

SELEÇÃO DE PARÂMETROS PARA COMPOSIÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA: estudo de caso bacia do rio Salitre, Bahia

Delise Pascale Feksa¹; Aucimaia de Oliveira Tourinho²; Clélia Nobre de Oliveira Proença³; Osmário Sousa⁴; Maiara Macedo Silva⁵; Maria do Socorro Gonçalves⁶ & Yvonilde D.P.Medeiros.⁷

RESUMO --- O artigo aborda a qualidade da água, avaliada a partir da seleção de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos permitindo identificar as condições da água para o seu uso, viabilizando a seleção de indicadores relevantes para suporte ao monitoramento da bacia do rio Salitre, uma sub-bacia do rio São Francisco. A pesquisa foi realizada por meio de coleta de amostras de água em 14 pontos distribuídos nos principais cursos d'água da bacia, correspondentes às condições críticas de poluição, como esgotamento sanitário precário, práticas inadequadas do uso da água, condições mínimas de diluição e presença de componentes químicos originados da formação geológica da bacia. Verificou-se que a salinidade (STD), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliforme termotolerante, fosfato, ferro e manganês representam as maiores interferências na qualidade da água quando comparados com os padrões de qualidade estabelecidos na Resolução Conama 357/05, desempenhando, assim, a função de importantes indicadores para a gestão dos recursos hídricos em regiões semi-áridas.

ABSTRACT --- This study selects the most significant river water quality parameters, among physical, chemical and microbiological data, to serve as quality indicators and support a water river monitoring program. The Salitre River, an important tributary of the São Francisco river watershed was chosen for the study. Water samples were collected at 14 (fourteen) locations distributed in the main streams of the Salitre river watershed. These locations were selected because of their critical pollution conditions such as poor sanitation, inadequate use of the water, minimal dilution condition and the presence of the chemicals from the geological characteristics of the watershed. It was determined that salinity (STD), dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD) thermotolerant coliform, phosphate (PO_4^{3-}), iron (Fe) and manganese (Mn) represent the main changes in the water quality when compared with patterns established by CONAMA 357/05 regulation. The results show the important role that such indicators play in the management of water resources in semi-arid regions.

Palavras-chave: Qualidade da água, indicadores, semi-árido.

-
- 1) Especialista Gerenciamento Recursos Hídricos UFBA, DEA, Rua Aristides Novis, n° 02, 40210-630 Salvador-Ba. E-mail delisefeksa@ig.com.br
2) Mestranda em Eng. Ambiental Urbana da UFBA, DEA, Rua Aristides Novis, n° 02, Federação, 40210-630 Salvador-Ba. E-mail aucimaia@ufba.br
3) Mestre em Eng. Ambiental Urbana da UFBA, DEA, Rua Aristides Novis, n° 02, Federação, 40210-630 Salvador-Ba. E-mail clelian@ufba.br
4) Eng° Sanitarista e Ambiental UFBA, DEA, Rua Aristides Novis, n° 02, Federação, 40210-630 Salvador-Ba. E-mail osmariosousa@hotmail.com
5) Eng. Sanitarista e Ambiental da UFBA, DEA, Rua Aristides Novis, n° 02, 40210-630 Salvador-Ba. E-mail maiarjoik@hotmail.com
6) Mestranda em Eng. Ambiental Urbana da UFBA, DEA, Rua Aristides Novis, n° 02, 40210-630 Salvador-Ba. E-mail mariagon@ufba.br
7) Professora adjunto da UFBA, DEA, Rua Aristides Novis, n° 02, Federação, 40210-630 Salvador-Ba. E-mail yvonild@ufba.br

1 - INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água potável em todo o mundo vem diminuindo, de forma que merece atenção especial das comunidades científicas. A qualidade da água tem sido um dos pontos polêmicos não somente nas áreas urbanas como também nas áreas rurais, por sofrerem ações decorrentes da má utilização de substâncias nocivas ao meio ambiente. Estes poluentes podem atingir os corpos hídricos promovendo a contaminação por carreamento das águas de chuva sobre campos agrícolas, esgoto doméstico, atividade de mineração, atividade agropecuária e disposição inadequada de lixo. Os interferentes físicos, químicos e microbiológicos também possuem relação com a presença de minerais (ex: ferro, manganês, níquel, alumínio) decorrentes de formação geológica da região.

Este estudo baseou-se no projeto “Qualidade da água e saúde: avaliação e impacto no semi-árido baiano” realizado em parceria da Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ) com a Universidade Federal da Bahia (UFBA) Grupo de Recursos Hídricos (GRH) que teve como objetivo verificar os impactos da presença de contaminantes na água da bacia do rio Salitre e de que forma isto interferiam na saúde da população, por meio da construção de matrizes de impacto da qualidade da água na saúde da população, a partir dos efeitos na saúde, dos parâmetros de qualidade da água e dos indicadores de saúde.

Os padrões de potabilidade para as águas destinadas ao abastecimento humano são estabelecidos segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), que define como água potável aquela que apresenta aspecto límpido e transparente; não apresenta cheiro ou gosto desagradável; não contém nenhum tipo de microrganismo que possa causar doença e não contém nenhuma substância em concentrações que possam causar qualquer tipo de prejuízo à saúde.

A seleção de parâmetros da qualidade da água na região do semi-árido alicerça-se na nova Resolução do Conama 357/05, de 17 de março de 2005, um instrumento legal para a avaliação da qualidade da água, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água (doce, salobra e salina) estabelecendo parâmetros e suas respectivas concentrações e limites, dividindo o sistema hídrico em classes (especial, 1, 2, 3 e 4) (Conama, 2005).

Em função de seus padrões e por sua função mantenedora das condições ideais para a qualidade dos corpos d'água, de forma geral, essa Resolução é adequada quando se deseja analisar os níveis de poluição de um corpo d'água porém, necessita do amparo da Portaria 518, do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004, quando a questão é a qualidade da água para consumo humano (MS,2004). O uso desses instrumentos proporcionou a base necessária para este estudo, na seleção de parâmetros para a composição de indicadores mais relevantes da qualidade da

água na bacia do rio Salitre, minimizando custos quando se trata em estabelecer processos contínuos de monitoramento das águas.

A ABNT (NBR 9896/87) preconiza que os padrões de qualidade são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, e são estabelecidos com base em critérios científicos que avaliam o risco para um dado ser e os danos causados pela exposição a uma dose conhecida de um determinado poluente. Um critério científico significa uma quantidade limite fixada para um determinado parâmetro que estando dentro dos limites máximos (ou mínimos, conforme a natureza do constituinte), protegerá os usos desejados para um determinado corpo d'água, dentro de um grau de segurança. Dessa forma o padrão de qualidade, para garantir um determinado uso, deve ser no mínimo igual ao critério de qualidade para esse uso (NASCIMENTO apud PROENÇA, 2004).

