

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Pós-Graduação em Ensino em Biociências

Riccardo Mugnai

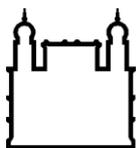
**BIOMONITORAMENTO DAS ÁGUAS: ESTRATÉGIAS PARA PRÁTICA DE
ENSINO**

Tese apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como parte
dos requisitos para obtenção do título de Doutor em
Ensino em Biociências

Orientadores: Prof. Dr. Júlio Vianna Barbosa

RIO DE JANEIRO

2011



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Pós-Graduação em Ensino em Biociências

AUTOR: Riccardo Mugnai

**BIOMONITORAMENTO DAS ÁGUAS: ESTRATÉGIAS PARA PRÁTICA DE
ENSINO**

ORIENTADORE: Prof. Dr. Júlio Vianna Barbosa

Aprovada em: 13/06/2011

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Eduardo Ricardo Waizbort – Presidente – ENSP-Fiocruz
Prof. Dr^a. Giselle Rôças de Souza Fonseca – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Daniel Forsin Buss – IOC-Fiocruz
Prof. Dr^a. Rosane M. S. Meirelles – Revisora e 1^o suplente – IOC-Fiocruz
Prof. Dr^a. Tania Goldbach – 2^o suplente – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 27 de junho de 2011

AGRADECIMENTOS

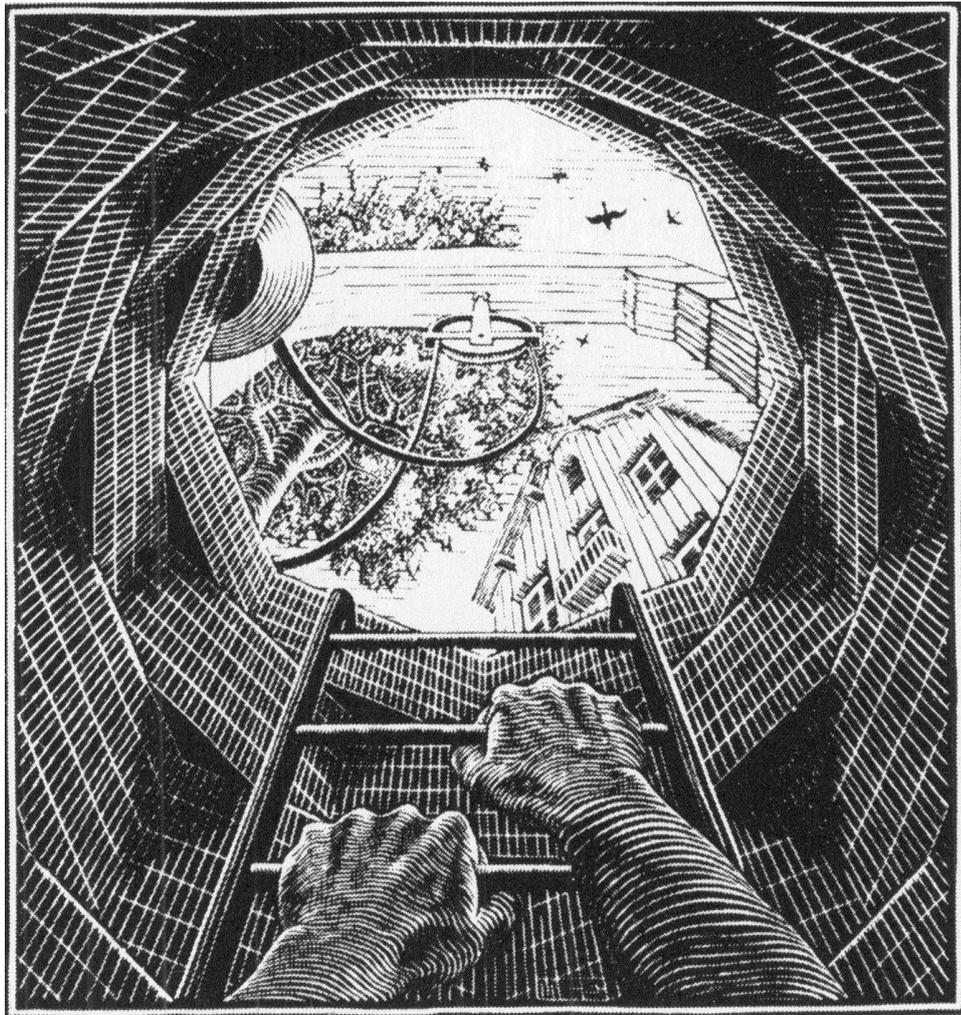
O presente trabalho não poderia ser realizado sem a colaboração de muitas pessoas entre colegas e amigos que sempre atenderam com entusiasmo aos pedidos de ajuda ou colaboraram de forma espontânea ao projeto. Agradeço Mario Jorge Gatti, curador da Coleção Micológica do Laboratório de Avaliação e Saúde Ambiental da FIOCRUZ pela a possibilidade de usar os espaços e equipamentos necessários pela realização do manual de identificação além de ser o crítico, o conselheiro e o incansável torcedor do projeto.

Agradeço ao Dr Darcilio do LAPSA, ao Dr. Alcimar do Lago Carvalho do Museu Nacional de Rio de Janeiro, ao Dr. Jorge Nessimian, ao Dr. Nelson Ferreira Jr. e a toda a equipe do Laboratório de Insetos Aquáticos da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, a Dr. Silvana Thiengo, curadora da Coleção Malacologica da Fiocruz e a sua equipe pèlos os aconselhamentos relativos à taxonomia dos macroinvertebrados, ao Dr. Nelson Papavero pelos aconselhamentos e o incentivo moral.

Agradeço toda a equipe do LAPSA, em particular Renata Bley de Oliveira, Carolina Milhorange, Tiago Maciel, Roberta Gravano, Carla Araújo Vieira, Ana Sattamini de Souza e Priscila Pereira que usaram e criticaram o trabalho, por sua vez sendo os primeiros “sujeitos de pesquisa” para a avaliação sobre a funcionalidade do manual; Daniel Buss pelas discussões que enriqueceram o trabalho. Pela difícil tarefa de revisão do texto escrito por “um gringo” agradeço Adarene Motta e Lílian Beck, e por ultimo, pela ajuda na parte da análise a Luciana Leda. Agradeço pelo apoio financeiro a FIOCRUZ e a CAPES.

DEDICATÓRIA

Aos amigos Mario, Adarene, Lilian, Gustavo, Renza e Darcilio que sempre me estiveram por perto nos momentos mais difíceis e tristes e que me fizeram sentir rico.



Wij komen er uit!

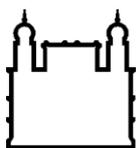
(sair-nos-emos fora!)

M.C. Escher, estilografia, 1947

SUMÁRIO

1. Resumo	viii
2. Abstract	ix
3. Introdução	1
4. Justificativa	6
5. Objetivos	7
Objetivo geral	7
Objetivos específicos	7
6. Capítulo I. Revisão de literatura	8
1. Ensino e aprendizagem	8
2. Processos de avaliação	12
3. Biomonitoramento das águas	19
7. Capítulo II. Metodologia e estratégia de ação	24
8. Capítulo III. Resultados e discussão	36
1. Avaliação do público alvo para programas de ensino para Capacitação técnica em biomonitoramento das águas	36
2. Estudo da realidade brasileira relativa ao conhecimento de ecossistemas aquáticos. Artigo: infra-estrutura básica de suporte para o estudo de Ecossistemas aquáticos	43
3. Estudo das publicações específicas utilizadas em diferentes localidades do mundo. Artigo: Transferência didática como problema pedagógico para o ensino em programas de formação em biomonitoramento ambiental	58
4. Realização do livro técnico. Livro: manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro, Brasil	73
5. Idealização e criação de um sistema de conservação para a realização de uma coleção didática específica. Artigo: realização de uma coleção zoológica didática “hands-on” usando gel alcoólico	74
6. Resultados e discussão do processo de avaliação do manual de identificação	87
7. Discussão geral	117
9. Conclusão	122
10. Apêndices	124

1. Termo de consentimento livre e esclarecido	124
2. Questionário de avaliação dos conhecimentos prévios	126
3. Questionário de avaliação dos conhecimentos adquiridos com o manual	128
4. Questionário de avaliação enviado a professores e pesquisadores.....	130
5. Glossário de termos técnicos utilizados	131
6. Quadro dos principais sites de internet relativos a cursos de biomonitoramento consultados	138
7. Quadro da legislação brasileira, declarações e acordos internacionais citados no texto	142
8. Avaliação de professores e pesquisadores	151
9. Transcrição dos questionários utilizados para avaliação do manual.....	163
11. Referências bibliográficas	176
12. Anexos	204
1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa CEP-FIOCRUZ.....	204
2. Cartas da revista Ciência & Tecnologia. Artigo: Transferência didática como problema pedagógico para o Ensino em programas de formação em biomonitoramento ambiental.....	205
3. Carta da revista Journal of Biological Education. Artigo: Building a hands-on zoological teaching collection of invertebrates using alcoholic gel	206
4. Cd Rom: para consulta da legislação e dos sites consultados	207
5. Livro: manual de identificação de macroinvertebrados do estado do Rio de Janeiro, Brasil	



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

BIOMONITORAMENTO DAS ÁGUAS: ESTRATÉGIAS PARA PRÁTICA DE ENSINO

RESUMO

TESE DE DOUTORADO

Riccardo Mugnai

O estudo, realizado no período 2007–2010, teve como objetivo desenvolver e avaliar recursos didáticos para atividades de ensino voltadas a formação de recursos humanos na área de biomonitoramento das águas para estudantes de cursos de graduação em biologia. Três foram os objetivos específicos: elaborar e desenvolver um livro técnico específico para a realidade brasileira, constituído por um manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro a partir do estudo de material didático existente e utilizado em outras localidades geográficas; idealizar e desenvolver um sistema de conservação para a realização de uma coleção didática específica, a partir de estudo sobre técnicas de conservação e problemas específicos de utilização; avaliar a aplicabilidade do livro técnico produzido em atividade de ensino. A investigação, de tipo teórico empírica, justificou-se pela ausência de material didático específico para área de ensino do biomonitoramento no Brasil e pela quase inexistente bibliografia relativa a sistemas de avaliação deste tipo de recurso didático. Para realização do livro técnico, utilizamos a transposição didática para a mediação de diferentes contextos culturais. Para a avaliação do material didático produzido utilizamos de maneira conjunta a metodologia qualitativa e a quantitativa. Do ponto de vista dos usuários buscamos entender dificuldades, exigências e desejos de todos os possíveis atores. Para a análise qualitativa utilizamos a análise do conteúdo. Para a análise quantitativa usamos o teste t de Student e a análise da variância (ANOVA) que foram considerados significativos por p-valor menor de 0,05. O processo de avaliação, realizado com estudantes de biologia, pesquisadores e profissionais da área de ensino evidenciou um alto grau de satisfação, mostrou que atende necessidades e desejos dos usuários, proporcionou detectar melhorias a serem apontadas e indicou que o material didático é adequado para os futuros programas de formação a ser implantados no Brasil. Os processos utilizados no presente estudo utilizados para realizar e avaliar o material didático serviram, no futuro, como base para o desenvolvimento de novo e mais adequado material técnico e didático uma vez que no Brasil sejam decididas as estratégias de aplicação do biomonitoramento das águas.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

WATER BIOMONITORING: PRACTICAL STRATEGIES FOR TEACHING

ABSTRACT

PhD THESIS

Riccardo Mugnai

The study, conducted during 2007-2010, aimed to develop and evaluate teaching resources for teaching activities for training human resources in the area of water biomonitoring for students of undergraduate courses in biology. The specific goals were three: elaborate, develop and value a technical book specific to the Brazilian reality, consisting of an identification handbook of aquatic macroinvertebrates of Rio de Janeiro State based on the study of existing educational material used in other country; develop an invertebrates conservation system and realize a specific didactic collection, based on the study on conservation techniques and specific problems regarding the use of the collection in classroom. The theoretical empirical research is justified by the absence of specific teaching materials for the area of biomonitoring in Brazil and the scarce literature on evaluation of this kind of teaching resources. To develop the handbook, we use the didactic transposition to mediate the different cultural contexts. To evaluate the handbook we have used jointly the qualitative and quantitative methods. From the standpoint of the users we seek to understand the difficulties, demands and wishes of all possible actors. For quantitative analysis we utilize the Content Analysis. For quantitative analysis we use the Student t test and the analysis of variance (ANOVA). The data were considered significant at p-value less than 0.05. The evaluation process was conducted with biology students, researchers, and teacher. The results showed: a high degree of user's satisfaction, the handbook is adequate for users needs and desires, the improvements to be provided, and indicated that the material is suitable for future training programs being implemented in Brazil.

3- INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e o aumento da complexidade das novas tecnologias empregadas nos mais variados setores impõem a utilização de recurso humano cada vez mais especializado. Para a formação do recurso humano, a ser empregado nas áreas de aplicação das novas tecnologias e na pesquisa, é necessário e urgente que, no Brasil, sejam realizados investimentos em publicações e cursos de treinamento específicos (BRASIL, 2006a).

O ensino de uma determinada disciplina apresenta realidades distintas em função do ambiente no qual esta prática é desenvolvida (MILICIC et al., 2008). Em geral, nas atividades de ensino, um dos recursos mais importantes é constituído pelo livro didático. O texto didático, utilizado para atividades de ensino, é o texto voltado para a didática com as funções de referencial curricular, de instrumentalização de método de aprendizagem, ideológica e cultural e, mais restritamente, documental; este recurso didático deve ser desenvolvido em acordo com a sua realidade (CHOPPIN, 2004). Para o desenvolvimento de um recurso didático específico para uma determinada disciplina científica, é necessário considerar entre outros, a diferença de estrutura, de forma e de conteúdo entre texto científico e texto utilizado em atividades de ensino (HYLAND, 1997). Tais diferenças impõem que um recurso didático deva ser desenvolvido empregando-se o procedimento de transferência de conceitos e de textos de um contexto para outro, operando assim uma recontextualização, adaptando-os a um perfil cultural específico (BERNSTEIN, 1998). O conjunto de adaptações necessárias para que os conceitos e os textos assumam um caráter híbrido, mediando diferentes contextos, é chamado *transferência didática* (CHEVALLARD, 1988).

Nas atividades de ensino ligadas as ciências naturais, as disciplinas que têm como objetivo de estudo a física, a química, a astronomia, a geologia e a biologia além do recurso didático constituído para o texto didático é imprescindível a utilização de recursos que permitam demonstrações e experimentos. Nas disciplinas ligadas a biologia a ferramenta que permite este tipo de atividades é constituída pela coleção didática (MARTINS, 1983; DANOFF-BURG, 2002; HAEFNER et al., 2006). As coleções didáticas encerram material biológico, seja animal ou vegetal, destinado ao ensino, demonstrações e treinamento (MARTINS, 1983). Este tipo de material didático possui uma grande importância para o ensino de ciências a qualquer nível escolar e é indispensável em programas que prevêm o treinamento de uma grande quantidade de recursos humanos, a citar os cursos universitários, de treinamento técnico especializado e de ensino fundamental, e é imprescindível em processos de avaliação dos estudantes em cursos para os quais são previstas ementas práticas

(DANOFF-BURG, 2002; MILLER; NAPLES, 2002; CARLOYE, 2003; HAEFNER et al., 2006).

O uso de coleções em atividades didáticas não é livre de dificuldades e problemas. A utilização de material biológico, muitas vezes frágil por natureza, e a falta de experiência no manuseio acarreta sua curta duração, pois é destruído ou danificado pelos estudantes (MARTINS, 1983). Conseqüentemente, as coleções didáticas devem ser renovadas constantemente, com grande desperdício de tempo e recursos financeiros. A frequente coleta de material biológico contrasta com os princípios de conservação da biodiversidade (FARNSWORTH; ROSOVSKY, 1993) e a ética de uso e experimentação de animais em biologia (HUTCHINS, 2008). Além disso, a utilização de frascos e de tubos de ensaios de vidros e de fluidos preservativos constituídos por álcool ou formalina são fontes de risco em atividades com os estudantes.

Várias são as novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas no Brasil ligadas à área da biologia e que precisam de recurso humano especializado para serem utilizadas, dentre estas o biomonitoramento das águas. O Glossário de Ecologia define a palavra biomonitoramento como o uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar a degradação ambiental por qualquer impacto induzido pela sociedade humana (ACIESP, 1997). O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade de um recurso natural é baseado no fenômeno pelo qual o conjunto de espécies presentes num determinado ambiente (comunidade) responde a todas as alterações ambientais modificando sua composição ou estrutura. Em geral, podendo-se observar em caso de aumento do estresse ambiental: o desaparecimento das espécies mais sensíveis, o aumento das espécies que conseguem beneficiar-se dessa nova situação ou o aparecimento de outras espécies, antes não presentes (GHETTI, 1986). A medição destas modificações possibilita assim, detectar e avaliar, entre outras, substâncias poluentes em baixa concentração e o efeito sinérgico de substâncias liberadas no ambiente, como também os efeitos de alterações ambientais realizadas fora do ambiente aquático, como por exemplo, o desmatamento, permitindo superar os limites das avaliações realizadas utilizando medições físico-químicas da água (GHETTI, 1986; METCALFE, 1989; ROSENBERG; RESH, 1993).

