**Monitoramento da qualidade das águas de um riacho de primeira ordem da Universidade Federal de Pernambuco**

**RESUMO**

 O riacho Cavouco é um afluente do principal rio de Pernambuco, o rio Capibaribe, e tem sua nascente no *Campus* da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. No trecho que percorre dentro da universidade, recebe um aporte de carga poluidora de resíduos químicos, doméstico e hospitalar. O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da água deste riacho e despertar a comunidade acadêmica para esse tema. Para tanto, foram realizadas coletas de água em dois períodos distintos (estiagem e chuvoso) em cinco pontos estratégicos do *Campus*. As amostras foram encaminhadas para Estação de Tratamento de Água e para o Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água da UFPE onde dezesseis parâmetros físico-químicos foram analisados segundo a metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Waste water. Os resultados mostram que as águas do riacho Cavouco apresentam uma carga de poluição inorgânica significativa, sendo os pontos P2 e P5 os que mais contribuíram para a poluição do trecho estudado. Adicionalmente, os resultados do índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática indicou que atualmente o riacho apresenta uma baixa capacidade para manutenção da vida aquática.

**Palavras - Chave:** Ecossistema Aquático; Resíduo; Meio Ambiente

**Monitoring of water quality of a first order stream at the Federal University of Pernambuco**

**ABSTRACT**

 The Cavouco stream is an affluent of the main river of Pernambuco, the river Capibaribe, and has its source on *Campus* the University Federal of Pernambuco - UFPE. In the stretch that runs within the university it receives a contribution of pollution load of chemicals, household and hospital waste. Aware of this situation and trying to contribute to this fact, the aim of this study was to analyze the water quality of this stream and awaken the academic community to this issue. For this, stream water samples were collected in two different periods (dry and rainy) in five strategic points on *Campus.* Water samples were sent to the Water Treatment Plant and the Mineral Analysis Laboratory, Soil and Water of the UFPE where sixteen physicochemical parameters were analyzed according to the methodology of Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The results show that the water of the Cavouco stream have a high load of inorganic pollution being the points P2 and P3 the main pollution contributors to the studied stretch. Additionally, the results of the Index of Water Quality for the Protection of Aquatic Life indicated that currently the stream has a low capacity for maintenance of aquatic life.

**Keywords:** Aquatic Ecosystem; Waste; Environment

**1. INTRODUÇÃO**

 Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos do lançamento de grandes quantidades de efluentes sem tratamento adequado e/ou com intensidade, concentração e características discordantes dos padrões estabelecidos em legislação. Como consequência, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água, perda de biodiversidade aquática, além de desequilíbrios à fauna, à flora e aos ciclos biogeoquímicos (Bem. C, 2009). De modo que, a perda de biodiversidade, com o comprometimento da estrutura dos ecossistemas, é a principal consequência dessa ação.

Vários autores vêm alertando para os sérios riscos e consequências da contaminação dos ecossistemas aquáticos pelo descarte inadequado de resíduos. Algumas pesquisas abordam os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado dos resíduos sobre a fauna aquática, enquanto outros avaliam a carga poluidora destes resíduos e determinam as concentrações letais e subletais, bem como as alterações na dinâmica das cadeias alimentares aquáticas (Penatti e Guimarães, 2011). Há, ainda, pesquisas que estabelecem modelos capazes de identificar variáveis naturais e antropogênicas relacionadas com as concentrações de resíduos em bacias hidrográficas (Goulart e Callisto, 2003). Nesta temática, a Resolução 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA estabelece que corpos hídricos devem manter como uma de suas funções ecológicas o equilíbrio das comunidades aquáticas e em seu artigo 34 postula que o efluente não deverá possuir potencial efeito tóxico aos organismos aquáticos no corpo receptor.

