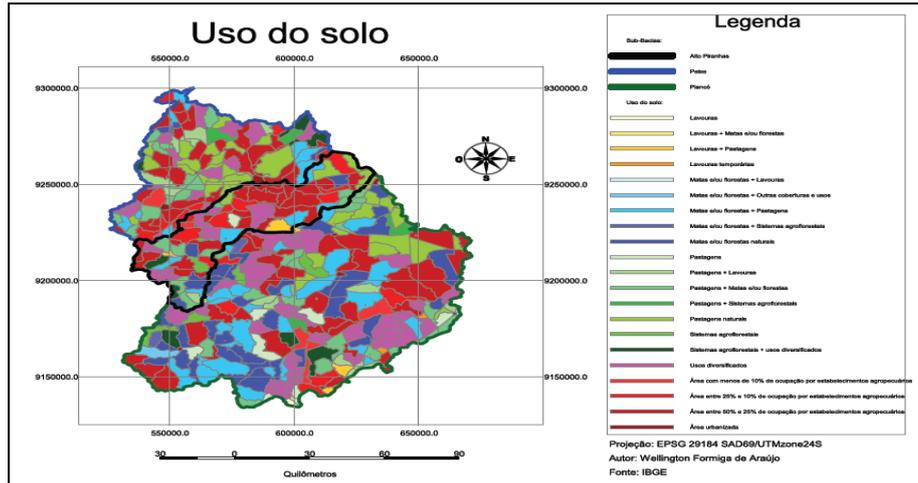


Figura 3- Mapa temático de Padrão de Uso e Ocupação dos solos na área de estudo. Fonte: Autor (2013)

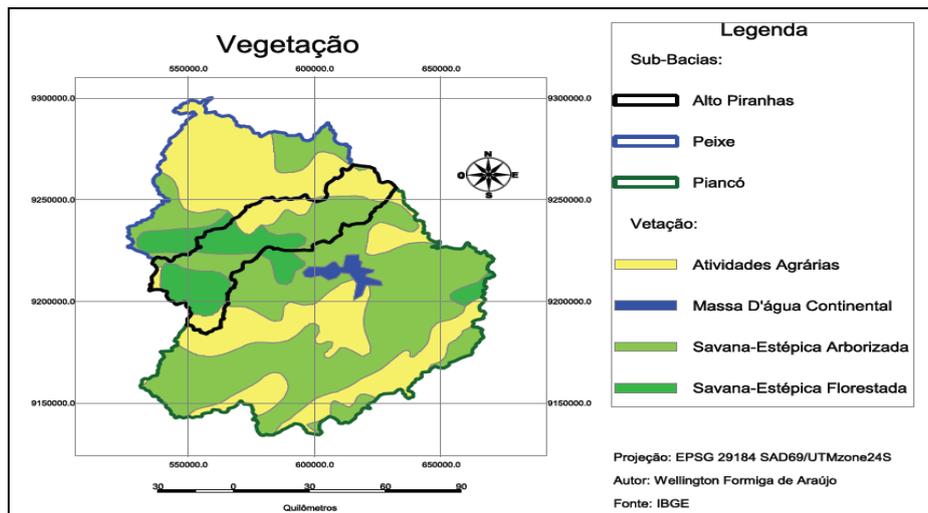


Figura 4- Mapa temático de vegetação na área de estudo. Fonte: Autor (2013)

Pecuária

Nessa categoria se destaca a sub-bacia do Rio Piancó, em número de propriedades destinadas a criação de animais. O maior município produtor em área é Conceição com cerca de 36.032 hectares de área destinada ao cultivo de animais e em número de propriedades destaca-se o município de Tavares com 880 propriedades cultivando animais. (Plano de Recursos Hídricos da Bacia Piranhas- Açú)

Vale destacar que, a atividade pecuarista quando desenvolvida sem o manejo adequado pode ocasionar uma série de impactos ao meio ambiente. ADESE (2011) destaca que a criação de caprinos, embora seja, uma possibilidade para a economia produtiva local, pode trazer vários aspectos negativos, em relação ao meio ambiente, podendo chegar até a acelerar processos de desertificação em áreas susceptíveis, além disso, a criação intensiva de animais, especialmente gado, é grande consumidora dos recursos hídricos disponíveis, além da água para

dessedentação, pode-se computar água para higiene dos animais.