Para a avaliação dos recursos hídricos foram desenvolvidos sistemas de medições baseados em peixes, algas, diatomáceas e macroinvertebrados. Este último, sendo um conjunto de organismos que apresenta como característica unitária a condição de invertebrado e o tamanho superior a um milímetro (GHETTI, 1986), a citar como exemplo larvas de insetos, insetos adultos, anelídeos, moluscos, crustáceos, dentre outros. Este conjunto de organismos é o mais utilizado hoje para o biomonitoramentos das águas (BONADA et al., 2006).

Em vários países do mundo o gerenciamento dos recursos hídricos, as intervenções a salvaguarda da saúde pública e as medidas necessárias para mitigar o impacto ambiental devido ao desordenado crescimento populacional, são auxiliadas pelo emprego desta ferramenta (HERING et al., 2004a;b). O Brasil obteve, na última década, grandes avanços na pesquisa relativa a sistemas de biomonitoramento (MUGNAI; GATTI, 2008) e no ano de 2005 deu os primeiros passos para a adequação de suas normas, considerando este sistema de avaliação na legislação como método complementar de avaliação da qualidade da água na Resolução CONAMA n°357 (BRASIL, 2005). Apesar dos avanços técnicos e legislativos, muito deve ser ainda feito para sua efetiva aplicação.

A falta de implementação deste novo recurso tecnológico nos Estados que já possuem ferramentas de avaliação ambiental é multifatorial. Em vários estados do Brasil, a citar Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, entre outros, é bastante rico o conhecimento e a bibliografia disponível sob forma de artigos acadêmicos, e em algum caso de tratados, todos direcionados a especialistas. Entretanto, é ausente o material bibliográfico para a formação de recursos humanos.

O interesse para o biomonitoramento e por material didático específico no Brasil é crescente, como vem demonstrando o surgimento de cursos universitários de tipo introdutório recentemente oferecidos por várias faculdades brasileiras federais e particulares, a citar como exemplo a Universidade Federal de Minas Gerais (curso de treinamento em bioindicadores e biomonitoramento da qualidade de água na bacia do Rio das Velhas; Curso de Atualização em Ecologia, Conservação e Restauração de Rios; Biodiversidade e Meio Ambiente), a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (disciplina de Insetos aquáticos) a Secretaria dos Recursos Hídricos do estado do Ceará (capacitação em gestão em recursos hídricos), Universidade Federal de São Carlos (avaliação de impacto ambiental nos ecossistemas)¹.

Para o ensino na área de formação de técnicos em biomonitoramento das águas e para as atividades de laboratório foram desenvolvidos, em vários países do mundo, diversos tipos de publicações, desde livros de divulgação até publicações específicas e existem vários tipos de cursos, seja formais, não formais ou informais, considerando formais como cursos diretamente ligados a instituições de ensino, os não formais como cursos organizados para entes públicos não ligados ao ensino e os informais os cursos organizados para associações,

¹ dados obtidos no primeiro semestre de pesquisa (mar-out 2007)

ONGs etc (ATLANTIDE, 2007; OHIO ENVIRONMENTAL AGENCY, 2007; USDA, 2007). Entretanto, é importante lembrar que para atividades de pesquisas voltadas ao desenvolvimento e teste de material didático a ser utilizado em determinadas áreas técnicas de ensino é necessário ter presente vários fatores. Entre estes que a qualificação é fruto de um sistema complexo no qual, diferentes elementos são interligados (KRASILCHIK, 2004; ROGGERO, 2007a;b), que esta interligação é do tipo não linear (TUCKMAN; EDWARDS, 1971) e que na aplicação de modelos estrangeiros que funcionam (ou funcionaram) em outros países, de acordo com Vargas Zúñiga (2007), é preciso usar a máxima atenção, pois não necessariamente funcionam da mesma forma devida, levando em consideração por exemplo, as diferenças culturais. Além disso, a utilização de manuais e relativas chaves de identificação desenvolvidas para outras regiões geográficas nem sempre é possível e é geralmente inadequada (BRASIL, 2006a).

Antes que qualquer recurso didático seja utilizado é necessário que este seja avaliado (CHEN; CHEN, 2002). Shackel (1991, *apud* LEE, 1999) define o termo “usabilidade” como “a capacidade de usar facilmente e eficazmente por um conjunto específico de usuários, fornecendo treinamento e suportes, para a plena execução de determinadas tarefas.....”. Neste contexto é importante lembrar que a bibliografia relativa a teste e avaliação de livro de texto escolar é rica, com particular ênfase ao nível fundamental, e de livros de ciência e matemática (ex. BRASIL, 1994; 1996; 1997a;b;c;d; 1999a; 2000a; MIEKLEY, 2005; NETO; FRACALANZA, 2003; NICHOLLS, 2003; VASCONCELOS; SOUTO, 2003). Entretanto é escassa a pesquisa dedicada à avaliação de textos utilizados em nível superior, e quase inexistente é a pesquisa relativa à avaliação e a escolha de textos relativos ao ensino de técnicas de laboratório, de manufaturados e de indústrias (CHEN; CHEN, 2002).

Assim, nosso desafio é, antes que a Resolução CONAMA 357/05 seja convertida em Lei (considerando que uma resolução é um ato jurídico normalmente desprovido de força executiva (LAROUSSE, 1970)) responder as seguintes perguntas: como determinar qual melhor modelo de recurso didático para especificidades brasileiras constituídas por produção científica até hoje realizada, doenças e atividades de trabalho? Como produzir material didático adequado a ser utilizado no auxílio de atividades docentes? Em último, após realizar o material didático, aplicando um adequado processo de transferência didática para o estudante brasileiro, como avaliar o texto técnico produzido para auxiliar o ensino em biomonitoramento da água?

Para tanto apresentamos, inicialmente, um breve relato crítico sobre o público alvo a ser atingido por programas de ensino para capacitação técnica em biomonitoramento das águas. Complementado esse relato apresentaremos, a seguir, um trabalho de revisão geral das

pesquisas realizadas na área da limnologia, a partir da qual pretendemos encontrar subsídios para o nosso trabalho, evidenciando as especificidades brasileiras em relação aos conhecimentos de faunística e ecologia, como também de dados disponíveis a serem utilizados para realização de material didático específico.

Prosseguindo apresentaremos nossa proposta de adotar, como referencial teórico para a realização de um livro didático, a teoria de Chevallard, avaliando de forma conjunta algumas publicações específicas utilizadas em diferentes localidades do mundo. Em seguida apresentaremos o livro didático editado e apresentado no XII Congresso Brasileiro de Limnologia em agosto de 2009.

Sucessivamente apresentaremos o resultado do estudo bibliográfico e empírico para a busca de uma técnica de conservação que permita a realização de uma coleção didática de longa durabilidade em apoio às atividades didáticas e aos processos de avaliação do livro didático realizado. Finalmente apresentaremos o relato de nosso trabalho de avaliação do texto produzido realizado em universidades e centros de pesquisa.

4- JUSTIFICATIVA

No Brasil a Lei nº 9795/99 que “Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e de outras providências”, destaca a importância da educação ambiental na esfera do ensino e no art. 1º enfatiza os processos pelo quais o indivíduo entre outras desenvolve “... habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente...” (BRASIL, 1999b). A Agenda 21, documento com o qual vários países participantes da conferência Eco-92 se comprometeram para o estudo de soluções dos problemas sócio-ambientais, no capítulo 36 tratando da formação de recursos humanos assim reporta “... O treinamento é um dos instrumentos mais importantes para desenvolver recursos humanos e facilitar a transição para um mundo mais sustentável. Ele deve ser dirigido a profissões determinadas e visar preencher lacunas no conhecimento e nas habilidades que ajudarão os indivíduos a achar emprego e a participar de atividades de meio ambiente e desenvolvimento...” (ONU, 1992).

No Brasil, no ano de 2005, o assunto biomonitoramento para o gerenciamento dos recursos hídricos foi considerado na legislação (Resolução CONAMA nº 357, de 17 de abril de 2005) como método complementar de avaliação. Assim, o país precisará de recurso humano especializado para a aplicação da nova tecnologia. Várias Instituições de ensino já estão oferecendo cursos introdutórios ao assunto, mas ainda não existe material didático específico.

Entretanto, antes que a Resolução seja convertida em Lei, é urgente e necessário que sejam desenvolvidos todos os recursos didáticos precisos para que as instituições de ensino possam atender aos desafios propostos com os documentos acima citados, que os recursos didáticos sejam desenvolvidos para atender as exigências e especificidades brasileiras e que sejam testados para detectar presença de choques culturais, rupturas epistemológicas e avaliar possíveis melhorias.

5- OBJETIVOS

Objetivo Geral

Desenvolver e avaliar recursos didáticos para atividades de ensino voltadas a formação de recursos humanos na área de biomonitoramento das águas para estudantes de cursos de graduação.

Objetivos específicos:

Três são os objetivos específicos:

- 1.** Elaborar e desenvolver um livro técnico específico para a realidade brasileira, constituído por um manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro a partir do estudo da realidade local e de material didático existente e utilizado em outras localidades geográficas;
- 2.** idealizar e desenvolver um sistema de conservação para a realização de uma coleção didática específica, a partir de estudo sobre técnicas de conservação e problemas específicos de utilização;
- 3.** avaliar a usabilidade do livro técnico produzido, em atividade de ensino.

6 - CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

6.1- Ensino e Aprendizagem

No idioma português a palavra ensino tem significado de: transmissão de conhecimentos, informações ou esclarecimentos úteis ou indispensáveis à educação ou a um fim determinado; instrução (AURÉLIO, 1999). Por Skinner (1972, p.3) “...se é preciso haver uma metáfora para representar o ensino, instrução (ou melhor, o cognado *construção*) serve. Neste sentido se diz que o professor informa o aluno, querendo dizer que seu comportamento ganha *forma* ou *molde*. Ensinar é edificar no sentido de construir...”; para o mesmo autor (p.4) “...ensinar é o ato de facilitar a aprendizagem; quem é ensinado aprende mais rapidamente de quem não é...”

A palavra aprender tem significado de: tomar conhecimento de; reter na memória, mediante o estudo, a observação ou a experiência; tornar-se apto ou capaz de alguma coisa, em consequência de estudo, observação, experiência, advertência, etc.; tomar conhecimento de algo (AURÉLIO, 1999). Por Bordenave e Pereira (1977, p. 25) a aprendizagem é:

...um processo integrado no qual toda a pessoa (intelecto, afetividade, sistema muscular) se mobiliza de maneira orgânica. Em outras palavras, a aprendizagem é um processo qualitativo, pelo qual a pessoa fica melhor preparada para novas aprendizagens. Não se trata, pois, de um aumento quantitativo de conhecimentos, mas de uma transformação estrutural da inteligência da pessoa.

De acordo com Catapan (1996) o processo de ensino-aprendizagem constitui essencialmente o trabalho escolar, cujo produto é constituído pelos conhecimentos construídos, os conhecimentos dominados e as habilidades, e é o conjunto de ações e estratégias que o sujeito/educando, considerado individual ou coletivamente, realiza, contando para tal, com a gestão facilitadora e orientadora do professor, para atingir os objetivos propostos pelo plano e formação.

Piaget (1966, prefácio vii) propõe que o conhecimento não procede nem da experiência única dos objetos nem de uma programação inata pré-formada no sujeito, mas de uma interação entre ambos, que resulta em construções sucessivas com elaborações constantes de estruturas novas, graças a um processo de equilibrações majorantes, que corrigem e completam as formas precedentes de equilíbrios. Para este autor a aprendizagem é um processo que se realiza em dois movimentos simultâneos e integrados: a assimilação e a acomodação. Pela assimilação o organismo explora o ambiente. Pela acomodação o

organismo transforma sua própria estrutura para adequar-se a natureza dos objetos aprendidos, assim, as ações que, por assimilarem/acomodarem reciprocamente, constituem primeiro um esquema e depois uma operação graças aos quais as interações sujeito/objeto vão se transformando qualitativamente para o melhor. Perrenoud (1999) define regulação dos processos de aprendizagem como o conjunto de operações metacognitivas do sujeito e de suas interações com o meio que modificam seu processo de aprendizagem no sentido de um objetivo definido de domínio.

Com outro tipo de abordagem, os behavioristas dão muita ênfase ao conceito de reforço e resposta, entendendo por isto o fornecimento de uma satisfação ou recompensa aos esforços do aluno por aprender. Neste contexto, “Uma das mais importantes descobertas em matéria de aprendizagem é a do papel fundamental que desempenha a confirmação pelo próprio aluno, de que está acertando, de que está aprendendo” (BORDENAVE; PEREIRA, 1977, p. 54).

Carl Rogers (1969) citado por Bordenave e Pereira (1977, p. 47) considera o ensino sob outro aspecto, em um mundo em transformação o “fazer que outro saiba” recebeu uma importância exagerada e tem sentido só em condições imutáveis, recomendando mudar de foco do ensino para a facilitação da aprendizagem. Para este autor, “o único homem educado é aquele que aprendeu como aprender, como adaptar-se a mudança...”.

Bordenave e Pereira (1977, p. 85) chamam o conhecimento ... às informações – idéias e fenômenos – armazenados ou memorizados pelo aluno. Pode-se dizer que um objetivo expresso em termo de conhecimento e atingido quando o aluno se mostra capaz de lembrar – que seja através da recordação, que seja através do reconhecimento – uma idéia ou fenômeno com que teve experiência no processo educacional.

Os mesmos autores (1977, p. 76) distinguem os objetivos educacionais em: domínio cognitivo ou intelectual, domínio afetivo ou valorativo, e domínio motor, dividindo a área cognitiva em duas subáreas: a de conhecimento e a de habilidades intelectuais. O conhecimento por sua vez distinguido em: conhecimento específico (ex. terminologia ou fatos específicos), conhecimento de meios e modos de lidar com específicos (ex. convenções, classificações e categorias, metodologias), conhecimento das generalidades e abstrações num campo (ex. princípios e generalizações, teorias e estruturas). Citando:

...Habilidades intelectuais designam modos de operação e técnicas gerais de tratamento de temas e problemas. São denominadas, por alguns autores, “pensamento crítico”, “pensamento reflexivo”, “resoluções de problemas”. De uma maneira operacional poder-se-ia dizer que um indivíduo possui habilidades intelectuais quando se mostra capaz de encontrar, em sua experiência prévia, informações e técnicas

apropriadas à análise e solução de situações ou problemas novos. Isto exige do indivíduo uma análise e compreensão da situação problemática; uma bagagem de conhecimentos ou métodos que possam ser utilizados; e ainda certa facilidade em discernir as relações adequadas entre experiência prévia e a nova situação. As habilidades intelectuais assim compreendem: compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação.

Para Bazzo e colaboradores (2000, p. 57-61) existem três modelos teóricos para o conhecimento: empirismo, apriorismo e construtivismo. Empiristas são os que acreditam que o conhecimento é uma resposta do meio ambiente, e não depende do sujeito; o conhecimento se daria de fora para dentro. São aprioristas aqueles que imaginam que as possibilidades de conhecimento estão descritas na bagagem hereditária do sujeito, seja de forma inata, seja fruto de um processo de maturação. São construtivistas os quais a relação sujeito/objeto é vista como um processo de interação mútua na qual nenhum dos dois é neutro, e a ponte entre eles é a inter-relação, que é acionada pela ação, atuando um sobre o outro.

De Macedo (2002, p. 15-19) analisa o construtivismo e o não construtivismo como duas formas de conhecimento ressaltando que a visão não-construtivista de conhecimento opera por paradigmas e seus casos exemplares, já a construtivista opera por um trabalho constante de reconstrução ou tematização e:

... assim fazendo temos, também, que concebê-los como complementares e fundamentais. O problema é saber quando ou como operar um ou outro. Sabemos que a síntese, a fórmula ou paradigma são tão necessários para o sujeito quanto à análise dos meios que produzem esse resultado. Ou seja, construtivismo e não-construtivismo são duas formas de produção de conhecimento. O problema é diferenciá-las; é saber, repito, quando e como operá-los em proveito da educação do sujeito... Não é possível ser construtivista o tempo todo; o importante é saber quando se está podendo ou querendo ser construtivista.

Moreira Kenski (2007, p. 67) entende que educar para a inovação tecnológica significa planejar e implementar propostas dinâmicas de aprendizagem, em que se possa exercer e desenvolver concepções sócio-históricas da educação – nos aspectos cognitivos, ético, político, científico, cultural, lúdico e estético – em toda a sua plenitude e, assim, garantir a formação de pessoas para o exercício da cidadania e do trabalho com liberdade e criatividade. Bazzo et al. (2000, p. 37) destacam que a formação do pensamento científico-tecnológico e a apropriação deste conhecimento, calçadas estritamente numa concepção empirista-positivista, não serve mais como fundamentação para a prática pedagógica, é prejudicial e desatualizada a postura de tomar o objeto como o único responsável pela aquisição do conhecimento.

