



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

DANIELI GONÇALVES DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO
CORRÉGO SÃO MATEUS LOCALIZADO NA CIDADE DE QUATÁ/SP
ATRAVÉS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS
ÁGUAS**

Assis
2012

DANIELI GONÇALVES DE ANDRADE

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO
CORRÉGO SÃO MATEUS LOCALIZADO NA CIDADE DE QUATÁ/SP
ATRAVÉS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS
ÁGUAS

Trabalho de conclusão de
curso de Curso apresentado ao
Instituto Municipal de Ensino
Superior de Assis, como
requisito do Curso de
Graduação

Orientador(a): Prof. Ms. Patrícia Cavani Martins de Melo

Área de Concentração: Ciências Exatas

Assis
2012

FICHA CATALOGRÁFICA

ANDRADE, Danieli Gonçalves

Avaliação físico-química e microbiológica do córrego São Matheus da cidade de Quatá/SP / Danieli Gonçalves de Andrade. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2012.

41p.

Orientador(a): Patrícia Cavani Martins de Melo.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Água. 2. Monitoramento da Água. 3. Padrões de Qualidade das Águas.

CDD:660
Biblioteca da FEMA

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO
CORRÉGO SÃO MATEUS LOCALIZADO NA CIDADE DE QUATÁ/SP
ATRAVÉS DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS
ÁGUAS

DANIELI GONÇALVES DE ANDRADE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis, como
requisito do Curso de Graduação,
analisado pela seguinte comissão
examinadora:

Orientador: Ms. Patrícia Cavani Martins de Melo

Analisador: Dr. Rosângela Aguilhar da Silva

Assis
2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais e familiares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por mais uma vitória alcançada, e por toda a sabedoria e força que sempre me deu para seguir em frente.

Aos meus pais Maria e Edmundo, por sempre terem acreditado e me apoiado em cada instante da minha vida, agradeço a Deus todos os dias, por ter me dado pessoas tão especiais como os meus pais.

Aos meus irmãos Tiago, Diego e Gabriel, por toda ajuda durante esta etapa da minha vida e por sempre estarem presentes na minha vida.

A minha professora e orientadora Patrícia Cavani Martins de Melo , pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho e também pela a sua amizade.

Ao meu namorado Giovane pela força e determinação que me deu.

Ao meu amigo Gustavo que me ajudou na elaboração deste trabalho e não permitiu que eu desistisse deste trabalho.

Aos meus amigos mais que especiais Eduardo e Simone, aos quais eu sou muito agradecida por sempre terem me ajudado, em todos os momentos da faculdade, pela amizade da qual eu sempre irei levar comigo.

Aos amigos, no CEPECI e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

E também a todos os meus familiares.

O que sabemos é uma gota.
O que ignoramos é um oceano.

Isaac Newton
(1643-1727)

RESUMO

A avaliação da água, de sua potabilidade e das condições higiênico-sanitárias é fundamental para a saúde da população, por este motivo, existem padrões de controle da qualidade, que dispõem sobre as normas de qualidade em sistemas de abastecimento público e soluções alternativas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica do córrego São Mateus na cidade de Quatá/SP através do Índice de Qualidade das Águas – IQA, em um trecho que sofre influência da estação de tratamento de esgotos da cidade. Foram escolhidos dois pontos de coleta quinzenalmente durante quatro meses. Os parâmetros analisados foram nitrogênio Kjeldhall, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, fósforo total, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, alcalinidade, condutividade, sólidos totais dissolvidos, turbidez, pH, cor e coliformes fecais. As análises foram realizadas de acordo com as normas descritas pelo *Standard Methods For Water and Wastewater* (APHA, 2005). Os resultados apresentaram grande influência da descarga do sistema de tratamento de esgotos no córrego, já que os índices calculados para o Ponto 2 apresentaram-se ruins, em todos os dias de coleta. De acordo com o disposto na resolução CONAMA 357 de 25 de março de 2005, para o ponto 1 tem-se água de qualidade compatível com as de classe 1. No ponto 2, devido ao despejo observado da Estação de Tratamento de Água – ETA, a água não chega a obter classificação de nível 4, para água doce. Estas observações foram feitas, comparando-se os resultados obtidos das análises de água, no período do estudo, com os valores estabelecidos pela referida resolução.

Palavras Chaves: Água, Monitoramento da Água, Padrões de Qualidade das Águas.

