

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM TRECHOS DO RIO ALMADA, SUL DA BAHIA E SEUS USOS MÚLTIPLOS.

*Juliana Rosa de Souza*¹; *Maria Eugênia Bruck de Moraes*²

RESUMO – A água é um recurso natural utilizado para os mais diversos fins. No entanto, tem sofrido os impactos dessa diversidade de utilizações que ocorrem de forma inadequada alterando as características físicas, químicas e biológicas da mesma, principalmente nos rios, que são as fontes mais acessíveis de água doce. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água do Rio Almada verificando a compatibilidade da sua qualidade com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2. Também foram identificados os principais usos ocorridos no Rio. De modo geral pode-se perceber que o efeito de fatores naturais e antrópicos afetam a qualidade da água do Rio Almada principalmente para os parâmetros Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, Fósforo e Nitrogênio Total que estiveram em desacordo com a Resolução em alguns pontos de amostragem. As principais fontes de poluição têm sido identificadas como as descargas de esgotos domésticos das cidades e povoados por onde o Rio percorre, assim como a utilização do Rio para descarte de lixo inorgânico, produtos químicos e a poluição difusa originada nas regiões agriculturáveis situadas à montante.

ABSTRACT– Water is a natural resource used for various purposes. However, it has suffered the impact of this diversity of uses that occur inappropriately altering its physical, chemical and biological properties, especially in the rivers, which are the most accessible sources of fresh water. This study aimed to evaluate the water quality of the Almada River checking the compatibility of their quality established by the 357/2005 CONAMA Resolution for rivers of Class 2. The main uses that occurred in the river were also identified. Generally it can be seen that the effect of natural and anthropogenic factors acts over the water quality of Almada River mainly for the parameters Dissolved Oxygen, Fecal Coliforms, Total Phosphorus and Nitrogen that were in disagreement with the resolution in some sampling points. The main sources of pollution have been identified as discharges of sewage from cities and towns where the river runs through, the use of the river for waste disposal (inorganic, chemicals and diffuse pollution) originated in the tillable regions located upstream.

Palavras-Chave – Rio Almada, Qualidade da água, Usos múltiplos.

1) Aluna do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, km 16 Rodovia Ilhéus-Itabuna. CEP 45662-900. Ilhéus-BA (73) 8852-8791, e-mail: julianarosabio@hotmail.com.

2) Professora do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, km 16 Rodovia Ilhéus-Itabuna. CEP 45662-900. Ilhéus-BA (73) 3680 -5301, e-mail: eugeniabruck@uesc.br.

INTRODUÇÃO

A água é um dos compostos de maior distribuição e importância na crosta terrestre, cobrindo cerca de 70% da mesma. É um elemento essencial e indispensável à manutenção da vida pelo fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem sua ação direta ou indireta. Dessa forma, torna-se imprescindível que sua presença no ambiente esteja em quantidade e qualidade apropriadas (Esteves (1998); Braga *et al.*(2002); Rebouças (2002).

Segundo Miller (2007), apenas uma pequena fração da reserva de água do mundo é composta por água doce disponível para o uso humano. De toda a água planetária, 97,4% são encontradas nos oceanos e lagos e somente 0, 014% é encontrada na forma de água doce disponível (lagos, rios, vapor de água atmosférico, umidade do solo).

Braga *et al.* (2002) destacam que o homem tem usado a água não apenas para manter suas necessidades pessoais (alimentação, funcionamento adequado do corpo, higiene), mas também para propósitos socioeconômicos. Por se tratar de um componente essencial para a vida humana em seus múltiplos usos, assim como para a dinâmica de todos os sistemas ambientais, a água funciona como fator determinante das características do ecossistema em que está inserida, podendo, portanto, ser valorada como serviço ambiental (Tomasoni e Pinto (2009)).

O princípio do uso múltiplo da água é aquele que assegura o direito de utilizar os recursos hídricos em todos os fins para os quais são necessários (Gavião *et al.*, 2003).

Von Sperling (2005) descreve os principais usos da água como: abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da fauna e flora, recreação e lazer, criação de espécies, geração de energia elétrica, navegação, harmonia paisagística e diluição e transporte de despejos.

Estes usos podem ser classificados como usos de forma consultiva e não consultiva, de acordo com a quantidade hídrica necessária e as perdas quali-quantitativas geradas por cada uma dessas atividades.

Os usos múltiplos aumentam à medida que as atividades industriais e econômicas se diversificam e as pressões da sociedade de consumo aumentam (Tundisi (2003)). No entanto, essa diversificação na utilização da água tem ocorrido de forma inadequada levando ao comprometimento da sua qualidade e quantidade.

Ferreira (2006) afirma que apesar de estar ativamente presente nas mais variadas formas da atividade humana, a água nem sempre recebeu o adequado e efetivo reconhecimento acerca de sua importância.

Em ambientes lóticos como o Rio Almada, localizado no sul do Estado da Bahia, estudos relacionados aos seus múltiplos usos e à qualidade da água ainda são pouco desenvolvidos.

Os rios são apresentados como sistemas naturais complexos que integram tudo o que acontece nas áreas ao seu entorno. Deste modo, ao analisar as características físicas, químicas e biológicas dos recursos hídricos, pode-se verificar a relação destas com os usos da bacia hidrográfica, o que faz com que a qualidade da água constitua um reflexo das diversas atividades humanas desenvolvidas nesta (Moraes (2001)).