 O riacho Cavouco é um riacho de primeira ordem que teoricamente apresenta os efeitos cumulativos dos poluentes lançados ao longo do seu curso. Este riacho, localiza-se nas coordenadas 8°2’52.05” latitude Sul e 34°57’10.33” longitude Oeste, e tem sua nascente na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). No trecho que percorre dentro da UFPE, recebe um aporte de carga poluidora de resíduos químicos provenientes dos laboratórios de ensino e pesquisa, resíduo hospitalar do hospital universitário, além de despejo doméstico oriundos da população circunvizinha ao *Campus*. Em decorrência desta situação este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do riacho Cavouco e verificar o possível impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de resíduos.

**2. MATERIAL E MÉTODOS**

 Para verificar a qualidade das águas do riacho Cavouco, foram coletadas amostras de água em cinco pontos de monitoramento dentro do *Campus* da UFPE: Nascente (P1), Ponte do Centro de Tecnologia e Geociências – CTG (P2), Ponte da Biblioteca Central– BC (P3), Ponte do Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami – LIKA (P4) e Ponte do Hospital das Clínicas- HC (P5), (Figura 1). A coleta dos dados ocorreu em dois períodos distintos, especificamente em Dezembro de 2012 e Junho de 2013, correspondendo aos períodos de estiagem e chuvoso respectivamente.



**Figura 1.** Imagem aérea dos pontos de monitoramento do trecho estudado do riacho Cavouco -*Campus* da UFPE. Fonte: Google Earth, dados cartográficos 2013.

 A coleta da água foi realizada em uma profundidade média de aproximadamente 10 cm da superfície do espelho d’ água. Após a coleta (Figura 2a,b) as amostras foram armazenadas em garrafas de polietileno tereftalato (PET- 2L) e encaminhadas de imediato para a Estação de Tratamento de Água (ETA) e para o Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água (LAMSA) da UFPE. Depois do transporte, o material ficou acondicionado em ambiente refrigerado a 4°C até a realização das análises.



b

a

**Figura 2.** Coleta da água nos ponto de monitoramento. A:P1 (nascente); B:P4 (LIKA).

 A determinação analítica de dezesseis parâmetros físico-químicos foi executada segundo a metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Waste water (1995). Os metais foram determinados mediante espectrofotometria de absorção atômica (aparelho CG AA 7000). Após as análises foi feito um estudo comparativo, correlacionando os resultados laboratoriais obtidos aos limites máximos estabelecidos para os corpos hídricos classe II pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, n° 357 de 17 de Março de 2005.

 Adicionalmente, foi aplicado ao riacho o Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática, descrito por Silva e Jardim (2006). O índice é determinado através da equação:

IQApva = Min (Amônian , ODn)

Onde, IQApva é o índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática; Amônian é a concentração normalizada da amônia total e ODn é a concentração normalizada do oxigênio dissolvido.

O processo de normalização consiste em relacionar os valores das concentrações das variáveis ambientais da equação em uma escala de 0 a 100, com o valor 100 representando a melhor qualidade ambiental (Tabela 1). A Equação estabelece que o valor numérico do IQAPVA é o menor valor normalizado das variáveis ambientais amônia total e oxigênio dissolvido. O objetivo desse índice é evitar o efeito eclipse pelo uso do operador mínimo, ou seja, a variável ambiental mais degradada em termos de proteção da vida aquática.

**Tabela 1.** Curva de Normalização para amônia e oxigênio dissolvido, com os respectivos valores de normalização e estado da qualidade.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estados da qualidade** | **Ótima** | **Boa** | **Regular** | **Ruim** | **Péssima** |
| **Fator de Normalização** | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| **Amônia (mg/L)** | <0,01 | <0,05 | <0,10 | <0,20 | <0,30 | <0,40 | <0,50 | <0,75 | <1,0 | ≤1,25 | >1,25 |
| **OD (mg/L)** | ≥7,5 | >7,0 | >6,5 | >6,0 | >5,0 | >4,0 | >3,5 | >3,0 | >2,0 | ≥1,0 | <1,0 |

Fonte: Silva e Jardim, 2006.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**3.1 Indicadores Físicos (Temperatura, turbidez, condutividade, STD).**

 A temperatura influencia em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, concentração de gases dissolvidos) e tem efeito direto sobre a taxa ou cinética das reações químicas, nas estruturas proteicas e funções enzimáticas dos organismos. Desta forma, o recomendável pela resolução CONAMA 357/2005 é que a temperatura em ambiente aquático seja inferior a 40° C. Em ambos os períodos de monitoramento a temperatura nos cinco pontos esteve na faixa de 20° a 30°C considerada, portanto, adequada para este ambiente (Figura 3 A).