A bacia hidrográfica do rio Salitre é uma sub-bacia do rio São Francisco, situada no centro-norte do Estado da Bahia, totalmente inserida em território baiano e na região semi-árida (Figura 1), entre as longitudes de 40°22' e 41°30' oeste e latitudes 9°27' e 11°30' sul, possuindo uma área de 13.467,93 km². É limitada a leste pelas bacias do rio Itapicurú e do sub-médio São Francisco, a oeste pela bacia dos rios Jacaré/Verde e a sul pela bacia do rio Paraguaçu, especificamente a sub-bacia do rio Jacuípe. Essa área engloba parte dos municípios de Campo Formoso, Jacobina, Juazeiro, Miguel Calmon, Mirangaba, Morro do Chapéu, Ouriolândia, Umburanas e Várzea Nova.

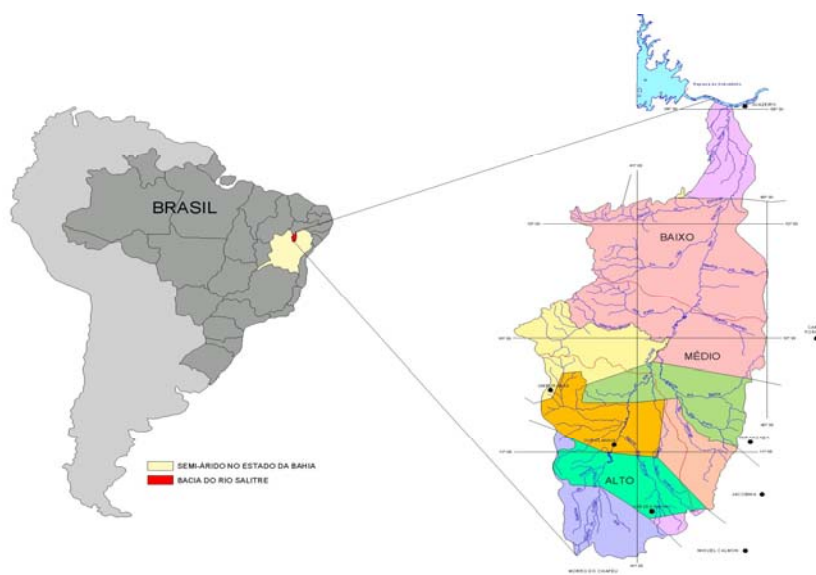


Figura 1 - Localização da bacia do rio Salitre em relação ao semi-árido baiano

O objetivo geral deste estudo é verificar as condições da água, a partir da avaliação dos parâmetros de qualidade, estabelecendo indicadores relevantes para a situação identificada na maioria dos rios da bacia, caracterizada pela escassez de recursos hídricos e por apresentar intermitência em seus cursos em algumas épocas do ano.

Avaliar a qualidade dessas águas é importante para a região semi-árida, uma vez que, irá proporcionar o conhecimento da situação atual do rio em seus usos múltiplos prioritários, além de auxiliar a gestão dos recursos hídricos, ao definir indicadores que compõem um sistema de monitoramento auxiliando na sustentabilidade da região.

1.1 - Indicadores de qualidade da água

Vários são os estudos realizados, em que os parâmetros da qualidade da água são de suma importância e que aliado a diversos fatores ambientais possam estar não só interferindo como modificando o meio aquático e o meio ambiente como um todo. Estes parâmetros representados por meio de resultados quantitativos devem ser comparados tanto com dados quantitativos por amostragem temporal, quanto com dados qualitativos, viabilizando a seleção de indicadores mais relevantes que possam ser utilizados em uma determinada bacia e que possa servir de modelo.

Barros e Barros (2000) citado por Proença (2004), apresentam a importância da realização das análises quanto aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas de rio por serem indicadores dos principais impactos causados pela ação do homem, fornecendo dados importantes para a identificação e a prevenção de possíveis doenças.

A maior parte das atividades agrícolas e pecuárias são desenvolvidas próximas aos rios e lagos onde são despejados detritos que são carregados de matérias orgânicas, inorgânicas e eventuais compostos químicos responsáveis pelos desequilíbrios nos processos naturais químicos e ecológicos em um ecossistema.

De acordo com Carvalho, Schlittler e Tornisielo (2000), para avaliar e monitorar as atividades antrópicas realizadas em uma bacia hidrográfica, requer amostragem sazonal e temporal destas águas por meio de análises físico-químicas e microbiológicas. Estes parâmetros tornam-se representativos quando comparados com algumas variáveis como: o regime de chuvas de uma determinada bacia ou por alguns tipos de atividades que possam estar sendo exercidas nas margens. Alterações do meio ambiente comparado com os resultados mais relevantes nos diferentes pontos analisados em um corpo hídrico representam para a avaliação da qualidade da água significativos indicadores.

Pereira (2004) descreve as fontes de poluição e seus diferentes efeitos causados ao meio ambiente. Avaliar estes poluentes é de extrema importância quando os relaciona com alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos mencionados nas legislações ambiental (CONAMA, FEPAM) e com outros que não constam nas legislações, mas que também são relevantes indicadores da qualidade hídrica em sistemas ambientais. Além disso, aponta e define o que é esgoto doméstico, os efeitos que causam ao meio quanto à disposição de lixo, os impactos da mineração nas águas superficiais, os efeitos das atividades agrícolas por uso de pesticidas e

agrotóxicos, as conseqüências da presença de águas residuais industriais e os prejuízos que as atividades de navegação podem trazer aos sistemas hídricos.

Lima e Zakia apud Leonardo (2003) apresentam estudos de monitoramentos em microbacias experimentais e declara, por aprovação da comunidade científica, ser possível avaliar o uso ou o mal uso de uma água por meio da seleção de algumas propriedades (físicas, químicas e microbiológicas), ou seja, aliado por meio de monitoramentos constantes permite definir indicadores de qualidade da água mais específicos para um determinado corpo hídrico.