Desta forma, tem-se que o cenário atual em relação a agropecuária nas sub-bacias analisadas é predominantemente pautado em criação de animais e áreas destinadas a lavoura temporária onde estas absorvem, em sua maioria, a mão de obra familiar, instaladas em propriedades de pequeno porte, e áreas destinadas a lavoura permanente instaladas em propriedades de pequeno e médio porte, esse tipo de atividade apresenta uma maior tecnologia aplicada a agricultura e ciclos produtivos mais longos, em sua maioria na sub-bacia do Rio Piancó.

Coberturas de Vegetação Natural

Nessa categoria são destacadas as áreas onde são detectadas formas de coberturas do solo, com vegetação

natural ou regenerada. A cobertura vegetal predominante na área é a caatinga hiperxerófila herbáceo-arbustiva, em pontos de altitude mais elevada, ocorre a caatinga hipoxerófila, de porte arbóreo.

A cobertura vegetal da bacia em sua maior parte se encontra bastante alterada em decorrência, principalmente, da abertura de áreas para exploração agrícola e pela exploração de lenha como fonte energética para olarias, panificadoras e uso doméstico. Além da perda de biodiversidade, a remoção da vegetação sem critérios de manejo, expõe o solo à ação erosiva das chuvas provocando o transporte de partículas para os corpos hídricos, alterando assim as características naturais destes.

A retirada da vegetação natural do solo nessas áreas desencadeia uma série de processos que, isolados ou em conjunto, impactam o meio ambiente, atingindo diversos fatores ambientais. A área ocupada por vegetação natural e por atividades agrícolas é apresentada na Figura 4.

Parâmetros de Qualidade das águas

Em relação à medição dos parâmetros de qualidade da água na área de estudo, foram realizados, dezesseis campanhas de medição, onde as variáveis analisadas e os valores correspondentes estão descritos conforme Tabela 5.

Vazão (Q)

Em estudos qualitativos a vazão é um parâmetro de suma importância para o entendimento do comportamento dos demais parâmetros analisados. Neste estudo a vazão apresentou valor médio de 10,46 m³/s, o valor mínimo registrado foi de 4,84 m³/s e o máximo registrado foi de 25,06 m³/s, portanto a amplitude dos dados observados foi de 20,22 m³/s. Na Figura 6 é apresentado a correlação existente entre o nível da água (altura de régua linimétrica) e as medições de vazão, apresentando um bom ajuste (R²= 0,945).

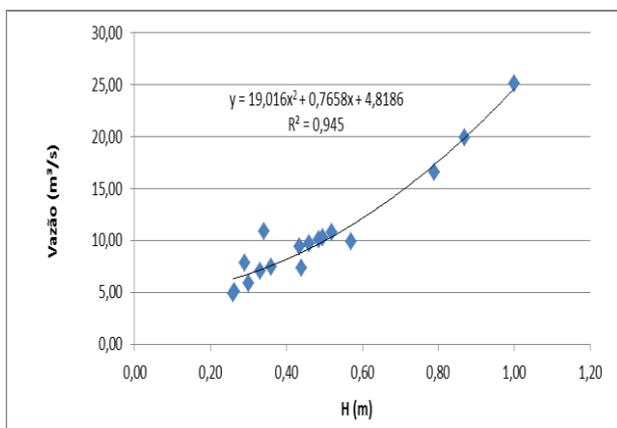


Figura 5- Variação da Vazão (Q) durante o período observado

- Temperatura do Ar e da Água (Tem. Ar/ Tem. Água)

Parâmetro físico da água que é considerado uma característica muito importante no meio aquático, uma vez que, condiciona o controle de uma série de outros parâmetros. O aumento de temperatura intensifica a decomposição da matéria orgânica e acelera o metabolismo microbiano, sendo, portanto, um fator de desoxigenação da água. Este quando associado ao fator de diminuição da solubilidade do oxigênio pode tornar o meio impróprio para a sobrevivência dos peixes, (CETESB, 2012) além de que os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para o crescimento e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo.

A variação sazonal da temperatura do ar e da água, ao longo das campanhas de medição pode ser observada na Figura 6.