Para Bordenave e Pereira (1977, p. 76) o planejamento da disciplina pode ser melhorado mediante uma formulação clara e precisa dos objetivos educacionais que serão

perseguidos, pois é destes objetivos educacionais que o professor pode derivar uma estratégia de ensino coerente e funcional. Segundo Belchior (1972, *apud* BORDENAVE; PEREIRA, 1977, p. 73), planejar uma atividade didática compreende uma série de fases:

- I- Definição e equacionamento preliminar do problema;
- II- elaboração das diretrizes básicas do planejamento;
- III- fixação inicial do projeto;
- IV- colheita preliminar de dados;
- V- realização de levantamentos e pesquisas;
- VI- estabelecimento de projeções e previsões;
- VII- análise e discussão dos dados;
- VIII- apresentação de alternativas ou opções;
- IX- formulação de decisões ou propostas;
- X- integração de planos parciais, desdobramento em planos derivados ou replanejamento geral.

Teoricamente cada um destes pontos deveria nortear escolhas com finalidade de planejar e sucessivamente melhorar o ensino, mas do ponto de vista prático a situação resulta mais complexa devida a existência de um currículo dentro a qual se encaixam a disciplina a ser planejada.

De acordo com Libâneo (2002, p. 113-139) a pedagogia, a ciência cujo objetivo é a reflexão, ordenação, a sistematização e a crítica do processo educativo, mudou ao longo do tempo. No Brasil, podem ser distintos dois grandes períodos: o de caráter liberal (pedagogia tradicional, pedagogia renovada e tecnicismo educacional); o de caráter progressista (pedagogia libertadora, pedagogia crítico social dos conteúdos).

Nas pedagogias liberais a função da escola é a de preparar os indivíduos para atuar na sociedade, segundo as aptidões, adequando-os às normas vigentes. O ensino é centrado no professor. A pedagogia renovada, na década dos anos 30, enfatiza a atividade da vida humana, principalmente do ponto de vista psicológico incorporando os resultados da pesquisa de Piaget sobre o papel fundamental da ação para o pensamento lógico dos indivíduos nos processos de desenvolvimento. Assim, neste período os alunos passam a ser sujeitos ativos; seus interesses, suas necessidades individuais passam a ser considerados fundamentais para a educação. Como consequência, o professor passou a ter uma função de mediador entre alunos e conteúdos de ensino. Na década dos anos 60 a pedagogia passa a ser do tipo liberal-tecnicista e é caracterizada por uma metodologia instrumental distinta pela valorização do esforço e recompensa como chave da aprendizagem.

As pedagogias acima citadas desconsideravam o contexto sócio-político no qual operavam. Na década dos anos 70, com a pedagogia libertadora de Freire se assiste a uma

construção do conhecimento realizada pelo diálogo entre educadores e educandos, mediado pela realidade em que vivem. Com esta os conteúdos de ensino passar a ser um conjunto de conhecimentos e habilidades que retratam a experiência social.

6.2- Processos de avaliação

No âmbito escolar a avaliação nasceu com os colégios por volta do século XVII e se tornou indissociável do ensino de massa desde o século XIX, com a escolaridade obrigatória (PERRENOUD, 1999, p. 10). A avaliação de recursos didáticos surgiu pela necessidade de assegurar a qualidade dos serviços prestados e como meio articulador de medidas para o acompanhamento das atividades e exercício da ação (PINHEIRO CORRÊA et al., 2008).

A palavra avaliar, de origem latina, deriva de “*a + valia + ar*” com significado entre outros de: determinar a valia ou o valor de; apreciar ou estimar o merecimento de; fazer idéia de, supor; reconhecer a grandeza, a intensidade, a força de (AURÉLIO, 1999). Na área da educação, medir significa determinar através de instrumentos adequados, aspectos quantitativos e qualitativos do comportamento humano (BORDENAVE; PEREIRA, 1977, p. 269). Bazzo et al. (2000, p. 82) destacam que devemos diferenciar, tecnicamente, o que entendemos por *avaliação* do que entendemos por *prova* ou *teste*; resumidamente a *prova* ou o *teste* está diretamente relacionado a *verificação* ou *autenticidade* de alguma coisa, enquanto *avaliação* é sinônimo de apreciação, análise, ressaltando assim que estas palavras possuem, portanto, significados profundamente distintos.

Em linhas gerais, quando se pensa em avaliação, imagina-se que se trata de um processo no qual o conhecimento do aluno vai ser testado, objetivando a reprodução fidedigna do conteúdo disciplinar que foi ensinado. Nesse sentido caberia estruturar a avaliação segundo os mais variados critérios, incluindo métodos os mais diversos, mais ou menos criativos, com considerações das mais diversas ordens (BAZZO et al., 2000, p. 89). A avaliação mudou de paradigma no meado da década de sessenta, com base no trabalho de Scriven (1967) e de Bloom (1972), ambos citados por PERRENOUD (1999, p. 14) e passou a ter também outra função com a finalidade não de entender os processos de aprendizagem ou de construção do conhecimento, mas de compreender as dificuldades e os erros dos alunos para compreendê-los: nascia assim a avaliação formativa. Segundo Perrenoud (1999) a avaliação no âmbito escolar é associada tradicionalmente à criação de *hierarquias de excelência* com a qual os alunos são comparados e depois classificados segundo valores absolutos ou relativos e

introduzindo um (ou mais) ponto de ruptura no conjunto de estudantes, que podem ser divididos em conjuntos homogêneos. Outra função tradicional é *certificar aquisições em relação a terceiros*, este é representado para a atribuição de diplomas que garantem que o seu portador recebeu uma determinada formação.

Citando Perrenoud (1999, p. 31): para reconstruir as normas de excelência, os níveis de exigência e os procedimentos de avaliação, deve-se, portanto não somente identificar as regras e a doutrina não-escrita da organização escolar, mas levar em conta a grande diversidade das concepções e das práticas. A cada um a sua verdade: a excelência e o êxito não são únicos; sua definição varia de um estabelecimento, de uma turma, de um ano a outro no âmbito do mesmo plano de estudos... O diagnóstico é inútil se não der lugar a uma ação adequada, assim esta deve ser utilizada para fins de gestão do sistema em duplo sentido: de um lado, o ajuste periódico do currículo, das exigências, das normas de admissão, das estruturas; de outro, o controle do ensino e do trabalho dos professores.

Demo (2005, prefácio p. ix) destaca que o processo de avaliação não diz respeito apenas ao ensino e nem pode ser reduzido apenas às técnicas. Fazendo parte permanente da reflexão sobre a atividade humana, a avaliação constitui um processo intencional, auxiliado por diversas ciências, e que se aplica a qualquer prática. Para Allal (1983) um obstáculo à avaliação é constituído pela insuficiência ou pela excessiva complexidade dos modelos de avaliação.

Para planejar e realizar um processo de avaliação é importante ter presente que é preciso perguntar se devemos ou não avaliar e para que avaliar (BAZZO et al., 2000, p. 82), além de lembrar que a avaliação não é um objetivo em si, mas um meio de verificar se os alunos adquiriram os conhecimentos visados (PERRENOUD, 1999, p. 18). Este último autor sugere também que quando se ensina é preciso ter uma idéia bastante precisa da maneira de como se procederá para avaliar os conhecimentos, o que evita introduzir uma grande ruptura entre os conteúdos e as modalidades do ensino no momento da avaliação.

Do ponto de vista funcional a avaliação possui três principais funções: regulação, certificação e predição, sendo que a predição visa estabelecer o melhor prognóstico possível possibilitando a orientação (CARDINET, 1977 *apud* PERRENOUD, 1999, p. 55).

Perrenoud (1999, p. 56-57) distingue a avaliação da seguinte forma:

- formativa, que é uma regulação da ação pedagógica;
- cumulativa ou certificativa, que faz o balanço dos conhecimentos;
- prognóstica, que fundamenta uma orientação;
- iniciativa, cujo propósito é por os alunos a trabalhar;

- repressiva, que previne ou contém eventuais excessos;
- informativa, com finalidade de gerar relatórios.

Historicamente, a idéia de avaliação formativa se desenvolveu em uma lógica do *a posteriori*, como forma de remediação (PERRENOUD, 1999, p. 51). Cardinet (1977) e Allal (1988), ambos citados por Perrenoud (1999), afirmam que uma avaliação é formativa se supostamente contribuir para a regulação da aprendizagem em curso no sentido dos domínios visados e que pode ser distinguida para três tipos de regulação: retroativa, a partir de uma avaliação pontual em respeito de uma aprendizagem mais ou menos longa; interativa, ao longo de todo o processo de aprendizagem; proativa, no momento de engajar o aluno em atividades didáticas novas; sendo estas não estáticas e podendo-se combinar.

Perrenoud (1999, p. 108) afirma que é formativa toda avaliação que ajuda o aluno a aprender e a se desenvolver, ou melhor, que participa da regulação das aprendizagens e do desenvolvimento no sentido do projeto educativo e por isso deve ser pensada no âmbito de uma didática. “Isto parece evidente, mas as especializações das pesquisas e das formações tendem a reservar a alguns o território da avaliação, e a outros o das didáticas de disciplinas”.

Para um professor não basta ser adepto da idéia de uma avaliação formativa. Um professor deve ainda ter os meios de construir seu próprio sistema de observação, de interpretação e de intervenção em função de sua concepção pessoal de ensino, dos objetivos, do contrato didático, do trabalho escolar... Uma prática de avaliação formativa supõe um domínio do currículo e dos processos de ensino e de aprendizagem em geral. De nada serve querer implantar um dispositivo sofisticado em uma pedagogia rudimentar. A avaliação formativa evoluirá, com a diferenciação do ensino, com o nível médio da qualificação pedagógica e de profissionalização do professor (PERRENOUD, 1999, p. 122-123).

Para a reorientação da ação pedagógica, é preciso, em geral, ter uma idéia do nível do domínio já atingido, ou seja, de fazer um balanço (PERRENOUD, 1999, p.12). Citando Bordenave e Pereira, (1977, p. 269):

...Ao planejar o ensino, o professor, fixa os objetivos que pretende alcançar, isto é, os comportamentos que os alunos devem adquirir ou formar durante o processo da aprendizagem. As provas ou testes de escolaridade terão por finalidade medir esses comportamentos, isto é evidenciar se os objetivos fixados foram alcançados e em que grau foram alcançados. É evidente, pois, que testes e provas de escolaridade deverão medir exatamente os mesmos objetivos fixados para o ensino...

A dinâmica da avaliação é complexa, pois necessita ajustar-se aos percursos individuais de aprendizagem que se dão no coletivo e, portanto, em múltiplas e diferenciadas direções (HOFFMANN, 2005, p. 80). De acordo com o mesmo autor (p. 17):

Em relação à aprendizagem, uma avaliação a serviço da ação não tem por objetivo a verificação e o registro de dados do desempenho escolar, mas a observação permanente das manifestações de aprendizagem para proceder a uma ação educativa que otimize os percursos individuais. No que se refere à avaliação de um curso, da mesma forma, a coleta de informações não tem por sentido a análise do seu estado atual, ranking classificatórios, apresentação de gráficos estatísticos, mas a implementação de programas que resultem em benefício à escola ou a instituição de ensino avaliada.

Para que uma avaliação formativa seja eficaz, ou seja, possibilite um processo de regulação essa depende de: quantidade, confiabilidade, pertinência das informações coletadas; rapidez, segurança coerência, imparcialidade no processamento das informações; coerência, continuidade, adequação das intervenções reguladoras (PERRENOUD, 1999, p. 81). Do ponto de vista metodológico quatro são as formas de medida de escolaridade: a prova oral, a prova prática, a dissertação, e o chamado teste objetivo (BORDENAVE; PEREIRA, 1977, p. 270). As formas de medida, o tipo de questão, dependerão, exclusivamente, daquilo que se pretende medir. O critério para determinar se um instrumento de medida é bom ou mau e a adequação das questões de que se compõe aos objetivos que se pretende medir.

Segundo Bordenave e Pereira (1977, p. 271), as questões podem ser do tipo:

- 1- Questões de dissertação ou ensaio (que medem área afetiva e área cognitiva),
- 2- Questões objetivas,
 - a. De lacuna (medem conhecimento)
 - b. Falso-verdadeiro, (medem identificação de relação de causa e efeito; distinção de fatos, de opiniões; conhecimentos de fatos específicos)
 - c. Múltipla escolha
 - i. Complementação simples (medem conhecimento)
 - ii. Complementação múltipla (medem conhecimento)
 - iii. Alternativas múltiplas (medem habilidades intelectuais; conhecimentos)
 - iv. Análise das relações (medem conhecimento; habilidades intelectuais)
 - v. Compreensão de textos, gráficos e situações (medem compreensão)
 - vi. Associação múltipla, (medem conhecimento; habilidades intelectuais).

Para Bordenave e Pereira (1977, p. 272) os professores não devem ficar presos as técnicas indicadas e, como em todos os demais aspectos da estratégia de ensino, devem sempre procurar ser mais fiéis as características de sua própria situação que as regras tão duvidosas e relativas das provas “objetivas”. No processo de observação o que conta é menos sua instrumentalização do que os quadros teóricos que a orientam e governam a interpretação

do observável. Teorias mais ingênuas, paradigmas mais vagos, representações mais pessoais dos processos poderão se revelar bem eficazes; tudo isso, sendo que no estado atual das ciências humanas não se pode esperar dispor de modelos teóricos fundamentados e compartilhados por todas as aprendizagens prescritas pelo currículo (PERRENOUD, 1999, p. 78). O processo de inovação da avaliação deve ser feito a condição que: não atinja a concepção fundamental da aprendizagem; não modifique a administração da classe e a consideração das diferenças; não altere muito o contrato didático; não transforme a natureza profunda do projeto pedagógico (PERRENOUD, 1999, p. 75).

Para a análise dos resultados podem ser utilizadas duas abordagens a quantitativa e a qualitativa. A quantitativa tem a vantagem de ser palpável, visível, manipulável. A qualitativa não é uma dimensão inferior ou menos nobre da realidade, mas simplesmente uma face dela. A qualidade não precisa inevitavelmente significar enlevo, espiritualidade, divindade (DEMO, 2005, p. 2-3). A qualitativa, ao invés disso, relativiza o certo e o errado, aprofundando-se em várias dimensões de interpretação do que se observa e buscando novas aberturas (HOFFMANN, 2005, p. 47). Segundo Demo (2005, p. 31) para escolher uma das abordagens é preciso:

...sempre perguntar-se se o tema admite o tratamento qualitativo, para não cairmos na banalização barata de vermos a qualidade em tudo. É, por exemplo, muito comum a percepção errônea de que qualidade se obtém pela sofisticação da quantidade: uma análise que usa percentagens relativas seria quantitativa, enquanto outra que usasse correlações e componentes principais já seria qualitativa. Confunde-se totalmente qualidade técnica com qualidade política.

Para a análise é preciso considerar que quantidade e qualidade são pólos contrários – como quer a dialética, não extremos contraditórios, na qual apenas se excluem (DEMO, 2005, p. 35) e que, no plano qualitativo, o manejo metodológico acarreta riscos específicos de distorções e muitas vezes deturpações evidentes, mas que podem ser minimizadas à medida que se mantiver o caráter apenas instrumental de tais procedimentos (DEMO, 2005, p. 44).

No procedimento da análise das questões é importante lembrar, como afirmado por Hoffmann (2005, p. 67), que:

...As situações referentes à tarefa não realizada e à resolução da tarefa de forma diferente da esperada pelo professor abrangem, ao mesmo tempo, reflexões no plano epistemológico, didático e relacional. O não fazer a tarefa ou fazê-la diferente podem significar não entendimento da noção, uma exigência demasiada ao aluno (plano epistemológico); orientações mal formuladas sobre a tarefa, falta de tempo para respondê-la (plano didático); ou o desinteresse e descomprometimento do aluno com os estudos (plano racional). Essas situações não podem ser consideradas equivalentes

a respostas erradas. Não responder e/ou não fazer uma tarefa de acordo com as expectativas, são reações dos alunos que também precisam ser compreendidas e trabalhadas em seus múltiplos significados...

Para De Macedo (2002, p. 93) “o sujeito não erra, mas pensa ou age segundo seu nível de desenvolvimento, segundo o melhor quer pode. O erro só tem sentido se comparado com outras formas melhores de se resolver o problema. Formas estas ainda desconhecidas ou impossíveis para o sujeito no qual se encontra”.