ABSTRACT

The evaluation of the water, its potability and sanitary conditions is critical to the health of the population, therefore, there are standards of quality control, which regulates the quality standards for public water supply systems and workarounds. This study aimed to evaluate the quality physicochemical and microbiological stream St Matthew in the City of Quatá / SP through the Water Quality Index - WQI, in a passage that is influenced by the sewage treatment plant in the city. We chose two points collected fortnightly for four months. The parameters analyzed were Kjeldhall nitrogen, ammonia, nitrate, nitrite, total phosphorus, temperature, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, alkalinity, conductivity, total dissolved solids, turbidity, pH, color and fecal coliforms. The analyzes were performed according to the rules described by the Standard Methods For Water and Wastewater (APHA, 2005). The results showed a great influence of the discharge system of sewage treatment in the stream, as the indexes calculated for Point 2 showed up bad at all collection days. In accordance with the provisions of Resolution CONAMA 357, March 25th, 2005, to the point one has water quality consistent with Class 1. In Section 2, due to eviction noticed Station Water Treatment - SWT, the water fails to get rating level 4 for freshwater. These observations were made by comparing the results of analyzes of water during the study period, with values set by that resolution.

Key Words: Water, Water Monitoring, Water Quality Standards.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Local da Coleta.....	33
---------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-Classificação do IQA.....	19
Tabela 2	- Resultados dos parâmetros de nitrogênio, fósforo total, pH e alcalinidade.....	33
Tabela 3	- Resultados dos parâmetros de oxigênio dissolvido, DBO, temperatura e coliformes Termotolerantes.....	34
Tabela 4	- Resultados dos parâmetros de turbidez, cor, condutividade e sólidos totais dissolvidos.....	34
Tabela 5	- Resultados do IQA.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E DO MONITORAMENTO DA SUA QUALIDADE.....	15
3	PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	17
3.1	ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUAS – (I.Q.A).....	18
3.2	PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS QUE COMPÕEM O I.Q.A.....	19
3.2.1	Coliformes Termotolerantes.....	19
3.2.2	pH.....	20
3.2.3	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	20
3.2.4	NitrogênioTotal.....	20
3.2.5	Fósforo Total.....	21
3.2.6	Temperatura.....	21
3.2.7	Turbidez.....	21
3.2.8	Residuo Total.....	22
3.2.9	Oxigênio Dissolvido.....	22
4	ÁGUA E SAÚDE.....	23
5	DA ÁGUA TURVA À ÁGUA CLARA - APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.....	25
5.1	MATERIAIS E REAGENTES.....	25
5.2	PROCEDIMENTO.....	26
6	MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
6.1	AMOSTRAGEM.....	27
6.2	PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA A SEREM ANALISADOS.....	27
6.2.1	Nitrogênio de Kjeldhall.....	27
6.2.2	Nitrogênio Amoniacal.....	28

6.2.3	Nitrito.....	28
6.2.4	Fósforo Total.....	28
6.2.5	Temperatura.....	29
6.2.6	Oxigênio Dissolvido.....	29
6.2.7	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	29
6.2.8	Alcalinidade.....	29
6.2.9	Condutividade.....	30
6.2.10	Sólidos Totais Dissolvidos (STD).....	30
6.2.11	Turbidez.....	30
6.2.12	pH.....	30
6.2.13	Cor.....	31
6.2.14	Coliformes Termotolerantes.....	31
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
7.1	ÍNDICE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS OBTIDOS PARA OS PONTOS DE COLETA.....	35
8	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS :.....	38

1. INTRODUÇÃO

A essência da vida no planeta Terra desde o início das primeiras espécies de organismos vivos está diretamente ligada à presença da água. Pode-se citar como exemplo a Mesopotâmia onde se deu seu início as margens dos Rios Tigres e Eufrates, o que nos trás que à água doce era de suma importância para a sobrevivência e desenvolvimento econômico, portanto a água doce é essencial à sustentação da vida (TUNDISI, 2003).

Mesmo com toda essa importância para a vida e o desenvolvimento econômico as sociedades humanas ou civilizações espalhadas pelo mundo cada uma sem período histórico acabam por poluir e degradar seus cursos d'água. Os recursos hídricos como lagos, rios e represas sendo utilizados para diversos usos, como o despejo de resíduos sólidos e líquidos e a destruição de áreas alagadas e das matas de galeria, têm produzido uma contínua e sistemática deterioração e perdas extremamente elevadas de quantidade e qualidade da água. (TUNDISI, 2003)

A escassez de água de boa qualidade está relacionada com o mau aproveitamento, por este motivo deve-se fazer um uso racional da mesma e adotando alternativas como a reutilização para que a oferta de água para o consumo humano não venha a diminuir ainda mais (REIS, 2003).

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país. Foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

Objetivando trazer alternativas para a resolução de um problema local, no caso da poluição do córrego São Mateus, na cidade de Quatá-SP que se trata de um curso d'água importante para o município, utilizado para a agricultura e pecuária, este

trabalho monitorou a qualidade da água através de determinação do IQA, num trecho deste recurso hídrico, segundo os critérios estabelecidos pela CETESB, em seu Índice de Qualidade de Águas.

2. IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E DO MONITORAMENTO DA SUA QUALIDADE

A importância da água está relacionada à sua necessidade indispensável para a manutenção de toda espécie de vida. E ela representa 70% da massa do corpo humano e pode ser encontrada na natureza em todas as fases de agregação: sólida, líquida e gasosa, sendo que os seus pontos de fusão e ebulição são bastante elevados (REIS, 2003).