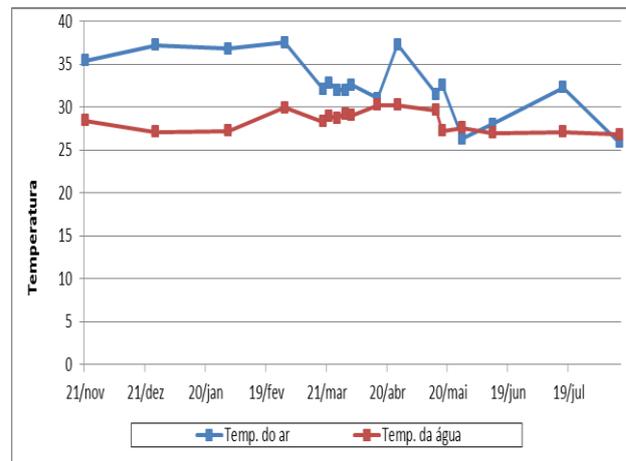


Figura 6- Variação da Temperatura do ar e da água

Durante as campanhas de medição, a temperatura do ar e da água apresentaram valores médios de 32,54 °C e 28,37 °C, respectivamente, de modo geral, as temperaturas do ar e da água não apresentaram variações significativas, principalmente pelo fato de as campanhas de amostragens serem realizadas todas em um horário comum, junto ao período da manhã. Com valor mínimo registrado de 25,9 °C e 26,8 °C e máximo de 37,5 °C e 30,2 °C, respectivamente, a amplitude dos dados observados foi de 11,6 °C para a temperatura do ar e 3,4 °C para a temperatura da água.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Parâmetro químico da água, o pH expressa a atividade ou concentração do íon hidrogênio, influenciando assim na dinâmica dos ecossistemas aquáticos naturais. É considerado um parâmetro de equilíbrio dos sistemas químicos e biológicos das águas naturais (Noronha et, al., 2010). Em águas superficiais o pH é influenciado por vários fatores, tais como, geologia da região e por possíveis focos de poluição, como:

lançamento de efluentes domésticos, agrícolas e principalmente industriais.

A variação sazonal do pH, ao longo das campanhas de medição, pode ser observada na Figura 7.

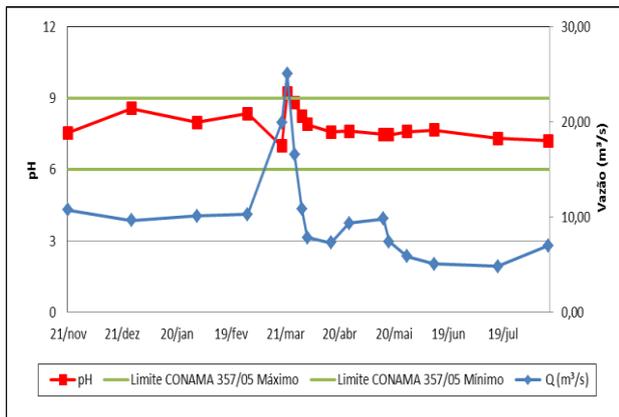


Figura 7- Variação do pH e da vazão (Q)

Durante as campanhas de medição o pH apresentou valor médio de 7,85, os valores de pH se mantiveram, de modo geral, constantes, em uma faixa próxima a neutralidade, com exceção das campanhas referente ao mês de março, onde o valor do pH foi máximo, ultrapassando inclusive o limite máximo de 9 preconizado na CONAMA 357/2005. O mínimo registrado foi de 7,2 e máximo de 9,2, portanto a amplitude dos dados foi de 2.

De acordo com Libânio (2005), águas naturais de superfície apresentam pH entre 6,0 e 8,5, considerado por ele, um intervalo ótimo para a manutenção da vida aquática. Em três campanhas o pH ultrapassou este intervalo, em 26 de dezembro, 22 de março e 26 de março, respectivamente.

Condutividade Elétrica (CE)

Parâmetro químico da água que refere-se a capacidade que uma solução aquosa tem de conduzir corrente elétrica. A condutividade das águas naturais é dependente das suas concentrações iônicas, especialmente no que se refere a sua composição mineral, íons como: cálcio, sódio, potássio, magnésio, carbonato, cloretos, dentre outros. No entanto, o valor da condutividade não fornece informações precisas no que se refere as quantidades relativas de seus vários componentes.

A variação sazonal da condutividade elétrica da água, ao longo das campanhas de medição, pode ser observada na Figura 8.

