

Impactos da produção do arroz inundado na qualidade da água do Rio Betume, Sergipe

Fábio Brandão Britto¹, Thassio Monteiro Menezes Silva², Anderson Nascimento Vasco³, Antenor Oliveira Aguiar Netto⁴, Clayton Moura de Carvalho⁵

¹*Doutor em Recursos Naturais e Meio Ambiente, Professor do IFS. E-mail: brandaobritto@hotmail.com*

²*Acadêmico em Engenharia Agrônômica, UFS. E-mail: tassio_monteiro@hotmail.com*

³*Doutor em Recursos Naturais e Meio Ambiente, Professor do IFS. E-mail: andеровasco@yahoo.com.br*

⁴*Doutor em Engenharia Agrícola, Professor da UFS. E-mail: antenor.ufs@gmail.com*

⁵*Doutor em Engenharia Agrícola, Professor colaborador do PRORH/UFS.*

E-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

Resumo

Em Sergipe, a atividade agrícola vem se desenvolvendo economicamente na maior parcela dos municípios, pela monocultura, tendo como consequência impactos ambientais nos recursos naturais do estado. Em destaque encontra-se a região do baixo São Francisco, no Perímetro Irrigado Betume, que tem como principal atividade a rizicultura. A rizicultura pode estar contaminando o meio ambiente através da lixiviação ou pela drenagem dos lotes. Tendo em vista esta problemática o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Betume. Foram realizadas 22 avaliações mensais com a finalidade de monitorar o rio Betume, a drenagem e o rio São Francisco. Foram analisados 11 parâmetros, em 3 estações de monitoramento. Dentre eles observou-se que o OD, Nitrato, Fósforo, Coliformes Termotolerantes, Turbidez, pH, DBO, DQO e temperatura, que foram comparados aos limites estabelecidos na resolução do CONAMA 357/2005. As baixas concentrações de OD para rio São Francisco e a drenagem do Betume indicam possíveis interferências antrópicas no ambiente aquático, da mesma forma ocorre com altas concentrações de fósforo total no período chuvoso e seco. Estas taxas fora do limite estabelecido pelo padrão, ocorrem principalmente durante a colheita do arroz, nos meses de novembro e dezembro, em que os lotes de plantio são esvaziados para colheita e as águas represadas são drenadas para o rio Betume. A ocorrência de coliformes termotolerantes indica que a água dos rios monitorados das estações E1, E2 e E3 está contaminada, provavelmente devido a efluentes domésticos e/ou agropastoris.

Palavras-chave: *Hídrico; recurso; rizicultura; ambiental.*

Abstract

Impacts of the production of flooded rice in water quality of the River Betume, Sergipe. In Sergipe, agricultural activity has been developing economically at larger share of the municipalities, by monoculture, resulting in environmental impacts on natural resources of the state. Featured is the low São Francisco region, in the Irrigated Perimeter Betume, whose main activity is rice growing. The rice growing might is contaminating the environment through leaching or by draining the lots. In view of this problem this study aims to evaluate the water quality in the river basin Betume. 22 monthly evaluations were carried out in order to monitor the River Betume, drainage and the River São Francisco. 11 parameters were analyzed in three monitoring stations. Among them was observed that the DO, nitrate, phosphorus, thermotolerant coliforms, turbidity, pH, BOD, COD and temperature, which were compared to the limits established by Resolution CONAMA 357/2005. The low DO concentrations for the River São Francisco and the drainage of Betume indicate possible anthropogenic interference with the aquatic environment, as occurs with high total phosphorus concentrations in the rainy and dry season. These rates nonstandard the established limit, mainly occur during the rice harvest in November and December, in which lots of planting to harvest are emptied and the backwaters are drained for River Betume. The presence of fecal coliforms indicates that water from rivers monitored stations of E1, E2 and E3 is contaminated, probably due to domestic and/or agropastoral effluents.

Keywords: *Water; resource; rice cultivation; environmental.*

Introdução

Ao longo de sua evolução, o homem tornou-se a forma dominante de vida na Terra, controlando outras espécies animais e vegetais e desenvolvendo uma tecnologia que lhe permite alterar, de maneira cada vez mais rápida e poderosa, o ambiente em que vive. Em virtude do desenvolvimento obtido, o ser humano, antes apenas um entre os vários organismos integrantes da biosfera, assumiu o papel de interventor da natureza, explorando exaustivamente os recursos naturais e deteriorando a qualidade do meio ambiente. O processo, de certa forma inevitável, realizou-se de modo predatório, desordenado e sem qualquer preocupação permanente com uma possível escassez de recursos naturais (Thauan, 2011).

Neste contexto, o uso racional da água diz respeito as mais diversas atividades antrópicas e por isso possui caráter interdisciplinar. Pensar o uso da água significa identificar a oferta deste recurso, e então delimitar as prioridades e formas do seu uso e aplicação, garantindo a quantidade e qualidade deste bem na devolução à natureza, possibilitando a manutenção do seu ciclo e, conseqüentemente, a conservação da sua oferta. (Santos Júnior, 2013).