A água doce é um recurso considerado finito e vulnerável, essencial à vida, é uma substância necessária às diversas atividades humanas, além de constituir componente fundamental da paisagem e do meio ambiente (MEDEIROS *et al.*, 2003).

De acordo com a Organização das Nações Unidas, cada pessoa necessita de 3,3 m³/mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene). No entanto, no Brasil, o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia (SABESP, 2011).

O desenvolvimento dos recursos hídricos não pode se desassociar da conservação ambiental, já que na essência envolve a sustentabilidade do homem no meio natural (TUNDISI, 2003).

Conforme Pereira (2003), a qualidade da água tem sido alterada em diferentes escalas nas últimas décadas, devido as mais diversas atividades do homem, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades gera poluentes, aos quais acarretam em degradação ambiental significativa e tem uma determinada implicação na qualidade do corpo receptor.

Provocada pelo próprio ser humano, a poluição é uma alteração ecológica, que prejudica direta ou indiretamente a nossa vida, causando danos aos recursos naturais como a água e o solo. De um modo geral, o fato da grande maioria da população brasileira estar concentrada em cidades, próximos de rios e mananciais, encontram-se poluídos em decorrência do destino inadequado dados a esgotos.

Além de problemas de poluição esses cursos de água costumam transbordar, ampliando os problemas sanitários e ambientais (FARIAS, 2006; NASS, 2002).

Segundo Scorsafava et. al. (2010), a avaliação da água, de sua potabilidade e das condições higiênico-sanitárias é fundamental para a saúde da população, por este motivo, existem padrões de controle da qualidade, que dispõe sobre as normas de qualidade em sistemas de abastecimento público e soluções alternativas. Para se verificar a eficiência do tratamento da água.

3. PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Existem diversas metodologias de avaliação das mudanças ocorridas nos cursos hídricos, dentre as quais se destacam as medidas de bioindicação e as técnicas utilizadas na determinação de índices de qualidade da água (IQAs) com base em características físico-químicas e microbiológicas (CETESB, 2012).

Conforme Moulton (1998), os organismos vivos fornecem subsídios para avaliar a qualidade de recreação, estética e a integridade biológica dos ecossistemas aquáticos. Os macro invertebrados bentônicos, com predominância de insetos, integram as condições ambientais durante períodos prolongados e estão expostos a todas as variações de parâmetros ambientais, fornecendo, portanto, uma resposta integrada que permite uma avaliação dos efeitos da poluição no ecossistema de uma maneira holística.

Entre as medidas biológicas disponíveis para avaliar a integridade dos ecossistemas aquáticos sempre devem ser aplicadas as mais apropriadas às circunstâncias do local da investigação. Por isso, as diversas metodologias quantitativas e qualitativas devem ser testadas e adaptadas, atendendo a particularidades regionais. (SILVEIRA et al. 2005)

A qualidade dos ecossistemas aquáticos tem sido alterada, devido à contaminação dos recursos hídricos e está intimamente relacionada, pelas mais diversas atividades do homem, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades gera poluentes característicos que têm uma determinada implicação na qualidade do corpo receptor (PEREIRA, 2003).

Os parâmetros estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

3.1 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUAS – I.Q.A.

A partir de estudos a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA- Índice de Qualidade das Águas, sua criação foi baseada numa pesquisa de opinião junto à especialistas em qualidade de água, que indicaram as variáveis a serem avaliadas. Inicialmente foram propostas trinta e cinco variáveis indicadoras de qualidade de água, porém somente nove foram selecionadas (CETESB, 2012).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice. Através da fórmula abaixo:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

No caso de não se dispor do valor de alguma das nove variáveis, o cálculo do IQA não pode ser realizado, pois a partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, como é mostrado na tabela 1.

Ponderação	Categoria
79<IQA<100	Ótima
51<IQA<79	Boa
36<IQA<51	Razoável
19<IQA<36	Ruim
IQA<19	Péssima

Tabela 1 – Classificação do IQA

3.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS QUE COMPÕEM O I.Q.A.

A água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (DEA, 2011).

Segundo a CETESB, (2012) foram selecionadas nove variáveis indicadoras de qualidade da água quem compõem o I.Q.A sendo elas: os coliformes fecais, o pH, a DBO, o nitrogênio total, o fósforo total, a temperatura, a turbidez, o resíduo total e o oxigênio dissolvido.

3.2.1 Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme termotolerantes ou fecais são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A determinação da concentração dos

coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (MELLO, 2010).

3.2.2 Potencial Hidrogeniônico

O pH ou potencial hidrogeniônico, afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. Alterações em seus valores, também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados e outros (ANA, 2012).