De acordo com Braga et al., 2006, a área de qualidade da água no Brasil talvez seja uma das que possui menor quantidade de informações. Apesar de muitos trabalhos publicados na área de qualidade da água, pouco ainda se conhece a respeito da real situação dos sistemas lóticos. Diversos pesquisadores no mundo inteiro em seus estudos em rios ou bacias hidrográficas utilizam as tradicionais análises físicas, químicas e biológicas para avaliar a qualidade de suas águas, como os estudos desenvolvidos por Rorig, 2005; Pinto et.al., 2008; Rodrigues, 2008; Santos, 2009; Gonçalves, 2009; Franco, 2010; Terra et al., 2010; Cunha e Calijuri, 2010; Varol et al., 2011, Ogleni e Topal, 2011; Chidya et al., 2011; Carvalho, 2011.

O termo "qualidade de água" não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às suas características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características são estipuladas, diferentes finalidades para a água são exigidas (Merten e Minela (2002)).

Os padrões de qualidade de água referem-se a certo número de parâmetros capazes de refletir, direta ou indiretamente, a presença efetiva ou potencial de algumas substâncias ou microorganismos que possam comprometer a qualidade da água do ponto de vista da sua estética e de sua salubridade. Assim, a política normativa nacional de uso da água estabelecida pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), procurou determinar parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diferentes usos.

O CONAMA é o órgão responsável por criar as diretrizes que serão utilizadas para classificar os rios de acordo com o tipo de uso que se faz de suas águas. A Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, substitui a Resolução CONAMA 20, de 18 de junho de 1986 e estabelece o enquadramento dos corpos hídricos em uma série de diretrizes. Essas duas resoluções dispõem sobre a classificação dos corpos d'água e definem diretrizes ambientais para o seu enquadramento em função dos usos preponderantes atuais e futuros da água, bem como, estabelecem, também, as condições e padrões para lançamento de efluentes (CONAMA, 1986; CONAMA, 2005).

Diante do exposto, o presente trabalho visa avaliar a qualidade da água do Rio Almada por meio das variáveis físicas, químicas e microbiológicas, verificando a compatibilidade da sua

qualidade com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357 para rios de classe 2. Pretendeu-se também identificar os principais usos ocorridos no Rio Almada e o efeito de fatores naturais e antrópicos sobre a qualidade da sua água.

MATERIAIS E MÉTODO

Localização e Caracterização da Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Almada (BHRA) está localizada no sul da Bahia, fazendo parte da Bacia do Atlântico Leste e apresentando uma área de drenagem de 1545 km² (Calazans *et al.* (2005). Engloba os municípios de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Lomanto Júnior, Itajuípe, Itabuna, Ilhéus e Uruçuca, sendo Itajuípe e Almadina os municípios com maior área pertencente à bacia, 100 % e 83 %, respectivamente (NBH, 2001a). Esta bacia possui perímetro de 332,4 km e tem como curso principal, o Rio Almada (objeto de estudo do presente trabalho) que apresenta uma extensão de 138 km desde a nascente na Serra do Chuchu, região de Sete Paus, município de Almadina, até sua foz, em barra de Itaípe, município de Ilhéus (Gomes *et al.* (2010).

O Rio Almada tem como afluentes principais à margem direita: Ribeirão dos Macacos, Rio do Braço, Riacho das Sete Voltas e o Rio Tiriri; e à margem esquerda: Rio Água Preta do Mocambo, Ribeirão da Lagoa, Ribeirões do Braço Norte e Juçara, Ribeirão Vai-Quem-Quer e Rio Comprido, além do Canal da Lagoa Encantada (NBH, 2001b).

Amostragem

O trabalho de campo foi conduzido em três trechos (superior, médio e inferior) ao longo do Rio Almada (BHRA), contemplando seis pontos amostrais. Foram realizadas 3 coletas entre os meses de novembro de 2011 e abril de 2012. Os pontos de coleta foram escolhidos intencionalmente, de acordo com os objetivos da pesquisa, ou seja, em locais onde foi possível a observação dos usos da água (Figura 1), tomando o P1 como ponto controle para comparação da qualidade frente aos pontos a jusante deste. Nos mesmos pontos ocorreram as coletas de água e a medição das variáveis foi realizada.

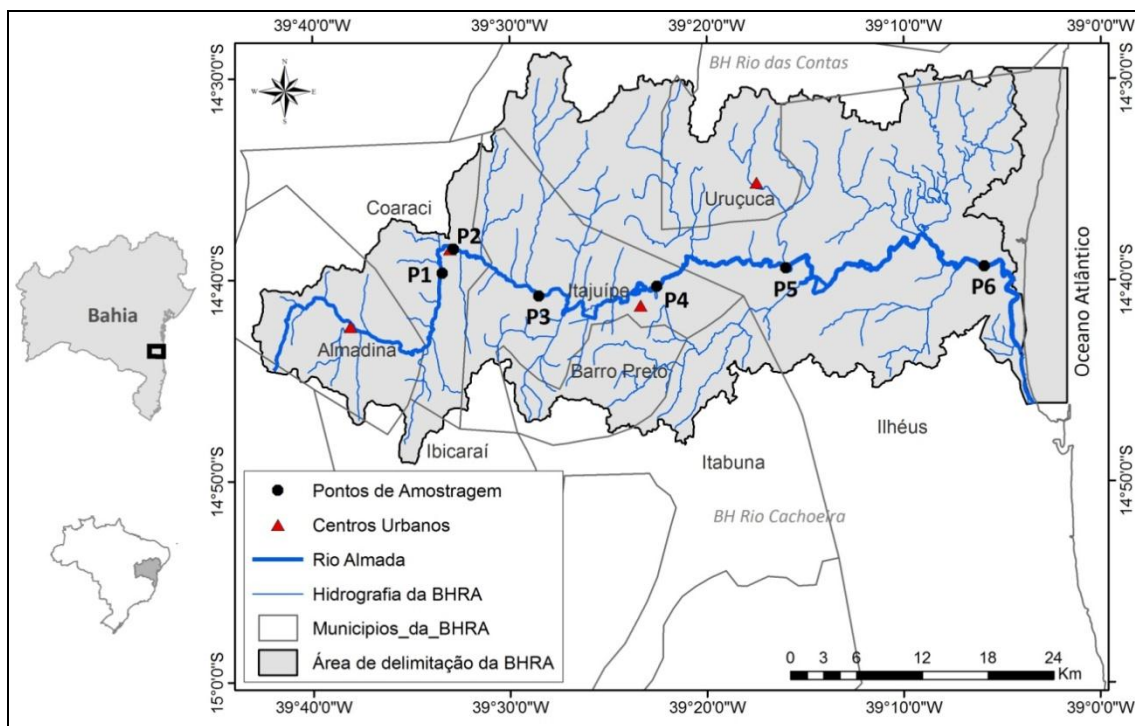


Figura 1 – Localização da BHRA, Região Sul da Bahia, Brasil.