Dentre o uso múltiplo, a utilização da água para fins de irrigação requer não somente ter presentes as condições de caráter químico que apresenta a água no momento em que é analisada, como também as características físico-químicas dos solos em que vai ser aplicada, assim como a susceptibilidade e/ou resistência das culturas a serem irrigadas, bem como as características hidráulicas do emissor e do método de irrigação (Cordeiro, 2001). Alguns estudos realizados em Perímetros Irrigados no Nordeste, como o do Baixo Acaraú e Cachoeira II, apontam o risco de salinização em áreas devido à qualidade da água de irrigação. Segundo os autores são necessárias medidas de manejo para minimizar os problemas causados em decorrência da qualidade daquelas águas (Mota et al. 2012)

Atualmente o Perímetro Irrigado Betume, utiliza o sistema de reuso de água na irrigação, em virtude da baixa vazão do rio São Francisco e do assoreamento. Esta prática recomendada mundialmente, como uma das formas de se economizar o recurso (Hespanhol, 2008), atende a preceitos técnicos

e aos parâmetros das normalizações vigentes, que objetivam a segurança dos usuários diretos e indiretos da água de reuso e dos consumidores dos produtos obtidos, bem como a sustentabilidade dos agroecossistemas (Ribeiro, 2010).

Desta forma, o cenário provocado por várias ações antrópicas de degradação dos recursos hídricos, vem destacar a importância do monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Betume, fonte importante de água para irrigação do cultivo de arroz no perímetro irrigado e sua sustentabilidade ambiental.

Material e métodos

Área de estudo

O perímetro irrigado Betume iniciou suas atividades em 1978 e está localizado entre os municípios de Neópolis, Ilha das Flores e Pacatuba no baixo rio São Francisco nas coordenadas UTM 24L 765470 e 8850015. A administração atualmente é feita pela a CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba) e contempla especificadamente à agricultura familiar.

Esta região é caracterizada pela ocorrência de várzeas inundáveis nas margens do rio do São Francisco, com solos hidromórficos e aluviais nas partes mais baixas do relevo. Estes solos estão em áreas de topografia plana; são muito argilosos, de boa fertilidade, moderadamente ácidos e apresentam baixa taxa de infiltração. Nas áreas pouco mais altas, de relevo plano, fora das várzeas, mas ainda no domínio do perímetro predominam solos arenosos (neossolos quartzarênicos). A temperatura média anual é de 25°C, umidade relativa de 76% e uma insolação de 2.700 h.ano⁻¹ (Galindo e Castro, 2000).

No perímetro irrigado Betume, ha cerca de 450 pequenos produtores cultivam 1.750 ha de arroz. Além disso, a região tem o índice pluviométrico superior a 840 mm por ano, por meio da estação hidrometeorológica localizada no município de Neópolis (Sergipe, 2012).

As amostras de água foram coletadas em três estações distribuídas ao longo da bacia hidrográfica do rio Betume. A estação E1 coordenada 24L 765584; 8850701 está situada

na Estação de Bombeamento da CODEVASF (EB09) na entrada do Povoado Serrão no município de Ilha das Flores. A estação E2 coordenada 24L 766820; 8847094 esta situada na Estação de Bombeamento da CODEVASF (EB05) ao lado do rio Betume, na área das lavouras de arroz em Neópolis. A estação E3 coordenada UTM 24L 763967; 8848187 está situada no rio São Francisco em frente a sede da CODEVASF.

Na estação E2 localiza-se o canal do perímetro irrigado Betume, que é abastecida pelo rio São Francisco (E1) e Betume (E3), durante a semeadura do arroz em que ocorre a inundação dos lotes. Na colheita do arroz, a água do perímetro irrigado é drenada para o canal, por meio das estações de bombeamento que bombeiam, parte desta água de volta aos rios da estação E1 e E3.

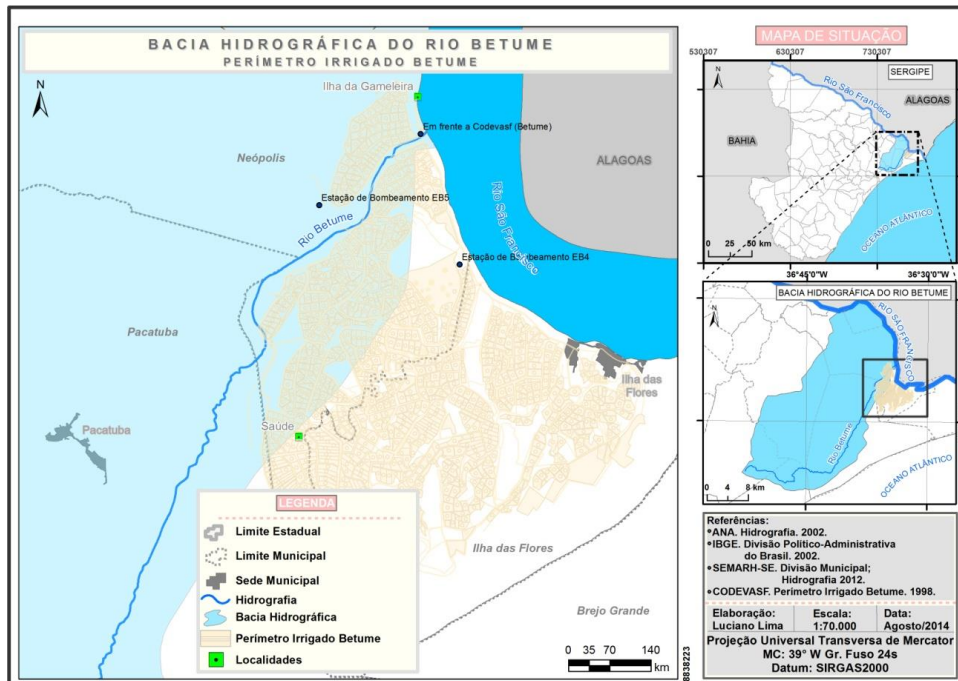


Figura 1. Representação do município de Pacatuba, Neópolis e Ilha das Flores na bacia do rio Betume.