Alem disso, Leonardo (2003) atribui que estes indicadores contidos em um corpo d'água acompanhados por medição e monitoramento de sua qualidade comprovam a sua eficácia, quando se deseja avaliar a saúde de uma micro bacia. Esta eficácia permite corrigir causa e efeito sobre a ótica dos indicadores de qualidade da água aliado aos impactos provocados ao meio ambiente.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Considerando o projeto citado que partiu da necessidade de incorporar a variável saúde no contexto do Estudo de Impacto Ambiental estabeleceu-se 3 (três) etapas metodológicas: Diagnóstico da Qualidade da Água e Saúde, Identificação dos Impactos na Saúde e Avaliação dos Impactos, por meio da análise de 33 (trinta e três) parâmetros obtidos pela coleta de amostras de água em novembro de 2004, que gerou em nosso estudo a possibilidade de obter indicadores mais relevantes de poluição.

Os procedimentos metodológicos estão apresentados a seguir:

A realização das coletas de amostras de água ocorreu nos nove municípios que fazem parte da bacia do Rio Salitre, envolvendo 14 (quatorze) pontos distribuídos em 12 (doze) localidades ao longo da bacia, utilizando o Global Positioning System (GPS), para identificação e posicionamento, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Pontos de coleta e roteiro da campanha - Bacia do rio Salitre

Município / Localidade	Pontos de Coleta
Morro do Chapéu / Tamboril	1 – Barragem Tamboril
Várzea Nova / sede	2 – Barragem Barriguda de Cima
Ourolândia	3 – Barragem de Ourolândia
Jacobina / Salinas	4 – Barragem Engenheiro Edson Nolasco
Jacobina / Salinas	5 – Barragem Salinas
Mirangaba / Taquarandi	6 – Rio Preto
Umburana / Caraíba	7 – Poço em Delfino
Campo Formoso / Laje dos Negros	8 – Laje
Campo Formoso/ Abreus	9 – Abreus
Campo Formoso / Pacuí	10 - Pacuí
Campo Formoso /Curral Velho	11 – Curral Velho
Juazeiro / Junco	12 - Junco
Juazeiro / Alegre	13 - Alegre
Juazeiro / Campo dos Cavalos	14 – Barragem Galgável IV

3.1 - Procedimento de coleta e análise das amostras

A coleta nos 14 (quatorze) pontos previamente selecionados, conforme apresenta Figura 2, seguiram as recomendações das normas nacionais que disciplinam a matéria, referente a edição mais recente da publicação Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF) que contém informações quanto à forma adequada de coleta, quanto aos tipos de frascos utilizados, volumes coletados, reagentes para preservação e tempo máximo de armazenamento e os métodos para as análises.



Figura 2 – Barragem Barriguda de Cima – Coleta de água

Após as coletas, as amostras foram encaminhadas para dois laboratórios que adotaram a metodologia proposta pelo Standard Methods (APHA, AWWA e WEF, 1998). No Laboratório Bacteriológico e Físico-Químico (LABDEA) do Departamento de Engenharia Ambiental da UFBA, onde foram analisados os seguintes parâmetros: cor, condutividade elétrica, cloreto, DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), fósforo total, amônia, nitrito, nitrato, oxigênio dissolvido (OD), potássio, sólidos dissolvidos, sólidos totais, sulfato, turbidez, coliformes termotolerantes. No laboratório do SENAI/CETIND foram identificadas as concentrações de arsênio, alumínio, bário, cádmio, cálcio, cobre, cromo, ferro, magnésio, manganês, níquel, sódio, zinco, fluoreto, surfactantes, organofosforados e organoclorados nas amostras coletadas.

3.2 - Seleção de parâmetros para composição dos indicadores

A seleção dos parâmetros baseou-se nos padrões estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde no 518/04 e na Resolução Conama nº 357/05, onde o Art.14 da referida Portaria, define que a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde, assim como, o Art. 16 define que a água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo humano, estando no Art. 17 esclarecimentos sobre as

metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos. Já a Resolução Conama nº 357/05, no seu artigo Art. 1, salienta sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, no Art.2, define água doce, água salobra e salina, dispondo no Art.3 que essas águas são classificadas segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes. Essas legislações, de acordo com seus parâmetros e respectivas concentrações limites proporcionaram um excelente alicerce para este estudo.

Na seleção identificou-se conformidade e desconformidade com os padrões da Resolução Conama nº 357/05 e Portaria MS no 518/04 proporcionando dados para serem comparados com resultados anteriores, referentes a campanhas realizadas em 2002 (UFBA, 2004), nessa mesma bacia. Dos 33 (trinta e três) parâmetros, avaliados em 2004, foi possível selecionar 7 (sete) mais relevantes que representam indicador de poluição.

Os índices calculados para representar estes indicadores foram baseados nos valores médios das concentrações encontradas acima do limite da Resolução Conama nº 357/05 para a campanha de 2004 e relacionados com as fontes de poluição identificadas.

Além das coletas realizadas, foram programadas outras em período úmido, com a finalidade de novamente serem comparados com os resultados anteriores, período úmido de 2002, que comporão uma relação preliminar de indicadores de qualidade da água.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos 14 (quatorze) pontos propostos para análise, foram coletadas amostras em 12 (doze), devido à inexistência de água em Junco e no reservatório da Barragem Galgável IV.

Conforme descritos na metodologia, 33 (trinta e três) parâmetros foram selecionados para análise em laboratório e após avaliação somente 7 (sete) tiveram resultados realmente significativos quando comparados com os padrões legais e consubstanciados com as condições de poluição identificados.

A Salinidade nas águas influencia na capacidade de dissolução do gás oxigênio e na diversidade vegetal e animal do sistema, atuando direta e indiretamente sobre os processos metabólicos dos organismos, representando um dos importantes parâmetros físicos para esta bacia e um relevante indicador. A medida dos STD é particularmente importante em rios de regiões semi-áridas onde a água é escassa e a evaporação é alta, pois ocorre a tendência de acúmulo de sólidos (HERMES e SILVA, 2004).

Pelos resultados obtidos conforme Figura 3, foram identificados cinco pontos com valores acima dos padrões recomendados pela Resolução CONAMA 357/05, que limita em até 0,5‰, para água doce e acima deste valor e até 30‰ classificada como água salobra no reservatório da Barragem Barriguda de Cima 3,13‰, sendo este o ponto com maior incidência de salinidade

(STD); no reservatório da Ourolândia 2,32‰; no reservatório da Barragem Salinas 1,09‰; Laje 0,71‰ e Alegre 0,76‰.