Fonte: Dados do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA) /UESC.

Avaliação da Qualidade da Água e Caracterização dos Usos Múltiplos

A análise da qualidade da água ocorreu através da coleta de amostras de água e medição *in loco* das seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez, condutividade e sólido totais dissolvidos, através de equipamentos portáteis. As análises dos nutrientes: Fósforo Total (P_{total}) e Nitrogênio total (N_{total}) foram realizados no Laboratório de Solos da CEPLAC de Ilhéus, através dos métodos: colorimétrico e Kjeldahl, respectivamente, conforme descrito pela APHA (2002). Os coliformes fecais foram analisados pelo método dos Tubos Múltiplos (APHA) no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do mesmo órgão, utilizando para obtenção dos resultados a tabela de Número Mais Provável. As variáveis escolhidas, além de discriminar a qualidade dos rios, são as que mais são influenciadas pela sazonalidade (Silva, et al. (2010).

Para o levantamento das condições ambientais no entorno do Rio Almada e dos usos múltiplos da água foram utilizadas fichas de campo e levantamento fotográfico.

Também foram levantados dados dos valores de precipitação pluviométrica, considerando-se dez dias antes e depois de cada coleta para verificar a influência destes nas características da qualidade da água. Os mesmos foram obtidos no site do INPE/PROCLIMA.

RESUSLTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra que as campanhas amostrais realizadas em novembro, fevereiro e abril no Rio Almada foram marcadas por diferentes lâminas mensais de precipitação. Os dois primeiros meses foram caracterizados por elevados índices pluviométricos, porém, as coletas de abril foram marcadas por uma precipitação bastante reduzida quando comparada às duas últimas. Logo, novembro e fevereiro ficaram identificados como período chuvoso e abril como período de estiagem.

A precipitação é a principal entrada de água na BHRA junto com a contribuição do lençol freático, sendo responsáveis pelo escoamento superficial dos cursos d'água e pelo fenômeno de recarga dos recursos hídricos (Souza (2006) *apud* FRANCO (2010)). Estes fatores contribuem diretamente para a dinâmica deste sistema lótico, o que certamente influencia nas características físicas, químicas e biológicas da água e, conseqüentemente, em sua quantidade e qualidade.

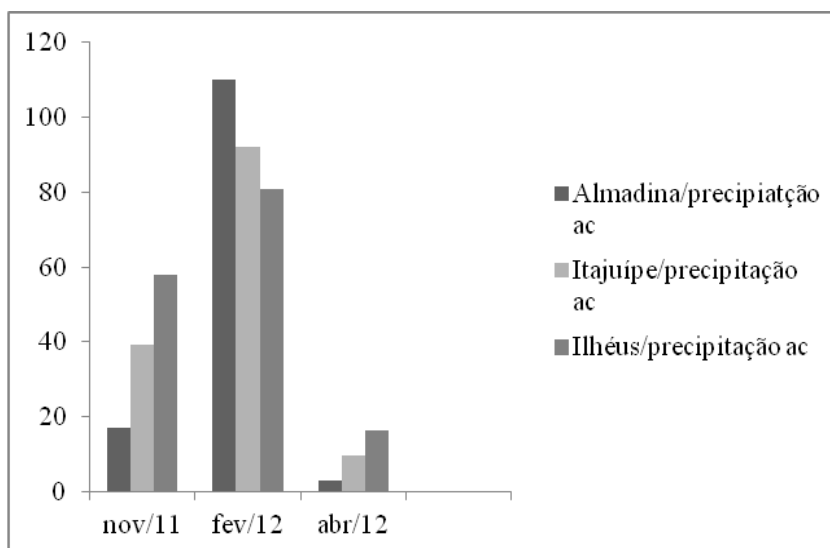


Figura 1 – Precipitação acumulada diária por período de 10 dias antes e depois das coletas, incluindo os dias da coleta, nos municípios de Almadina, Itajuípe e Ilhéus.

As características espaço-temporais dos rios dependem de sua interação com as bacias e das flutuações na hidrografia regional, as quais determinam padrões diferenciados de fluxo que varia estacionalmente ou mesmo em período curtos (horas ou dias) (Tundisi (2008)). Como a chuva é o principal agente regulador dos cursos de água, espera-se que ela seja também uma importante variável a ser considerada em estudos envolvendo a qualidade da água de rios e tributários e na evolução ou diminuição da poluição da água. Assim, os rios e seus afluentes estão submetidos a variações acentuadas na qualidade de suas águas tanto no período de estiagem, como pelas chuvas, que acabam arrastando materiais do entorno da bacia para o rio (Farias (2006)).

O Rio Almada, objeto de estudo deste trabalho, é um importante sistema natural que abastece alguns municípios da região e que tem sofrido com o comprometimento da qualidade de suas águas, em função de diversos impactos decorrentes do uso indisciplinado, servindo principalmente como destinação final de efluentes domésticos, sanitários, agrícolas, entre outros.