Foram realizadas 22 campanhas de amostragem divididas em coletas mensais em cada estação de monitoramento, iniciadas no mês de março de 2013 a dezembro de 2014. As amostras de água foram coletadas na camada superficial, utilizando os procedimentos de

coleta e conservação, seguindo os padrões de higiene e controle de amostragem descrita por Lucas (2010). As análises obedeceram às metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da metodologia analítica adotada.

| Parâmetros | Metodologia | Standart Methods |
|---------------|---|------------------|
| pH | Elétrico | 4500 OG |
| OD | Elétrico | 4500-H B |
| DBO | Diluição e incubação a 20°C e 5 dias | 5210-B |
| DQO | Espectrofotometria em refluxo fechado | 5220-D |
| SDT | Gravimétrico | 2540 C |
| Fósforo Total | Espectrofotometria automática com molibdato de amônio e ácido ascórbico | 4500-P E |
| Condutividade | Condutimetria | 2510 |

| | | |
|----------------------------|--|---------|
| Cloretos | Espectrofotometria automática com tiocianato de mercúrio | 4500-CL |
| Turbidez | Turbidimétria | 2130 |
| Nitrato | Cromatografia Iônica | 4110-C |
| Coliformes Termotolerantes | Técnica de membrana filtrante | L5.221 |

Fonte: CETESB, 2009.

Os dados obtidos no monitoramento e nos cálculos das cargas foram analisados por meio de estudos estatísticos preliminares e de estatísticas básicas sugeridas por Von Sperling (2005). Com isso, foi possível fazer a organização e a caracterização do comportamento das condições de qualidade da água nas três estações de monitoramento.

As estatísticas básicas foram desenvolvidas em planilhas Excel (Microsoft) para todos os parâmetros analisados neste estudo. Os resultados estatísticos, compreendidos pela caracterização amostral, medidas de tendência central, medidas de variação e medidas de posicionamento relativo,

foram representados em tabelas e gráficos do tipo séries temporais (Vasco, 2011).

Resultados e discussão

É possível observar na tabela 2 os resultados obtidos por meio das análises realizadas nas estações de monitoramento E1 (Rio São Francisco), E2 (Drenagem do Betume) e E3 (Rio Betume). Durante o período de coleta houve variações nos valores obtidos por meio das análises laboratoriais em todas as estações de monitoramento entre os períodos chuvoso e seco.

Tabela 2. Estatísticas descritivas dos parâmetros de qualidade da água monitorados no período chuvoso e seco para as estações de monitoramento.

| Parâmetros | Estação | Período Chuvoso | | | | Período Seco | | | | CONAMA |
|---|---------|-----------------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------|--------|--------|----------|
| | | NA ¹ | Max ² | Min ³ | Méd ⁴ | NA | Max | Min | Méd | Classe 2 |
| pH | 1 | 10 | 8,45 | 5,78 | 7,57 | 12 | 8,14 | 6,28 | 7,36 | 6-9 |
| | 2 | 10 | 7,70 | 5,48 | 6,88 | 12 | 7,57 | 5,40 | 6,65 | |
| | 3 | 10 | 7,43 | 6,18 | 6,78 | 12 | 7,20 | 5,66 | 6,56 | |
| OD (mg.L ⁻¹) | 1 | 10 | 7,00 | 3,20 | 5,04 | 12 | 7,92 | 4,50 | 6,12 | >=5,0 |
| | 2 | 10 | 6,13 | 0,50 | 3,86 | 12 | 6,37 | 0,56 | 3,98 | |
| | 3 | 10 | 7,20 | 0,07 | 2,72 | 12 | 7,18 | 0,38 | 3,09 | |
| DBO (mg.L ⁻¹) | 1 | 10 | 43,97 | 8,70 | 20,81 | 12 | 52,25 | 2,70 | 21,69 | 5,0 |
| | 2 | 10 | 89,71 | 8,20 | 33,58 | 12 | 61,45 | 1,36 | 26,39 | |
| | 3 | 10 | 49,80 | 3,80 | 20,94 | 12 | 81,62 | 3,20 | 26,43 | |
| DQO (mg.L ⁻¹) | 1 | 10 | 144,26 | 18,00 | 83,87 | 12 | 174,05 | 20,00 | 59,52 | 800 |
| | 2 | 10 | 240,00 | 14,70 | 90,48 | 12 | 226,27 | 20,60 | 62,59 | |
| | 3 | 10 | 800,00 | 8,00 | 153,08 | 12 | 261,08 | 11,10 | 84,94 | |
| SDT (mg.L ⁻¹) | 1 | 10 | 77,49 | 35,00 | 49,76 | 12 | 70,19 | 32,00 | 49,60 | 500 |
| | 2 | 10 | 298,00 | 68,04 | 157,10 | 12 | 177,22 | 31,50 | 124,33 | |
| | 3 | 10 | 148,80 | 68,23 | 97,24 | 12 | 132,00 | 56,00 | 95,93 | |
| Fósforo Total (mg L ⁻¹) | 1 | 10 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 12 | 0,070 | 0,02 | 0,04 | 0,025 |
| | 2 | 10 | 0,12 | 0,03 | 0,05 | 12 | 0,16 | 0,03 | 0,07 | |
| | 3 | 10 | 0,17 | 0,01 | 0,05 | 12 | 0,21 | 0,01 | 0,07 | |
| Condutividade (µS cm ⁻¹) | 1 | 10 | 138,38 | 58,64 | 94,35 | 12 | 147,40 | 75,28 | 106,47 | -- |
| | 2 | 10 | 555,70 | 113,65 | 280,76 | 12 | 470,00 | 108,12 | 291,12 | |
| | 3 | 10 | 457,50 | 102,00 | 234,84 | 12 | 301,00 | 108,70 | 108,70 | |
| Turbidez (UNT) | 1 | 10 | 28,00 | 1,20 | 10,43 | 12 | 47,00 | 0,40 | 10,21 | 100 |
| | 2 | 10 | 116,00 | 29,20 | 66,58 | 12 | 270,00 | 6,20 | 124,35 | |
| | 3 | 10 | 60,00 | 3,60 | 24,62 | 12 | 186,00 | 1,40 | 54,33 | |
| Nitrato (mg L ⁻¹) | 1 | 10 | 0,70 | 0,25 | 0,44 | 12 | 0,63 | 0,07 | 0,18 | 10,0 |
| | 2 | 10 | 0,57 | 0,07 | 0,25 | 12 | 0,35 | 0,07 | 0,14 | |
| | 3 | 10 | 0,74 | 0,18 | 0,35 | 12 | 0,25 | 0,08 | 0,16 | |
| Temperatura (oC) | 1 | 10 | 29,00 | 25,50 | 27,02 | 12 | 28,28 | 24,50 | 26,07 | -- |
| | 2 | 10 | 28,60 | 26,60 | 27,60 | 12 | 31,00 | 27,10 | 28,94 | |
| | 3 | 10 | 28,30 | 25,50 | 26,48 | 12 | 29,89 | 27,00 | 28,32 | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|----|-------|-------|-------|----|--------|-------|-------|------|
| Coliformes | 1 | 10 | 70000 | 5,00 | 8,27 | 12 | 9400 | 140 | 5006 | |
| Termotolerantes | 2 | 10 | 7000 | 1,80 | 2040 | 12 | 110000 | 7,73 | 20021 | 1000 |
| (Nx10 ²) | 3 | 10 | 6100 | 14,00 | 2348 | 12 | 17000 | 68,00 | 2971 | |
| Cloretos | 1 | 10 | 26,51 | 4,11 | 14,72 | 12 | 17,30 | 2,55 | 7,49 | |
| (mg L ⁻¹) | 2 | 10 | 70,15 | 26,64 | 38,77 | 12 | 59,69 | 15,21 | 43,55 | 250 |
| | 3 | 10 | 52,04 | 24,36 | 35,29 | 12 | 60,85 | 11,62 | 32,92 | |