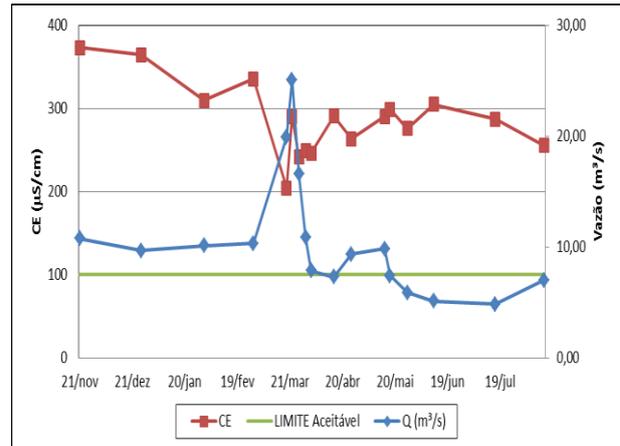


Figura 8- Variação da Condutividade elétrica (CE) e da vazão (Q)

Durante as campanhas de medição a condutividade elétrica apresentou valor médio de $287\mu\text{S}/\text{cm}$, o mínimo registrado foi de $204\mu\text{S}/\text{cm}$ e o máximo de $373,1\mu\text{S}/\text{cm}$.

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 $100\mu\text{S}/\text{cm}$ deve-se verificar fatores como lançamento de esgotos domésticos e o adicionamento de corretivos e fertilizantes ao solo. (Ismael et al., 2012). Desta forma, os valores obtidos são considerados altos e refletem elevada quantidade de íons em solução. Estes valores podem ser atribuídos a atividade agrícola exercida na região, por meio da aplicação de fertilizantes químicos juntamente ao manejo inadequado dos solos que favorece o escoamento superficial e com isso parte dos insumos adicionados na fase de preparo dos solos, acaba por ser carregado para os cursos d'água. (Alves, 2009)

Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

O teor de Sólidos Dissolvidos Totais relaciona-se com a Condutividade Elétrica, que por sua vez, relaciona-se com a presença de íons presentes na água. Os componentes primários que contribuem para a concentração de sólidos totais dissolvidos são os sais de cálcio, magnésio, sódio, cloro, bicarbonato e enxofre.

A variação sazonal de SDT, ao longo das campanhas de medição, pode ser observada na Figura 9.

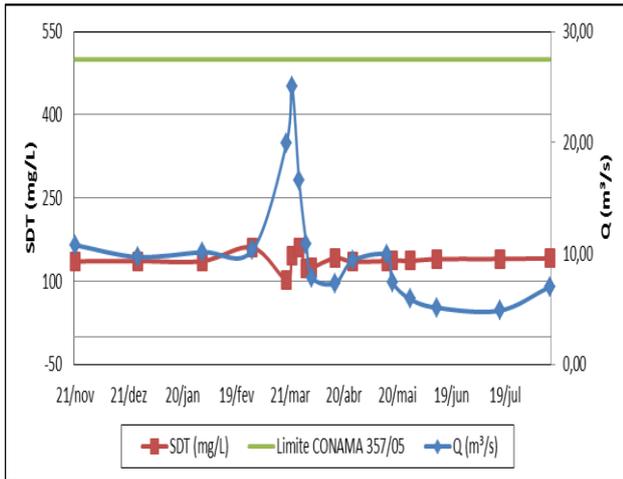


Figura 9- Variação do teor de Sólidos dissolvidos totais (SDT) e da vazão (Q)

Durante as campanhas de medição o SDT apresentou valor médio de 137 ppm, os valores de SDT se mantiveram, de modo geral, constantes, com exceção de um valor referente a campanha realizada em março, onde o SDT apresentou comportamento contrário ao acréscimo de vazão, o mínimo registrado de 101,9 ppm e máximo de 160,0 ppm, portanto a amplitude dos dados foi de 59 ppm.

Oxigênio Dissolvido (OD)

Na água, as principais fontes de oxigênio são a troca com a atmosfera dada pela aeração, produção pelos organismos produtores primários via fotossíntese e a própria água, e de origem antrópica a aeração artificial. As principais perdas de OD envolvem a decomposição da matéria orgânica, perdas para a atmosfera e a respiração dos organismos aquáticos.

O teor de OD constitui um dos principais parâmetros hidrológicos de avaliação da qualidade das águas e de possíveis impactos ambientais, tais como, eutrofização e poluição orgânica (Lira, 2008), sendo de fundamental importância para a manutenção dos seres aquáticos aeróbios. (Libânio, 2005). Sob esse aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, enquanto que, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação.

A variação sazonal da concentração de OD, ao longo das campanhas de medição, pode ser observada na Figura 10. Durante as campanhas de medição o teor de OD na água analisada apresentou o valor médio de 5,7 mg/L. O mínimo registrado foi de 4,1 mg/L, valor este que se encontra abaixo do valor mínimo de 5 mg/L estabelecido pela CONAMA 357/2005 para rios classe 2, o máximo observado foi de 7,7 mg/L, portanto a amplitude dos dados foi de 3,6 mg/l.