3.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Os maiores aumentos em termos de DBO, são provocados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar desaparecimento de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos (MELLO, 2010; ANA, 2012).

3.2.4 Nitrogênio Total

No nitrogênio total suas fontes nas águas naturais podem ser diversas, como por exemplo, nos corpos d'água que são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais, além de serem encontrados nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Pelo fato dos compostos de nitrogênio ser nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes

tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio (ANA, 2012).

3.2.5 Fósforo Total

O fósforo total aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários, os detergentes são empregados em larga escala doméstica e constituem a principal fonte, apresentando-se em três formas diferentes - fosfatos orgânicos, ortofosfatos e polifosfatos. Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células (MELLO, 2010).

3.2.6 Temperatura

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução. Podendo ter variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano (ANA, 2012).

3.2.7 Turbidez

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão. A sua principal fonte é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido. O lançamento de esgotos e de efluentes industriais também são fontes importantes

que causam uma elevação da turbidez das águas (MELLO, 2010; ANA, 2012).

3.2.8 Resíduo Total

Os resíduos secos totais correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra. As altas concentrações de sólidos em suspensão reduzem a passagem de luz solar, afetam organismos bentônicos e desequilibram as cadeias tróficas e causa danos aos peixes e à vida aquática, pois podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (MELLO, 2010; SILVA et al., 2006).

3.2.9 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é um elemento essencial no metabolismo dos seres aquáticos aeróbicos. Em águas correntes, sob circunstâncias normais, o conteúdo de oxigênio é alto e varia ao longo do rio, devido a alterações em suas características ambientais e em consequência das condições. As águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (SILVA et al., 2006).

4. ÁGUA E SAÚDE

Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando, um bem escasso, e sua qualidade esta se deteriorando cada vez mais rápido, devido a sua importância vital para todos os seres humanos (FREITAS, BRILHANTE, ALMEIDA, 2001).

Os investimentos em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário que é realizado por meio de estações de tratamento de esgoto reproduzem, em um menor espaço de tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água (LEONETI, PRADO, OLIVEIRA, 2011).

As águas residuárias devem ser lançadas em corpos hídricos volumosos e longos, que podem autodepurar, ou seja, limpar a carga recebida sem maiores prejuízos, porém vários corpos hídricos vêm recebendo contínuas cargas de material orgânico e mineral, fazendo com que assim, supere a sua capacidade de autodepuração, tornando impróprias a vários tipos de uso. Visando isto, é muito importante considerar a capacidade de absorção dos rios e impedir o lançamento de efluentes tratados em vazão superior à que o corpo d'água possa suportar (THEBALDI et. al., 2011).

Mesmo com todo conhecimento sobre a importância do saneamento para a saúde pública, existem regiões ao redor do mundo onde se verificam irregularidades quanto a abastecimento público de água, esgotos sanitários e resíduos sólidos. Devido ao acúmulo urbano adicionado ao precário saneamento básico, compõe um quadro difícil, pois quanto mais cresce a demanda por água para abastecimento público, mais se eleva a geração de esgotos não-coletados e não-tratados, que atingem os mananciais de abastecimento, requerendo maiores cuidados no tratamento da água para sua distribuição à população, sobretudo em termos de riscos à saúde pública (GIATTI, 2007).

Segundo Campos (2003), nas cidades e regiões agrícolas são lançados cerca de 10 bilhões de litros de esgoto por dia que poluem rios, lagos, lençóis subterrâneos e áreas de mananciais. Provocando assim, anualmente a morte de aproximadamente

5 milhões de pessoas, no mundo, em decorrências a doenças transmitidas pela água, como tifo, cólera, infecções diarréicas e esquistossomose.

Uma água esta contaminada no aspecto sanitário quanto for constatada a presença de micro-organismos patogênicos capazes de causar doenças e até mesmo epidemias ou substâncias químicas que fazem mal a saúde dos seres humanos (CASALI, 2008).

A legislação brasileira sobre qualidade de água destinada ao consumo humano, portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, apresenta os parâmetros e os seus respectivos valores de aceitação que uma água destinada ao consumo humano deverá apresentar, e sua aplicação é obrigatória para as empresas de saneamento, que devem realizar análises periódicas da qualidade da água ofertada nos mais diversos pontos dos sistemas de captação, tratamento, armazenamento e distribuição de água (CASALI, 2008).

5. DA ÁGUA TURVA À ÁGUA CLARA - APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

A escassez de água de boa qualidade está relacionada com o mau aproveitamento, por este motivo deve-se fazer um uso racional e adotar alternativas como a reutilização (REIS, 2003). Segundo Farias (2006) de toda água disponível na Terra 97,5% é salgada, 2,23% encontra-se nas geleiras, calotas polares ou regiões subterrâneas e somente 0,27% é encontrada, em rios, lagos e na atmosfera.