NA¹: Número de amostras analisadas. ² Valor Máximo. ³ Valor mínimo. ⁴ Média Aritmética dos valores. <L.D –Valores abaixo do Limite de Detecção do Método (0,01 mg L⁻¹ fósforo total).

Oxigênio Dissolvido (OD) e Temperatura (° C)

Nota-se por meio do gráfico da Figura 2 que os valores médios de OD para a E2 e E3 no período chuvoso (3,86 e 2,72) e seco (3,98 e 3,09) estão fora do limite estabelecido pelo CONAMA 357/05, que determina um valor mínimo de 5 mg.L⁻¹, para classe 2. As estações E2 e E3 obtiveram valores abaixo de 1,0 mg L⁻¹ no mês de maio no período chuvoso e dezembro no período seco respectivamente, 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).

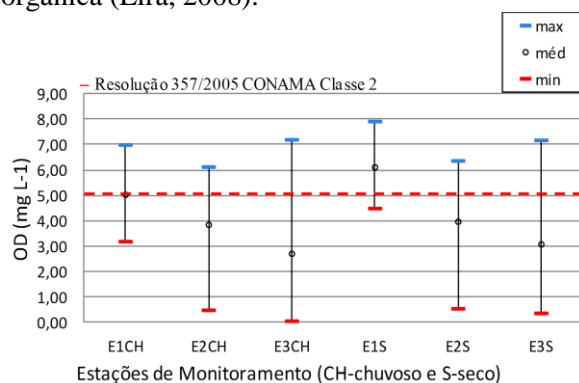


Figura 2. Valores máximos, médios e mínimos de OD na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Os valores encontrados abaixo do limite do CONANA estão associados à presença de matéria orgânica no corpo hídrico (resíduo de produção agrícola) nas estações E2 e E3, que estão enquadrados Classe 3 ou 4.

Um dos parâmetros que influencia na concentração de OD nas águas, é a temperatura, que segundo a Lei de Henry, a concentração de saturação de oxigênio varia em função da temperatura, da pressão e da salinidade da água. No período seco a temperatura da água, ultrapassou 30°C nos meses de fevereiro e março na estação 2 (Figura 3). Foi possível observar a ausência de mata ciliar, e a vazão reduzida na estação de

monitoramento que favoreceu o incremento da temperatura na água superficial.

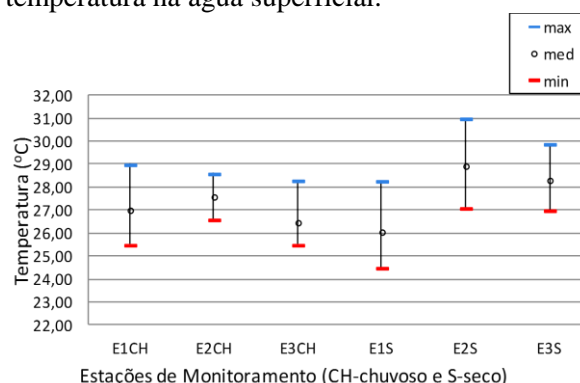


Figura 3. Valores máximos, médios e mínimos de Temperatura na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Segundo o Silva (2008) o controle das espécies aquáticas precisa de uma temperatura que possa variar entre 0°C e 30°C, acima destes valores podem prejudicar a migração, desova e incubação do ovo das espécies aquáticas.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Ao comparar os valores de OD e DBO para as estações E2 e E3 (Figura 4), evidencia-se que a DBO é inversamente proporcional a OD, ou seja, quanto menos oxigênio estiver presente no meio para estabilização da matéria orgânica, maiores serão as taxas de DBO (Latuf, 2004).