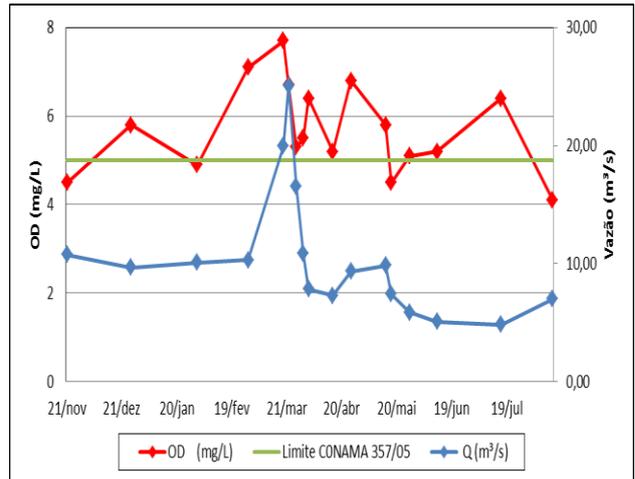


Figura 10- Variação do Oxigênio dissolvido (OD) e da vazão (Q)

Nitrogênio (N) e Fósforo Total (P)

O nitrogênio e o fósforo são nutrientes essenciais ao desenvolvimento de plantas aquáticas e constituem alguns dos principais nutrientes para os processos biológicos, chamados macro nutrientes. Por outro lado, concentrações excessivas destes nutrientes conduzem a processos de eutrofização das águas naturais.

A variação sazonal das concentrações de nitrogênio e fósforo, e sua relação com a vazão, ao longo das campanhas de medição, podem ser observadas nas Figuras 11 e 12.

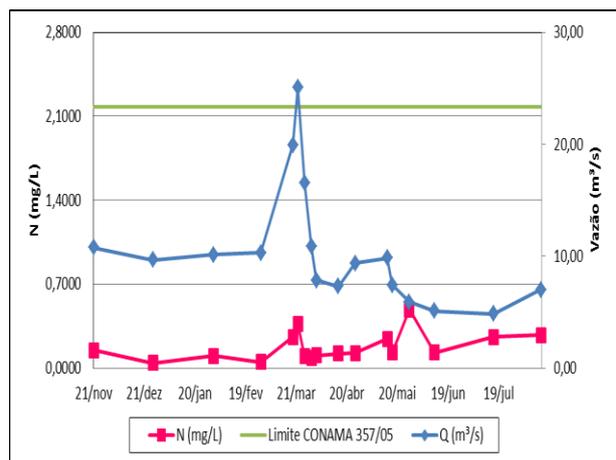


Figura 11- Variação da Vazão e concentração de Nitrogênio (N) em mg/L

Durante as campanhas de medição as concentrações de nitrogênio e fósforo apresentaram valor médio de 0,18 mg/L e 0,012 mg/L, respectivamente, o mínimo registrado de 0,04 mg/L e 0,0015 mg/L e máximo de 0,488 mg/L e 0,026 mg/L, respectivamente. Os valores máximos de nitrogênio e fósforo coincidiram com os maiores valores das vazões, 19,93 m³/s e 25,06 m³/s, respectivamente, ambas observadas no mês de março de 2013. Portanto, a amplitude dos dados observados foi de 0,448 mg/L para nitrogênio e 0,025 mg/L para fósforo.

Ao longo do curso do rio, sabe-se que há uma grande atividade econômica em torno da agricultura e pecuária. Dessa forma, as fontes de nitrogênio e fósforo podem estar relacionadas a excrementos de animais e/ou fertilizantes utilizados nas plantações.

Outro fator que pode estar relacionado as concentrações de nitrogênio e fósforo refere-se às descargas de efluentes sanitários oriundas das atividades domésticas, tais como, detergentes e a própria matéria fecal, que aceleram o crescimento de micro e macroorganismos fotossintetizadores, podendo conduzir a processos de eutrofização. Soares et al., (2007) realizando estudo no canal Água Cristal encontrou valores de fósforo total que excederam o limite de 0,1 mg/L estabelecido pela CONAMA n° 357/2005 e segundo os autores, os elevados valores de fósforo se devem ao lançamento de efluentes domésticos.