Nas últimas duas décadas outra estratégia foi proposta e utilizada para avaliar e planejar o ensino universitário e técnico, como também para encontrar um ponto confluyente entre as exigências do mercado do trabalho e das Instituições de Ensino Universitárias utilizando a estratégia do *Total Quality Management* (TQM) (LAM; ZHAO, 1998; LAM et al., 2008; MEHRA; RHEE, 2009; MEHRJERDI, 2010; OWLIA; ASPINWALL, 1997; PITMAN et al., 1996). O TQM é uma técnica de gestão que foi desenvolvida para auxiliar clientes e/ou usuários de um determinado setor técnico ou econômico na tarefa de escolha do melhor produto entre os vários disponíveis. Este sistema foi utilizado e aperfeiçoado por indústrias na melhoria da produção (ex. Ford, Mitsubishi, Xerox e Toyota) (CHEN; CHEN, 2002; LAM; ZHAO, 1998; OLEWNIK; LEWIS, 2008) e sucessivamente utilizada para avaliar a qualidade do ensino, estudar e estruturar programas e currículos acadêmicos (ex. Harvard University, Columbia University in New York e Tokyo University, dentre outras) fornecendo resultados de alta qualidade, baixo custo e respondendo rapidamente as exigências dos usuários (BARROWS; MURRAY, 1997; BENJAMIN et al., 1999; CHEN; CHEN, 2002; ERMER, 1995; LAM; ZHAO, 1998; OWLIA; ASPINWALL, 1997; PITMAN et al., 1996). Uma revisão sobre a literatura disponível da utilização do TQM no ensino foi publicada por Lam and Zhao em 1998 e por Mehrjerdi em 2010, a descrição detalhada da metodologia pode ser encontrada em Mehrjerdi (2010).

Para a realização do TQM Matthews (1993, *apud* LAM; ZHAO, 1998) sugere os seguintes passos para a aplicação do TQM em instituições de ensino:

- (1) identificar as principais instituições usuárias;
- (2) desenvolver objetivos de qualidade específicos;
- (3) estabelecer medidas internas de qualidade e excelência em uma área específica;
- (4) determinar quem deve determinar os padrões;
- (5) estabelecer motivação para o alcance de padrões de qualidade e excelência;
- (6) formar equipes para o desenvolvimento da qualidade; e
- (7) relatar, reconhecer e recompensar.

Em acordo com Matthews (1993), citado por Owlia e Aspinwall (1997) as barreiras da aplicação do TQM na educação universitário são relacionadas à “missão fortemente genérica e idealísticas das instituições, da ausência de acordo relativo ao conceito de qualidade, e da liberdade e conduta da academia que resultou em uma administração com limitado controle sobre o pessoal chave.”

Entre os sistemas para avaliar com o TQM a mais utilizada é a técnica denominada *Quality function deployment* (QFD) (COHEN, 1988; BENJAMIN et al., 1999; BARROWS; MURRAY, 1997; ERMER, 1995; HAUSER; CLAUSING, 1988; LAM; ZHAO, 1998; PITMAN et al., 1996), esta visa integrar as exigências do usuário com os produtos e planejamento, incluindo: a identificação e o ranking da relativa importância das exigências do usuário; a identificação dos parâmetros de planejamento que contribuem as exigências do usuário; a estimativa dos relacionamentos entre parâmetros de planejamento e exigências do usuário e entre diferentes parâmetros de planejamento, o estabelecimento de parâmetros para avaliação da satisfação das exigências do usuário (LAM; ZHAO, 1998).

A matriz do QFD chamada *house of quality* é frequentemente utilizada para o auxílio na fase de planejamento e design (LAM; ZHAO, 1998; CHEN; CHEN, 2002; OLEWNIK KEMPER, 2008; PITMAN et al., 1996). Esta matriz integra, no caso de Instituições de ensino, exigências e necessidades do mundo do trabalho e dos estudantes (Fig. 6.1) e define os relacionamentos do ponto de vista qualitativo em “fracas”, “médias” e “fortes”.

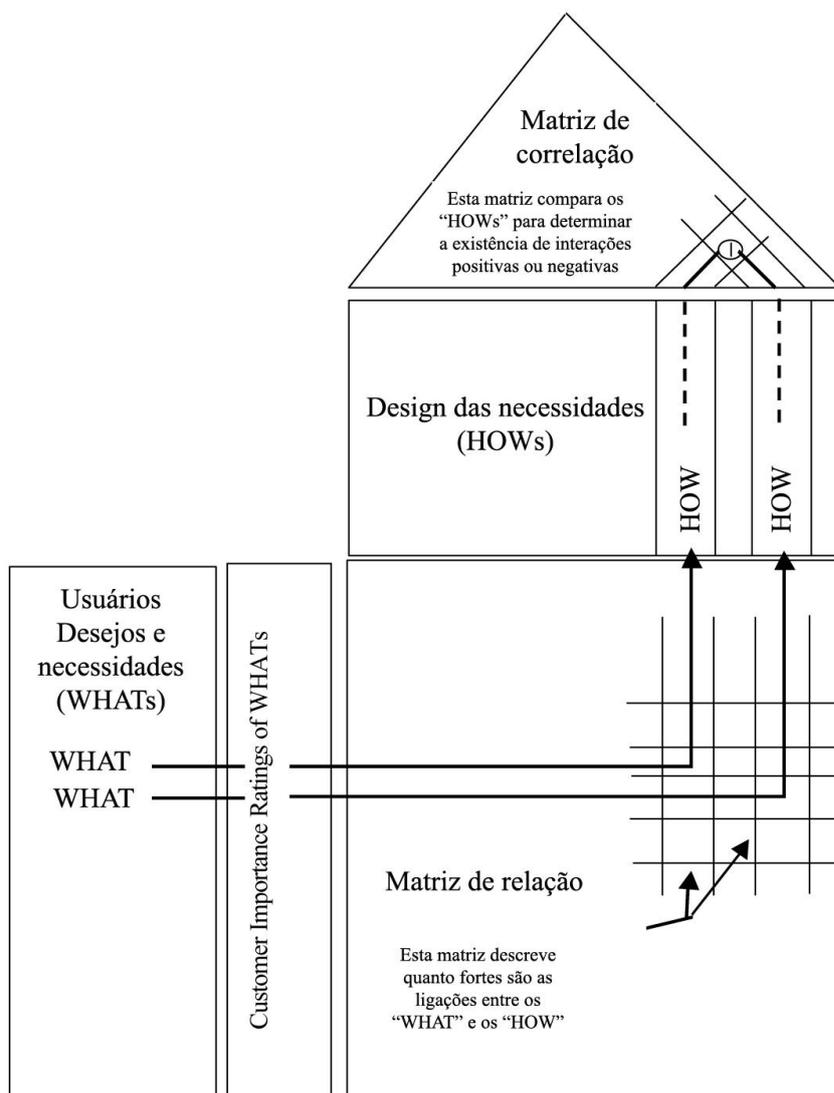


Figura 6.1. The house of quality, adaptado de Chen & Chen, 2002.

Por Olewnik e Kemper (2008) a principal vantagem da *house of quality* é fazer pensar as pessoas na direção certa, permite o fluxo de informações e com relação às instituições e as empresas permite que usem de maneira eficiente informações e conhecimentos. Como desvantagens, por contra, por finalidades mais finas de análises, úteis para fins comerciais, este processo deve ser considerado como um compromisso híbrido entre análises quantitativas e qualitativas podendo assim ser fonte de incertezas e talvez de erro.

6.3- Biomonitoramento das águas

A água é uma fonte estratégica, esgotável e propulsora de desenvolvimento e é necessário um plano global de ação para um novo modelo de gestão (NAÇÕES UNIDAS, 1972). Os problemas ligados ao gerenciamento dos recursos hídricos são considerados um problema mundial, mas em geral, o problema não é homogêneo, nem constante no tempo e com frequência varia de forma consistente de uma região para outra (BISWAS, 2004).

O gerenciamento dos recursos hídricos, as intervenções a salvaguarda da saúde pública e as medidas necessárias para mitigar o impacto ambiental devido ao desordenado crescimento populacional são, ainda, objeto de estudo. Tais atividades são auxiliadas, em vários países do mundo, pelo emprego da ferramenta chamada biomonitoramento, que possibilita uma abordagem multidisciplinar permitindo superar os limites de análises baseadas em dados derivantes de um só tipo de abordagem como os puramente físico-químicos (HERING et al., 2004; BONADA et al., 2006).

Desde a década de 1970, pesquisadores e gestores de recursos hídricos da Europa Ocidental e América do Norte argumentam que as metodologias tradicionais de classificação das águas baseadas em características físicas, químicas e bacteriológicas, não são suficientes para atender aos usos múltiplos da água, sendo particularmente deficientes na avaliação da qualidade estética, de recreação e ecológica do ambiente (CAIRNS; PRATT, 1993). Outras desvantagens derivam do fato de não ser capazes de detectar as sinergias entre as substâncias poluentes (GHETTI, 1986) e que em caso de medições químicas realizadas longe da fonte poluente, poderão não ser capazes de detectar perturbações sutis sobre o ecossistema (ROSENBERG; RESH, 1993). Por essas razões o monitoramento de recursos hídricos deve incluir, além das medidas físico-químicas, as medidas biológicas e ambientais, a fim de obter um espectro amplo de informações sobre o ecossistema (METCALFE, 1989).

A base teórica da medição da qualidade da água através da utilização da biota foi estabelecida na Alemanha em meados do século XIX, com o conceito de *saprobidade* (HASSALL, 1850; COHN, 1853 *apud* ROLAUFFS et al., 2004), e a sua aplicação prática foi apresentada no começo do século XX (KOLKWITZ; MARSSON, 1902; 1908; 1909 *apud* ROLAUFFS et al., 2004). Oitenta anos depois, Metcalfe (1989) reporta a existência de mais de cinquenta diferentes métodos de análises bióticas.

O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade de um recurso natural é baseado no fenômeno pelo qual a comunidade presente num determinado ambiente responde de maneira integrada a todas as alterações ambientais modificando sua estrutura e composição. Em geral pode-se observar: (a)- o desaparecimento das espécies mais sensíveis, (b)- o aumento das espécies que conseguem beneficiar-se dessa nova situação, (c)- o aparecimento de outras

espécies, antes não presentes (GHETTI, 1986). Estas modificações possibilitam avaliar e detectar, entre outras, o efeito e modificações ambientais realizadas fora do ambiente aquático, como por exemplo: o desmatamento, as substâncias poluentes em baixa concentração e o efeito sinérgico de substâncias liberadas no ambiente, permitindo assim, superar os limites das avaliações realizadas utilizando medições físico-químicas (GHETTI, 1986; METCALFE, 1989; ROSENBERG; RESH, 1993). Assim, segundo os autores anteriormente citados, as populações animais e vegetais constituem em conjunto os indicadores de excelência dos efeitos produzidos pela poluição nos ambientes nos quais vivem, em razão da:

- grande diversidade ecológica e fisiológica, que permite uma ampla escolha de espécies indicadoras em uma ampla escala de condições;
- capacidade dos organismos de reagir não a um fator unitário de perturbação, mas à situação no complexo;
- capacidade de expressar um efeito cumulativo e sinérgico com respeito à ação de vários fatores e capacidade de integração de situações no tempo;
- possibilidade de serem usados em todos os níveis de complexidade biológica (células, tecidos, organismos, espécies ou comunidades).

Segundo Ghetti (1986), por meio da aplicação dessas ferramentas de avaliação ambiental é possível controlar:

- a perda real da diversidade de espécies, em vez de avaliar os efeitos indiretos dos agentes estressores;
- o efeito sinérgico das alterações antropogênicas ocorridas na bacia hidrográfica (por exemplo, a soma dos efeitos do desmatamento, da entrada de pesticidas e de efluentes domésticos);
- o impacto de espécies exóticas sobre a fauna e flora locais;
- a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos.

Para o biomonitoramento dos corpos hídricos atualmente vêm sendo empregadas várias abordagens com diferentes pressupostos teóricos, tipos de informações fornecidas e custos de aplicação – índices sapróbicos, bióticos e de riqueza, bioindicadores ativos e passivos, ensaios toxicológicos, estudos das assimetrias, de grupos funcionais, de características biológicas múltiplas, da produção secundária de bentos e da decomposição das folhas de fundo, análises multimétricas e multivariadas (METCALFE, 1989; BONADA et al., 2006), mas todos baseados nos princípios acima elencados.

A maioria destes sistemas de medição da qualidade ambiental utiliza a comunidade de macroinvertebrados (BONADA et al., 2006). Tachet et al. (1987) definem o termo

macroinvertebrados como invertebrados cujo tamanho, no final do estado larvar ou na fase imaginal (adulto), é raramente inferior a um milímetro. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (*United States Environmental Protection Agency*) define os macroinvertebrados como os organismos que são retidos em uma rede de malha U.S. Standard nº 30 (0,595 mm = 21 malha/cm) (WEBER, 1973). Com base no habitat ocupado, os macroinvertebrados podem ser distinguidos em: planctônicos, nectônicos e pleustônicos, associados à coluna de água ou ao filme superficial, e bentônicos que são associados ao fundo e substratos adjacentes; por sua vez, podemos distinguir entre os bentônicos os que vivem pelo menos parte da vida, na superfície ou nos primeiros centímetros de sedimento, denominados de epibentônicos, daqueles que vivem em estratos mais profundos, denominados de freáticos (TACHET et al., 1977). Segundo Ghetti (1986), os macroinvertebrados epibentônicos são os organismos mais utilizados para o biomonitoramento de águas continentais por várias razões: (a)- são fáceis de coletar, (b)- são geralmente de fácil reconhecimento, (c)- apresentam vários graus de sensibilidade a estresse, e (d)- apresentam ciclo de vida relativamente longo, o que permite a detecção de estresses pontuais no tempo.

Atualmente, a maioria dos países desenvolvidos já incorporou em suas legislações ambientais metodologias de monitoramento do estado ecológico das águas através do biomonitoramento (HERING et al., 2004; BONADA et al., 2006; FURSE et al., 2006), geralmente regulamentando o uso por Leis específicas (HERING et al., 2004a) e já desenvolveram cursos e material didático específico para a formação de recursos humanos.

No Brasil, o obstáculo para a aplicação de biomonitoramento é multifatorial, cabe destacar, a criação e implementação do quadro legislativo e a disponibilidade de investimentos financeiros como reportado por Biswas (2004) para outros países. Do ponto de vista legislativo, o Brasil somente no ano de 2005 deu os primeiros passos para a adequação da sua legislação, considerando este sistema de avaliação na legislação como método complementar de avaliação da qualidade da água (Resolução CONAMA nº 357, de 17 de abril de 2005, art. 8, coma 3-4) (BRASIL, 2005). Esta Resolução mesmo não tendo nenhuma força de obrigatoriedade nem compromisso de uso com relação à utilização das novas ferramentas de controle ambiental, abriu de fato o caminho para uma futura utilização do biomonitoramento e de uma futura regulamentação legislativa. Assim, o assunto biomonitoramento no país foi oficialmente aberto.

No contexto legislativo brasileiro, porém, este novo recurso tecnológico poderá fornecer suporte para outras Leis, a citar como exemplo a Lei nº 7347/85 e Lei nº 9605/98 (Avaliação de Crimes Ambientais), a Lei nº 10.165/00 (Controle e Fiscalização Ambiental) e

o Decreto nº 88351/81 (substituído pelo Decreto nº 99274/90), a Resolução CONAMA nº 001/86 e Resolução CONAMA nº 237/97 (que prevêm o exame prévio de impactos necessários para a obtenção de Licença Ambiental e dos sucessivos programas de acompanhamentos previstos para os empreendimentos ou atividades que utilizam recursos naturais com potencial impacto ambiental) (BRASIL, 1981b; 1985; 1986; 1990; 1997b; 1998e; 1999b; 2000b).

Do ponto de vista técnico o Brasil, como outros países do mundo, mudou o seu relacionamento com o ambiente natural e os recursos hídricos, e obteve, na última década, grandes avanços na pesquisa relativa a sistemas de biomonitoramento (MUGNAI; GATTI, 2008). Várias instituições de pesquisa e universidades, no Brasil, vêm investindo no conhecimento ecológico dos ecossistemas aquáticos e no desenvolvimento de métodos de biomonitoramento, através do uso de macroinvertebrados. Atualmente alguns Estados já desenvolveram e testaram ferramentas de medição da qualidade da água utilizando macroinvertebrados: Rio de Janeiro (SOMI: BAPTISTA et al., 2007; IBE-IOC: MUGNAI et al., 2008), Minas Gerais (BMWP-CETEC: JUNQUEIRA; AMARANTE, 1998), outros como o Estado de São Paulo já possuem grande conhecimento acerca da fauna de macroinvertebrados de água doce (FAPESP, 2008a;b; METZGER; CASATTI, 2006). Entretanto, a aplicação prática do biomonitoramento no Brasil ainda é escassa, apesar de seu grande potencial, haja vista os resultados expressivos observados em outros países, os quais se utilizam rotineiramente do monitoramento biológico (FERRÉOL et al., 2005; FURSE et al., 2006). Em contraste com o grande esforço feito para o desenvolvimento de técnicas de avaliação e de coletas de dados em geral o maior impedimento para um avanço técnico e para sua aplicação em grande escala é constituído pela ausência de coleções de referência, recurso humano devidamente capacitado, de cursos específicos de formação e de material didático adequado (BRASIL, 2006a).

7- METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

O presente trabalho é um estudo estratégico e exploratório com uma abordagem qualitativa e quantitativa dividida em três etapas principais.

Pressupostos metodológicos

Para o planejamento de uma atividade de ensino é necessário avaliar de forma conjunta vários fatores entre os quais: (a)- os objetivos, (b) o conteúdo, (c)- o material didático, (d)- a modalidade didática e (e)- o processo de avaliação (BELCHIOR, 1972; BORDENAVE; PEREIRA, 1977; KRASILCHIK, 2004; TUCKMAN; EDWARDS, 1971). No caso do planejamento de um estudo que vise instrumentalizar o ensino para formação de recursos humanos especializado em biomonitoramento da qualidade da água no Brasil, é necessário incluir pelo menos dois fatores além dos acima citados. O primeiro relativo à avaliação do perfil do possível usuário, ou seja, do profissional que deverá ser capacitado para a função de controle das águas no Brasil, questão ainda não levantada no país. O segundo relativo ao material didático. No Brasil, de acordo com o processo de busca utilizado neste trabalho, ainda não existem textos técnicos específicos nem material didático para o auxílio de atividade de ensino neste setor. Assim, a atividade da pesquisa relativa a este fator deve ser necessariamente subdividida em duas etapas: 1- estudo e produção de um texto técnico e de uma coleção didática específicos para a realidade brasileira, 2- avaliação do texto técnico produzido. Consequentemente, a pesquisa foi realizada considerando os seguintes elementos: objetivos, conteúdo, modalidade didática, público alvo, estudo e confecção do material didático e avaliação do material didático.

O primeiro passo da pesquisa foi constituído pela análise das relações entre os elementos, prendendo como exemplo o modelo proposto por Tuckman e Edwards (1971) que, diferentemente de outros, não é do tipo linear, mas apresenta os fatores interligados de maneira complexa e que se influenciam entre si (Fig. 7.1).

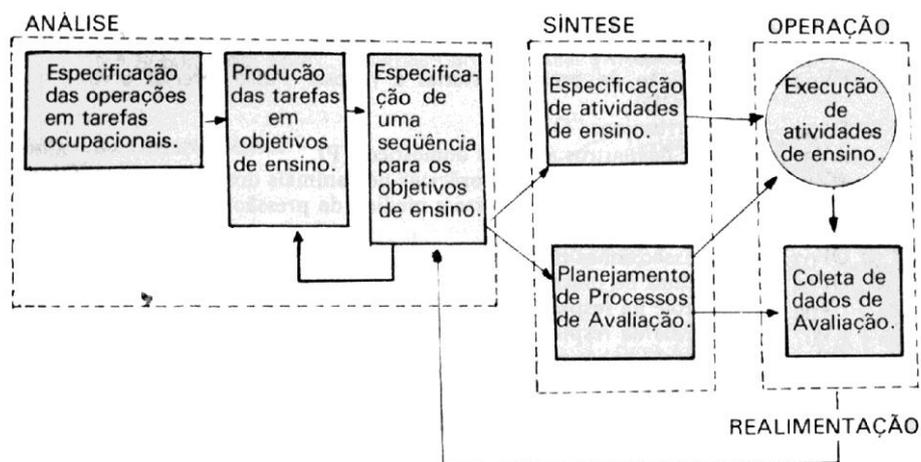


Figura 7.1. Modelo sistêmico para o planejamento e controle da instrução. De Tuckman e Edwards, 1971.

Com base neste modelo, após avaliar todos os elementos que caracterizam nossa pesquisa e discutir os possíveis relacionamentos, propomos o seguinte diagrama representando os elementos e seus relacionamentos não lineares (Fig. 7.2).

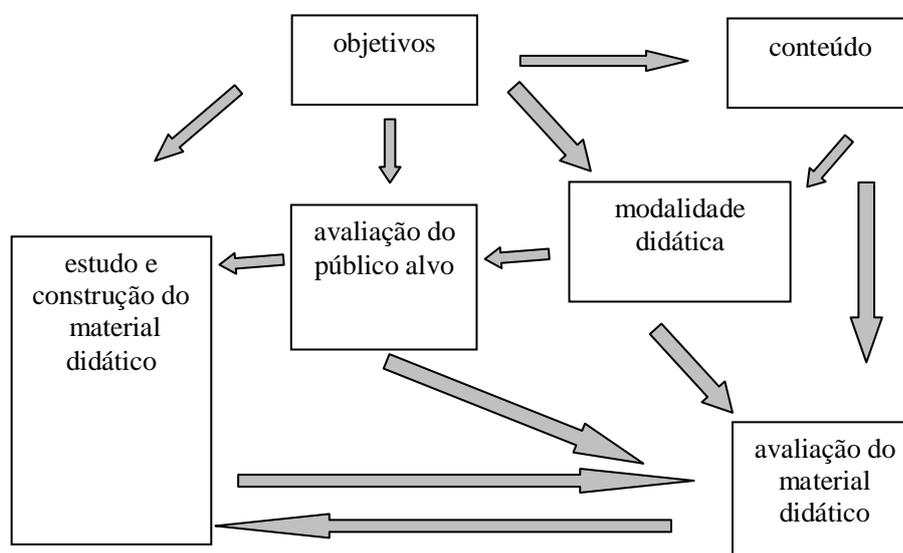


Figura 7.2. Relacionamentos entre os elementos de pesquisa.

Com relação ao material didático a ser produzido, sendo o nosso objetivo instrumentalizar os cursos de formação de recurso humano para a avaliação da qualidade de recursos hídricos utilizando técnicas de biomonitoramento, consideramos necessário incluir no presente estudo o desenvolvimento de uma coleção didática, elemento indispensável para

todos os cursos de biologia, o estudo da taxonomia, a realização de aulas práticas e a avaliação do desempenho dos estudantes.

A partir do diagrama apresentado na Figura 4 o trabalho foi subdividido em três etapas, correspondentes aos objetivos específicos:

1. elaboração e desenvolvimento de um livro técnico específico para a realidade brasileira, constituído por um manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro a partir do estudo da realidade local e de material didático existente e utilizado em outras localidades geográficas;
2. idealização e desenvolvimento de um sistema de conservação para a realização de uma coleção didática específica, a partir de estudo sobre técnicas de conservação e problemas específicos de utilização;
3. avaliação da usabilidade do livro técnico produzido, em atividade de ensino.

ETAPA 1: Elaboração e desenvolvimento de um livro técnico específico para a realidade brasileira

A atividade de pesquisa relativa a primeira etapa foi dividida, por sua vez, em quatro fases de estudo:

- a- avaliação do público alvo para programas de ensino para capacitação técnica em biomonitoramento das águas;
- b- estudo da realidade brasileira relativa ao conhecimento de ecossistemas aquáticos;
- c- estudo das publicações específicas utilizadas em diferentes localidades do mundo;
- d- realização do livro técnico.

a- Avaliação do público alvo para programas de ensino para capacitação técnica em biomonitoramento das águas

No Brasil, diferentemente de outros países, apesar dos avanços científicos e legislativos no setor de biomonitoramento das águas, a discussão relativa à figura profissional que irá exercer a função de controle ambiental utilizando as novas ferramentas de avaliação

não foi ainda aberta. Assim, esta primeira fase do estudo teve a finalidade de estabelecer o possível público alvo a ser atingido, uma vez que este é o fator principal para a determinação do grau de transferência didática a ser alcançado para realizar o material bibliográfico. A pesquisa foi realizada a partir do estudo da legislação brasileira e do estudo dos cursos técnicos oferecidos em vários países do mundo.

b- Estudo da realidade brasileira relativa ao conhecimento de ecossistemas aquáticos

Esta fase de estudo teve vários objetivos: o estudo do conhecimento dos ecossistemas aquáticos no Brasil e sua distribuição no território da União; individualização de bancos de dados para realizar nossa pesquisa bibliográfica e de faunística; a individualização de coleções que disponibilizassem o acervo; o estudo das doenças veiculadas pela água ou por macroinvertebrados aquáticos. Os resultados nos mostraram, do ponto de vista territorial, um quadro bastante heterogêneo o que fortaleceu nossa escolha de realizar uma publicação para o estado do Rio de Janeiro.

A revisão bibliográfica, realizada utilizando como bancos de dados, entre outros Zoological Record¹, Google Acadêmico² e os acervos bibliográficos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)³ e da Universidade Federal de São Paulo (USP)⁴, norteou as fases sucessivas para a coleta de dados e a redação do texto técnico.

c- Estudo das publicações específicas utilizadas em diferentes localidades do mundo

Para estabelecer os objetivos e conteúdo a serem alcançados e a modalidade didática para ser utilizada no manual para o treinamento em biomonitoramento das águas do estado do Rio de Janeiro, foram estudados e avaliados os manuais especializados publicados para outras localidades geográficas. Com finalidade de abranger a maior variedade de modelos possíveis foram consultadas obras provenientes de diferentes localidades do mundo. Assim, as obras avaliadas foram: para as Américas Usinger (1968) (USA), Lehmkuhl (1979) (USA), Merritt & Cummins (1984) (USA), Stehr (1991) (USA), Ward (1992) (USA), Fernández e Domínguez (2001) (Argentina), para a Europa Tachet et al. (1977) (França), Croft (1986) (Inglaterra), Provincia di Trento ed. (1988) (Itália), Campaioli et al. (1994) (Itália), e para a Oceania CSIRO (1996) (Austrália). O exame dessas publicações contemplou, além dos aspectos relacionados aos objetivos, conteúdo e modalidade didática, os seguintes fatores: editoração e características relacionadas à praticidade de consulta, clareza dos caracteres diagnósticos utilizados, tipo de representação dos caracteres diagnósticos (entendendo com este termo o caráter morfológico que permite a classificação), informações ecológicas e possíveis fatores

facilitadores para o treinamento técnico (recursos gráficos, glossário, dentre outras). Além disso, permitiu de identificar padrões estéticos diferentes.

d- realização do livro técnico

O manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro foi produzido utilizando dados obtidos através de uma extensa pesquisa bibliográfica submetidos a um processo de transferência didática.

No Brasil, nas últimas décadas aumentaram em números as publicações relativas à faunística e taxonomia. Tais publicações encontram-se dispersas em numerosas revistas e livros científicos. Assim, foi realizada uma revisão bibliográfica utilizando como bancos de dados, entre outros os acima citados (Zoological Record¹, Google Acadêmico² e os acervos bibliográficos da UFRJ³ e da USP⁴).

Os dados relativos à fauna brasileira além de serem dispersos em numerosas revistas e livros científicos são redigidos principalmente em idioma inglês, a maioria redigida no formato descritivo com elevado número de caracteres taxonômicos, que embora necessários para definição dos táxons, não são utilizáveis para didática como também para o auxílio de atividade em laboratório. Para que esse conhecimento zoológico seja de fácil entendimento por um determinado público, diferente do constituído por especialistas do setor foi necessário que, além de uma atividade de condensação e de tradução, fosse realizado um adequado processo de transferência didática (BERNSTEIN, 1998; CHEVALLARD, 1985; 2007; HYLAND, 1997; MILICIC et al., 2008). O processo de transferência didática foi realizado com base nos dados obtidos nas atividades de pesquisas anteriores relativas à definição do público alvo e de definição de objetivos e conteúdo. O layout gráfico, e a estrutura do manual foram idealizados utilizando as informações obtidas na fase de estudo do conteúdo e da modalidade didática.

Visando localizar os melhores exemplares a serem fotografados foram consultados os acervos e coleções do Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental (LAPSA–IOC) e das coleções do Museu Nacional/UFRJ, do Laboratório de Entomologia da UFRJ e da Coleção de Malacologia da Fundação Oswaldo Cruz. Tais Instituições, além de disponibilizar o material, colaboraram na confirmação da correta identificação do material zoológico através da consulta de especialistas. O material biológico selecionado foi organizado num acervo

¹ banco de dados de artigos de zoologia em formato cartáceo disponível na biblioteca de Manguinhos Fiocruz.

² banco de dados eletrônico disponível em: <http://scholar.google.com.br>

³ disponível em: <http://www.minerva.ufrj.br>

⁴ disponível em: <http://www.usp.br/sibi>

temporário que foi devolvido aos acervos originais após a realização da documentação fotográfica.

Para realizar as micrografias dos exemplares e dos caracteres taxonômicos escolhidos para a redação do manual, foi implantado um sistema de aquisição de imagem seguindo o modelo do Departamento de Entomologia da Harvard University (HARVARD UNIVERSITY, 2008). As micrografias foram realizadas utilizando um microscópio estereoscópico Tecnival®, modelo SQF-F, munido de câmera fotográfica digital Sony, modelo CyberShot W50®. Para os grupos taxonômicos de maior tamanho (ex. Crustácea) utilizou-se a mesma câmera fotográfica digital com tripé. A edição de imagens fotográficas e a composição gráfica foram realizadas utilizando os programas Photoshop®, versão CS4 e InDesign®.

ETAPA 2: Idealização e desenvolvimento de um sistema de conservação para a realização de uma coleção didática específica

As coleções didáticas de biologia encerram material destinado ao ensino, demonstrações e treinamento. Em geral, os espécimes deste tipo de coleção têm uma curta duração em sentido temporal, e este problema é ainda maior numa coleção didática que contemple a maioria de espécimes constituídos por insetos em fase larvar, que além de ser delicada por sua natureza apresentam brânquias ou filamentos úteis para sua identificação (Fig. 7.3a, b).

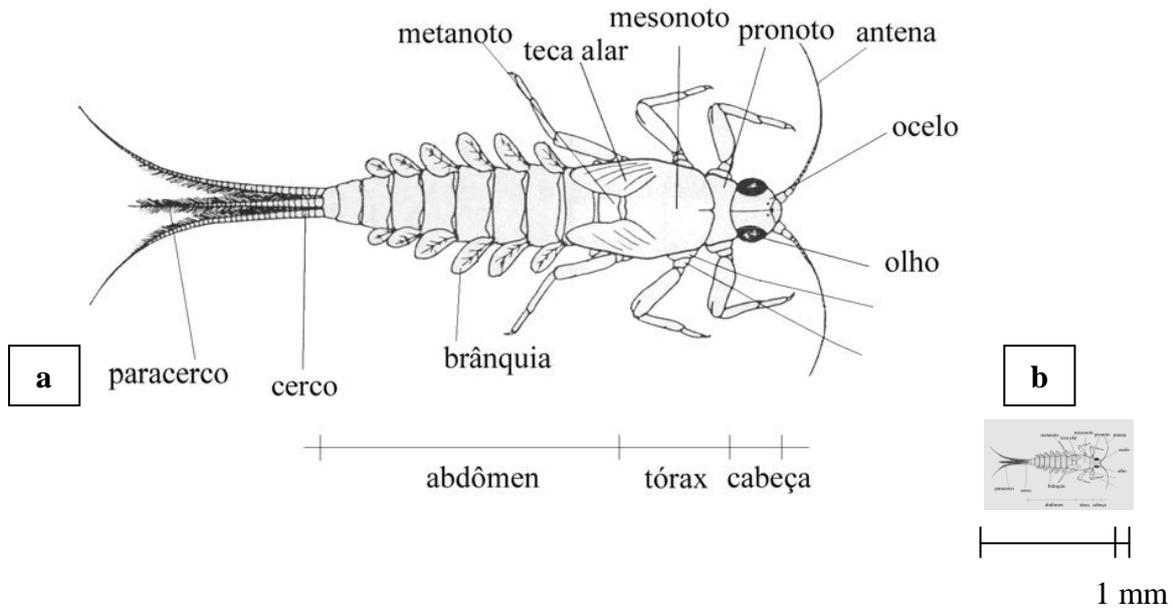


Figura 7.3 a - Morfologia de larva de Ephemeroptera (Insecta). b – tamanho natural, máximo, da mesma larva. Adaptado de Mugnai et al., 2009.

Com finalidade de produzir uma coleção didática específica em apoio às atividades de ensino e aos processos de avaliação do desempenho dos estudantes, contemplando os principais grupos taxonômicos de macroinvertebrados presentes no estado do Rio de Janeiro, foram realizados estudos bibliográficos relativos às técnicas de conservação de material biológico e testes de laboratório visando desenvolver uma técnica de conservação que permitisse a realização de uma coleção didática de longa durabilidade.

ETAPA 3: avaliação da usabilidade do livro técnico produzido, em atividade de ensino

Antes que qualquer recurso didático seja utilizado é necessário que este seja avaliado, e se necessário aperfeiçoado (CHEN; CHEN, 2002). Para avaliar o manual didático e em particular o processo de transferência didática, como também as estratégias didáticas utilizadas, foram realizados dois ciclos de avaliação: o primeiro realizado durante o último período de redação do manual, antes da sua publicação e o segundo, após a editoração.