Entende-se então, que quanto maior a DBO maior o grau de poluição das águas (Alves, 2009) sendo assim, os valores de DBO apresentaram pequena variação entre o período chuvoso e seco, nas estações E1, E2 e E3, mas estão acima do limite estabelecido do CONAMA 357/2005. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os

filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água (Gomes, 2007).

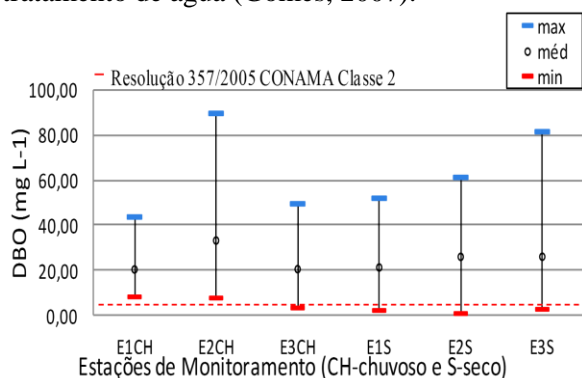


Figura 4. Valores máximos, médios e mínimos para DBO na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. As concentrações de DQO apresentaram valores distintos nos períodos chuvoso e seco. No entanto, as concentrações obtidas na estação E3 apresentaram maiores índices de DQO (Figura 5). As causas que podem provocar essa variação são a influência do comportamento hidrológico e características do lançamento de efluentes agrícolas no rio.

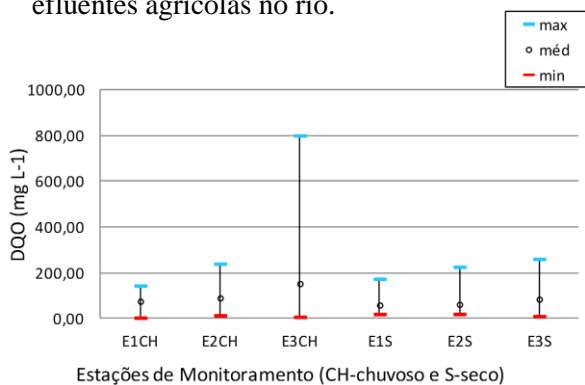


Figura 5. Valores máximos, médios e mínimos para DBO (A) e DQO (B) na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Segundo Badawy e Ali (2006), a razão de DBO/DQO não deve ser inferior a 0,3, pois, classifica-se como um indicativo de baixa biodegradabilidade, fazendo com que se torne necessário a intervenção no curso d'água com a adoção de tratamento físico ou químico para remoção das matérias orgânicas remanescentes. Eles ainda indicam que se a

razão for superior a 0,3 não é necessário que se utilize de intervenções no meio, pois, o mesmo encontra-se em plenas condições de biodegradabilidade, consecutivamente o curso hídrico é capaz de realizar por si só suas atividades biológicas.

Para estação E3 no período chuvoso a razão DBO/DQO 0,22 e na E2 no período seco 0,25 estes valores constitui de compostos orgânicos não facilmente degradados pelos micro-organismos aeróbios decompositores, enquanto para estação E1 a razão DBO/DQO no período chuvoso foi de 0,35 e no período seco 0,32 com valores satisfatórios.

Condutividade Elétrica (CE) e Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

A CE provavelmente é o critério mais importante com respeito à qualidade da água para irrigação. Valores elevados deste parâmetro podem implicar em risco de salinização para solo como também pode fornecer uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes (Souza, 2013).

Na avaliação da CE os resultados médios nas estações E1 e E2 foram inferiores no período chuvoso (94,35 e 280,79) em relação ao período seco (106,47 e 291,12) (Figura 6). Esta diferença está relacionada as precipitações, que diluem as concentrações dos minerais. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a CE da água aumenta e altos valores podem indicar características corrosivas da água (Borges e Vargas, 2014).

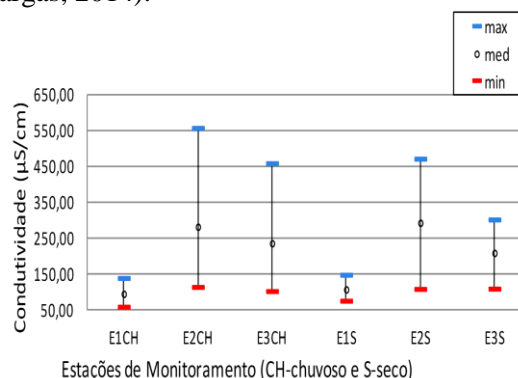


Figura 6. Valores máximos, médios e mínimos para Condutividade na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Na avaliação dos sólidos dissolvidos totais os resultados médios das análises foram superiores no período chuvoso em todas as estações (Figura 7). Esta diferença se deve as chuvas que acabam lixiviando o solo e carregando as partículas do mesmo para os cursos d'água. Todos os valores encontrados nas estações de coleta E1, E2 e E3 estão dentro do permitido para águas de classe 2, 500 mg.L⁻¹ segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