Uma das alternativas é educar os alunos de ensino médio na conscientização da economia da água e da importância da educação ambiental, pois várias formas de poluição estão afetando a água e o meio-ambiente.

Através do tema da água turva à água clara é possível demonstrar as etapas do tratamento envolvendo a clarificação da água, ou seja, a remoção de sólidos finos em suspensão que se apresentam como turbidez. O procedimento é simples, porém permite explorar conceitos sobre colóides, solubilidade, pH e reações químicas, além de ilustrar processos de separação (MAIA; OLIVEIRA; OSÓRIO, 2003).

5.1 MATERIAIS E REAGENTES

- 2 béqueres de 1000 mL (ou jarros transparentes de boca larga)
- 1 bastão de vidro (ou espeto de madeira para churrasco)
- 2 funis
- 2 papéis de filtro qualitativos (ou filtro de papel para coar café)
- 2 béqueres de 600 mL (ou copos de vidro)
- 1 pipeta de 1 mL (ou seringa descartável)
- 1 proveta de 50 mL (ou copinho de café descartável)
- Água a ser clarificada, obtida dispersando terra em água da torneira e filtrando em

papel qualitativo (visando evitar acidentes e/ou contaminações, não se recomenda o emprego de água turva natural de rio ou represa)

- Água de cal (solução 0,02M de Ca(OH)_2)
- Solução de sulfato de alumínio (0,9M) ou de alúmen de potássio (0,18M)
- Retroprojektor

5.2 PROCEDIMENTO

Coloque a água a ser clarificada, que simula uma água de represa, nos dois béqueres de 1 L até cerca da metade de sua capacidade e disponha os mesmos sobre um retroprojektor ligado, para serem iluminados de baixo para cima. Reserve um dos béqueres para comparação e adicione ao outro 1 mL de solução de sulfato de alumínio ou, alternativamente, 5 mL de solução de alúmen. Agite e em seguida acrescente aos poucos 50 mL de água de cal. Agite brandamente e deixe em repouso, observando os dois sistemas. Após cerca de 15 minutos, filtre separadamente os conteúdos dos dois béqueres e compare os dois filtrados, iluminados no retroprojektor.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 AMOSTRAGEM

Foram escolhidos dois pontos de coletas no córrego São Mateus, na cidade de Quatá. Estes pontos foram alocados de acordo com o cruzamento com o despejo do sistema de tratamento de esgoto da cidade, sendo um a sua jusante a sua montante. Os frascos, as técnicas de preservação das amostras, acondicionamento, transporte e técnicas de coleta seguiram as normas descritas pelo *Standard Methods For Water and Wastewater* (APHA, 2005).

6.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA A SEREM ANALISADOS

Foram analisados os parâmetros nitrogênio Kjeldhall, nitrogênio amoniacal, nitrito, fósforo total, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, alcalinidade, condutividade, sólidos totais dissolvidos, turbidez, pH, cor e coliformes fecais. As análises foram realizadas de acordo com as normas descritas pelo *Standard Methods For Water and Wastewater* (APHA, 2005) e enquadradas no Índice de Qualidade de Águas, segundo os critérios estabelecidos pela CETESB.

6.2.1 Nitrogênio Kjeldhall

Preparou-se uma base com 100 mL da amostra do frasco preservado e adicionar 10 mL de solução digestora. Levou-se para a chapa de ebulição até redução do volume a aproximadamente 1 mL. Avolumou-se em um balão de 100 mL. Transferiu-se 10 mL desta base para outro balão de 100 mL, adicionou-se 40 mL de água destilada e os seguintes reagentes: 2 gotas de tártaro de sódio e potássio, 1 mL de solução de NaOH + NaCl, 3 mL de solução de fenato, 1 mL de hipoclorito de sódio 20% e 0,5

mL de nitroprussiato de sódio. Em seguida avolumou-se o balão com água destilada. Aguardou-se 45 minutos para que seja feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro regulado a 660 nm (APHA, 2005).

6.2.2 Nitrogênio Amoniacal

Tomou-se 50 mL da amostra e adicionou-se os seguintes reagentes: 2 ou 3 gotas de tártaro de sódio e potássio, 1 mL de NaOH 6M, 3 mL de solução de fenato, 1 mL de hipoclorito de sódio 20%, 0,5 mL de nitroprussiato de sódio em seguida avolumou-se com água destilada o balão de 100 mL. Aguardou-se 45 minutos para que seja feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro regulado a 660 nm (APHA, 2005).