 Quanto à turbidez que é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água causada por matérias sólidas em suspensão (silte, argila, matéria orgânica), as análises nos dois períodos, demonstraram que os níveis de turbidez nos cinco pontos estudados estavam de acordo com os limites estabelecidos por lei, abaixo de 100 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), ver figura 3 B.

**B**

**A**

**Figura 3.** Temperatura e Turbidez observadas nos cinco pontos de monitoramento do riacho Cavouco. Análise em Dezembro de 2012 e Junho de 2013.

 Condutividade é a capacidade que uma solução aquosa tem de conduzir corrente elétrica e está diretamente relacionada à presença de íons dissolvidos na água. Não há padrões em legislação nacional para condutividade em corpos d’água, mas em geral níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados. Geralmente em corpos d´água que recebem efluentes a condutividade pode atingir 1000μS/cm (Libânio, 2005). No presente estudo foi observado que no período de estiagem, os pontos P2, P3, P4 e P5 ultrapassaram este valor, indicando que nesse período esses pontos receberam grande quantidade de efluentes contendo substancias químicas, que por sua vez são capazes de elevar a condutividade do sistema. Ademais, embora o ponto P1 não tenha atingido o valor de 1000μS/cm, ultrapassou 100µS/cm, indicando que esse ponto também está impactado (Figura 4 A). No que se refere ao período chuvoso, observou-se que todos os pontos de monitoramento apresentaram uma redução significativa da condutividade em relação ao período anterior. Este resultado pode ser atribuído a grande quantidade de chuva nesse período, que pode ter contribuído para diluir as substancias químicas.

 Sólidos Totais Dissolvidos (STD) é o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares ionizadas ou micro-granulares. As substâncias dissolvidas envolvem carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio, sódio e íons orgânicos. Os resultados das análises constataram que os valores relativos aos sólidos totais dissolvidos, no período de estiagem, com exceção de P1(Nascente) encontravam-se fora dos padrões permitidos pela resolução CONAMA n° 357/2005 que é de 500 mg/L (Figura 4 B). De igual maneira ao observado para a condutividade, este resultado pode ser atribuído a grande quantidade de substâncias químicas presentes no riacho, uma vez que os íons anteriormente citados são rotineiramente utilizados em atividades laboratoriais. Por outro lado, no período chuvoso todos os pontos de monitoramento apresentaram valores de STD dentro dos padrões permitidos. Resultado também atribuído a elevada quantidade de chuva do período.

**A**

**B**

**Figura 4.** Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos nos cinco pontos estudados do riacho Cavouco. Análise em Dezembro de 2012 e Junho de 2013.

**3.2. Indicadores Químicos (pH, OD, amônia, nitrito, nitrato e metais pesados )**

 O valor do pH é um número aproximado entre 0 e 14 que indica se uma solução é ácida (pH<7), neutra (pH=7), ou básica/alcalina (pH>7). A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Desta forma, a vida aquática depende do pH, sendo recomendável pH na faixa de 6 a 9 (CONAMA 357/2005). Os resultados de pH encontrados em ambos os períodos de monitoramento foram satisfatórios, uma vez que estão dentro dos limites estabelecidos ( Figura 5 A).

 Oxigênio dissolvido é indispensável aos organismos aeróbios e sua ausência pode afetar significativamente a biota aquática. O limite mínimo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 é de 5 mg/l. Em ambos os períodos monitorados, apenas o ponto P1 esteve de acordo com a legislação, apresentando a quantidade mínima de oxigênio dissolvido necessária para manutenção da vida aquática. Os demais pontos apresentaram valores abaixo do limite mínimo estabelecido (Figura 5 B). A redução de oxigênio em corpos d’água pode ser consequência do despejo de resíduos que são decompostos por microorganimos que utilizam oxigênio para a respiração.