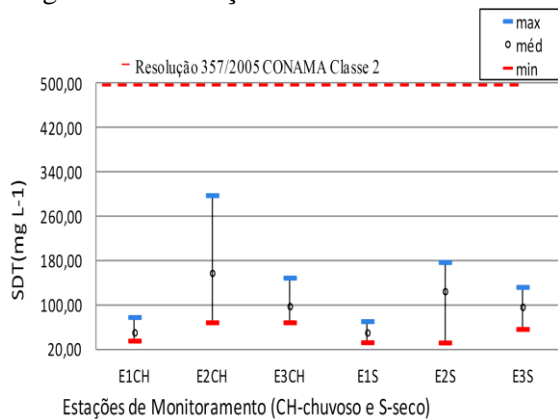


Figura 7. Valores máximos, médios e mínimos para SDT na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Os altos valores de SDT na Estação E2 são provenientes do manejo da rizicultura, que drena suas águas no rio Betume e rio São Francisco, podendo comprometer a qualidade da água. Essa prática, embora de uso corrente entre os produtores, implica no aporte de sólidos em suspensão, nutrientes e de agrotóxicos, que prejudica a sustentabilidade e conservação deste manancial.

Potencial Hidrogeniônico (pH) e Cloreto

Os valores encontrados durante as análises do potencial hidrogeniônico (pH), em todas as estações (E1, E2 e E3) se manteve entre os níveis de 6 a 9, recomendado pela resolução CONAMA 357, não causando riscos ao homem ou a vida aquática dos rios em estudo (Figura 8). O pH é um parâmetro que indica acidez ou a basicidade da água, no entanto foram observados em alguns meses nas estações pH < 5, ou seja, estes valores baixos, indicam a presença dos metais que são mais facilmente solubilizados e tornam as águas mais tóxicas.

O cloreto é o ânion Cl⁻ que se apresenta nas águas subterrâneas, oriundo da percolação da água por meio de solos e rochas. Nas águas

superficiais, são fontes importantes de cloreto as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca 4 g de cloreto por dia, que representam cerca de 90 a 95% dos excretos humanos. O restante é expelido pelas fezes e pelo suor (Who, 2014).

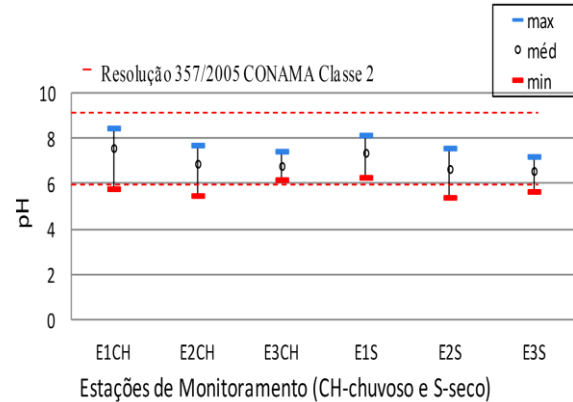


Figura 8. Valores máximos, médios e mínimos para o pH na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Na Figura 9 os resultados para cloretos, apresentam-se abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005, mas pode-se verificar uma tendência de alta nos valores máximos para estação E2 e E3(70,15 e 60,85), que pode estar relacionado com a contaminação por esgotos sanitários.

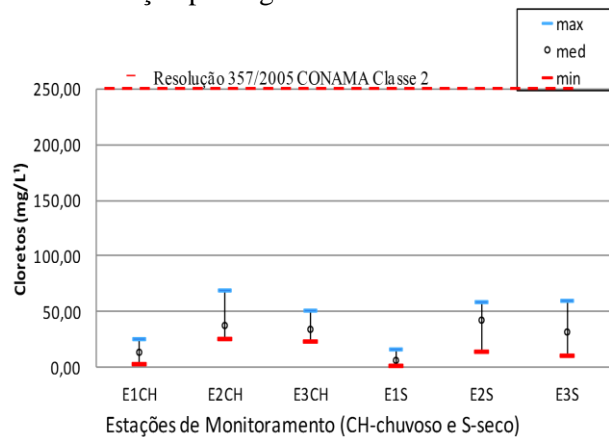


Figura 9. Valores máximos, médios e mínimos para o pH e Cloreto na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Fósforo (P) e Nitrato

A poluição numa determinada bacia depende dos efluentes e do grau de intervenção antrópica no meio, ou seja, do sistema adotado de uso e manejo do solo, isto pode ser evidenciado por Vasco et al. (2011) na bacia do rio Poxim que apresentou concentrações de

fósforo total no período chuvoso, indicando a possível influência do escoamento superficial na contaminação por esse nutriente em virtude do manejo da cana-de-açúcar.

No monitoramento foi possível observar que 77,78% das amostras coletadas encontraram-se acima de 0,025 (mg.L⁻¹) que é o limite permitido pela Resolução N° 357/05 do CONAMA para corpos d'água classe II (Figura 10).