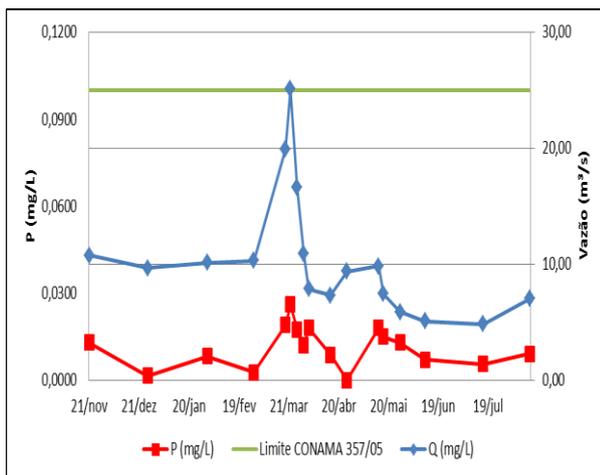


Figura 12- Variação da Vazão e concentração de Fósforo (P) em mg/L

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) pode ser expressa como a quantidade de oxigênio molecular necessário à estabilização da matéria orgânica decomposta aerobicamente por via biológica (Mota, 1988).

Desta forma, este parâmetro é amplamente utilizado para inferir acerca da poluição produzida por matéria orgânica, que corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos aeróbios, na oxidação biológica, quando mantidos a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. (Von Sperling, 1996).

Entende-se então, que quanto maior a DBO maior o grau de poluição das águas. (Alves, 2009) A variação sazonal da DBO, ao longo das campanhas de medição, pode ser observada na Figura 13.

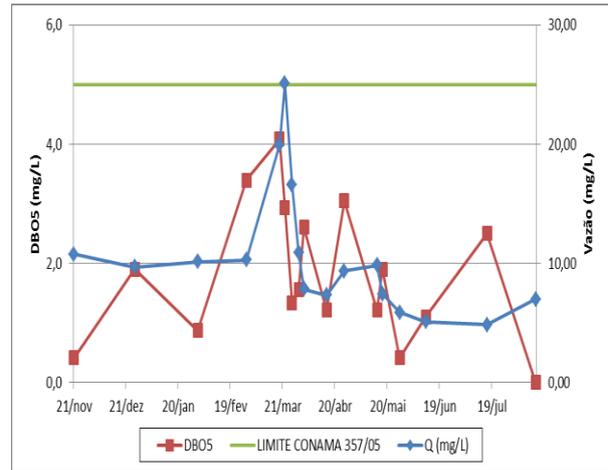


Figura 13- Variação da DBO e da vazão (Q)

Durante as campanhas de medição a DBO apresentou valor médio de 1,9 mg/L, o mínimo registrado de 0,4 mg/L e máximo de 4,1 mg/L, com amplitude de dados observados de 3,7 mg/L. Desta forma, em nenhuma das campanhas de medição a DBO ultrapassou o limite estabelecido pela CONAMA 357/2005 de 5 mg/L. Isto pode indicar boa capacidade de autodepuração do trecho analisado.

Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. (Alves, 2009)

As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes termotolerantes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.

A variação sazonal da concentração de coliformes termotolerantes, ao longo das campanhas de medição, pode ser observada na Figura 14. Observamos a variação da concentração de coliformes termotolerantes e sua estreita relação com a vazão, pode-se observar que as maiores concentrações foram apresentadas em concordância com os maiores valores de vazão e o mesmo ocorre com os menores valores.

Os valores máximos encontrados para coliformes foram de 1200NMP/100ml e 1600 NMP/100ml referente as amostragens realizadas em 22 e 26 de março, respectivamente, valores estes que ultrapassaram o limite de 1000 NMP/100 ml estabelecido pela CONAMA 357/2005 para rios de classe 2.