Primeira avaliação

Após a produção de uma primeira pré-edição realizada no Instituto Oswaldo Cruz, com finalidade de verificar o processo de *transferência didática* realizado, como também avaliar a possível presença de choques culturais foi realizado um teste no laboratório do LAPSA-IOC/FIOCRUZ. Assim, cópias da pré-edição foram disponibilizadas para realizar ciclos de treinamento de estudantes e para o trabalho de bancada no laboratório. O conjunto de sujeitos de pesquisa utilizado era constituído por seis estudantes, que no período de treinamento frequentavam cursos de ensino superior em ciências biológicas do 3º até 5º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas, e de um técnico de laboratório, formado em ciências biológicas. Nenhum dos candidatos apresentava no *curriculum studiorum* cursos de entomologia ou de especialização da área.

Os componentes do grupo receberam palestras introdutórias de caráter geral e específicas relativas às funções e atividades a serem desenvolvidas no laboratório. Após esta fase preparatória, os candidatos começaram a trabalhar nas tarefas de triagem e classificação de material biológico coletado em campo. Para a execução das atividades os candidatos foram convidados a usar a pré-edição do manual e foi pedida a comunicação da presença de eventuais erros de redação e fornecimento de sugestões para melhorias da pré-edição. Durante o período de trabalho, as atividades foram monitoradas de maneira tal a não interferir com as atividades desenvolvidas e foram anotadas dificuldades, comentários, sugestões e críticas. Ajuda na compreensão do texto, na utilização das chaves dicotômicas e no reconhecimento dos caracteres taxonômico foi fornecida só no caso de pedido explícito.

Segunda avaliação

Após o lançamento do Manual de identificação no Congresso Brasileiro de Limnologia em agosto de 2009 foi realizada a segunda etapa do teste. Em acordo com Lee (1999), a seleção e recrutamento dos participantes é o elemento crucial de um teste de avaliação. A seleção dos participantes envolve a identificação e descrição de capacidades relevantes e conhecimento do pessoal que se deseja envolver. Sempre segundo o mesmo autor, o teste será validado se os participantes representam os possíveis usuários tipo. Assim, para avaliar a usabilidade do manual em atividades de ensino para capacitação em biomonitoramento e de consequência o processo de transferência didática, foi realizada a avaliação com grupos de sujeitos de pesquisa com diferentes níveis de especialização nas áreas entomológicas e/ou limnológicas e pertencentes a diferentes Instituições de ensino.

A partir desta representação do universo da pesquisa, foram selecionados cinco grupos de sujeitos de pesquisa compondo uma amostra não probabilística intencional (LEHFELD,

1991, p. 41). Um tipo de amostra, compostas de forma acidental ou intencional, nos quais os elementos não são selecionados aleatoriamente, mas de acordo com uma estratégia adequada e se relacionam intencionalmente com as características estabelecidas. Entre os grupos de pesquisa foi incluído um grupo que já possuía conhecimentos teórico-práticos da área. Cada grupo foi constituído por 10 a 20 sujeitos de pesquisa sendo este número, em alguns casos, correspondente ao número de estudantes de cursos de ciências biológicas por nós selecionados.

Os cinco grupos utilizados podem assim ser caracterizados:

GRUPO A: profissionais da área e mestrandos/doutorandos ligados a áreas de biomonitoramento das águas, n=10;

GRUPO B: estudantes do Curso de Especialização *lato sensu* biólogos formados e um veterinário, n=11;

GRUPO C: estudantes do 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas, que começaram a cursar a disciplina de Zoologia/ Arthropoda, n=24.

GRUPO D: estudantes do 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas, n=11;

GRUPO E: estudantes do 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas, que não cursaram a disciplina de Zoologia/Arthropoda, n=12.

O processo de avaliação foi realizado em duas etapas relativas ao conhecimento inicial e final como sugerido por Bordenave e Pereira (1977, p. 268-269), Hoffmann (2005, p. 87-88) e Perrenoud (199, p. 56) e dividido em três fases:

Primeira fase:

- a- *debriefing*, elemento indispensável com o qual aos participantes foi apresentado o manual e foram esclarecidas as finalidades do teste e as tarefas a serem executadas, como recomendado por Lee (1999);
- b- realização do teste de conhecimento prévio de reconhecimento da fauna e de conhecimentos relativos à parte teórica de biomonitoramento (Teste 1).

Segunda fase: fase de estudo e uso do manual, período de duração 14 dias.

Terceira fase: teste de reconhecimento da fauna utilizando o manual, e de conhecimentos relativos à parte teórica de biomonitoramento (Teste 2).

O tempo de duração máxima das atividades dos sujeitos de pesquisa foi de 120 minutos, considerando que a atividade de classificação dos espécimes é uma tarefa demorada

e que requer cuidados. Para a realização do Teste 1 foi permitida a consulta de bibliográfica especializada.

A escolha de um período de 14 dias para o estudo e utilização do material didático entre a primeira e terceira fase foi devido a um conjunto de fatores, entre os quais: (a)- o tempo mínimo de leitura do manual, (b)- a disponibilidade de tempo dos sujeitos de pesquisas, sendo estes principalmente estudantes e (c)- a disponibilidade semanal de laboratórios e dos professores envolvidos na atividade de pesquisa.

Os questionários foram construídos com base em Bordenave e Pereira (1977, p. 270-302) e Wilde e Sockey (1995) e foram consideradas as exigências dos possíveis usuários como sugerido para a estratégia do *Total Quality Management* (TQM). Os questionários são constituídos de duas seções. A primeira relativa aos conhecimentos da parte teórica de biomonitoramento, por meio de um conjunto de perguntas abertas e fechadas. A segunda relativa à capacidade de identificação de exemplares da coleção didática, no qual o candidato indica o nome do nível taxonômico identificado. Os questionários utilizados para a avaliação são apresentados nos apêndices 2 e 3. Cabe ressaltar que foi solicitado aos participantes que não inserissem seus nomes visando preservar a integridade dos pesquisados e o sigilo das informações. Este fato foi salientado no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Oswaldo Cruz (CEP/FIOCRUZ) (anexo 1).

Com finalidade de obter resultados de identificação da fauna que possibilitem a maior comparação possível, evitando a geração de diferenças de resultados devidos à conservação e natureza dos exemplares, foram utilizados exemplares de uma coleção realizada especificamente. Assim, para cada teste e cada grupo, selecionados de maneira aleatória espécimes para compor nove lotes constituídos de dez espécimes a partir de uma coleção didática constituída por 126 espécimes. Cada lote constituído por moluscos, crustáceos e pelos menos um exemplar para cada ordem do táxon Insecta.

Além do teste realizado com formulários, decidimos utilizar a observação das atividades dos sujeitos de pesquisa durante a execução dos testes e sucessivas entrevistas com a finalidade de individualizar as dificuldades de uso do texto técnico.

Para a análise dos dados utilizamos dois tipos de abordagem, uma quantitativa e uma qualitativa. Para os dados relativos à identificação dos espécimes, de ecologia, de biossegurança e do tempo empregado utilizamos uma abordagem quantitativa. Para avaliar a variação entre os resultados dos Teste 1 e Teste 2 para cada grupo e de forma comparada entre os grupos foi calculada a *frequência relativa simples* (fr) das respostas certas que representa a proporção com que cada tipo de resposta ocorre (Σ respostas certas/respostas) (CALLEGARI-

JAQUES 2004, p. 20). Neste contexto, porém, as respostas foram avaliadas também do ponto de vista formal, considerando que:

- a- as respostas foram consideradas válidas também em caso de utilização de terminologia vulgar, não utilizada no texto técnico e não considerada válida em trabalhos formais;
- b- as respostas foram avaliadas também do ponto de vista hierárquico taxonômico, sendo que a taxonomia estruturada hierarquicamente e, em função disso, um erro de identificação em um determinado nível taxonômico, ex. gênero, nem sempre acarreta um erro em um nível superior, ex. família;
- c- na análise dos resultados das perguntas relativas a biossegurança as três tipologias respostas (certas, erradas e não sei) foram agrupadas em duas (certa e errada), juntando as “não sei” com “as erradas”, considerando a incerteza expressa como uma possível situação de risco para o estudante ou uma não compreensão do texto.

Para avaliar a correlação entre os resultados dos testes foram utilizadas como variáveis as percentuais de acertos para grupos taxonômicos. As variáveis foram normalizadas. Por Callegari-Jaques (2004, p. 43) é necessário para cada tipo de variável procurar o modelo de transformação que tornem suas distribuições mais próximas de uma normal. Para testar a distribuições das variáveis foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, rejeitando a hipótese de distribuição normal para $p(\text{normal})$ menor de 0.05. Para avaliar em cada grupo, os testes 1 e 2, foi utilizado o teste t de Student pareado. Para avaliar os resultados obtidos entre os vários grupos e tipo de teste foi utilizada a análise da variância (ANOVA) (CALLEGARI-JACQUES 2004 p.153-164) com pós-teste de Dunnett com finalidade de avaliar como estes são diferentes. Para realizar os testes de Shapiro-Wilk e foi utilizado o programa PAST (HAMMER et al. 2001); para o teste t e ANOVA o programa Prism 5.0 for Windows (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2007).

Para a análise das perguntas abertas foi empregada uma abordagem qualitativa, utilizando a análise do conteúdo como sugerido por Bardin (1977), Demo (2005) e Hoffmann (2005), utilizando a técnica da análise categorial (Bardin, 1977). A análise categorial è “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero, com os critérios previamente definidos” (BARDIN, 1977, p. 117). A análise foi organizada em torno de três pólos cronológicos. A pré-análise, na qual foram discutidas as hipóteses e os objetivos e os indicadores que fundamentaram a interpretação. A exploração do material, fase na qual as respostas fornecidas

foram transcritas e codificadas em função das regras previamente formuladas. O tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

O critério de categorização utilizado foi semântico e lexical e o processo foi realizado em duas etapas: isolar os elementos, realizando um inventário; repartir os elementos, classificando as respostas. Para a determinação das categorias foi seguido um modelo aberto, no qual as categorias não são fixas no início, mas tomam forma no curso da análise (SILVA et al., 2005).

Com finalidade de garantir objetividade a análise e neutralidade dos investigadores no processo de análise os nomes dos grupos de sujeitos de pesquisa foram substituídos por códigos originados de forma aleatória e o processo de categorização das respostas foi realizado por um pesquisador que não participou as outras etapas da pesquisa.

Terceira avaliação

Com objetivo de avaliar o manual de identificação do ponto de vista dos profissionais que atuam na área de ensino, módulos de avaliação foram enviados a dez professores universitários que já realizaram pesquisas no âmbito do biomonitoramento das águas e pesquisadores da área que atuam também na área de ensino. O modulo enviado, apresentado no apêndice 8, é constituído de duas partes. A primeira com finalidade de medir o grau de satisfação utilizando uma escala variável de zero até dez, relativas ao conteúdo, possibilidade de utilização do manual em atividade de ensino e laboratório, valor científico da obra, glossário e iconografia. A segunda, de redação livre, com finalidade de receber comentário e sugestões.

8- RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1- Avaliação do público alvo para programas de ensino para capacitação técnica em biomonitoramento das águas

Esta atividade teve a finalidade de avaliar, do ponto de vista legislativo e técnico, o perfil do recurso humano que deverá ser formado para realizar funções de técnico especializado em biomonitoramento das águas. O resultado nos mostrou uma realidade bastante complexa, e serviu para nortear outras atividades da pesquisa, a citar a transferência didática necessária para o desenvolvimento do manual de identificação e a escolha dos grupos de pesquisa para as atividades de teste.

Em geral, para o uso das aplicações das novas tecnologias é necessário que o recurso humano seja qualificado através de cursos de formação específicos (AUXILIADORA; OLIVEIRA, 2003, p. 17; BAZZO et al., 2000, p. 37; MOREIRA KENSI, 2007, p. 22). Roggero (2007a;b) propõe que a “qualificação de recurso humano” deve-se entender como “produto sempre provisório de um processo complexo em que se combinam numerosos elementos muito heterogêneos, que é necessário distinguir”, ou seja, é fundamental que a qualificação seja entendida como um conceito explicativo da articulação dos diferentes elementos que compõem as relações de trabalho, propondo o aprofundamento nas categorias explicativas da relação do indivíduo com o trabalho.

Segundo Le Boterf (2003) o termo competência designa qualidade de quem é capaz de aprender, julgar ou resolver certo assunto, ter capacidade para fazer algo, ter habilidade, aptidão, idoneidade, e a capacidade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos para enfrentar uma situação complexa. Na linguagem popular, o termo competência é usado como “ser capaz de fazer algo de modo bem feito” (DEPRESBITERIS, 2007). Para as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Profissional de Nível Tecnológico (Parecer CNE/CP no. 29/2002) “entende-se por competência profissional a capacidade de mobilizar, articular e colocar em ação conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para o desempenho eficiente e eficaz de atividades requeridas pela natureza do trabalho e pelo desenvolvimento tecnológico”. Vargas Zúñiga (2007) distingue os termos “competência” de “qualificação”, definindo o primeiro como o conhecimento, as aptidões profissionais e o saber executar e dominar assuntos em um contexto específico, e o segundo como as habilidades profissionais do trabalhador, reconhecidas em planos internacional, nacional ou setorial.

Como já reportado na parte introdutória deste trabalho, o Brasil, na última década obteve grandes avanços na pesquisa relativa a sistemas de biomonitoramento e foram feitos os

primeiros passos para a adequação da sua legislação (BRASIL, 2005), mas nada ainda foi discutido em respeito ao recurso humano a ser utilizado. Com finalidade de definir esta figura profissional procuramos indagar em três direções: a- atribuições, b- formação, c-legislação brasileira.

Atribuições

O processo de gerenciamento da água é um processo complexo, que envolve várias Instituições e níveis técnicos. Magalhães (2007, p. 49) reporta que a descentralização da gestão da água envolve o princípio da subsidiariedade, segundo o qual os poderes de decisão são distribuídos em diferentes níveis hierárquicos, segundo o princípio de racionalidade e eficácia. Segundo Le Moigne (1977) citado por Magalhães (2007, p. 105) o processo decisório por intermédio de um sistema informacional (Fig. 8.1). Neste sistema há uma estreita interrelação entre todos os atores: o sistema operacional gera as informações, o sistema informacional acumula e organiza a informação a ser repassada para o sistema decisório que fechará o ciclo. No caso do biomonitoramento das águas a função principal de técnicos é a geração de informações (sistema operacional) que uma vez acumuladas e organizadas permitiram as devidas instituições, em nível de bacia hidrográfica, de Estado ou União, tomar decisões estratégicas.

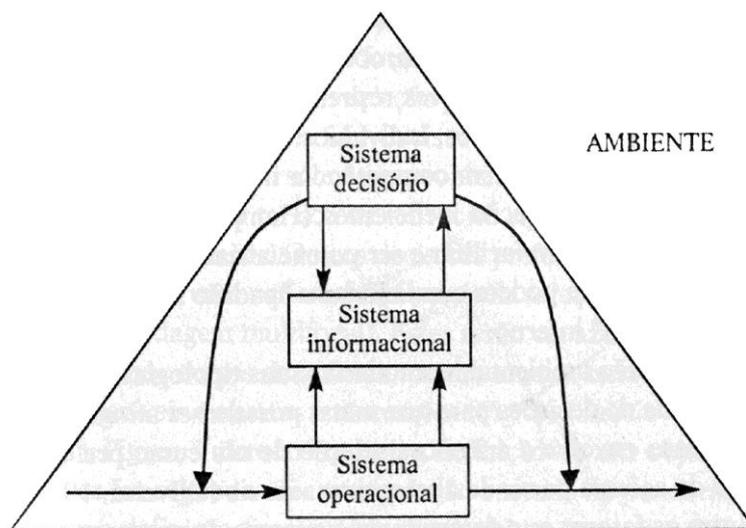


Figura 8.1. Matriz estrutural do processo decisório (de LE MOIGNE, 1977 in MAGALHÃES, 2007).

O principal problema ligado a este nível do processo decisório está na qualidade e confiabilidade da informação gerada (GHETTI, 1981; GOETALS, 2002; HEALTH ORGANIZATION, 2008). Entre os fatores que podem acarretar uma diferente qualidade de informação gerada entre técnicos ou equipes técnicas, os autores citados reportam diferenças em: a- conhecimento do território, b- capacidade de lidar em campo com situações difíceis, c- capacidades de coletar exemplares da fauna em todos os micro-habitats, d- capacidade de distinguir variações de fauna devida a fatores naturais da induzida por fatores humanos, e- capacidade de identificação da fauna. Esta última, apontada por Goetals (2002) e a Health Organization (2008) como o maior problema, sendo diretamente dependente de cursos de formação e de material bibliográfico disponível.