De modo geral, foi possível observar que os pontos de coleta variaram bastante entre si e com relação aos períodos amostrais (novembro, fevereiro e abril) no que diz respeito aos parâmetros oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, nitrogênio e fósforo total, com exceção para o pH e coliformes fecais. A variável temperatura da água variou com relação aos horários de coleta, pressupondo-se que a mesma aumentou com a temperatura do ar e com as condições climáticas, sendo abril (estiagem) o mês a apresentar maiores valores para este parâmetro.

A temperatura representa um parâmetro físico importante da água de um rio. Ela está associada ao oxigênio dissolvido influenciando na dinâmica de produtividade no ambiente. O oxigênio dissolvido é frequentemente utilizado como um indicador da qualidade da água, de tal forma que altas concentrações de oxigênio geralmente indicam boa qualidade da água (UNEP, 2008).

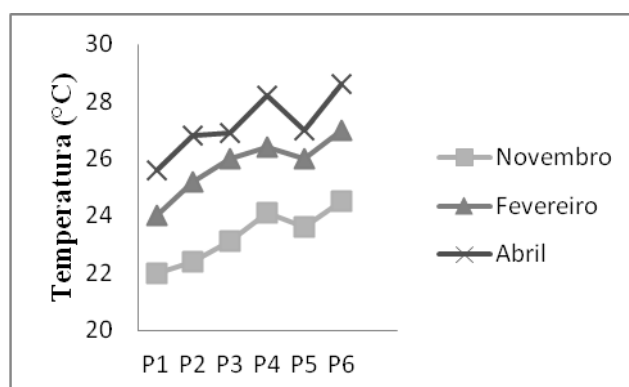


Figura 2 – Valores de temperatura da água nos pontos de amostragem durante as campanhas realizadas.

Nas três campanhas verificou-se que as concentrações de oxigênio dissolvido foram baixas e as de condutividade elétrica alta, principalmente em P2 e P3, que são pontos onde ocorrem impactos pontuais oriundos da lavagem de roupas e de utensílios domésticos, bem como o despejo de efluentes sanitários lançados *in natura* diretamente no rio, o que favorece a decomposição intensa de material inorgânico e o rápido consumo de oxigênio na água. De acordo com o estabelecido pelo CONAMA 357/2005 para rios de classe 2, os valores de oxigênio dissolvido não devem ser menores que 5 mg/L, logo para os referidos pontos não há conformidade com a resolução supra citada.

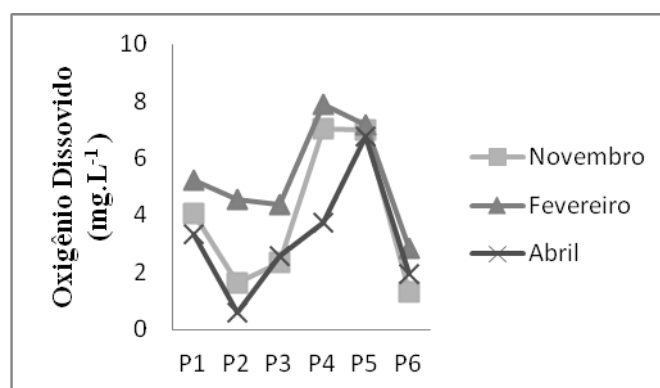


Figura 3 – Concentração de oxigênio dissolvido na água nos pontos de amostragem durante as campanhas realizadas.

O nível de oxigênio dissolvido, que se apresentou com valores inferiores a 4 mg/l em P2 e P3, passou a superiores a 6 mg/l em P4 e P5. Esse resultado indica uma sensível melhora desse parâmetro uma vez que o mesmo foi elevado para níveis aceitáveis pela resolução Conama 357/05. No rio Almada, embora os valores para oxigênio dissolvido tivessem sido mais altos no período chuvoso, os mesmos estiveram mais relacionados aos diferentes pontos de coleta (antropizado ou não antropizado) que com a influência da precipitação.

No período chuvoso, ocorreu uma maior vazão no rio e diluição do material orgânico. A velocidade da água foi maior proporcionando maior oxigenação da água para alguns pontos. Estas variações estão diretamente ligadas com o fotoperíodo, a intensidade luminosa e a temperatura, no entanto, outros fatores como os ventos e as chuvas, também podem ter importância eventual. Em P6 os valores para esta variável são menores ocasionados pela forte influência da salinidade, devido à sua proximidade com o estuário.

A influência direta e indireta de atividades humanas como o lançamento de efluentes domésticos e industriais nos recursos hídricos pode ser avaliada mais facilmente quando se dispõe também de dados sobre sua condutividade elétrica (Esteves (1998)). Houve destaque dos valores de condutividade para a campanha de abril. Como esse mês foi marcado por período de estiagem, pressupõe-se haver uma maior concentração dos íons na água que leva ao aumento da condutividade.

A condutividade elétrica está relacionada à composição iônica dos corpos d'água e pode ser influenciada também pelo volume de chuvas. Santana, 2011, em seu trabalho desenvolvido na mesma área do presente estudo, considera que o fator geográfico, localização da BHRA na região costeira, associado à predominância dos íons Na e Cl provenientes do oceano, explica os elevados valores de condutividade elétrica em abril devido à redução da vazão. Franco, 2010, relaciona os valores de

condutividade da BHRA ao fator geológico, como a ocorrência de solos distróficos e com baixa saturação por bases, como os ARGISSOLOS, e os LATOSSOLOS, na parte central e inferior da bacia.