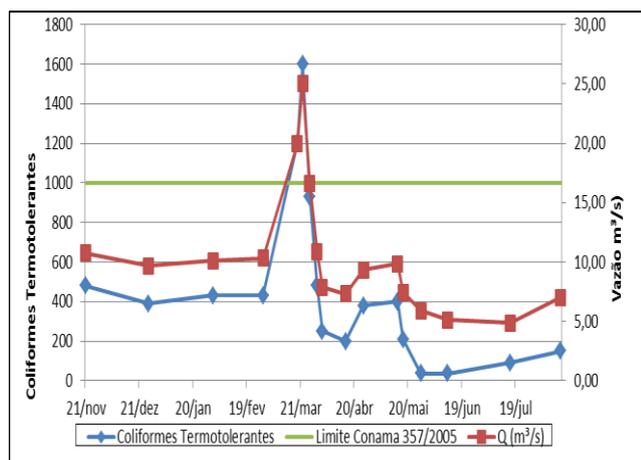


Figura 14 - Variação da concentração de coliformes termotolerantes e da vazão

Este comportamento máximo pode ser atribuído ao início de um curto e intenso período chuvoso ocorrido, onde se observa um pico de vazão, nesta situação geralmente ocorre a alteração dos principais parâmetros de qualidade da água pelo aporte de nutrientes e sedimentos carregados para o curso d'água. De acordo com Crabill et al. (1999) citado em Alves (2009) as concentrações de coliformes termotolerantes podem variar com o revolvimento do sedimento do rio, com alterações do terreno e com a vazão.

Índice de Qualidade da água (IQA)

O IQA é amplamente utilizado para representar a qualidade de uma água natural, por meio da análise da variação de parâmetros previamente selecionados. O IQA pode ser considerado como uma ferramenta facilitadora de interpretação geral de certo grau de poluição das águas. A variação temporal do IQA, ao longo das campanhas de medição, pode ser observada na Figura 15. Observou-se que o IQA variou entre Regular e Bom.

Os menores valores de IQA, 64 e 67, enquadrados em Regular, segundo metodologia adotada (adaptada da CETESB, 2013) corresponderam as amostragens realizadas no mês de março de 2013, dias 22 e 26, respectivamente, estas amostragens coincidiram com o período onde ocorreram as maiores vazões, o que podemos atribuir ao fato de nesse período ocorreram eventos chuvosos significativos, desta forma ocorreu a lavagem da superfície do solo carregando materiais como nutrientes e sedimentos para o curso d'água.

Entre os parâmetros que apresentaram certo nível de comprometimento estão, principalmente, pH, concentração de nitrogênio e fósforo total e coliformes termotolerantes.

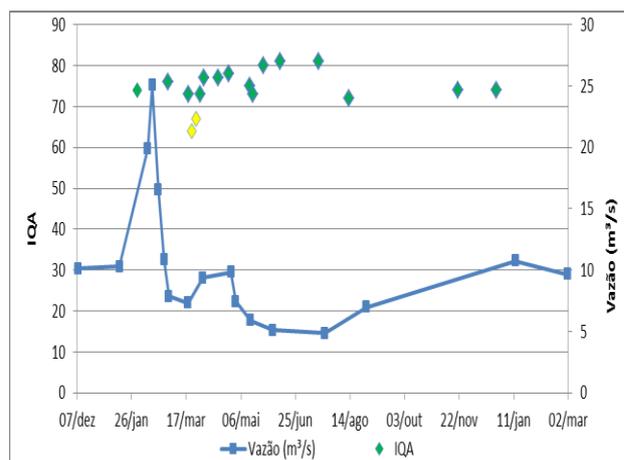


Figura 15- Variação do IQA e da vazão

CONCLUSÃO

O monitoramento dos parâmetros de qualidade da água é de suma importância na avaliação da variação sazonal e temporal da água, por ações antrópicas e/ou naturais. A presente pesquisa mostra de forma clara que a bacia do Rio Piranhas, com ênfase nos recursos hídricos das sub-bacias do Rio do Peixe, Piancó e Alto Piranhas têm sofrido com a pressão antrópica observada em seu interior, de forma mais evidente quando relacionada as atividades agropecuárias desenvolvidas em todo trecho observado, principalmente no que concerne a retirada da vegetação natural para implantação dessas atividades. Este fato ficou evidenciado com a alteração da qualidade da água observada na ocorrência de eventos chuvosos, uma vez que, o solo exposto fica mais susceptível ao deflúvio superficial carregando diversos materiais para o curso d'água. O IQA variou entre as categorias Bom e Regular, sendo regular nas campanhas referentes ao mês de março, dias 22 e 26, respectivamente, os parâmetros que mais contribuíram para este resultado e que contrariaram o estabelecido na CONAMA 357/2005 foram pH, nitrogênio e fósforo e coliformes termotolerantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu/>>. Acessado em 28 de julho de 2013.
- ALVES, E. C. R. F. Monitoramento quali-quantitativo da bacia hidrográfica do Rio Coxipó- MT: Uma ferramenta para implementação da Gestão Participativa dos Recursos Hídricos. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 2009.
- APHA; AWWA; WPCF. Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater. 20th ed. Washington: American Public Health Association. 1998.