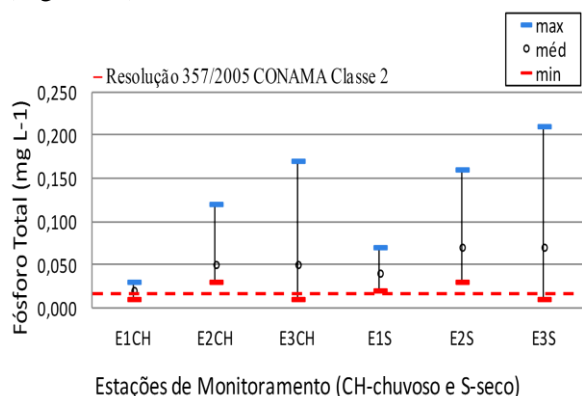


Figura 10. Valores máximos, médios e mínimos para o Fósforo Total na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Durante monitoramento, entre dezembro e janeiro, houve um aumento das concentrações de fósforo. Neste período os lotes de plantio são esvaziados para colheita e as águas que são represadas durante todo o cultivo são despejadas no rio Betume sem nenhum tipo de tratamento, ocasionando o aporte de fósforo.

A presença de nitrogênio na água é um indicador padrão de classificação das águas naturais como também de emissão de esgotos. O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato.

Os nitratos são tóxicos, causando uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças, além disso, reduz-se a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul (Alves,2012). Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, sendo 10 mg.L⁻¹ o valor máximo permitido pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde para substâncias químicas que representam risco à saúde e pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos d'água classe II. Os valores encontrados estão abaixo do limite tolerância durante o

monitoramento nas Estações E1, E2 e E3 (Figura 11).

Quando descarregados nas águas naturais, o nitrogênio, o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o eutrofizado. A eutrofização pode possibilitar o crescimento mais intenso de seres vivos que utilizam nutrientes, especialmente as algas. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos múltiplos usos, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição decorrente da morte e decomposição desses organismos (CETESB, 2009).

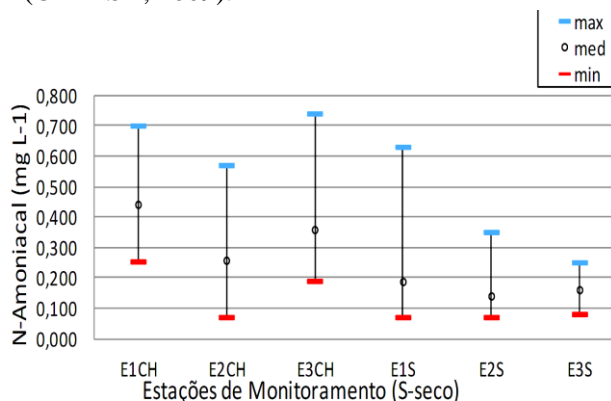


Figura 11. Valores máximos, médios e mínimos para o Nitrato na bacia hidrográfica do rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Turbidez e Coliforme Termotolerantes

O limite de turbidez estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para rios de classe II é de até 100 NTU, pode-se observar que na E2 e E3, os valores excederam o limite, isto possivelmente ocorre devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton (Figura 12).

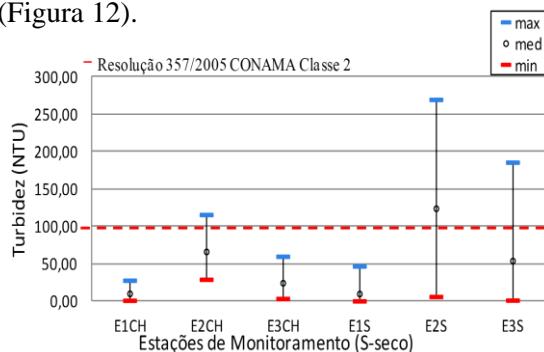


Figura 12. Valores máximos, médios e mínimos de Turbidez, na sub-bacia do Rio

Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Alta turbidez nos recursos hídricos reduz a fotossíntese de vegetação submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (Tavares, 2006). Quanto aos coliformes termotolerantes são definidos como organismos do grupo coliforme capaz de fermentar a lactose a 44 - 45°C. São representados principalmente pela *Escherichia Coli* além de algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Os coliformes não são indicadores de contaminação fecais tão bons quanto a *E. Coli* por conta que abrange bactérias que não são de origem fecal além da *E. Coli* que é especificamente fecal porém, é aceitável como indicador de qualidade da água (Medeiros, 2006).

Os valores encontrados nas análises de coliformes termotolerantes nas estações E2 e E3 estiveram acima do limite permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 (Figura 13). Este fato pode estar relacionado ao período de retirada das águas dos lotes para a colheita do arroz e a influências dos povoados da região tendo como maiores valores o período seco. Já a estação E1 obteve seu valor médio abaixo do permitido que é de 1.000 NMP.100mL⁻¹. A estação E1 sofre forte influência da E2 e E3, como também da presença de casas, bares e demais modalidades de alterações antrópicas, portanto tendo valores elevados em determinados períodos.

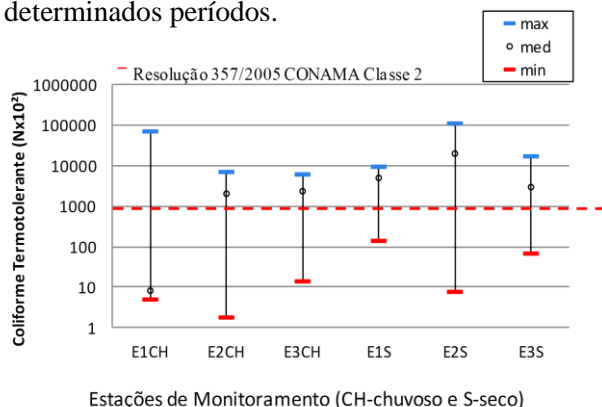


Figura 13. Valores máximos, médios e mínimos de Coliformes Termotolerantes, na sub-bacia do Rio Betume, no período chuvoso e seco, nas estações de monitoramento.