**A**

**B**

**Figura 5.** pH e Oxigênio Dissolvido em cinco pontos de monitoramento do riacho Cavouco. Análise em Dezembro de 2012 e Junho de 2013.

 Todo tipo de matéria orgânica nos rios e riachos (resto de plantas, peixes mortos, esgoto doméstico) transforma-se em amônia. Esta é altamente tóxica para a fauna aquática, no entanto, a atividade bacteriana pode transformar a amônia em nitrato, substância menos tóxica (Queiroz, 2005). Os resultados deste trabalho demonstraram que no período de estiagem, os níveis de amônia estavam inadequados apenas no ponto 5, ultrapassando o limite estabelecido de 1,5 mg/L ( Figura 6 A). Este resultado pode indicar que no período analisado o volume de matéria orgânica lançada nesse ponto era maior do que o que poderia ser transformado através do processo de nitrificação, isto é, a conversão da amônia em nitrito e nitrato não estava ocorrendo. No período chuvoso ocorre exatamente o contrário, a conversão ocorre, resultando em valores de amônia abaixo do limite estabelecido em todos os pontos.

 A formação de nitritos constitui uma etapa intermediária do processo de nitrificação. Normalmente o íon nitrito formado a partir do íon de amônia é rapidamente oxidado pelas bactérias nitrificantes, formando um íon de nitrato que é menos tóxico. Os resultados do período de estiagem indicam altos níveis de nitrito na maioria dos pontos, acima do limite permitido de 1,0 mg/L. No período chuvoso, apenas o ponto P4, ultrapassou este limite (Figura 6B). Estes resultados demonstram que o processo de nitrificação estava ocorrendo.

 Como citado, o processo que dá origem aos íons nitrito e nitrato chama-se nitrificação. Esse processo tem inicio com a formação de amônia e termina com a formação de nitrato. O resultado demonstra que nos cinco pontos, em ambos os períodos estudados, os níveis de nitrato são inferiores ao recomendado (10 mg/L) (Figura 6 C).

 Avaliando os resultados de amônia, nitrito e nitrato em ambos os períodos é possível concluir que o processo de nitrificação está ocorrendo de forma muito lenta, ou seja, a amônia está sendo transformada em nitrito, mas a conversão do nitrito em nitrato não está ocorrendo. Esse dado deve-se provavelmente, a elevada quantidade de matéria orgânica presente no riacho, que pode ser atribuída ao despejo de esgotos domésticos proveniente da população circunvizinha ao *Campus* da UFPE.

**Figura 6.** Concentração de amônia, nitrito e nitrato em cinco pontos de monitoramento do riacho Cavouco. Análise em Dezembro de 2012 e Junho de 2013.

 Dentre as várias formas de contaminação do meio ambiente, a contaminação da água por metais pesados tem sido uma das formas que tem trazido mais preocupações aos pesquisadores e órgãos governamentais envolvidos no controle de poluição, principalmente devido ao seu alto potencial de toxicidade (Oliveira et al, 2001). Neste estudo, no período de estiagem os únicos metais detectados foram o Manganês, constatado nos pontos (P2, P4 e P5), estando dentro do limite estabelecido (0,1 mg/L) e o Ferro constatado em todos os pontos com valores acima do limite de 0,3 mg/L (Tabela 2). Segundo Richter e Azevedo (1991) teores elevados de ferro e manganês são encontrados normalmente em água com elevada concentração de matéria orgânica, nas quais estes elementos encontram-se ligados ou combinados com a matéria orgânica, frequentemente em estado coloidal. No período chuvoso, novamente foi encontrado ferro em todos os pontos com concentração acima do limite permitido e manganês nos pontos P3, P4 e P5, sendo o ponto P4 o único ponto a apresentar valor acima do limite de 0,1 mg/L (Tabela 2). Além do ferro e manganês, foram evidenciados também os metais Cádmio em P2 e Chumbo em P1. Esses metais encontravam-se acima dos limites permitidos de 0,001mg/L e 0,01mg/L respectivamente (Tabela 2). O Cádmio e o Chumbo é padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais. Aos peixes, as doses letais desses elementos, no geral, variam de 0,1 a 0,4 mg/L, embora, em condições experimentais, alguns resistam até 10 mg/L. (CETESB, 2008). Além destes, foram encontrados Cromo em P4 e Zinco em P5, ambos dentro dos seus respectivos limites de 0,05 mg/L e 5 mg/L (Tabela 2). Esta heterogeneidade de metais pode ser atribuídaas diferentes atividades que são realizadas nos principais centros geradores de resíduos do *Campus*.

**Tabela 2.** Concentração metais em cinco pontos de monitoramento do riacho Cavouco. Análise em Dezembro de 2012 e Junho de 2013.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parâmetro Analisado** | **1a Coleta ( Dez/2012)** | **2a Coleta ( Jun/2013)** |
| **Metais** | **P1** | **P2** | **P3** | **P4** | **P5** | **P1** | **P2** | **P3** | **P4** | **P5** |
| **Ferro (mg/L em Fe)** | 1,32 | 0,26 | 0,28 | 0,22 | 0,25 | 0,97 | 0,58 | 0,41 | 0,27 | 0,68 |
| **Manganês (mg/L em Mn)** | ND | 0,06 | ND | 0,02 | 0,12 | ND | ND | 0,19 | 0,22 | 0,15 |
| **Cádmio (mg/L em Cd)** | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0,09 | ND | ND | ND |
| **Chumbo (mg/L em Pb)** | ND | ND | ND | ND | ND | 0,12 | ND | ND | ND | ND |
| **Cobre (mg/L em Cu)** | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| **Cromo (mg/L em Cr)** | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0,01 | ND |
| **Zinco (mg/L em Zn)** | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0,02 |

ND (Não detectável) por Espectrofotometria de Absorção Atômica (aparelho CG AA 7000)

**3.3. Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática -** IQAPVA

 O índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática apresentou um comportamento similar nos dois períodos (estiagem e chuvoso), variando a qualidade de “regular” a “péssima”. Em ambos os períodos monitorados, o IQAPVA indicou a maior degradação da qualidade da água nos pontos P2, P3, P4 e P5 (Tabelas 3 e 4). De acordo com Silva e Jardim (2006), a degradação da qualidade da água mostrada pelo IQApva tem sua justificativa na ausência do efeito eclipse, que resulta do processo de agregar inúmeras variá­veis ambientais em um único número, produzindo uma atenuação do impacto negativo de uma das variáveis ante o comportamento estável das demais. Esse evento pode permitir uma resposta mais sensível ao índice devido a forte presença de efluente rico, principalmente, em matéria orgânica. No presente estudo, observou-se que apenas o Ponto P1 (nascente) manteve o estado regular em ambos os períodos avaliados. Esse resultado é devido a uma adequada oxigenação nesse ponto, associado à baixa concentração de nitrogênio amoniacal. Conclui-se, portanto, que o índice proposto, IQAPVA, foi eficiente para revelar a qualidade das águas do riacho Cavouco.

.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | P1  | P2  | P3  | P4  | P5  |
| Amônia (mg/L)  | 0,45  | 1,31  | 1,50  | 1,23  | 1,66  |
| Amônian | 40 | 0 | 0 | 10  | 0 |
| OD (mg/L)  | 7,0  | 1,05  | 8,22  | 3,80  | 1,76  |
| ODn | 70 | 10  | 100  | 40  | 10  |
| Operador Mínimo | 40  | 0 | 0 | 10  | 0 |
| IQApva | Regular  | Péssima  | Péssima  | Péssima  | Péssima  |

**Tabela 3.** Índice da qualidade da água para proteção da vida aquática - IQApva aplicado ao Riacho Cavouco em Dezembro de 2012.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | P1  | P2  | P3  | P4  | P5  |
| Amônia (mg/L)  | 0,47 | 0,42 | 0,80 | 1,55 | 0,87 |
| Amônian | 40 | 40  | 20  | 0 | 20 |
| OD (mg/L)  | 5,16 | 2,88 | 2,05 | 1,34 | 2,63 |
| ODn | 60 | 20  | 20 | 10  | 20  |
| Operador Mínimo | 40  | 20  | 20  | 0 | 20  |
| IQApva | Regular  | Ruim | Ruim | Péssima  | Ruim |

**Tabela 4.** Índice da qualidade da água para proteção da vida aquática - IQApva aplicado ao Riacho Cavouco em Junho de 2013.