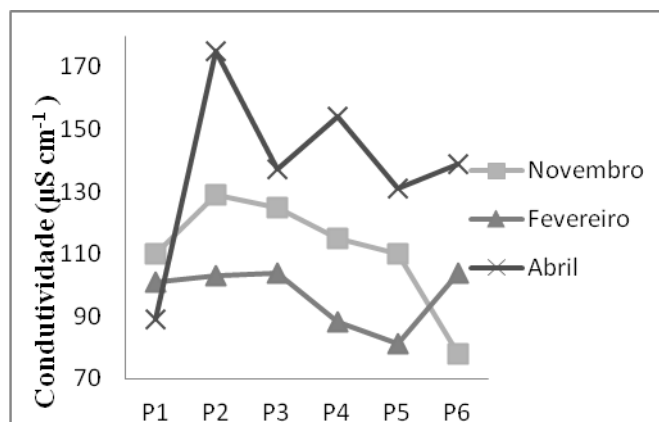


Figura 4– Valores de condutividade elétrica da água nos pontos de amostragem durante as campanhas realizadas.

A condutividade elétrica esteve intimamente relacionada com os valores dos sólidos totais dissolvidos para todos os pontos de coleta. Em abril, o índice mais alto de condutividade coincidiu com o ponto mais impactado dos pontos de coleta. O P2 está situado no centro da cidade de Coaraci recebendo grande aporte de efluentes pontuais e inadequada disposição do lixo.

A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou por meio de ações antrópicas (lançamento de lixo e esgotos). Muito embora os sólidos totais dissolvidos estejam relacionado a turbidez, eles não são absolutamente equivalentes (BRASIL (2006)).

A turbidez representa a dificuldade que um feixe de luz encontra para atravessar certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma, causada por uma variedade de material em suspensão tais como: argila, silte, matéria orgânica e inorgânica, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismos microscópicos (APHA (2002)).

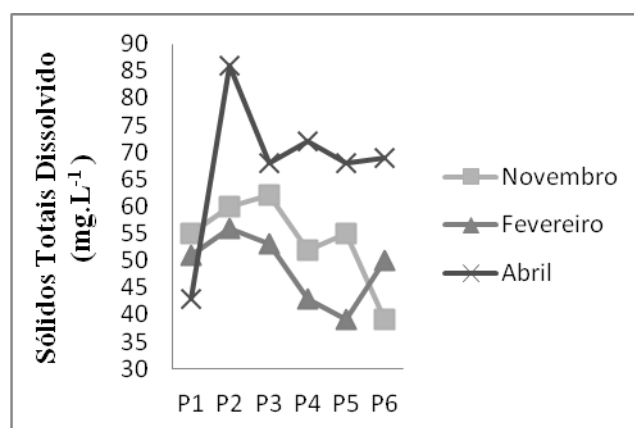


Figura 5– Concentração de sólidos totais dissolvidos na água nos pontos de amostragem durante as campanhas realizadas.

Os valores de turbidez apresentaram significativa variação temporal que pode ser observado para o mês de fevereiro, o qual apresentou alto volume de precipitação carreando material para o rio, diminuindo a transparência da água e aumentando os valores da turbidez também para os pontos P2 e P3. Em P2, o município de Coaraci margeia o rio Almada lançando no mesmo todo tipo de lixo. Segundo Arcova e Cicco (1999), apud Silva (2010), com o aumento da precipitação e consequente aumento dos sólidos em suspensão, ocorrem picos nos valores de turbidez nos meses chuvosos, pois eles impedem o feixe de luz de penetrar na água.

Houve conformidade com o CONAMA 357/05 em cem por cento das amostras para os parâmetros sólidos totais dissolvidos e turbidez.

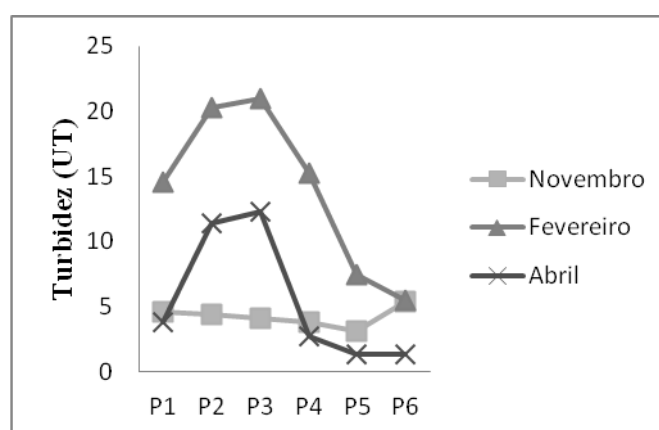


Figura 6 – Valores de turbidez na água nos pontos de amostragem durante as campanhas realizadas.

A amostragem no período de cheia apresentou valores de turbidez maiores do que na estiagem. Esse dado evidencia claramente o efeito dos resíduos sólidos (lixo) encontrados às margens do rio, os quais possivelmente estão sendo transportados ao curso fluvial. A decomposição de

tais resíduos, associado à pouca ou inexistente vegetação marginal, como ocorre nos pontos P2,P3 e P4, ocasionam um grande escoamento destas substâncias para dentro do rio Almada durante os eventos de chuva alterando completamente as características limnológicas deste ambiente nos referidos pontos.

Os valores de pH apresentaram pouca variação com relação aos pontos de coleta, demonstrando uma tendência levemente ácida da montante para a jusante. Os pontos de menor valor ocorreram em P3 e P6, e os maiores em P4 nos três meses de coleta. Valores semelhantes foram encontrados em estudos realizados no mesmo rio por Santana (2011) e Franco (2010). Matéria orgânica tanto natural (macrófitas, por exemplo) quanto antrópicas (efluentes domésticos) podem ser importantes fontes de ácidos, o que pode estar influenciando a diminuição dos valores de pH nestes pontos.