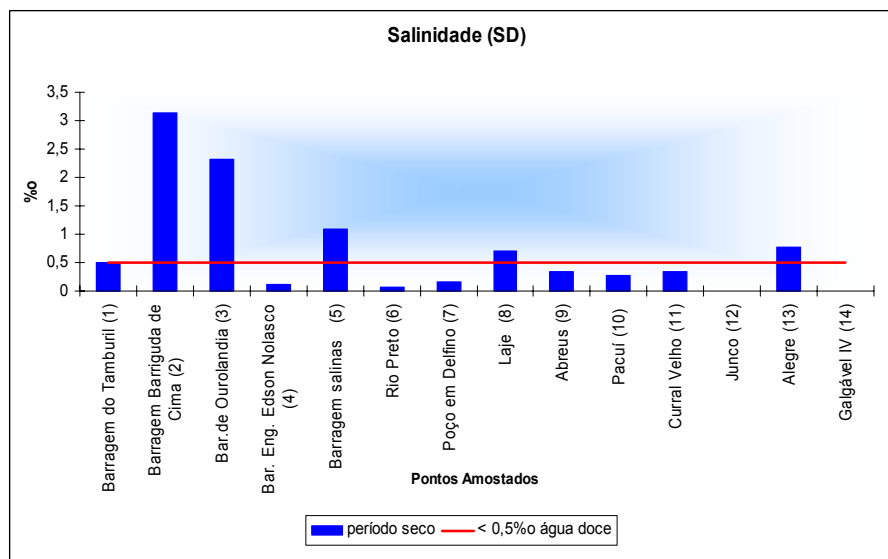


Figura 3 – Bacia do rio Salitre - Análise da salinidade, nov. 2004.

A presença de oxigênio é essencial para organismos aquáticos no processo metabólico de bactérias aeróbicas e outros microrganismos responsáveis pela degradação de poluentes.

De acordo com Baird (2002) a redução de oxigênio dissolvido (OD) ocorre em águas estagnadas (ambientes lânticos) e mais profundas, inviabilizando a sua renovação onde o processo de aeração é mais lento, ocasionando a redução de OD, na presença de matéria orgânica de origem biológica (plantas mortas e restos de animais) pela oxidação do oxigênio dissolvido em água. A solubilidade dos gases aumenta com a diminuição da temperatura e aumento da salinidade, ou seja, águas mais frias retêm maior quantidade de oxigênio e águas salinas contêm menos oxigênio.

Os padrões da resolução Conama n° 357/05, classe 2, definem OD mínimo em 5 mg/L. Desconformidades com esta Resolução foi no reservatório da Barragem Salinas com 4,02 mg/L; Poço em Delfino 4,24 mg/L; Pacuí 3,72 mg/L; Curral velho 4,48 mg/L e Alegre 2,61 mg/L, apresentados na Figura 4.

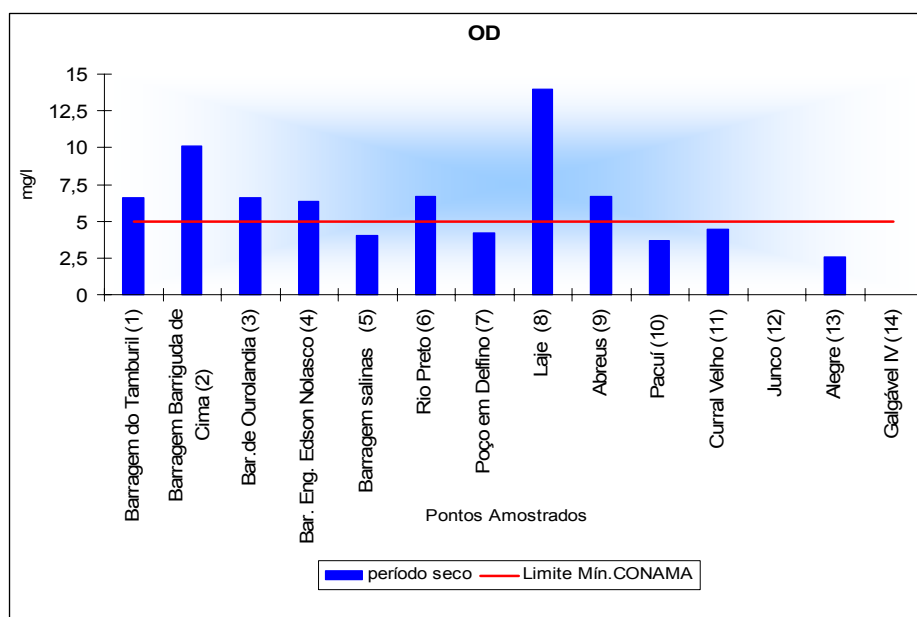


Figura 4 - Bacia do rio Salitre - Análise do OD, nov. 2004.

O OD é uma variável extremamente importante como indicador da qualidade da água, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o OD se reduz ou desaparece quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis que se encontram no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, dentre outros.

A DBO é uma medida empírica da qualidade de oxigênio consumido por microrganismos, na decomposição da matéria orgânica presente na água. Para sua análise, amostras de água são incubadas no escuro, sob temperatura controlada (20°C), em um determinado tempo. O consumo de oxigênio é determinado pela diferença entre as concentrações medidas de OD (mg/L) antes e após o período de incubação. Sistemas aquáticos que não estão poluídos têm valores de DBO de até 2,0 mg/L, enquanto aqueles sujeitos a descargas de efluentes podem apresentar valores superiores a 10 mg/L (HERMES e SILVA, 2004).

A Figura 5 apresenta os resultados obtidos da DBO, conforme Resolução do Conama nº 357/05, para classe 2, sendo que cinco pontos estão excedentes na bacia. O limite máximo é de até 5 mg O₂/L. No reservatório da Barragem Tamboril apresenta 6,0 mg O₂/L; no reservatório da Barragem Barriguda de Cima 20,0 mg O₂/L; no reservatório da Barragem Edson Nolasco 12,0 mg O₂/L; o rio Preto 7,0 mg O₂/L e no rio Lage 15,0 mg O₂/L. Dos pontos analisados três apresentam valores muito acima do estabelecido, sendo destaque a Barragem Barriguda de Cima apresentando o maior valor de 20,0 mg O₂/L, percebendo-se que esta barragem está crítica em relação ao parâmetro que representa a matéria orgânica.