Formação

Procurando entender como é realizado o processo de formação de um técnico em biomonitoramento das águas utilizando macroinvertebrados em outros países realizamos uma pesquisa em Internet com finalidade de avaliar as grades curriculares dos cursos oferecidos. Para a pesquisa dos cursos em internet foi utilizado como motor de busca “Google” (<http://www.google.com.br>). Para realizar a busca foi elaborada uma listagem de palavras chaves. A partir do cruzamento dessas palavras, foram conferidos dados disponíveis na rede. Com finalidade de abranger cursos de formação oferecidos em diferentes localidades do mundo as palavras chaves foram traduzidas nos idiomas inglês e italiano (Tab. 8.1). As palavras utilizadas nos vários idiomas e os mais relevantes sites encontrados são apresentadas no quadro no apêndice 6.

Tabela 8.1. Palavras de busca utilizada nos idiomas português, inglês e italiano.

Idioma/ palavra chave	PORTUGUÊS	INGLÊS	ITALIANO
1	Biomonitoramento	Biomonitoring	Biomonitoraggio
2	Água	Water	Acqua
3	Água doce	Freshwater	Acqua dolce
4	Curso	Curse	Corso
5	Treinamento	Training	Formazione
6	Capacitação	Training	Capacitazione
7	Macroinvertebrados	Macroinvertebrates	Macroinvertebrati

O resultado nos mostrou que existem desde cursos não formais de curta duração com finalidade de fornecer noções básicas para atuar como colaborador com Organizações não

Governmentais (ONGs), cursos informais, e cursos formais de longa duração com finalidade de fornecer especialização para estudantes de cursos universitários de História Natural e Ciências Biológicas para o trabalho em Instituições Públicas.

Os cursos não formais e informais, geralmente com poucos dias de duração apresentam, em media, o seguinte tipo de programação:

- identificação taxonômica até família e gênero;
- estudo da anatomia e ecologia de macroinvertebrados de água doce;
- aquisição de experiência de técnicas de coleta usando amostradores kick e D-frame;
- coleta de amostras de diferentes habitats aquáticos;
- realização de uma coleção de referencia particular.

(Fonte: Aquatic Macroinvertebrate Identification Program, 2007, disponível em: <http://www.hudsonbasin.org/about/bbrw.html>)

Os cursos formais de longa duração apresentam uma estrutura curricular mais complexa com duração variável de até 800 horas, prevendo ou não estágios em Instituições Públicas ambientais e de pesquisa. Como exemplo a citar um curso profissionalizante oferecido para o ano acadêmico 2008-2009. Programa:

- direito ambiental;
- laboratório de informática;
- estatística ambiental;
- biologia general e sistemática;
- biodiversidade e biomonitoramento;
- biomonitoramento da qualidade do ar;
- biomonitoramento da qualidade das águas doces;
- biomonitoramento da qualidade do solo;
- seminários;
- estágios para um total de 250 horas, a ser realizados em duas Instituições de diferentes tipologias (ex. Agencia de Controle Ambiental, Museu de Historia Natural);
- Total geral das horas 602

(Fonte: Jobtel, 2008. Disponível em: http://www.smfn.unisi.it/smfn_lauree/matnews/196.pdf)

Legislação brasileira

A partir de uma análise da legislação brasileira selecionamos 23 normas, contendo Leis e Resoluções, relativas ao assunto. O resultado nos mostrou um quadro bastante complexo e heterogêneo (veja quadro no apêndice 7).

A finalidade de instrumentalizar o ensino não formal para capacitação técnica especializada em biomonitoramento dos corpos hídricos atende aos desafios propostos na Lei nº 9795/99 (Política Nacional de Educação Ambiental). Esta Lei dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências que no capítulo 36 reporta “...à promoção do ensino, da conscientização pública e do treinamento dirigido para profissionais, no sentido de preencher lacunas nos seus conhecimentos e habilidades...”, destacando a incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos profissionais de todas as áreas, inclusive na área de meio ambiente, como também a difusão de conhecimentos, tecnologias e informações sobre a questão ambiental, e por último a busca de alternativas curriculares e metodológicas de capacitação na área ambiental (BRASIL, 1999a).

Do ponto de vista histórico a primeira Lei brasileira específica foi o “Código de Águas”, um Decreto do ano de 1934 (Decreto nº 24.643/34) que priorizava a utilização dos rios para a produção de energia elétrica, não valorizando os demais usos possíveis tal como o abastecimento público. A mais recente norma é a CONAMA nº 357 de 17 de abril de 2005 (que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento) (Art. 8, coma 3-4), que mesmo não tendo força de Lei, abriu a possibilidade do uso de medidas bióticas para o monitoramento ambiental.

Do ponto de vista funcional, o biomonitoramento das águas pode ser utilizado de forma rotineira, visando avaliar a qualidade de um corpo hídrico e de fonte de abastecimento civil ou como ferramenta especial para outros usos tais como: a identificação de áreas com potencial de preservação permanente, o monitoramento de processos de recuperação ambiental ou a individualização da responsabilidade de acidentes ambientais (GHETTI, 1986; MUGNAI; GATTI, 2008). Assim, uma vez transformada em Lei a Resolução CONAMA nº 357/05 e validadas todas as metodologias de controle desenvolvidas, o biomonitoramento das águas poderá ser utilizado como recurso para: avaliação de crimes ambientais (Lei nº 7347/85 e Lei nº 9605/98, regulamentada pelo Decreto nº 3179/99), o Controle e Fiscalização Ambiental (Lei nº 10.165/00), o controle da poluição do meio ambiente provocado por atividades industriais (Decreto nº 1413/75, regulamentado pelo Decreto nº 76623/75) e o exame prévio de impacto necessário para obtenção de Licença Ambiental e dos sucessivos

programas de acompanhamentos previstos para os empreendimentos ou atividades que utilizam recursos naturais com potencial impacto ambiental (Decreto nº 88351/81, substituído pelo Decreto nº 99274/90) e por quanto proposto para a Resolução CONAMA nº 001/86 e Resolução CONAMA nº 237/97 (BRASIL, 1981b; 1985; 1986; 1990; 1997b; 1998e; 1999b; 2000b).

Assim sendo, do ponto de vista das funções, os profissionais envolvidos nas atividades de biomonitoramento podem ser distintos em três diferentes conjuntos. O primeiro constituído por profissionais prepostos ao controle dos crimes ambientais constituídos por peritos da Polícia Federal. O segundo por profissionais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para perícia de crimes ambientais ligados a água. O terceiro por técnicos de Secretaria do Meio Ambiente nas esferas, Federal, Estadual e Municipal para monitoramento de rotina e fiscalização ambiental. Além disso, devemos considerar, a rigor de lógica, também a existência de um quarto grupo, ainda a ser totalmente definido, constituído por técnicos encarregados para os Comitês de Bacias Hidrográficas para o monitoramento de determinadas áreas geográficas e um quinto grupo, também a ser definido, representado por biólogos atuantes na área de consultoria ambiental.

Do ponto de vista técnico é importante lembrar que a atividade de controle da qualidade da água no Brasil não atende só aos problemas de gerenciamento ambiental, mas também é ligado ao contexto de saúde pública sendo que nos países tropicais e sub-tropicais o controle da qualidade dos corpos hídricos é ligado de maneira indissolúvel aos controles de Vigilância em Saúde Ambiental, de acordo com a definição do Ministério da Saúde do ano de 2002 (BRASIL, 2002). Assim, resulta evidente que o biomonitoramento ou suas metodologias poderão ser utilizados também por esta última Instituição.

Do ponto de vista curricular e da formação acadêmica as categorias profissionais acima individualizadas são heterogêneas. Para avaliar e caracterizar os grupos acima citados foi decidido discriminá-los com base nas duas características que mais podem influenciar o processo de ensino-aprendizagem: o nível de estudo conseguido pelo candidato e o tipo de estudo realizado, utilizando como parâmetro descritor a formação universitária e se essa pertence ou não à área biológica. O resultado é apresentado de forma resumida na Tabela 8.2.

Tabela 8.2. Grupos de técnicos versus nível e tipo de formação acadêmica. O ”?” indica falta de informação.

	Polícia Federal	IBAMA	Secretaria do Meio Ambiente			Comitês de Bacias Hidrográficas	Ministério da Saúde
	Peritos		Federal	Estadual	Municipal		
Formado	X	X	X	X	?	?	?
Não formado			?	?	?	?	?
Biólogo	X	X	X	X	?	?	?
Não biólogo	X	?	?	?	?	?	?

Como mostra a Tabela 8.2 a situação mais provável será que a utilização do biomonitoramento como recurso de diagnóstico ambiental será utilizada por mais de uma instituição e por mais de uma figura profissional com diferentes níveis de formação e conhecimentos de base. Com relação às instituições, tais como, Secretarias do Meio Ambiente na esfera municipal, Comitês de Bacia Hidrográfica e Ministério da Saúde, um possível cenário será a contratação de firmas ou técnicos especializados em consultorias ambientais.

Por contra não encontramos, até hoje, indicações relativas ao tipo de curso de formação, de tipo formal ligado a programas de formação técnica, de especialização ou pós-graduação ou se de tipo informal oferecido por órgãos ambientais ou Instituições particulares. Sendo assim, fica evidente que no caso do Brasil, como em outros países do mundo, o perfil profissional de técnico em biomonitoramento será constituído, provavelmente, por um biólogo formado e especializado na área.

8.2- Estudo da realidade brasileira relativa ao conhecimento de ecossistemas aquáticos

Neste capítulo é apresentado um trabalho no qual foi condensado o processo de revisão bibliográfica realizadas na área da limnologia. Com este trabalho preliminar pretendemos encontrar subsídios para o presente estudo, evidenciando as especificidades brasileiras em relação aos conhecimentos de faunística e ecologia, como também a existência de dados disponíveis a serem utilizados.

INFRA-ESTRUTURA BÁSICA DE SUPORTE PARA O ESTUDO DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Riccardo Mugnai^{1-2,} & Mario Jorge Gatti¹*

1. Departamento de Biologia. Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental, Pavilhão Lauro Travassos, Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Avenida Brasil, 4365. Manguinhos. Caixa Postal: 926. CEP: 21040-360 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

2. Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências Instituto Oswaldo Cruz (IOC-FIOCRUZ). Avenida Brasil, 4365. Manguinhos. CEP: 21040-360. Rio de Janeiro, RJ - Brasil.

* E-mail: mugnai@ioc.fiocruz.br

RESUMO

A solução dos problemas ligados à água, não depende só da sua disponibilidade ou da capacidade de monitorar os corpos hídricos, mas também, de um conjunto de outros fatores, entre os quais, os processos de gerenciamento, a competência e a capacidade das instituições envolvidas, as condições sócio-políticas, a implementação do quadro legislativo e a disponibilidade de recursos financeiros. No Brasil, para a efetiva aplicação do biomonitoramento das águas e da elaboração de planos de gestão de bacia hidrográfica são necessárias, além de um quadro legislativo que atenda às novas exigências, também, radicais intervenções nas áreas do conhecimento da biota, redação de manuais para reconhecimento da biota, formação de parataxônomos, desenvolvimento e melhorias de coleções científicas e de banco de dados. Atualmente, tais aspectos devem ser considerados como essenciais na infra-estrutura básica de suporte para os estudos limnológicos brasileiros. Com a finalidade de alinhar-se aos países que já possuem metodologias e protocolos de avaliação e gerenciamento dos recursos hídricos, o Brasil discutiu estratégias e ações básicas para implementação de programas de pesquisa. Neste contexto, foram elaboradas diretrizes para modernização e consolidação de sistemas integrados de informações sobre biodiversidade, implantados bancos de dados e redigida uma primeira proposta legislativa.

Palavras-chaves: biodiversidade, coleção, banco de dados, biomonitoramento, Brasil.

ABSTRACT

BASIC INFRASTRUCTURE TO SUPPORT STUDIES OF AQUATIC ECOSYSTEMS. The solution of water issues does not only depend on the monitoring predisposition or capacity of the hydrographic basins of a country, but also on management and competency of the involved institutions, socio-political conditions, implementation of a protective legislative body and available funds. In Brazil, in order to effectively and efficiently monitor water ecosystems and create management plans for hydrographical basins, it is necessary to strengthen laws that tend to the recent demands, radically changes the areas of recognition of biota, elaboration of manuals for this purpose, formation of parataxonomists, developments and improvements of scientific publications and data bases as well. These are considered to be extremely important issues for the basic infrastructure in the studies of Brazilian limnological so as to reach the position of other countries that are already working with good methodologies, protocols of assessment and management of hydrographical resources. However, the country has already started to discuss strategies and basic notions to implement research programs. Some steps towards that direction were already taken, such as: better systems of biodiversity, databases and the writing of a first draft for legal issues.

Keywords: biodiversity, collection, datadase, biomonitoring, Brazil.

INTRODUÇÃO

Os problemas ligados ao gerenciamento dos recursos hídricos são considerados um problema mundial de primária importância, desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente realizada em

1972. Em geral, o problema não é homogêneo, nem constante no tempo. Frequentemente varia de forma consistente de uma região para outra, de uma estação para outra, como de um ano para outro (Biswas 2004). O gerenciamento dos recursos hídricos, as intervenções à salvaguarda da saúde pública e as medidas

necessárias para mitigar o impacto ambiental devido ao desordenado crescimento populacional são, ainda, objetos de estudo. Tais atividades são auxiliadas, em vários países do mundo, pelo emprego do biomonitoramento que permitem superar os limites de análises baseadas em dados puramente físico-químicos e, conseqüentemente, avaliar a qualidade ambiental, por sistemas de bancos de dados que integrem informações de diferentes origens, possibilitando uma abordagem multidisciplinar.

A solução dos problemas ligados a água não depende só de sua disponibilidade ou da capacidade de monitorar os corpos hídricos, mas de um conjunto de muitos outros fatores. Entre estes, cabe destacar, os processos de gerenciamento, as competências e a capacidade das instituições envolvidas, as condições sócio-políticas que determinam os planos de manejo hídrico, o desenvolvimento e gestão de processos e práticas, a criação e implementação do quadro legislativo e a disponibilidade de investimentos financeiros (Biswas 2004). Nesse sentido, a criação de leis e normativas podem agir como fonte impulsionadora nos processos de desenvolvimento e aplicação do sistema de controle. Como exemplo, a Water Framework Directive (European Commission 2000), que resultou na exigência do desenvolvimento de novas e mais refinadas ferramentas de diagnose ambiental, na geração de informações cada vez mais detalhadas relativas às espécies presentes, na necessidade de trabalhar em nível taxonômico mais baixo possível e, no gerenciamento de informações geradas. Tais exigências não só com a finalidade de avaliar a qualidade, mas também de indicar medidas potenciais para recuperação ou restauração ambiental (Verdonschot 2006).

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 357/05 (Brasil 2005), apesar de não ter efeito normativo, teve um marco fundamental na limnologia brasileira, possibilitando a passagem de uma fase de estudos teóricos, caracterizada principalmente pela realização de estudos faunísticos e de comunidades à uma fase de aplicação caracterizada pela realização de índices de medições da qualidade ambiental.

No país, como em outras partes do mundo, as novas ferramentas de controle da qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos podem ser aplicadas tanto para o monitoramento e a proteção dos corpos hídricos, quanto para auxiliar nos processos de avaliação previstos para outras Leis. Entre os vários

exemplos pode-se destacar a individualização de áreas de particular interesse de proteção, a avaliação de crimes ambientais e o exame prévio de impacto, necessário para a obtenção de Licença Ambiental e dos sucessivos programas de acompanhamentos, previstos para “todos os empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental” Lei nº 6.938/81, regulamentado da Resolução CONAMA nº 237/97 (Brasil 1981, 1997).

Além de um novo quadro legislativo que regulamente o uso das novas ferramentas de biomonitoramento das águas, da redação de planos de gestão de bacia hidrográfica e o planejamento de medidas potenciais para recuperação ou restauração ambiental, são necessárias também radicais intervenções nas áreas do conhecimento da biota. Outrossim, a redação de manuais para reconhecimento da fauna, formação de parataxônomos, desenvolvimento e melhorias de acervos e coleções e banco de dados, conforme recomendado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) (2006), a partir dos estudos realizados no âmbito do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), no qual foram constituídas as diretrizes e estratégias para modernização e consolidação de sistemas integrados de informações sobre biodiversidade.

ESTADO DE CONHECIMENTO DA BIOTA BRASILEIRA

A diversidade biológica possui inestimável valor para a vida (Claridge 1995). As principais causas de perda da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros são a poluição, a eutrofização, o assoreamento, a construção de barragens, o controle de cheias, a pesca e a introdução de espécies exóticas (Zaitune Pamplin 2006). Tais ameaças variam consideravelmente em número e importância, de acordo com as diferentes regiões do Brasil, a densidade populacional humana, o uso do solo e as características sócio-econômicas predominantes (Agostinho *et al.* 2005).

Segundo Margules & Pressey (2000) só pode-se conservar o que se conhece, por isso, o primeiro estágio para conservar a biodiversidade é descrevê-la, mapeá-la e medi-la. Ecologia e história natural têm uma longa tradição no interesse dos padrões de

distribuição geográfica espaciais dos organismos. Já, no século XIX, botânicos e zoólogos descreveram a distribuição espacial de vários *taxa*, entre esses Von Humbolt em 1807 descreveu a distribuição latitudinal e longitudinal das zonas vegetacionais fornecendo um marco fundamental para os estudos de distribuição geográfica de animais e plantas (Goigel Turner 1989).