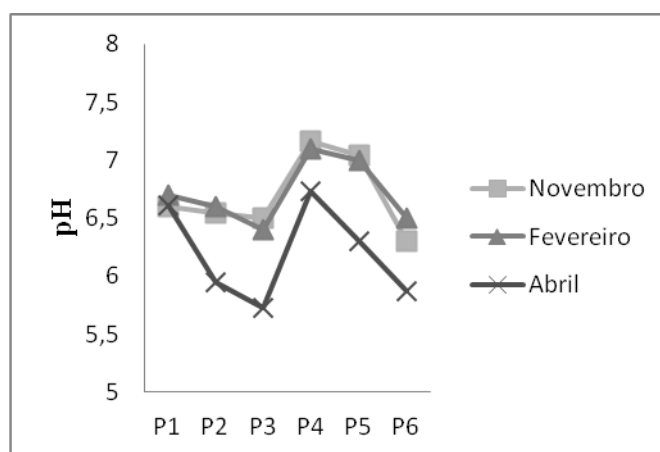


Figura 7- Valores de pH da água nos pontos de amostragem durante as campanhas realizadas.

Segundo Maier (1987), o pH nas águas dos rios brasileiros varia de neutro a ácido e pode se alterar ao longo do rio, estando associado ao aumento no teor de matéria orgânica. Uma pequena diminuição no pH associado à matéria orgânica leva a consequente queda na quantidade de oxigênio dissolvido disponível no corpo d'água.

As concentrações de nitrogênio e fósforo total não variaram nas mesmas proporções para os pontos de coleta. Para o nitrogênio, as maiores concentrações ocorreram no mês de abril para os pontos P2 e P4. A diminuição da vazão associada a fontes pontuais em alguns locais podem ser os fatores para o acúmulo deste nutriente. Em P2 a influência das descargas de esgotos sanitários talvez seja o principal fator para estes valores elevados. Em P4 foi possível observar que muito material é lançado ao rio, como restos de produtos do matadouro da cidade de Itajuípe, excremento de animais, lixo e esgotos in natura que alcançam o rio com facilidade, demonstrando a influência dos trechos urbanos na qualidade da água.

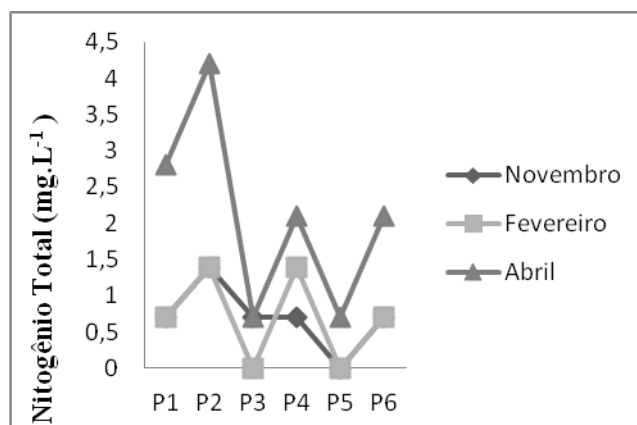


Figura 8 - Concentração do nutriente fósforo na água nos pontos de amostragem durante as campanhas realizadas.

O aporte orgânico e inorgânico a partir de ecossistemas adjacentes, e atualmente em grande escala, pelo aporte de efluentes domésticos e industriais não tratados ou parcialmente tratados nos corpos d'água são as principais fontes de nitrogênio e fósforo (Esteves (2011)).

Os valores do fósforo total foram maiores para o ponto P3. Neste ponto foi observada a presença do lançamento de detergentes utilizados pelos moradores do povoado assim como o lançamento de esgotos domésticos, que em geral é um dos maiores problemas dos municípios que fazem parte da BHRA. Em P1 os valores para Fósforo Total estiverem sempre compatíveis com a Resolução CONAMA em relação aos outros pontos de coleta. P1 é caracterizado por não ser diretamente afetado por ocupação urbana, o que torna um ponto em que a qualidade da água esteja em condições mais adequadas. No mesmo há a captação da água do rio para distribuição a alguns municípios próximos. Em P3, no mês de abril ocorreu o maior valor (0,39 mg/L) em razão das menores precipitações. Outro fator que pode estar relacionado a este valor é a quantidade de vegetação aquática em decomposição.

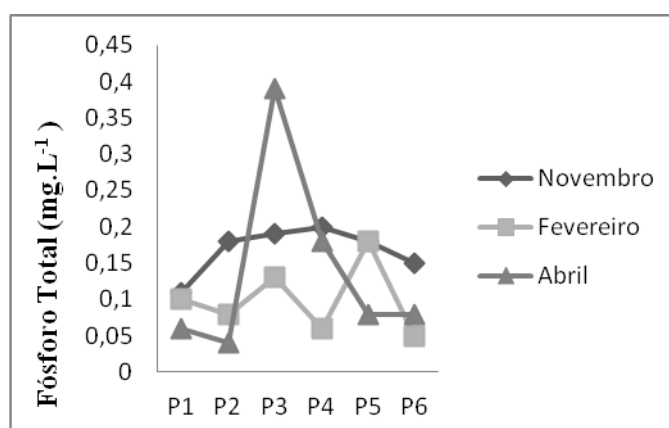


Figura 9 – Concentração do nutriente fósforo na água nos pontos de amostragem durante as campanhas realizadas.

Em campo, foi observado que durante as campanhas de amostragem, pode se sugerir a ocorrência de um processo de eutrofização em alguns trechos, a despeito das concentrações em relação aos padrões estabelecidos pela legislação CONAMA. De acordo com Von Sperling (1996), um corpo d'água pode ser considerado hipereutrófico quando os teores totais de fósforo total encontram-se acima de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ou seja, superiores a $0,1 \text{ mg}/\text{L}$, como ocorreu em alguns pontos.