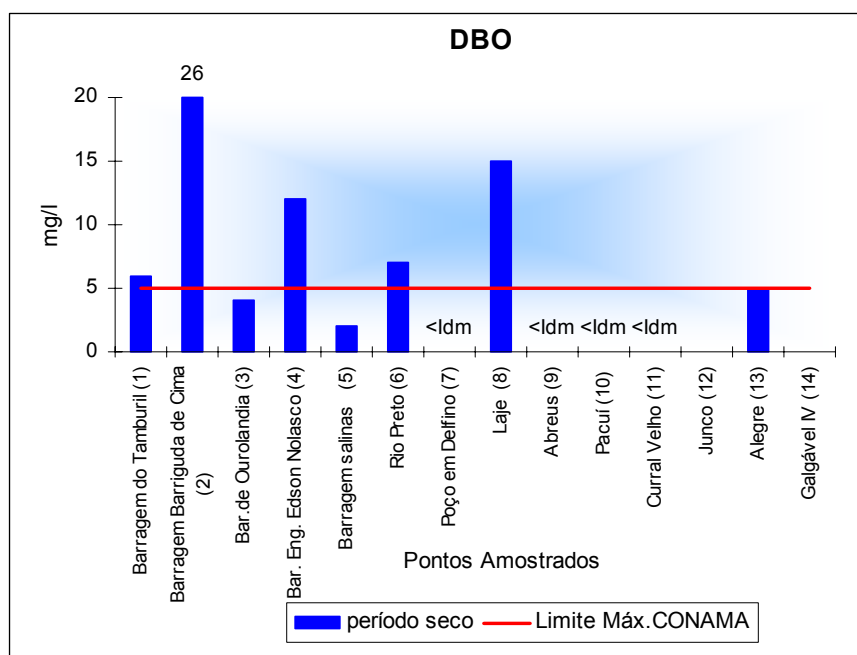


Figura 5 - Bacia do rio Salitre - Análise de DBO, nov. 2004

Embora a Resolução Conama n° 357/05 limite o fósforo em 0,030mg/mL para águas de classes 2, em ambientes lênticos, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) estabelece limites de níveis de fósforo não excedendo 0,25mg/L em rios, riachos e águas comunicantes entre represas e lagos, admitindo ainda para rios que não despejam suas águas em lagos ou represas, o limite de 1mg/L (USEPA, 1996).

O Fósforo é um nutriente indispensável a todas as formas de vida. É raramente encontrado em sua forma elementar (P), existindo como parte da molécula de fosfato, oriundo das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Em sistemas aquáticos, o fósforo está presente na forma de fosfato orgânico e inorgânico. É um nutriente limitante, pois controla o crescimento de algas indicando que se todo o fósforo for utilizado, o crescimento de plantas cessará independente da quantidade de nitrogênio presente (EMBRAPA, 2003).

A altas concentrações de fosfato na água estão associadas a eutrofização da mesma, provocando o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas desagradáveis em reservatórios ou águas paradas. Valores acima de 1mg/L, geralmente, são indicativos de poluição (Rebouças et al., 1999).

Analisando a Figura 6, observa-se que nos pontos 1, 3, 5, 9, 10 e 13 não foi possível identificar a concentração por estar abaixo do limite de detecção do método. Valores acima do limite da Resolução Conama n° 357/05, 0,030 mg/L foram identificados nos pontos 2, 4, 6, 7 e 8 e abaixo somente o ponto 11. Valores acima do limite definido pela USEPA foram encontrados nos pontos 2, 4, e 8. Nos pontos 12 e 14 não ocorreu coleta.

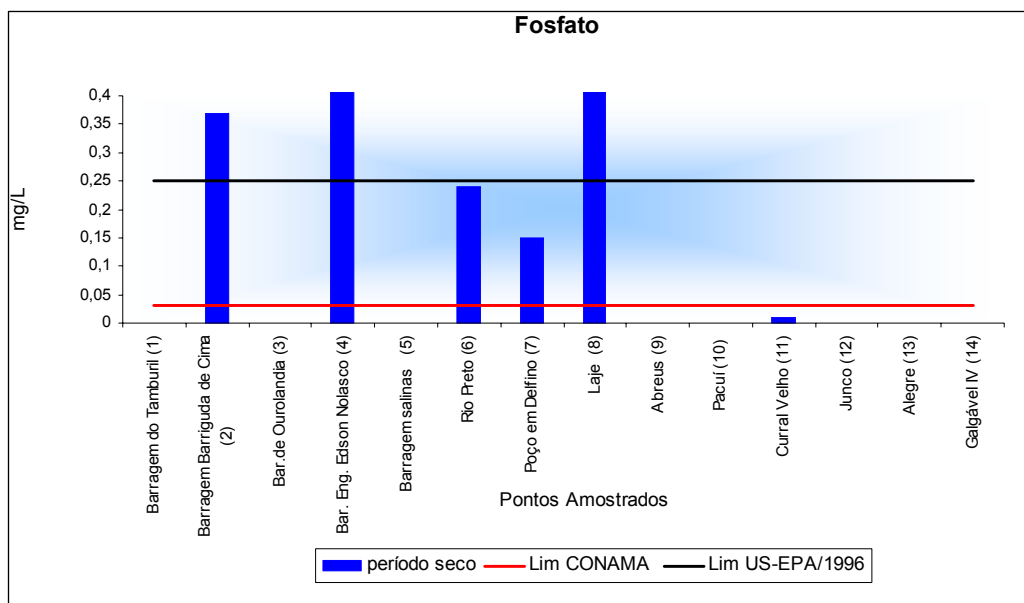


Figura 6 - Bacia na do rio Salitre - Análise dos fosfatos, nov. 2004.

Os coliformes termotolerantes são bactérias que residem no intestino de animais de sangue quente e são eliminadas pelas fezes do homem e de animais, em média 50 milhões por grama. Esgoto doméstico bruto, geralmente contém mais de 3 milhões de coliformes por 100 ml. As bactérias e vírus patogênicos causadores de doenças ao homem origina na mesma fonte, ou seja, descargas fecais de pessoas contaminadas logo, a água contaminada por poluição fecal é identificada como sendo potencialmente perigosa pela presença de coliforme (HAMMER apud MACÊDO, 2000).

A Resolução Conama n° 357/05 define o limite de 1000 NMP/100 ml para coliformes termotolerantes. Foram identificados, a partir da Figura 7, oito pontos com limites acima do padrão ideal para classe 2. Neste parâmetro a água dos reservatórios das barragens se destacam como sendo os pontos mais contaminados. Maior destaque para o rio Lage que também apresenta altos valores em relação à DBO e fosfato. Foi medido no reservatório da Barragem Tamboril (4600 NMP/100ml); no reservatório da Barragem de Ouroândia (2600 NMP/100ml); no reservatório da Barragem Engenheiro Edson Nolasco (1600 NMP/100ml); no reservatório da Barragem Salinas (2800 NMP/100ml); Laje (5000 NMP/100ml); Pacuí (1200 NMP/100ml); Curral Velho (2900 NMP/100ml); e Alegre (1600 NMP/100ml).