6.2.3 Nitrito

Tomou-se 50 mL da amostra e adicionou-se os seguintes reagentes: 1 mL da solução de sulfanilamida, agitou-se e aguardou-se 5 minutos, depois adicionou-se 1 mL da solução de N-(1-naftil)-etilenodiamina e agitar. Aguardou-se 10 minutos para que seja feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro regulado a 543 nm (APHA, 2005)

6.2.4 Fósforo Total

Preparou-se uma base com 100 mL da amostra do frasco preservado e adicionou-se 10 mL de solução digestora. Levou-se para a chapa de ebulição até redução do volume a aproximadamente 1 mL. Avolumou-se em um balão de 100 mL. Transferiu-se 25 mL desta base para outro balão de 50 mL, preparou-se em um béquer 5 ml de mistura combinada para cada 0,25 gramas de ácido ascórbico, adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína, solução de NaOH + NaCl até ficar rosa e solução ácida até ficar incolor, e acrescentou-se a mistura do béquer. Em seguida avolumou-se o balão

com água destilada. Aguardou-se 15 minutos para que seja feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro regulado a 660 nm (APHA, 2005).

6.2.5 Temperatura

Determinada *in loco*, utilizando o termômetro acoplado ao oxímetro da marca Lutron modelo DO-5510 (APHA, 2005).

6.2.6 Oxigênio Dissolvido

Determinado *in loco*, utilizando um oxímetro da marca Lutron modelo DO-5510 (APHA, 2005).

6.2.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Corrigiu-se o pH da amostra entre 6,8 e 7,2 em seguida consultou-se a tabela de diluição, transferindo o líquido para o frasco do sistema Oxitop[®]. Adicionaram-se algumas gotas do inibidor N-aliltiouréia e uma pastilha magnética para que se mantenha a agitação da amostra. Adicionaram-se algumas pastilhas de NaOH ao suporte de borracha e zera-se o sistema Oxitop[®]. Deixou-se o sistema em incubação a 20°C durante 5 dias, para a determinação da demanda bioquímica de oxigênio (APHA, 2005).

6.2.8 Alcalinidade

Transferiu-se 50 mL da amostra para um erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 3 gotas de fenolftaleína, em caso de ficar rosa titular com ácido sulfúrico 0,02M.

Adicionou-se 5 gotas do indicador metil-orange e titulou-se com ácido sulfúrico fatorado 0,02M até a sua viragem, ou seja, quando ocorrer a sua primeira mudança de cor (APHA, 2005).

6.2.9 Condutividade

Através do resultado que é obtido diretamente em condutivímetro previamente calibrado (APHA, 2005).

6.2.10 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

O teor de STD é obtido através do valor da leitura obtida no condutivímetro da temperatura dividido pelo valor da condutividade (APHA, 2005).

6.2.11 Turbidez

Através da calibração do turbidímetro antes da leitura da amostra. O resultado foi obtido diretamente em Unidades Nefelométricas de Turbidez (N.T.U) (APHA, 2005).

6.2.12 pH

Através da calibração do pHmetro com solução tampão de 4 e 7, antes da leitura da amostra, o resultado foi obtido (APHA, 2005).

6.2.13 Cor

Transferiu-se a amostra para um dos tubos de leitura do aparelho de medição de cor e comparou-se a sua coloração com aquela do disco de leitura, usando como referência água destilada. O resultado foi obtido diretamente no aparelho (APHA, 2005).

6.2.14 Coliformes Termotolerantes

Foi utilizada a técnica de tubos múltiplos, NMP (Número Mais Provável), conforme Standard Methods (2005). Este método confirmativo consiste na utilização de cinco tubos com tampa de rosca, em cada tubo foi adicionado 5 mL de Caldo EC e um tubo de duran. Após autoclavar os tubos por 30 minutos a 121 °C foi adicionado três alçadas – utilizando-se alça de platina - da amostra positiva na análise de coliformes totais e levado para o banho-maria para incubação na temperatura de 44,5 °C/24h com tampa frouxa. Após 24 horas, se houver desprendimento de gás e turvação o resultado é positivo e se não houver é negativo (APHA, 2005).

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises foram realizadas em dois pontos do córrego São Mateus (Figura 1). Um total de seis amostras foi coletado em dois diferentes pontos no período de julho a outubro de 2012.



Figura 1 – Córrego São Mateus

Os resultados da tabela 2 são referentes aos parâmetros nitrogênio, fósforo, pH e alcalinidade. Pode-se observar que os resultados obtidos para todas as análises, período do estudo, no ponto 2, sempre se apresentaram superiores ao ponto 1. De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, poderão ser

alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água. Para águas doces de classes 1 o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 2,18 mg/L, enquanto para fósforo não deverá ultrapassar 0,1 mg/L em ambientes lóticos. O pH deve apresentar valores em torno de 6,0 a 9,0. Enquanto para o parâmetro alcalinidade não tem valores estabelecidos por esta resolução.