A figura 10 mostra os valores da variável microbiológica para coliformes totais. Os valores em todos os pontos ultrapassaram $1.600 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ de acordo com a tabela utilizada para a determinação, o que indica contaminação por coliformes estiveram presentes em todos os pontos de coleta da série analisada demonstrando não haver compatibilidade com a Resolução CONAMA que estabelece que não pode ser excedido um limite de 1.000 coliformes por 100 mililitros nas amostras coletadas. Houve exceção para o ponto P1(onde a influencia antrópica não é intensa e água não recebe diretamente efluentes domésticos e sanitários) em novembro e abril, $49 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ e $21 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ respectivamente. Esses microorganismos não se desenvolvem espontaneamente nos rios ou outros corpos d'água, mas são aí introduzidos graças à prática do emprego da água como elemento de lavagem e destino final de resíduos das habitações ou áreas contaminadas por excrementos de origem humana (Branco *et al.* (2002).

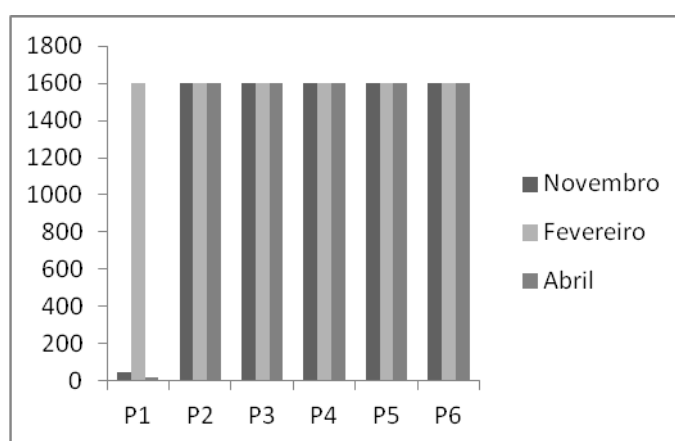


Figura 10 – Resultados do parâmetro coliformes fecais nos pontos de amostragem, expressos em NMP/mL da amostra analisada.

Esse parâmetro mostrou valores elevados em quase todos os pontos de amostragem nos três períodos, indicando que a deposição de resíduos sólidos nas margens e o lançamento de esgotos domésticos, têm um efeito direto na qualidade da água de forma que, de maneira geral, tais valores

permaneceram elevados, tanto nos eventos pluviométricos de cheia quanto de estiagem. Este tipo de poluição, afeta não somente a qualidade da água, mas atua diretamente, na saúde da população que utiliza deste rio para suas atividades econômicas e sociais.

Conclusões

Foi possível observar a partir do trabalho de campo que a crescente degradação da qualidade da água e poluição em alguns pontos tem sido produzida principalmente pela utilização inadequada da água por atividades humanas, principalmente aqueles situados em locais próximos aos perímetros urbanos e povoados causando um enriquecimento artificial desse ecossistema. As principais fontes têm sido identificadas como as descargas de esgotos domésticos urbanos e a poluição difusa originada nas regiões agriculturáveis situadas à montante. As variáveis mais afetadas foram o oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, coliformes fecais e os nutrientes. Estas, não sofreram apenas influência das atividades antrópicas, mas também do regime sazonal ocorrido na bacia. No período de estiagem, nos pontos P2, P3e P4 os valores das variáveis ambientais, oxigênio, nutrientes e coliformes fecais apresentaram valores típicos de ambientes fluviais poluídos. Este conjunto de dados mostra claramente o efeito dos dejetos urbanos despejados no rio.

De modo geral, o rio Almada apresenta um nível acentuado de poluição orgânica de origem antropogênica, o qual interfere diretamente nas suas condições limnológicas. Os resíduos líquidos, particularmente esgotos que são lançados diretamente no leito, elevam as concentrações de coliformes fecais de forma que, qualquer uso da água deste corpo lótico para o consumo humano ou animal, atividades de recreação ou ainda irrigação, são, de acordo com a Resolução CONAMA, integralmente condenáveis sem o tratamento prévio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). (2002). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 12 ed. New York, USA: APS.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. (2002) *Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável*. 2ª ed. : Prentice Hall. São Paulo.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. (2002) “Monitoramento de qualidade e quantidade das águas” in *Águas doces no Brasil capitais ecológicas usos e conservação*. Org. por Rebouças, A. da C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. Escrituras Editora. São Paulo, p. 635-649.

BRASIL. *Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde*. (2006) Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde.

BRANCO, S. G.; AZEVEDO, S. M. F. O.; TUNDISI, J. G. (2002) “Água e saúde humana” in *Águas doces no Brasil capitais ecológicas usos e conservação*. Org. por Rebouças, A. da C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. São Paulo: Escrituras Editora, p. 241-261.

CALAZANS, N. A. R.; LEVY, M. C. T.; MOREAU, M. (2005) “Interrelações entre clima e vazão” in *Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações*. Org. por Schiavetti, A.; Camargo, A. F. M. Ed. Editus, Ilhéus – Ba.

CARVALHO, J. R. F. (2011). “Avaliação da qualidade da água: um estudo na sub-bacia do canal São Joaquim (Belém-PA)”. Dissertação (Mestrado). Universidade da Amazônia. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Qualidade de Vida e Meio Ambiente. Programa de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano. Belém – PA.

CHIDYA, R. C. G.; SADIJU, A. M. I.; WATSETEZA, J. F.; MASAMBA, W. R. L. (2011). “Evaluation and assessment of water quality in Likangala River and its catchment area. *Physics and Chemistry of the Earth*”. 36. pp. 865–871.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2011.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C. (2010). “Análise probabilística de ocorrência de incompatibilidade da qualidade da água com o enquadramento legal de sistemas aquáticos – estudo de caso do rio Pariquera-Açu (SP)”. *Eng Sanit Ambient*. v.15 n.4. pp. 337-346.

ESTEVEES, F. A. (2011). *Fundamentos de Limnologia*. 3 ed. Interciência, Rio de Janeiro.