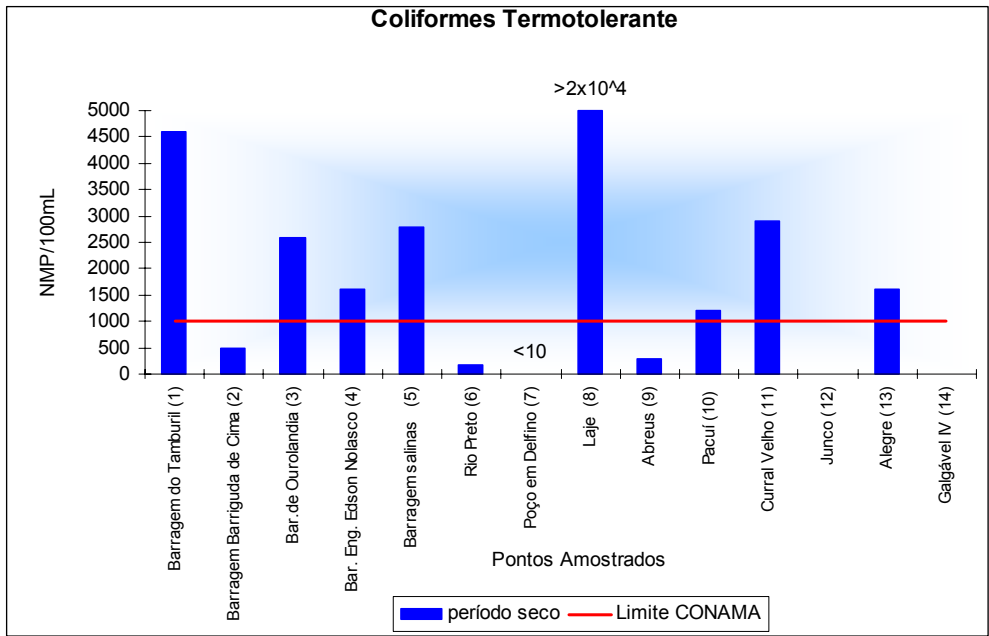


Figura 7 - Bacia do rio Salitre - Análise dos coliformes termotolerantes, nov. 2004

De acordo com a CETESB (2005), o ferro aparece, principalmente, em águas subterrâneas (poços) devido à dissolução do minério pelo gás carbônico presente na água forma carbonato ferroso e pela sua solubilidade é encontrado com frequência e em elevados níveis de concentração. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens.

Conforme a Resolução Conama nº 357/05, classe II representado na Figura 8, o padrão de aceitação é de 0,3mg/L para o ferro e foram encontrados níveis acima no reservatório da Barragem Barriguda de Cima com 0,69mg/L; no reservatório da Barragem Engenheiro Edson Nolasco com 0,77mg/L; no reservatório da Barragem Salinas 0,44mg/L; no Poço em Delfino (água subterrânea) com 0,52mg/L e no rio Preto com elevada concentração de 4,2mg/L.

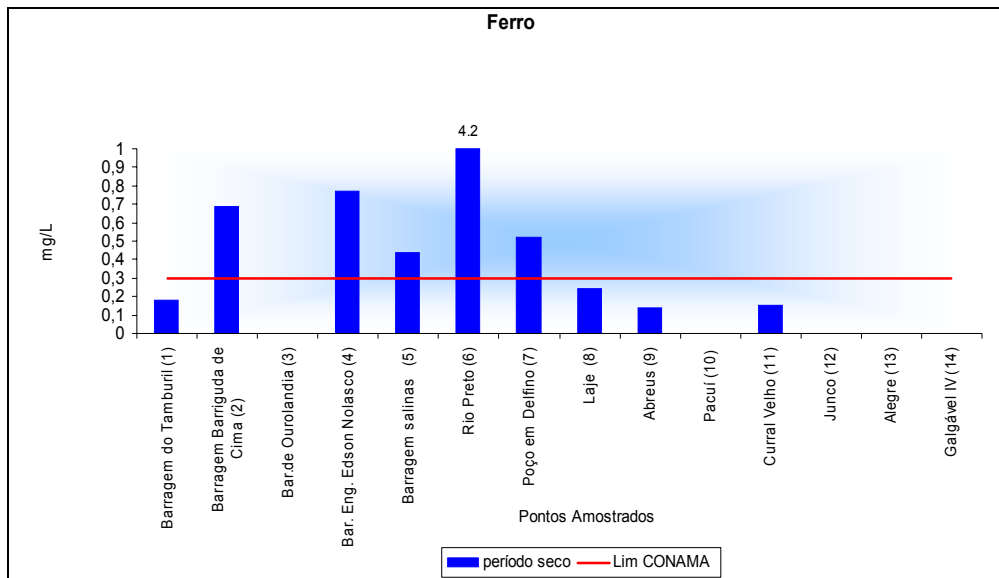


Figura 8 - Bacia do rio Salitre - Análise do Ferro, nov. 2004

O comportamento do Manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. Concentração de manganês menor que 0,05mg/L geralmente é aceitável em mananciais de abastecimento, devido ao fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água. Raramente atinge concentrações de 1,0mg/L em águas superficiais naturais e, normalmente, estão presentes em quantidades de 0,2mg/L ou menos (CETESB, 2005).

Na análise do Manganês conforme a Resolução do Conama n° 357/05, classe 2, para água doce o padrão de aceitação é de 0,1mg/L. Analisando a Figura 9 percebe-se nível acima do aceitável no reservatório da Barragem Barriguda de Cima com 1,0 mg/L; no reservatório da Barragem Engenheiro Edson Nolasco com 1,1 mg/L; no reservatório da Barragem Salinas 0,16 mg/L e no rio Preto com 0,15 mg/L.