NITROGÊNIO			FÓSFORO		pH		ALCALINIDADE	
Data	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2
18/07/2012	4,09	25,1	0,06	2	6,82	7,3	12,12	70,7
21/08/2012	3,75	44,8	0	2,8	7	6,71	16,16	78,78
03/09/2012	0,14	10,9	0,09	1,18	6,56	6,71	18,18	48,48
24/09/2012	2,75	18,6	0,05	2,4	6,79	6,9	14,14	74,74
08/10/2012	3,92	34,95	0,07	3,6	6,91	7	15,15	63,63
22/10/2012	2,94	26,88	0,06	2,5	6,78	6,81	12,12	66,66

Tabela 2- Resultados dos parâmetros de nitrogênio, fósforo total, pH e alcalinidade

Os resultados da tabela 3 são referentes aos parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura e coliformes termotolerantes. De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 os valores máximos admissíveis de oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não pode ser inferior a 6 mg/L. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) realizada em 5 dias a 20 °C, deve apresentar um limite de 3 mg/L. O teor de coliformes termotolerantes não deverá exceder o limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.

Quanto ao parâmetro temperatura não existem valores estabelecidos, porém a tensão superficial e a viscosidade da água do córrego poderão sofrer alterações se esta se apresentar muito alta.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO			DBO		TEMPERATURA		CT	
Data	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2
18/07/2012	7,2	1,7	2	180	20,5	24,2	300	9.10 ⁸
21/08/2012	7,3	1,8	0	200	20,8	24	34	3,5.10 ⁸
03/09/2012	7,6	2,3	0	200	21,3	25	500	1,6.10 ⁹
24/09/2012	7,2	1,7	2	140	20,5	24,2	300	9.10 ⁸
08/10/2012	7,3	1,9	0	180	21,4	24,5	34	3,5.10 ⁸
22/10/2012	7,2	1,7	0	200	21,5	25,2	240	3,5.10 ⁸

Tabela 3 - Resultados dos parâmetros de oxigênio dissolvido, DBO, temperatura e coliformes termotolerantes.

Os resultados da tabela 4 são referentes aos parâmetros: turbidez, cor, condutividade e sólidos totais dissolvidos.

TURBIDEZ			COR		CONDUTIVIDADE		STD	
Data	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2
18/07/2012	3,25	85,2	0,03	0,045	46,75	451,8	4,3	39,63
21/08/2012	5,65	237	0,02	0,045	50	429,9	5,2	44,22
03/09/2012	4,1	78,7	0,015	0,035	49,58	268,6	3,05	16,53
24/09/2012	3,68	81,95	0,025	0,04	48,16	360,2	3,7	41,93
08/10/2012	4,66	159,48	0,02	0,045	48,75	383,4	4,45	43
22/10/2012	4,33	133,63	0,015	0,04	49,65	388,8	3,94	37,2

Tabela 4 - Resultados dos Parâmetros de Turbidez, Cor, Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos

De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 os valores máximos admissíveis de turbidez podem ser de até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT). Os sólidos Totais dissolvidos devem apresentar valores de até 500 mg/L. Para os parâmetros cor e condutividade não tem valores estabelecidos por esta resolução.

7.1 INDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS OBTIDOS PARA OS PONTOS DE COLETA

O IQA foi calculado através de um software, disponibilizado pela CETESB no

endereço http://www.sobreasaguas.info/iqa_cetesb.aspx. De acordo com a metodologia da CETESB, o resultado é determinado pela média ponderada dos valores normalizados das concentrações dos parâmetros. Este aplicativo foi desenvolvido de maneira que o número de parâmetros pode variar, e o seu peso será automaticamente redistribuído na mesma proporção entre os outros parâmetros da planilha. Vale ressaltar que o resultado do IQA, não deve ser compreendido da mesma maneira, pois há as restrições conseqüentes da falta de informação não incorporada pela ausência de uma ou mais variáveis. Os resultados do índice de qualidade das águas, calculados para o Ponto 1 e para o Ponto 2 são mostrados na Tabela 5.

Data	Ponto 1		Ponto 2	
	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade
18/07/2012	54,7	Boa	34,2	Ruim
21/08/2012	60,5	Boa	23,6	Ruim
03/09/2012	55,8	Boa	37,5	Ruim
24/09/2012	55,2	Boa	30	Ruim
08/10/2012	59,4	Boa	28,7	Ruim
22/10/2012	56,6	Boa	29,2	Ruim

Tabela 5- Resultados do IQA

Os resultados demonstram grande influência da descarga do sistema de tratamento de esgotos no córrego São Mateus, já que os índices calculados para o Ponto 2 apresentaram-se ruins, em todos os dias de coleta.

É possível que a estação de tratamento de esgotos não estivesse em funcionamento no período das coletas, fazendo com que o esgoto coletado fosse despejado diretamente no córrego, promovendo assim a sua deterioração.

De acordo com o disposto na resolução CONAMA 357 de 25 de março de 2005, para o ponto 1 tem-se água de qualidade compatível com as de classe 1. No ponto 2, devido ao despejo observado da ETA, a água não chega a obter classificação de nível 4 (para água doce). Estas observações foram feitas, comparando-se os resultados obtidos das análises de água, no período do estudo, com os valores estabelecidos pela referida resolução.