- BARTRAM, J., & BALANCE, R. Water quality monitoring- a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. Geneva: UNEP and WHO. 1996.
- BENINI, R.M. Cenários de ocupação urbana e seus impactos no ciclo hidrológico na bacia do Córrego do Mineirinho. Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). Ciências da Engenharia Ambiental. Dissertação de Mestrado. São Carlos-SP. 2005.
- BOON, J., CALOW, P., & PETTS, G. E. River conservation and management. Chichester: Wiley. 1992.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem com estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 mar. 2005.
- CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental: Qualidade da água. Disponível em: <<http://www.CETESB.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acessado em 21 de março de 2012.
- CHAPMAN, D. Water quality assessment, D.Chapman (ed.) on behalf of UNESCO, WHO and UNEP, Chapman & Hall, London. 1992.
- COIMBRA, R.M. Monitoramento da qualidade da água. P.391-411. In: Hidrologia Ambiental. (PORTO, R.L.L., org.). São Paulo: EDUSP: 411p. ABRH. 1991.
- FREITAS, M.A.V.de, (Org.). O Estado das águas no Brasil. Brasília: ANA, 2003.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acessado em 28 de julho de 2013.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Uso da Terra e a Gestão do Território no Estado do Acre – Relatório Técnico. Rio de Janeiro. 2009.
- ISMAEL, L. L., SOUSA, T. M. I., QUEIROZ, M. M. F. Estudo do aporte e transporte de nutrientes no rio Piranhas-PB. Anais do XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. João Pessoa, Paraíba. 2012.
- LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.
- LIRA, J. B. de M. Avaliação preliminar das concentrações de metais pesados nos sedimentos da Lagoa do Araçá, Recife- Pernambuco, Brasil. 2008, 77 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto de Tecnologia de Pernambuco, 2008.
- NORONHA, T. J. M., SILVA, H. K.P., DUARTE, M. M. M. B. Avaliação dos impactos antrópicos e a qualidade da água do Estuário do Rio Timbó, Pernambuco, Brasil. CIENTEC- Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE - Ano II, Nº 1. Fevereiro de 2010.
- OUYANG, Y., NKEDI-KIZZA, P., WU, Q. T., SHINDE, D., & HUANG, C. H. Assessment of seasonal variations in surface water quality. Water Research, 40, 3800–3810. 2006.
- OKI, T., & KANAE, S. Global hydrological cycles and world water resources. Science, 313(5790), 1068–1072. 2006.
- PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA PIRNHAS- AÇU. Relatório Parcial: RP- 03- Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas- Açú. 2013.
- QUILBÉ, R.; ROUSSEAU, A. N.; DUCHEMIN, M.; POULIN, A.; GANBBAZO, G.; VILLENEUVE; J.P. Selecting a calculation method to estimate sediment and nutrient loads in streams: Application to the Beaurivage River (Québec, Canada). Journal of Hydrology. 326, 295-310. (2006).
- SARGAONKAR, R., & DESHPANDE, V. Development of an overall index of pollution for surface water based on a general classification scheme in Indian context. Environmental Monitoring and Assessment, 89, 43–67. 2003.
- SEBASTIAN, J. I., & CHRISTOPHER, S. C. Recent water quality trends in the Schuylkill River, Pennsylvania, USA: A preliminary assessment of the relative influences of climate, river discharge and suburban development. Water Research, 37, 1737–1748. 2003.
- SKOULIKIDIS, N. TH., AMAXIDIS, Y., BERTAHAS, I., LASCHOU, S., & GRITZALIS, K. Analysis of factors driving stream water composition and synthesis of management tools: a case study on small/medium Greek catchments. Science of the Total Environment, 362, 205–241. 2006.
- SOARES, P. F. Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia, 211p. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2001.
- SOARES, J. M. S. SANTOS, A. N. dos; PEREIRA, H. K. S. MIRANDA, M. V. T.; QUEIROS Jr., A. J. Monitoramento Quali-Quantitativo de corpo d'água Urbano da Bacia Hidrográfica do Una, como instrumento de avaliação de estações de tratamento de esgoto, município de Belém/PA in Anais do 24º

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Belo Horizonte, Set. 2007.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 2.ed. Minas Gerais: UFMG: DESA, 243p. 1996.

WENNING, R. J., & ERICKSON, G. A. Interpretation and analysis of complex environmental data using chemometric methods. Trends in Analytical Chemistry, 13, 446–457. 1994.