Conclusão

Os índices de OD abaixo do CONAMA 357/2005, no rio São Francisco e drenagem do Betume no período chuvoso e seco acontecem devido à sensibilidade desse parâmetro em relação a interferências antrópica.

Os valores elevados de CE dependem das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes.

Altas concentrações de fósforo total foram determinadas no período chuvoso e seco. Estas taxas elevadas no período seco em vez de ser no período chuvoso se deve ao tempo de colheita do arroz, que ocorre nos meses de novembro e dezembro, em que os lotes de plantio são esvaziados para colheita e as águas represadas são drenadas para o rio Betume.

A presença de coliformes termotolerantes acima do limite estabelecido na E1, E2 e E3 pode estar relacionado a presença de casas, bares e demais modalidades que contribuem para as alterações antrópicas. A rizicultura nesta região, pelo processo de cultivo de arroz inundado apresenta uma tendência de carregamento de fertilizantes e matéria orgânica para o corpo hídrico, evidenciando a necessidade de um manejo racional da água e assim garantir a continuidade e permanência dos produtores nesta região.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPQ, processo 47428/2012-6 por meio do programa de Apoio Financeiro a Projeto de Pesquisa Científica e Tecnológica vinculada a Universidade Federal de Sergipe - UFS.

Referências

ALVES, E. C. R. F. **Monitoramento qualitativo da bacia hidrográfica do Rio Coxipó- MT: Uma ferramenta para implementação da Gestão Participativa dos Recursos Hídricos.** Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) apresentada a Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 2009.

- ALVES, W. S et al.; Qualidade da Água do Ribeirão das Abóboras no Município de Rio Verde, Goiás. **Anais... I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Rio Verde do IFGoiano**, 2012.
- BADAWY, M. I.; ALI, M. E. M. Fenton's peroxidation and coagulation processes for the treatment of combined industrial and domestic wastewater. **Journal of Hazardous Materials**, v. 136, n. 3, p. 961-966, 2006.
- BORGES,G.S; VARGAS,R. R. Análise Físico-Química em Amostras de Águas da Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tanque Grande. **Revista Educação** - v.9, n.2, 2014.
- CETESB.SÃO PAULO Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, **Relatórios CETESB** Apêndice A, São Paulo, 2009. p.37-42.
- CORDEIRO, G. G. Qualidade de Água para Fins de Irrigação (Conceitos básicos e práticos) **Documentos 167 Embrapa**. ISSN 1516-1633. 2001.
- GALINDO, L. C.; CASTRO, A. L. Recomendações Técnicas para a Criação de Peixes no Baixo São Francisco. **RT Embrapa**, ISSN 1517-1310, janeiro, 2000.
- GOMES, N. S; SILVA, G.A, PESSOA, A.R.N, Estudo de Parâmetros Químicos nas Águas do Rio Imbassaí no Trecho do Município de Dias D'ávila – Ba, Candombá **Revista Virtual**, v. 3, n. 1, p. 1–14, 2007.
- HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Revista Estudos Avançados**, Sao Paulo, v. 22, n. 63, p. 43 - 60, 2008.
- LATUF, M. O. Diagnóstico das Águas Superficiais do Córrego São Pedro, Juiz de Fora-MG. **Revista Geografia (Londrina)**, v. 13, n. 1, 2004.
- 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.
- LUCAS, A.A.T.; FOLEGATTI, M.V.; DUARTE, S.N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.937-943, 2010.
- MEDEIROS, B. B. F., BRITO, P. L., IV- Avaliação da eficiência da estação de tratamento de esgotos de Ponte Negra-Natal- RN com ênfase na remoção de colifagos somáticos e coliformes termotolerantes. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS.Congreso de AIDIS. **Anais... Uruguay- Punta Del Este**, 2006.
- Mota, L. H. Da S. de; Gomes, A. S.; Valladares, G. S.; Magalhães, R. M. F.; Leite, H. M. F. and Silva, T. A. Risco de salinização das terras do baixo Acaraú (CE), **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n.4, 2012.
- PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. (orgs.). **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2010. p. 171- 180.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; BARROS JÚNIOR, G.; SANTOS, J. K. L.; BRITO, E. T. F. S. Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro. **Revista Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 263-271, 2013.
- SERGIPE. Superintendência de Recursos Hídricos. Atlas Digital sobre os Recursos Hídricos de Sergipe.ARACAJU: **SEPLANTEC-SRH**, CD-ROM.2012.
- SILVA, A.E. P. et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus, **Revista Acta Amazônica**, v. 38, n.4, p. 733 - 742, 2008.

- SOUZA, D.F; PINTO, A.L. Classificação e Limitações de Uso Preliminar por Enquadramento da Qualidade as Águas Superficiais em julho de 2013 da Lagoa Maior Urbana, Três Lagoas/Ms. **Revista Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 2, p. 340-350, 2013.
- TAVARES, A.R.; **Monitoramento da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul e diagnóstico de conservação.** Dissertação (Mestrado Infraestrutura Aeroportuária), Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA, São José dos Campos, São Paulo. 2006. 176p.
- THAUAN, S, SANTOS, L. Perspectivas para a discussão teórica acerca do meio ambiente a partir da evolução do pensamento econômico. **Revista WOLFIUS** | Rio de Janeiro, v.1 n.1, p.21-38, 2011.
- VASCO, A. N; BRITTO, F.B; SOUSA, A.P.P; MELLO, A.J.; GARCIA, C.A.B. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil, **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 6, n. 1, 2011.
- VON SPERLING, M. **Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** 3.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) **Chemical hazards in drinking water.** Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en//www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/. Acesso 05/04/2014.