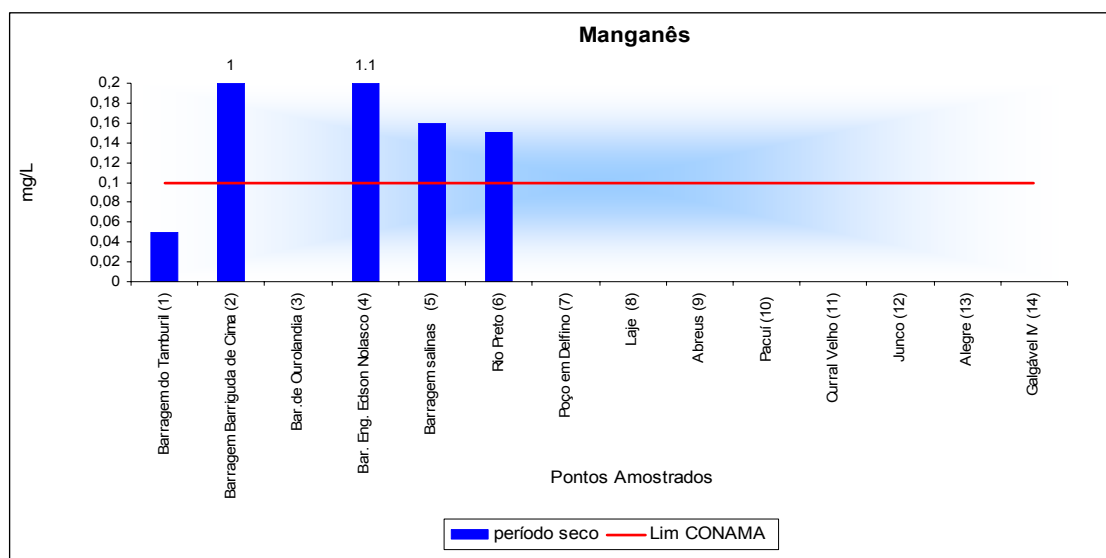


Figura 9 - Bacia do rio Salitre - Análise do Manganês, nov. 2004.

4.1 - Avaliação comparativa entre as análises de 2002 com as análises realizadas em 2004

Comparando os dados obtidos desta pesquisa com as análises de 2002 do estudo UFBA (2004), a situação de salinidade (STD) permaneceu com o mesmo número de pontos com significativas concentrações de sais nos reservatórios das Barragens Barriguda de Cima, Ourolândia, Salinas e em Alegre, permanecendo com a mesma classificação anterior de água salobra.

O nível de oxigênio disponível (OD) do corpo d'água foi comparado com os resultados de 2002 identificando a permanência abaixo do limite legislado pela Resolução do Conama em somente um ponto em Pacuí, consequência dos efeitos de poluição das águas decorrentes de despejo orgânico.

Quanto a DBO, houve uma redução com relação aos números de pontos e com referência aos resultados permaneceram abaixo de limite definido pela Resolução do CONAMA nos reservatórios das Barragens Tamboril e Engenheiro Edson Nolasco. A demanda bioquímica de oxigênio é responsável pela identificação de poluentes orgânicos e comparado com a coloração escura da água é indicador de processo de decomposição de restos vegetais como no caso do reservatório da Barragem Engenheiro Edson Nolasco.

Quanto ao fosfato houve uma redução quanto ao número de pontos de 2004 para 2002, permanecendo indicativo de poluição nos reservatórios das Barragens Barriguda de Cima e Engenheiro Edson Nolasco.

Na análise dos metais a presença do ferro e manganês ocorreu de forma mais significativa nas duas campanhas de coletas no reservatório da Barragem Engenheiro Edson Nolasco, decorrente da formação geológica da região de Jacobina.

A avaliação do parâmetro microbiológico para coliformes termotolerantes foi altamente significativa comparando as análises de 2002 como 2004, em que dos 12 (doze) pontos analisados permaneceram com resultados em desconformidade com a Resolução do CONAMA 357/05 nos reservatórios das Barragens Tamboril, Ourolândia, Salinas, além do Pacuí e em Alegre.

4.2 - Quadro de Indicadores

Os sete parâmetros selecionados foram relevantes para este trabalho quando confrontados com as condições ambientais identificadas, mostrando-se sensíveis às fontes de poluição de origem antrópica e naturais. O OD, a DBO e o fosfato tiveram suas concentrações normais alteradas devido, principalmente, à presença de esgotos sanitários, lixo doméstico, fezes e urinas de animais; os coliformes termotolerantes foram alterados pela presença de esgotos sanitários e fezes de animais; e os metais, Fe e Mn e a salinidade sofreram interferência, principalmente, da dissolução das rochas, responsáveis pela presença natural das concentrações dessas substâncias.

Diante dos resultados verifica-se que estes parâmetros podem funcionar como importantes indicadores da presença destes poluentes, servindo para compor uma rede de monitoramento da qualidade da água da bacia em estudo. A Tabela 2 apresenta o número de pontos amostrados em que ocorreram as mesmas desconformidades das concentrações analisadas em dois períodos distintos, 2002 e 2004.

Os indicadores estão apresentados em termos de valores médios calculados dos resultados que ficaram acima dos padrões normais estabelecidos pela legislação compreendendo a campanha efetuada em 2004.

Tabela 2 - Quadro de indicadores da qualidade da água – Bacia do rio Salitre, 2004.

Parâmetros (variável)	Fontes de poluição	Número de amostras em desconformidade Conama 357/05		Limite Resolução Conama 357/05	INDICADORES (Média dos valores)
		2002	2004		
Salinidade	Dissolução de rochas.	5 pontos	5 pontos	0,5‰	1,6‰
OD	Esgoto urbano, fezes e urina de animais, lixo doméstico e decomposição de vegetais.	3 pontos	5 pontos	>5,0mg/L	3,81mg/L
DBO	Esgoto urbano, fezes e urina de animais, lixo doméstico e decomposição de vegetais.	6 pontos	5 pontos	5,0mg/L	12mg/L
Fosfato	Fezes humanas e de animais	10 pontos	3 pontos	0,25mg/L	0,43mg/L
Coliformes Termotolerantes	Esgoto urbano, Fezes e urina de animais.	7 pontos	8 pontos	1.000 NMP/100ml	2.787,5NMP/100ml
Ferro	Dissolução de rocha (fonte natural) e mineração.	4 pontos	5 pontos	0,30mg/L	1,32mg/L
Manganês	Dissolução de rocha (fonte natural) e mineração.	4 pontos	4 pontos	0,1mg/L	0,60mg/L

A salinidade apresenta um valor médio correspondente à classe de água salobra, condizente com a condição natural identificada, o que reforça que pode ser um indicador importante para a bacia uma vez que a comunidade faz uso da água para banho e consumo humano.

A DBO e a OD apresentam valores médios acima dos limites legislados, indicando a necessidade de serem constantemente monitorados para acompanhamento de ações para reverter o quadro de poluição identificado, relacionado às fontes antrópicas.