ESTEVEES, F. A. (1998). *Fundamentos de Limnologia*. 2 ed. Interciência, Rio de Janeiro.

FARIAS, M. S. S. (2006). “*Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo*”. Tese. Universidade Federal de Campina Grande. Coordenação de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

FERREIRA, Gabriel L. B. V.; FERREIRA, Natália B. V. (2006). “*Fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos*” in UNESP. Anais do XIII SIMPEP. Disponível em: http://www.feb.unesp.br/dep/simpep/anais/anais_13/artigos/810.pdf. Acesso em: 04 abr. 2011.

FRANCO, G. B. “*Diagnóstico da fragilidade ambiental e da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Almada, Bahia*” (2010). 202 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Geotecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (MG).

GAVIÃO, A. B.; REIS, A. C.; SILVA, B. J. (2003). “*O uso compartilhado da água - a necessidade de integração operacional*” *Bahia Análise & Dados*. Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 403-409.

GOMES, R. L. *Implantação do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental da Uesc: Projeto Piloto – Avaliação da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio Almada e Área Costeira Adjacente*. (2010), Relatório Final. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus (BA).

GONÇALVES, E. M. (2009). “*Avaliação da Qualidade da Água do Rio Uberabinha – Uberlândia – MG*”. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos. Rio de Janeiro – RJ.

IACHINSKI, E. O.; PERES, C. K.; LEANDRO, R. V.; JADOSKI, S. O.; (2009). “*Análise da qualidade da água no perfil longitudinal do arroio do Engenho, município de Guarapuava, estado do Paraná*”. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais. Ambiência Guarapuava*, PR. v.5 n.2, pp. 263 – 274.

- LIRA, N. B. (2011). “*Relação entre a Precipitação Pluviométrica e a Qualidade da Água da Bacia do Rio Gramame*”. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba.
- MAIER, M.H. (1987). “*Ecologia da bacia do Rio Jacaré-Pepira (47° 55' - 48° 55' W; 22° 30' - 21° 55' S - Brasil)*”. Qualidade da água do Rio Principal. *Ciência & Cultura*, 39 (2): pp. 164-185.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. “*Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura*”. (2002). *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002. pp. 33-38.
- MILLER, G. T. (2008) *Ciência Ambiental*. Tradução All Tasks; revisão técnica. Wellington Braz Carvalho Delitti. : Cengage Learning , São Paulo.
- MORAES, A. J. (2001). *Manual para Avaliação da Qualidade da Água*. Rima, São Carlos.
- NBH. Estudos Específicos. (2001a). *Caracterização Sócio-Econômica. Programa de Recuperação das Bacias dos Rios Cachoeira e Almada*. Convenio SRH – UESC. Vol.I. Tomo II.
- NBH. Diagnóstico Regional. (2001b). *Caracterização Climatológica. Programa de Recuperação das Bacias dos Rios Cachoeira e Almada*. Convênio SRH – UESC. Vol. I. Tomo III.
- OGLÉN, N.; TOPAL, B. (2011). “*Water Quality Assessment of the Mudurnu River, Turkey, Using Biotic Indices*”. *Water Resour Manage*. 25. pp. 2487–2508.
- PINTO, D. B. F.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; COELHO, G. (2009). “*Qualidade da Água do Ribeirão Lavrinha na região Alto do Rio Grande*”. - *Ciênc. agrotec*. Lavras, v. 33, n. 4, pp. 1145-1152. MG, Brasil.
- REBOUÇAS, A. da C. (2002) “*Água doce no mundo e no Brasil*” in *Águas doces no Brasil capitais ecológicos usos e conservação*. Org. por Rebouças, A. da C.; Braga, B.; Tundisi, J. G São Paulo: Escrituras Editora, p. 1-34.
- RODRIGUES, M. A. R. (2008). “*Avaliação da Qualidade da Água do Rio Jiquiriçá a jusante da cidade de Ubaíra – Bahia – Brasil através de Variáveis físicas, Químicas e Biológicas*”.

Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Ilhéus – BA.

RORIG, L. R. (2011). “*Usos Múltiplos e Qualidade das Águas da Bacia do Itajaí-Açu-SC: elementos para um gerenciamento integrado*”. Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós -Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. São Carlos – SP

SANTOS, V. R. (2009). “Avaliação da Qualidade da Água do Rio Andrada através do modelo Qual2k”. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Passo Fundo.

SANTANA, L. M. *Análise física e química da água e estrutura da comunidade fitoplanctônica do Rio Almada (Sul da Bahia)* (2011) 119 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais. Ilhéus (BA).

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. W. (2008). “Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus” *Acta Amazonica*. vol. 38(4), pp. 733 – 742.

SPERLING, M. V. (1996). *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. ed. 2. Editora SEGRAC. Belo Horizonte – MG.

TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; ALIPRANDI, R. B.; BARCELOS, F. F.; MARTINS, J. L. D.; ROMILDO, R. A. Jr.; BARBIÉRI, R. S. (2010). “*Estudo da qualidade das águas do rio Jucu Braço Norte, ES*”. <http://www.naturezaonline.com.br>.

TOMASONI, M.; PINTO, J.; SILVA, H. (2009) “A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil” *GeoTextos*. vol. 5, n. 2.

TUNDISI, J. G. (2003). *Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez*. Rima, São Paulo.

TUNDISI, J. G. (2008) “Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções” *Estud. av.* vol. 22 n.63 São Paulo.

UNEP - United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System/Water Programme. *Water Quality for Ecosystem and Human Health* (2008), 2nd Edition.

VAROL, M.; GOKOT, B.; BEKLEYEN, A.; ŞEN, B. (2012). “*Spatial and temporal variations in surface water quality of the dam reservoirs in the Tigris River basin, Turkey*”. *Catena* 92. pp. 11–21.

VON SPERLING. (2005). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais.