A UTILIZAÇÃO DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO FERRAMENTA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM QUALIDADE DE AGUA.

OLIVEIRA, Giovana Barbosa

RESUMO: O presente trabalho foi realizado com o objetivo de alertar gestores ambientais, e também população, quanto à necessidade de utilizar os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água, através da educação ambiental, visando à conservação dos recursos hídricos. O estudo foi realizado no rio Uberaba, principal manancial que abastece a cidade de Uberaba. Este ambiente vem apresentando perdas na qualidade de água devido ao lançamento de esgotos domésticos e industriais. Foram utilizados substratos artificiais depositados na estação de amostragem, sendo o experimento realizado com nove réplicas. No laboratório as amostras foram lavadas, em peneiras de malha inferior igual 300µm. Após triagem, os organismos foram identificados, contados e conservados em álcool 75%. Para melhor interpretação dos dados foram utilizados índices de riqueza, densidade total e índice de diversidade de Simpson. Foram relacionados um total de 34 *taxa*, pertencentes a 16 Ordens e 6 filos. Sendo Insecta a Classe dominante com 7 Ordens e 23 Famílias. O número de amostragem mínima demonstrou-se viável e o substrato artificial eficiente visto que a fauna de macroinvertebrados no trecho estudado do rio apresentou-se relativamente rica. Em outros trechos do rio é grande a quantidade de esgoto domestico e industrial lançado. Futuros trabalhos de monitoramento, de longa duração, através da comunidade bentônica devem ser realizados para avaliar os níveis de poluição.

**Palavras-chave**: Água. Educação Ambiental. Bioindicadores.

1. INTRODUÇÃO

A Terra é azul! A mensagem remete-nos à preeminência da agua. Ela recobre três quartos da superfície do nosso planeta e constitui também 70% do nosso organismo constituindo assim um dos componentes de maior distribuição e importância na crosta terrestre. Sua importância para a vida está no fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem a sua ação direta ou indireta (ESTEVES,1998).

Os oceanos, rios, lagos geleiras, calotas polares, pântanos e alagados cobrem cerca de 354.200 km2 da Terra, e ocupam um volume total de 1.386 milhões de km3. Cerca de 94% da agua que cobre a Terra é agua do mar, não disponível para as necessidades humanas. Apenas 6% consistem de água doce fundamental para a nossa sobrevivência. Além disso, 27% estão em geleiras, 72% são água subterrânea e no máximo 1% está diretamente disponível de lagos, rios, lagoas, e a atmosfera. O Brasil tem 12% da concentração mundial de agua doce (TUNDISI *et al*., 1995).

O número de habitantes cresce assustadoramente no planeta. Para acompanharmos este crescimento populacional ocorreu o aumento da procura por água nos setores de produção agrícola, industriais e uso doméstico. Com isso, também teve o aumento da poluição, do esgoto, do desmatamento e do lixo.

Sabe-se hoje que, apesar de ser um bem renovável, a agua também pode ser finita, isto porque a poluição e a contaminação inviabilizam a sua reutilização, ou tornam o custo de tratamento inviável. A disponibilidade da água tornou-se limitada pelo comprometimento de sua qualidade.

Segundo dados da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), no Brasil, todos os anos são anotados 700 mil internações decorrentes da poluição dos rios e da falta de saneamento básico. A gravidade do assunto pode ser percebida pelo que diz o capitulo 18 da Agenda 21 do plano mundial de metas ambientais estabelecidas na Eco92: “aproximadamente 80% de todas as doenças são de origem hídrica e mais de um terço das mortes em países em desenvolvimento são causadas pelo consumo de agua contaminada”(CODAU,2002).

A preocupação com a qualidade da água deve-se à grande incidência de internações medicas causadas por doenças de veiculação hídrica, logo a relação entre um meio ambiente saudável e a saúde pública é muito estreita, na verdade, os dois setores andam não só de mãos dadas, como de mãos atadas, no bom e mau sentido.

Neste momento a Educação Ambiental é uma das possíveis ferramentas de capacitação e sensibilização da população em geral sobre os problemas ambientais. Com ela busca-se desenvolver técnicas e métodos que facilitem o processo de tomadas de consciência sobre a gravidade dos problemas ambientais e a necessidade urgente de nos debruçarmos seriamente sobre eles.

A agua tem sido foco de discussões não só entre cientistas, biólogos, ONGS e órgãos responsáveis, ela ganhou dimensões mais amplas. Hoje é assunto em casa, nas escolas, nas reuniões de bairros porque a responsabilidade de preservação dos recursos hídricos é de todos nós.

Vários métodos são aplicados atualmente para fazer o monitoramento da qualidade de água. Os químicos, físicos e o uso de bioindicadores – espécies de insetos aquáticos, moluscos, crustáceos, plânctons e até algumas espécies de peixes que costumam viver em um determinado local, com hábitos específicos e que reagem a qualquer tipo de mudança no seu habitat. Essas reações podem ser físicas, morfológicas ou até mesmo comportamentais. Estas opções podem ser usadas individualmente ou em conjunto (CALLISTO, 2004).

A analise físico-química indica a qualidade de agua em determinado ponto, no instante em que a amostra é coletada; geralmente os aparelhos usados são caros e sofisticados.

Já o uso de bioindicadores permite obter dados mais específicos. Isso se deve ao ciclo de vida longo dos organismos usados; o tamanho – normalmente são grandes comparados com outros grupos – se movem pouco e por serem sensíveis à poluição. Por existir grande variedade de espécies oferecem largo espectro de respostas a mudanças ambientais. O uso do biomonitoramento ainda apresenta custo mais baixo (CAIRNS; PRATT, 1993).

A poluição da água é muitas vezes mensurada através de parâmetros físico-químicos, apesar de ser um problema essencialmente biológico. O resultado de uma analise físico-química reflete as condições de uma amostra em um determinado tempo; enquanto que o monitoramento biológico oferece um indicativo das condições passadas e atuas, sendo não somente uma medida instantânea, mas sim um registro do passado recente(PELLI, 2001).

Nenhum ambiente natural tem sofrido tantas e tão grandes modificações ao longo da historia da humanidade quanto os ecossistemas aquáticos. Em função do aumento de consumo per capita da população, conflitos pelo uso e poluição, estudos dizem que parte significativa da população mundial vai sofrer com a escassez de água (NOVAES, 2002).

Pensando nisso, e também que o uso de bioindicadores em estudos de qualidade de agua constitui importante ferramenta para a caracterização, monitoramento e avaliação de impactos em ambientes aquáticos é que este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de alertar gestores ambientais e a população quanto à necessidade de utilizar os macroinvertebrados, através da educação ambiental, visando à conservação dos recursos hídricos.

1. DESENVOLVIMENTO

2.1- A importância da água.

A água é um bem precioso e insubstituível, um recurso natural que pode propiciar saúde, conforto e riqueza, por meio de seus incontestáveis usos, dos quais se destacam o abastecimento das populações, a irrigação, na produção de energia, a navegação, o uso industrial e, mesmo a veiculação e o afastamento de esgoto e águas servidas.

Sob o aspecto de demanda/uso, de acordo com a tipologia proposta por Bezerra e Muhoz(2000), a água pode assumir quatro tipos básicos de funções:

1. biológica (constituição celular de animais e vegetais);
2. natural ( meio de vida e elemento integrante dos ecossistemas);
3. técnica (aproveitamento pelo homem das propriedades de hidrostática, hidrodinâmica, termodinâmica, ou como fator de produção), e
4. simbólica (função associada a valores culturais e sociais). Podem ser inúmeros os usos da água na satisfação dessas funções.

De acordo com a Lei que dispõe sobre a Politica Nacional do Meio Ambiente, diz-se que a água torna-se poluída quando houver “...degradação da qualidade ambiental resultante de atividade que direta ou indireta: a) prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) crie condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afete desfavoravelmente a biota; d) afete as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lance matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos ” (BEZERRA; MUNHOZ, 2000).

No documento final da Conferencia Internacional sobre a Água e Desenvolvimento Sustentável, ocorrido em Paris, 1998, verifica-se que a quarta parte da população mundial não tem acesso a água potável, mais da metade da população mundial carece de um saneamento adequado, a baixa qualidade de água e a falta de higiene figuram entre as principais causas de enfermidade e morte. São varias as doenças de veiculação hídrica, entre elas temos:

* Cólera, disenteria amebiana, desistiria bacilar, febre tifoide e paratifoide, gastroenterite, giardíase, hepatite infecciosa, leptospirose, paralisia infantil, salmonelose; por ingestão de água contaminada.
* Escabiose, tracoma, verminoses, tendo a água como um estagio do ciclo, esquistossomose; por contato com água contaminada.
* Dengue, febre amarela, filariose, malária; por meio de insetos que se desenvolvem na água.

2.2- Fundamentos da Educação Ambiental.

O processo de educação ambiental se constrói, fundamentalmente, em três momentos básicos de transformação: a sensibilização, a conscientização e a mobilização. Essas três etapas ocorrem, necessariamente, uma após a outra. (SANTOS,2002).

A sensibilização consiste em despertar o individuo para a temática ambiental. Somente desperto o individuo poderá refletir sobre os desafios ambientais e, a partir da reflexão, adquirir conhecimento para construir as bases da sua transformação e da sua comunidade.

Cidadãos sensibilizados precisam ser conscientizados para então, estarem aptos à construção de novos comportamentos ambientalmente corretos. Passa-se, então, a uma etapa logica, em que se estrutura o processo racional de transformação, baseando-se na aquisição de conhecimentos científicos e técnicos. É a fase da pesquisa e da aquisição do saber.

Completando o processo de educação, chega-se, então, à fase de mobilização, em que o individuo já sensibilizado e conscientizado, prepara e realiza a sua ação, tornando real, para se mesmo, o abandono de seus hábitos ambientalmente incorretos e adquirindo, progressivamente, novos comportamentos ambientais corretos. Essa é, sem nenhuma dúvida, uma etapa de muita vigilância, pois requer a desprogramação de atos mecanizados durante anos, quando não, toda uma vida.

Esse individuo torna-se assim, um exemplo, uma pessoa irradiadora de novos comportamentos ambientais. Assim se constrói a transformação dentro de uma sociedade.

2.3- Macroinvertebrados como bioindicadores

Dentre outras áreas de atividade a Limnologia estuda o uso de bioindicadores para determinar a qualidade de agua. Bioindicação é o uso de organismos, indivíduos, população ou comunidades para se obter informações sobre a qualidade do seu ambiente ou parte dele. Organismos que são capazes de fornecer informações sobre a qualidade do seu ambiente são bioindicadores.

Segundo Callisto (2002) os bioindicadores usados com maior frequência são os chamados “macroinvertebrados bentônicos”, ou seja, são aqueles que habitam o fundo dos sistemas aquáticos e podem ser facilmente visualizados, tais como besouros aquáticos, libélulas e as moscas de pedra. Outros organismos indicam que determinada água é de má qualidade. Um exemplo são as moscas e mosquitos que gostam de locais com alta concentração de matéria orgânica e as minhocas d´água que vive no fundo em águas correntes ou paradas, que quando em alta densidade indicam poluição orgânica.

O uso de bioindicadores é um método de avaliação de poluição dos rios, o biomonitoramento ou monitoramento biológico é a avaliação continua de uma área com a ajuda de bioindicadores.

Para Hauer e Lamberti (1996) o monitoramento baseado nos macroinvertebrados bentônicos apresenta as seguintes vantagens.

* são afetados por distúrbios em todo os tipos de ambientes;
* grande numero de taxa oferece grande espectro de respostas às perturbações;
* a natureza sedentária de muitos grupos permite a analise espacial do distúrbio;
* a analise temporal é possível devido ao longo ciclo de vida de alguns grupos, que são afetados por distúrbios intermitentes;
* a analise quantitativa está bem desenvolvida e a coleta pode ser realizada usando-se equipamentos baratos;
* muitos métodos de analise tem sido desenvolvidos para a comunidade bentônica;
* a resposta de muitos grupos esclarecida frente a diferentes distúrbios; e
* macroinvertebrados bentônicos servem de alimento a várias espécies de peixes de interesse esportivo e comercial.

A abordagem da comunidade bentônica para indicar a saúde de rios não é uma tarefa fácil. Comunidades biológicas apresentam peculiaridades e mecanismos de regulação que lhe são peculiares. Assim, a interpretação de dados obtidos através da analise dos macroinvertebrados bentônicos deve ser realizada à luz de conhecimentos inerentes a esta comunidade.

1. APRESENTAÇÃO E ANALISE DOS DADOS

Levando em conta o problema mundial da água e que o fornecimento de água potável do município de Uberaba é retirado do rio homônimo, o presente trabalho focou-se no estudo dos macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para o biomonitoramento e modelo de estudo para a educação ambiental, utilizando o rio Uberaba como estudo de caso.

Os objetivos específicos do estudo foram:

* Conhecer a fauna de macroinvertebrados que ocorrem no trecho estudado do rio;
* Determinar a amostragem mínima para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, em estudo de biomonitoramento; e
* Determinar a malha inferior a ser utilizada na triagem do material, visando determinar o esforço de trabalho em estudos similares.

3.1- Materiais e Métodos

Substratos artificiais compostos por 200 gramas de pedra brita número 1, previamente lavada, embaladas em sacos de sombrite 80% foram depositados na estação de amostragem e retirados com 15 dias de exposição. O experimento foi realizado com nove replicas.

O material foi retirado da agua, acondicionado em sacos plásticos e fixados no momento da coleta com solução aquosa de formol. No laboratório, após tamisação, com peneira inferior de malha igual a 0,30 mm, o material foi fracionado em duas porções, sendo uma fração correspondente ao material retido na malha de 500 µm e outro na malha de 300 µm.

O material foi triado e identificado com o auxilio de um estereomicroscópio ou quando necessário utilizou-se um microscópio óptico.

Após a lavagem e triagem do material, o mesmo foi conservado em álcool e posteriormente identificado e contado. A densidade foi expressa em números de indivíduos por unidade amostral.

Foram utilizadas as chaves taxonômicas de Edmondson (1959) e Merrit & Cummins(1988). A maior parte da identificação realizada foi feita no nível de família. Para melhor interpretação dos dados foram utilizados índices de qualidade de água. São eles: índice de riqueza, densidade total e índice de diversidade de Simpson.

Conforme Magurran (1988) o índice de riqueza mensura o número total de espécies diferentes em um amostra, a densidade total expressa a relação da população com o meio e o indicie de Simpson apresenta correlação positiva com a riqueza e equitabilidade.

3.2- Resultados e Discussão

Foram relacionados um total de 34 *taxa*, pertencentes a 16 Ordens e seis filos. Insecta foi a Classe dominante com 7 Ordens e 23 Famílias. Dentre os Arthropoda foram também relacionados 2 taxa pertencentes à Classe Crustacea e 1 à Arachinida.

O material retido na malha de 500 µm apresentou 31 *taxa*, sendo que 11 foram exclusivos para essa fração Physidae, Hurudinea,Ttricorythidae 1, Libellulidae, Corduliidae, Calopterygidae, Perlidae, Naucoridae, Hellicopschydae, Gyrinidae e Psephenidae. O material retido na malha de 300 µm apresentou 23 *taxa*, sendo três exclusivas: Copepoda, Ceratopogonidae e Rhizopodea 2.

Biodiversidade pode parecer ser um conceito simples que pode ser medido sem dificuldades, mas não é tão simples assim, deve-se levar em consideração a riqueza de espécies que é o número de espécies e a sua equitabilidade, isto é, como o número total de indivíduos está distribuído entre as espécies. (MAGURRAN, 1988).

Os índices de diversidade são frequentemente quantificados, visando fornecer um indicativo de “bem estar” dos sistemas ecológicos. Os autores ponderam vários índices; entre ele, a riqueza que é a medida mais simples da estrutura da comunidade e o índice de Simpson que é um índice também simples e fácil de ser aplicado.

Os dados encontrados nesta amostragem ao numero total de espécies, a densidade total e o índice de diversidade de Simpson foram respectivamente 34,5322 e 2,44.

Pelli (2001) em seu estudo no córrego gameleira encontrou riqueza variando de 8 e 18 e índice de Simpson variando de 3,1 a 5,8 na Estação 1 qualitativamente mais rica que a Estação 2 com riqueza que varia entre 4 e 15 e índice de Simpson variando de 1,2 a 2,1. Comparando ao estudo de Pelli uma riqueza de 34 espécies indica um bem estar no ambiente amostrado.

Com relação ao índice de diversidade de Simpson, o valor de 2,44 é pouco maior que o índice da estação 2 considerado poluída e menor que a estação 1 considerada rica. Isto ocorre porque grupos taxonômicos com grande dominância como os chironomideos não foram identificados em nível de gênero. Se esta identificação tivesse sido feita, a riqueza e a equitalidlidade da comunidade seriam maiores, o que com certeza iria elevar o número do índice de diversidade de Simpson.

A utilização de uma ferramenta, como os macroinvertebrados indicando qualidade de agua, somente será aceita pelos gestores ambientais e pela sociedade, caso a comunidade cientifica demonstre a eficácia do método; porem, como apresentado, diversas facetas devem ser ponderadas.

1. CONCLUSÃO

Nenhum ambiente natural tem sofrido tantas e tão grandes modificações quanto os ecossistemas aquáticos isto devido ao aumento do consumo per capita da população, dos conflitos pelos seus usos e pela poluição. A água é um recurso natural finito de grande importância com múltiplos usos para a sociedade. A conservação desse recurso se faz importante pois água poluída provoca doenças entre outros prejuízos. Não vivemos sem água e os custos de recuperação de ecossistemas aquáticos são muito mais altos que os de preservação e conservação.

Nenhum programa de conservação tem êxito sem a participação pública e sem educação como alicerce para promover mudança de atitudes. Educação Ambiental deve ser feita então de maneira formal e também informal, pois cada um de nós tem que ser educadores ambientais conscientizando e promovendo a conscientização para a preservação dos recursos hídricos.

Diante da necessidade de alertar os gestores ambientais e a população, a educação ambiental pode ser promovida utilizando-se dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores para à conservação dos recursos hídricos em Uberaba. O uso destes bioindicadores nos estudos de qualidade de água do rio Uberaba mostrou-se viável constituindo importante ferramenta para caracterização, monitoramento e avaliação de impactos ambientais deste ambiente.

Percebemos que a fauna de macroinvertebrados no trecho do rio estudado apresentou-se relativamente rica tendo como base alguns índices de diversidade, mas que cuidados devidos devem ser tomados, pois em outros pontos do rio é grande a quantidade de esgoto domestico e industrial lançado e que trabalhos de monitoramento, de longa duração, na comunidade bentônica devem ser realizados para avaliar os níveis de poluição.

O número de amostragem mínima demonstrou-se viável no presente trabalho, visto que a diversidade de macroinvertebrados bentônicos na comunidade amostrada começou a se estabilizar a partir da amostra 8. Com relação à malha inferior a ser utilizada na triagem, a de 300µm mostrou-se importante pois esta fração, em função de eventos aleatórios, apresentou grupos taxonômicos que não apareceram na fração de 500µm. Outro aspecto importante, que favorece a estabilização da curva espécie-amostra mais precocemente, é o “sorteio” de alguns grupos na malha de 300 antes destes serem amostrados pela malha de 500µm. O numero de amostras e a malha usada influenciam muito nos resultados, logo o pesquisador deve traçar o delineamento experimental em função do objetivo de seus estudos.

Precisamos preservar a biodiversidade e precisamos de água em qualidade e quantidade para manutenção da qualidade de vida. Independentemente do estilo de abordagem a ser utilizada, em virtude da degradação ambiental que temos assistido, o importante é atentarmos para a preservação dos recursos naturais e manutenção dos processos ecológicos, para que as gerações futuras possam usufruir deste bem e assim manter o mínimo para a sustentação de um estilo de vida que garanta o bem estar individual e social.

1. REFERENCIAS

BEZERRA, M. C. L.; MUNHOZ T. M. T. **Agenda 21 Brasileira: Gestão dos Recursos Naturais**, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Consorcio TC/BR/FUNATURA, 2000.

CAIRNS; PRATT, A History of Biological Monitoring Using benthic Macroinvertebrates. In: Rosenberg D. M. & Resh, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Ed. Chapman. 1993. p. 10-27.

CALLISTO, M. **Bioindicadores de Qualidade de Água**. Editora da UFMG. Belo Horizonte,2002.

CODAU. Relatório para Conselho Estadual de Recursos Hídricos. In: **Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande**. Uberaba 45 p., junho 2002.

EDMONSON, W. T. **Freshwater Biology**. John Wiley; Sons. Inc. New York. 1959. 1248p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**, Rio de Janeiro. Ed. Interciência Ltda. 1988.

HAUER, F.R; LAMBERT, G. A. **Methods in Stream Ecology.** Academic Press London, 1996.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and its measurements**. Priceton Uneversity Press. Grt Britain. 179p. 1988.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**, 3rd ed. Kendall/hunt, Dubuque, Iowa 635p, 1988.

NOVAES, W. **A Guerra pela água limpa**. O Estado de São Paulo, São Paulo, 2002.

PELLI, A. **Proposta de Índice para Avaliação da Qualidade de Água em Ambientes**

**Lóticos: Estudo de Aplicação no Córrego Gameleira**. 2001. 116f. Tese (Doutorado em Aquicultura) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SANTOS, C.P. **Educação Ambiental – Ação e Conscientização para um mundo melhor.** Belo Horizonte. SEE/MG. 2002.

TUNDISI, J. C.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia in Brazil**. Rio de Janeiro. Imprinta, 1995.