O fosfato apresenta valor médio quase duas vezes acima dos padrões normais, o que demonstra que este indicador além de fácil mensuração precisa ser monitorado devido a sua sensibilidade a interferência específica da área estudada relativa à presença de animais nos cursos d'água.

Os coliformes termotolerantes não apresentam valores médios muito acima do legislado, e podem ser utilizados continuamente, uma vez que são importantes indicadores de contaminação fecal.

Os metais Fe e Mn apresentam valores médios de 4 a 6 vezes acima dos limites legislado mostrando que são importantes indicadores para acompanhamento dos níveis de contaminação da água que tenham as mesmas interferências identificadas.

Quando se compara a quantidade de amostra em desconformidade em relação à campanha 2002-2004 observa-se, no geral, que a situação se manteve a mesma exceto relacionado ao fosfato que apresenta uma redução considerável no número de pontos de, aproximadamente, 70% em relação ao estudo anterior.

5 – CONCLUSÕES

De acordo com que foi apresentado neste estudo e em função dos dados obtidos pode-se afirmar que a metodologia utilizada foi eficaz para atingir os objetivos propostos inicialmente, uma vez que foi obedecida a norma de coletas, acondicionamento de amostras, procedimento de análises e, principalmente, para a sua avaliação onde a Resolução do Conama 357/05 e a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde foram satisfatórios como referência.

Ao utilizar a nova Resolução, que estabelece condições e padrões dos níveis desejados, os resultados de 2002 quanto aos resultados dos níveis de fosfato, sofreram reavaliação quando comparado com 2004, pois foi o único parâmetro dentre os sete mais relevantes analisados em que teve seu limite de tolerância alterado comparado com a Resolução anterior (Conama 20/86), substituída pela Resolução acima citada.

A avaliação da salinidade (STD), OD, DBO, coliforme termotolerante, fosfato, ferro e manganês estabelecem indicadores importantes para a área em estudo. As concentrações elevadas e as maiores incidências nos pontos de coleta como no caso do OD, DBO e coliformes termotolerantes estão diretamente relacionados ao lixo e esgoto doméstico, recreação de contato primário e dessedentação animal (contato direto do animal no corpo hídrico). Dos doze pontos avaliados quanto à salinidade (STD), 41% apresentam teores de salinidade acima de 0,5‰, classificando como água salobra por apresentar suas águas com alto teor de sólidos. Quanto ao fosfato, sua incidência é consequência de despejo de fezes de animais e lavagem de roupas (detergentes). A presença de ferro e manganês é característica da formação geológica da região, pela presença de rochas provenientes do calcário.

Observou-se que do ponto de vista geográfico sobre a bacia estudada com relação aos sete parâmetros mais relevantes, quanto as suas desconformidades com a Resolução Conama 357/05 e a Portaria 518/04 - GM não foi identificado alterações em um ou mais pontos específicos, ou seja, as concentrações significativamente mais altas ficaram distribuídas ao longo da bacia.

A insuficiência das condições de diluição da água do rio, uso inadequado da água e presença de poluentes naturais proporcionou base para esta seleção na apresentação dos indicadores mais relevantes da qualidade da água para este estudo. Outro importante fator representativo do ponto de vista analítico é o teor de uma amostra quanto a sua concentração quando relacionado com o regime de chuvas (período seco e período úmido) de cada região, ou seja, no período úmido as amostras são mais diluídas que no período seco.

A seleção dos indicadores mais relevantes quanto aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos observados por meio de amostragens de água é uma importante ferramenta não só para o conhecimento da distribuição no ecossistema e seu perfil em função do tempo, bem como oferecem condições ambientais do conhecimento dos níveis de poluição nestes pontos, sugerindo o

acompanhamento por meio de monitoramentos periódicos, para a preservação e melhoria do meio ambiente e a população beneficiada quando a questão é saúde. A seleção de indicadores mais relevantes para uma determinada bacia proporciona benefícios quanto à redução do tempo para as coletas em campo, minimizar custos nas coletas e na quantidade de amostras a serem analisadas em laboratório servindo como modelo para outras bacias em regiões semi-áridas.

Os dados e avaliações apresentados neste presente trabalho servirão de alicerce para serem confrontados com os estudos de saneamento e saúde que foram desenvolvidos concomitantemente no projeto da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), base desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ pelo suporte financeiro à execução do Projeto onde se insere este trabalho.

BIBLIOGRAFIA

A.P.H. ASSOCIATION; A.W.W. ASSOCIATION; W.E. FEDERATION. (1998). *“Standard Methods for the examination of water and wastewater”*. Washington DC, American Public Health Association, 1268p.

BAIRD, C. (2002). *“Química Ambiental”*. Tradução Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. Brookman Porto Alegre - RS, 622p.

CARVALHO, A. R; SCHLITTLER, F. H. M; TORNISIELO, V. L. (2000). *“Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água”*. Nova Química. 618-622p. Acesso <http://www.s bq.org.Br/publicações/novaquimica/qnol/2000/vol23n5/08.pdf>

CETESB (2005) *“Informações ambientais”*. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/Rios/variaveis>. Acesso em abr. 2005.

CONAMA. (2005). Resolução nº 357 de 18 de março de 2005. *Estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional*. Diário Oficial, Brasília, 18 de março de 2005. Seção 1.

EMBRAPA. (2003) *“Parâmetros da qualidade da água”*. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua>. Acesso em mar. 2003.

HERMES, C.H.; SILVA, A.S. (2004). *“A avaliação da qualidade das águas: manual prático”*. Informação tecnológica Brasília - DF, 55p.

LEONARDO, H. C. L. (2003). *“Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo Cue, região oeste do estado do Paraná”*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo. 120p.

MACÊDO, J. A.B. (2000). *“Água & água”*. Editora Ortofarma MG, 31-63 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. (2004). Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seus padrões de potabilidade, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília.

- PEREIRA, Régis. S. (2004). *“Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos”*. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos, volume 1, n.1, jul/set 2004, 20-36p.
- PROENÇA, C.N.O. (2004). *“Definição dos parâmetros significativos para avaliação da qualidade dos corpos d’água em regiões semi-áridas visando o seu enquadramento”*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia Salvador - Ba,126 p.
- UFBA (2004). *“Gerenciamento dos recursos hídricos do semi-árido do Estado da Bahia: subprojeto Enquadramento de Rio Intermitente – estudo de caso rio Salitre”*. Vol. 2. Salvador- Ba, abr. 145p.
- US-EPA.ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY. (1988). *“Intermittent Streams –Water quality standards criteria summaries: a compilation of state/federal criteria”*. Washington D.C.