**4. CONCLUSÃO**

 O Riacho Cavouco apresenta uma carga de poluição significativa em todo o trecho estudado. De acordo com os dados obtidos, os pontos P2 e P5 são os mais impactados. Embora não haja evidências de contaminações elevadas por metais pesados nesse riacho, a literatura demonstra que há risco dos metais, mesmo que em concentrações subletais, afetarem os ecossistemas aquáticos. Através da avaliação da qualidade da água e da concentração de íons aplicado a este corpo hídrico, recomenda-se que seja implantado um Programa de Gerenciamento de Resíduos na Universidade Federal de Pernambuco que busque proporcionar, de forma eficiente, o manejo e descarte adequado dos resíduos químicos gerados, principalmente, em atividades laboratoriais. Ademais, conclui-se que os resultados desse trabalho podem vir a contribuir para o subsídio de ações gerenciais, colaborando na construção de um sistema de suporte à tomada de decisão sobre o controle da poluição neste riacho. Essa foi a primeira “macroradiografia” dos aspectos físico-químicos do riacho Cavouco, e não foram, evidentemente, suficientes para esgotar as necessidades de conhecimento desse ecossistema.

**6. REFERÊNCIAS**

American Public Heath Association; American Water Works Association; Water Environment Federation - APHA – AWWA - WEF. **Standard methods for the examinations of water and wastewater**. 19th ed. Washington, 1995.

BEM, C. C. **Determinação do estado de eutrofização de um lago raso: estudo de caso do lago barigui.** Dissertação (Pós- graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BRASIL Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA **Resolução 357/2005, Enquadramento de Corpos Hídricos Superficiais no Brasil.** Governo Federal,Brasília. Publicada no DOU n° 53, de 17 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem.** São Paulo, 2008: 41p.

DERÍSIO, J. C.Introdução ao controle de poluição ambiental**.** 1ª Edição. São Paulo: **CETESB**, 1992.

FRINHANI, E. M. D.; CARVALHO, E. F. Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Tigre, Joaçaba, SC. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 49-58, jan./jun. 2010.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da Faculdade de Pará de Minas – FAPAM**, ano 2, no 1, 2003.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revi. Bras. de Eng. Agríc. Amb.**, v. 9, n. 3, p. 391-399, 2005.

JORDÃO, C. P. Absorção e acúmulo de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de aguapé e de salvínia. **Rev. Bras. Fisiol. Veg**, vol.13, nº.3, p.329-341, ISSN 0103-3131.2001.

LIBÂNO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas – São Paulo/SP. Editora átomo, p. 1- 98, 2005.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá.** Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação da Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro-COPPE. UFRJ.2001.

MORUZZI, R. B. **Tratamento de água de abastecimento, contendo ácido húmico complexada com ferro e manganês, utilizando a flotação por ar dissolvido conjugada á oxidação química.** São Carlos, 214 p., 2000.

PENATTI, F.; GUIMARÃES, S. Avaliação dos riscos e problemas ambientais causados pela disposição incorreta de resíduos de laboratórios. **Geografia Ensino & Pesquisa,** v. 15, n.1, p. 43-52**,** ISSN 22364994. 2011

QUEIROZ, A. B. J. **Análise ambiental do estado de conservação do baixo curso do rio pacote.** 117f. : il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, 2005.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETO, J. M. de. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo – SP, pág. 1, 1991.

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, Região de Campinas/Paulinia – SP. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 689-694, 2006.