Medidas cabíveis deverão ser tomadas pela empresa que administra a estação de

tratamento de esgotos, assim como pelas autoridades municipais competentes, para que esta situação se modifique de forma positiva e o córrego não tenha sua qualidade de água alterada de forma tão significativa, já que outros usos daquela água serão feitos pela população à jusante do ponto de coleta.

8. CONCLUSÃO

Segundo o IQA calculado para o ponto 1, verificou-se que a água apresentou bons valores de qualidade, no período estudado.

Segundo o IQA calculado para o ponto 2, verificou-se que a água apresentou valores ruins de qualidade, no período estudado.

O córrego São Mateus está tendo a sua qualidade de água alterada de forma significativa, devido a descarga de esgoto que é lançado nele.

As autoridades municipais e a empresa administradora da ETA deverão tomar medidas cabíveis para diminuir a influência negativa do sistema, na água do córrego São Mateus.

REFERÊNCIA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: American Public Health Association; AWWA; WPCF, 2005. 1569 p.

ANA. **AGENCIA NACIONAL DA ÁGUA**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 27 jul. 2012

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CAMPOS, Shirley de. **Contaminação da Água**. Disponível em: <<http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/5245>>. Acesso em: 09 de out. de 2012.

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Rurais – Universidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/Disserta%E7%E3o%20Carlos%20Alberto%20Casali.pdf>>. Acesso em: 09 de out. de 2012.

CETESB. **COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2012.

DEA. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL. **Qualidade**

da água. Disponível em: < <http://www.ufv.br/dea/lqa/> >. Acesso em: 19 out. 2011.

FARIAS, Maria Sallydelandia Sobral. **Monitoramento da qualidade da água na baía hidrográfica do Rio Cabelo.** 2006. 152p. Tese (Doutorado) – UFCG - Universidade Federal de Campinas Grande, Campinas Grande- PB.

FREITAS, Marcelo Bessa; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio.** 2001. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2001000300019&script=sci_arttext>. Acessado: 22 de out. 2012.

GIATTI, Leandro Luiz. **Reflexões sobre Água de Abastecimento e Saúde Pública: um estudo de caso na Amazônia Brasileira.** 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v16n1/12.pdf>>. Acesso em: 22 de out. de 2012.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI.** 2011. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rap/v45n2/03.pdf>>. Acesso em: 22 de out. de 2012.

MAIA, Alessandra de Souza; OLIVEIRA, Wanda; OSÓRIO, Viktoria Klara Lakatos. Da água turva à água clara: o papel do coagulante. **Revista química nova na escola**, vol.18, n. 1, novembro, 2003, p. 49-51.

MEDEIROS, S. de S.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; MANTOVANI, E.C.; SOUZA, J. A. A.. Avaliação do manejo de irrigação no perímetro irrigado de Pirapora MG. **Revista de Engenharia Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, 2003, p. 80 – 84.

MELLO, Patrícia Cavani Martins. **Parâmetros de qualidade da água**, 2010. Apostila de coleta e conservação de amostras de águas.

MOULTON, T.P. 1998. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. In: J.L. NESSIMIAN e A.L. CARVALHO (eds.), **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro, PPGEUFRJ, p. 281-298. (Série Oecologia Brasiliensis).

NASS, Daniel Perdigão. O conceito de poluição. **Revista Eletrônica de Ciências**, v. 1, n.13, novembro, 2002. Disponível em: <http://cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html>. Acesso em: 29 jul. 2012.

PEREIRA, R. S. **Poluição hídrica: causas e conseqüências**. 2003. Disponível em: <<http://www.vetorial.net/~regissp/pol.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2011.

REIS, Marta. **Interatividades de Química**. São Paulo: Editora FTD, 2003.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Uso racional da água**. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db=&docid=DAE20C6250A162698325711B00508A40>. Acesso em: 18 out. 2011.

SCORSFAVA, M. A.; SOUZA, A.; STOFER, M.; NUNES, C. A.; MILANEZ, T. V.. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v69n2/v69n2a13.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2012.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. 2006. Universidade Federal do Amazonas/UFAM, Amazonas - AM. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S004459672008000400017&script=sci_arttext > . Acesso em: 05 nov. 2011.

SILVEIRA, M.P; BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; NESSIMIAN, J.L. and EGLER, M. 2005. **Application of biological measures for stream integrity assessment in South-East Brazil**. Environmental Monitoring and assessment, 101:117-128.

THEBALDI, Michael S.; SANDRI, Delvio; FELISBERTO, Alberto B.; ROCHA, Marco S.; NETO, Sebastião A.. Qualidade da água de um córrego sob influência de efluente tratado de abate bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.3, p.302-309, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662011000300012&script=sci_arttext > . Acessado: 22 de out. de 2012.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: Enfrentando a escassez. 4 ed. São Carlos: Rima Editora, 2003. 248p.