Hoje, existem esforços mundiais com objetivo de atenuar o impedimento taxonômico para a conservação da biota, como por exemplo, a Systematics Agenda 2000 que estabeleceu entre os seus principais objetivos descobrir, descrever e catalogar a diversidade global das espécies, analisar e sintetizar informação derivada deste esforço num sistema classificatório que reflita a história da vida e organizar e tornar os dados obtidos acessíveis e adequados às necessidades da ciência (Claridge 1995, Migotto & Tiago 1999).

A importância de se ter uma agenda de pesquisa em biodiversidade no Brasil também ressoou ao longo do processo de construção da Estratégia Nacional de Biodiversidade, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), que envolveu diversos setores do governo e segmentos da sociedade brasileira e, que culminou com a instituição das Diretrizes para Implementação da Política Nacional de Biodiversidade (Brasil 2002). Outras iniciativas, coordenadas pelo MMA, também apontaram para necessidade de mais pesquisas em biodiversidade como o caso dos estudos de prioridades dos principais biomas brasileiros, promovidos pelo Programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO). O Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), de acordo com os princípios da “Convention on Biological Diversity” e as “Directives of the National Biodiversity Policy”, com o intuito de apontar prioridades, integrar competências em diversos campos do conhecimento, gerar, integrar e disseminar informações sobre a biodiversidade que possam ser apropriadas para diferentes finalidades, coordenou a elaboração do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), reconhecido através da portaria MCT 268 do 18 junho 2004 (Brasil 2004).

Entre as atividades propostas o programa prevê: o apoio à implantação e manutenção de redes de inventário da biota, o apoio à modernização de acervos biológicos, à pesquisa e desenvolvimento em áreas temáticas da biodiversidade, o desenvolvimento

de ações estratégicas para políticas de pesquisa em biodiversidade. Tais atividades estão justificadas pela crescente demanda por informações necessárias para avaliação dos impactos ambientais, definição de áreas de preservação ambiental, proteção de espécies ameaçadas, restauração de áreas degradadas, bioprospecção e para o estabelecimento de estratégias públicas e legislação ambiental (MCT 2006).

De maneira geral, quanto maior a diversidade estimada de um país quanto menor seu conhecimento, mais crítica é a situação de urgência de esforços e, exponencialmente maior é a responsabilidade deste país com a humanidade (Marques & Lamas 2006).

O Brasil, do ponto de vista da biodiversidade, é considerado um país megadiverso hospedando cerca de 20% da biodiversidade do planeta, mas detendo somente 1% do acervo biológico científico do mundo (MCT 2006). A base do conhecimento sobre a biodiversidade brasileira encontra-se ainda incipiente e desagregada e o nível de conhecimento da fauna está longe do ideal (Agostinho *et al.* 2005, MCT 2006). O desconhecimento da biota é muito alto e ocorre em todos os *taxa* e em todos os biomas, inclusive nos que estão bem amostrados em coleções (Erwin 1982, Rocha 2002, Agostinho *et al.* 2005, Marques & Lamas 2006, MCT 2006). Um dos urgentes desafios é constituído pelo levantamento da fauna aquática para um melhor entendimento da biodiversidade e a distribuição geográfica, principalmente em áreas protegidas (Rocha 2002, Agostinho *et al.* 2005). O número de novas espécies brasileiras, descritas anualmente, corrobora a idéia do quanto ainda necessitamos conhecer sobre nossa fauna (Lewinsohn & Prado 2002).

Em geral, a riqueza em espécie, para a maioria dos grupos de organismos marinhos e continentais aumenta marcadamente das altas latitudes até os trópicos, mas este padrão resulta menos claro para a biota de água doce (Jacobsen *et al.* 1997). Para este bioma a riqueza em espécie de angiospermas aquáticas é menor em regiões tropicais em relação às temperadas (Crow 1993), a dos moluscos é quase igual (Hubendick 1962), entretanto, as dos peixes é maior em águas tropicais (Agostinho *et al.* 2005). A classe Insecta parece não apresentar um padrão bem definido, sendo relatada por alguns autores uma alta diversidade para os trópicos e para outros uma diversidade igual entre regiões tropicais e temperadas (Jacobsen *et al.* 1997).

Em termos de biodiversidade, as águas continentais brasileiras apresentam enorme significado para Algae (25% das espécies do mundo), Porifera (Demospongiae, 33%), Rotifera (25%), Cladocera (Branchiopoda, 20%) e peixes (21%) (Agostinho *et al.* 2005), apresentando este último a maior riqueza de espécies do mundo (Marques & Lamas 2006). O número de espécies nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros é aproximado e difícil de ser estimado (Agostinho *et al.* 2005) e Rocha (2002) afirma que menos de 30% da biodiversidade da água doce é conhecida atualmente. Para fungos, algas, musgos, pteridófitas e fanerógamas aquáticas, há uma estimativa de 20.000 espécies ainda a serem identificadas. Para algas são conhecidas cerca de 10.000 espécies, 800 Cyanophyceae, 3.500 Chlorophyceae, 1.200 Bacillariophyceae, 2.000 flagelados pertencentes a vários grupos, 50 Rodophyta e vários outros grupos perfazendo mais de 200 espécies. Para angiospermas aquáticas poucas são as informações e cerca de 100 espécies são conhecidas para o Brasil.

Sobre a fauna de invertebrados foi obtido um levantamento total de 3.154 espécies: 44 Porifera; 9 Cnidaria; 92 Turbellaria; 2 Nemertinea; 63 Gastrotricha; 10 Nematomorpha; 10 Bryozoa; 61 Tardigrada; 74 Annelida; 467 Rotifera; 308 Mollusca (Gastropoda e Bivalvia); 332 Hydracarina; 365 Crustacea e 1.297 Insecta. Existem previsões de que devem existir pelo menos cerca de 8.000 espécies de invertebrados não registrados (1.000 Coleoptera; 500 Heteroptera e 5.000 Diptera, 500 Crustacea, 500 Rotifera, mais 1.000 espécies entre todos os outros *taxa*) não considerando Bacteria e Protozoa (Rocha 2002, Agostinho *et al.* 2005). Entre estes, 44 invertebrados e 134 peixes são espécies ameaçadas de extinção (Agostinho *et al.* 2005).

No estudo da biota brasileira existem tendências no desenvolvimento do conhecimento relacionadas aos grupos taxonômicos e, também, para as diferentes áreas geográficas do País. Estudos históricos relacionados à limnologia mostraram que para vírus, bactérias e protozoários, não existem informações disponíveis sobre a diversidade para as águas doces brasileiras (Rocha 2002). As macrófitas foram negligenciadas durante muito tempo e o interesse por essa comunidade aumentou somente nas últimas três décadas (Esteves 1998) e, em geral, encontram-se pouco conhecidas ou com informações pouco sistematizadas (Agostinho *et*

al. 2005, Chambers *et al.* 2008). Para alguns grupos, entre os quais, Bryozoa, Gastrotricha, Nemertea, Hirudinida (Annelida), Hydracarina (Chelicerata), Nematomorpha, Nematoda, e muitas ordens de Insecta, não há especialistas e quaisquer estudos ou inventários e, são até hoje, praticamente desconhecidos (Rocha 2002, Ismael *et al.* 1999). Em alguns casos, este problema é agravado ainda mais pelo fato que muitas espécies foram descritas por cientistas no exterior, algumas ainda no século passado, e os holótipos se encontrarem em coleções fora do Brasil, tornando difíceis as comparações (Rocha 2002).

Em geral, os grupos que apresentam importância para saúde pública, como os moluscos e os insetos transmissores e/ou vetores de doenças têm recebidos atenção maior (Ismael *et al.* 1999, Rocha 2002). Os grupos planctônicos como Rotifera, Cladocera, e Copepoda são melhor conhecidos do que as formas bentônicas e, entre estas por exemplo, os Decapoda, são melhor estudados e taxonomicamente conhecidos por terem maior tamanho e importância comercial (Rocha 2002).

Hoje, no âmbito do estudo da biota são de extrema importância o registro e o estudo das espécies “invasoras” além das espécies autóctones. A Portaria do IBAMA nº 145/98 define como “espécie autóctone – espécie de origem e ocorrência natural em águas de Unidade Geográfica Referencial (UGR) considerada; espécie alóctone – espécie de origem e ocorrência natural em águas de UGR que não a considerada; espécie exótica – espécie de origem e ocorrência natural somente em águas de outros países (...)”; (Brasil 1998a). Tais espécies estão presentes fora dos seus limites biogeográficos naturais em consequência de atividade humana tais como cultivo, atividades comerciais ou esporte (Silva *et al.* 2004) e são uma das principais fontes de perda da biodiversidade (Zaitune Pamplin 2006). O impacto ambiental resultante da presença dessas espécies pode ser elevado, não somente para o efeito da competição em relação às espécies autóctones (Barbaresi & Gherardi 2000), mas também, pelo fato que podem ser potencialmente transmissores de vírus e fungos letais para outras espécies (Chu-Fang *et al.* 1996, Sahul Hameed *et al.* 2000, Bower 2006, Quaglio *et al.* 2006), podendo causar o desaparecimento das espécies autóctones como no caso da introdução do *Procambarus clarkii* (Girard 1852) no continente europeu (Bower 2006).

No Brasil, poucos estudos foram realizados sobre a introdução de espécies exóticas invasoras (Gazola da Silva *et al.* 2007) e os registros das alóctones, como o estudo de Magalhães *et al.* (2005) para o Estado de São Paulo, no qual registrou as espécies *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862), *M. jelskii* (Miers 1877) e *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861, todos endêmicos da América sul-tropical.

Com relação às diferenças geográficas no conhecimento da biota brasileira, Marques & Lamas (2006), num estudo relativo à distribuição geográfica dos sistematistas brasileiros e os estudos taxonômicos realizados no País no período 2000-2005, os autores afirmam que os sistematistas apresentam uma distribuição espacial desigual, majoritariamente concentrada nas regiões Sudeste (51,7%) e Sul (21,6%), seguidas por Nordeste (14,2%), Norte (13,3%) e Centro-oeste (4,1%). Avaliando os trabalhos publicados, sob uma perspectiva regional, a região Sudeste é responsável por 70,64% das publicações brasileiras na área de Zoologia, seguida pela região Sul (13,94%), Nordeste (5,89%), Centro-oeste (5,08%) e Norte (4,45%). Existe ainda um regionalismo ligado às publicações relativas a invertebrados não-Hexapoda, Hexapoda e Vertebrata, apresentando a região Sudeste um desempenho equilibrado nos três conjuntos, as regiões Sul e Norte um predomínio proporcional de estudos em Vertebrata, e as regiões Nordeste e Centro-oeste um predomínio em estudos com Hexapoda.

O maior número de estudos de levantamento de biodiversidade foi realizado nas regiões Sul, Sudeste e Amazônica. Para a região Centro-Oeste e a Nordeste o conhecimento e a amostragem são quase inexistentes para uma substancial parte dos *taxa* (Rocha 2002, Marques & Lamas 2006), e existem bacias hidrográficas jamais inventariadas (Agostinho *et al.* 2005).

Esta situação de grande heterogeneidade de quantidade de informações disponíveis para os diferentes grupos taxonômicos e área geográficas, é ainda mais agravada pelo fato que os estudos limnológicos realizados em diferentes regiões desenvolvem-se de forma isolada (Callisto *et al.* 1998), e os dados são adquiridos utilizando diferentes metodologias, esforços amostrais e de forma irregular no espaço (Metzger & Casatti 2006). A ausência de um trabalho padronizado no Brasil, não só favorece o incremento dos esforços de coletas dos dados como constitui um desperdício de recursos públicos, além de impedir a construção de

um sistema de informação em biodiversidade que é essencial para o conhecimento, o uso e a conservação da sua herança (MCT 2006).

CATÁLOGOS, CHAVES DE IDENTIFICAÇÃO E MANUAIS

Conhecer o que se estuda é o primeiro passo para qualquer pesquisa científica. Este processo é particularmente importante nas ciências biológicas, na qual reconhecer os organismos é indispensável (Simone 2006). Nos estudos limnológicos, em particular, a resolução taxonômica foi sempre considerada um aspecto crítico, especialmente quando os organismos são usados para o biomonitoramento da qualidade da água (Goethals 2002, Schmidt-Kloiber & Nijboer 2004, Bonada *et al.* 2006, Haase *et al.* 2006, Resh 2007, Rosenberg & Resh 1993, Verdonschot 2006).

Resh & McElravy (1993) evidenciaram que nos estudos limnológicos, o nível taxonômico varia de acordo com o grupo taxonômico, geralmente Insecta, Platyhelminthes e Crustacea em nível de gênero ou espécie, enquanto Nematoda e Annelida geralmente em nível de família ou status nomenclatorial inferior, refletindo provavelmente o estado de conhecimento da biota. Por outro lado, um uso de *taxa* acima da espécie pode ser usado para garantir uma ampla aplicação do estudo do ponto de vista geográfico (Goethals 2002), ou devido a um compromisso entre custos e resultados (Resh & McElravy 1993, Bonada *et al.* 2006). Vários trabalhos mostraram que a sensibilidade dos estudos ecológicos melhora quando a resolução taxonômica é mais precisa (Resh & Unzicker 1975, Marchant 1990, Marchant *et al.* 1997, Hawkins *et al.* 2000).

Trabalhos como chaves de identificação, catálogos e manuais com chaves de identificação representam passos básicos e facilitadores da pesquisa, são instrumentos úteis para formação de especialistas e para a exploração da biodiversidade (MCT 2006), além de ser um importante avanço na organização do conhecimento (Marques & Lamas 2006).

A disponibilidade de chaves dicotômicas permite a identificação, por não especialistas, em nível de família ou de gênero, enquanto a identificação em nível de espécie é frequentemente tarefa dos especialistas (Goethals 2002). A ausência deste material bibliográfico pode levar o pesquisador e o estudante em formação a utilizarem manuais e chaves

de outras regiões geográficas para tentar reconhecer as espécies de nossa fauna, o que nem sempre é possível e geralmente inadequado (Marques & Lamas 2006). Em contraste com essa função de primária importância e de grande uso prático, a publicação desses tipos de trabalhos é relegada a revistas de baixo índice de impacto (MCT 2006).

No Brasil, na última década ocorreu um incremento do número de publicações relativas aos estudos taxonômicos e biogeográficos relativos à fauna aquática, como também a produção de chaves de identificação, mas, até hoje, poucos são os trabalhos bibliográficos que organizem esta produção científica, dispersas nas várias revistas especializadas, e.g. para: Algae - Menez & Alves Dias 2001, Annelida - Righi 1984, Crustacea - Bond-Buckup & Buckup 1998, Melo 2003, Molusca - Simone 2006, Insecta - Nieser & Melo 1997, Costa *et al.* 1988, Costa *et al.* 2006, Peixes - Buckup *et al.* 2007, Menezes *et al.* 2007.

Nesse contexto, o MCT com o programa PPBio, entre as estratégias e as propostas de ações para o estudo da biodiversidade destaca a necessidade de apoio a confecção de catálogos e manuais, a serem considerados produtos derivados de revisões taxonômicas, e de particular utilidade na divulgação de informações a não-sistematas (MCT 2006).

ACERVOS E COLEÇÕES LIMNOLÓGICAS

As coleções biológicas podem ser consideradas como arquivos biológicos que se prestam ao ensino e a pesquisa e possuem importância como registro da diversidade biológica de uma determinada área oferecendo diferentes tipos de informações técnico-científica (Franca & Callisto 2007). A Instrução Normativa nº 160/07 do MMA, Art. 3º Coma I, define a coleção biológica como: “coleção de material biológico devidamente tratado, conservado e documentado de acordo com normas e padrões que garantam a segurança, acessibilidade, qualidade, longevidade, integridade e interoperabilidade dos dados da coleção, pertencente à instituição científica com objetivo de subsidiar pesquisa científica ou tecnológica e a *ex situ*” (Brasil 2007).

Ao longo da história, coleções biológicas (zoológicas, botânicas, microbiológicas) têm sido repositórios estáticos de informação, catalogando espécimes e realizando atividades de análise sistemática

(Lange Canhos *et al.* 2004). A missão das coleções científicas, nos dias de hoje, é ser centros ativos de educação, conservação e pesquisa em biodiversidade, suprimindo as necessidades de conhecimento confiável em biodiversidade por parte da comunidade científica e da sociedade, agindo como centros de informação em biodiversidade (Krishtalka 1996). Além disso, as coleções podem desempenhar um papel relevante no setor da saúde pública, na agropecuária e outros setores econômicos. Segundo o MCT (2006) o conjunto de acervos científicos e dados associados deve ser considerado como infra-estrutura básica de suporte para o desenvolvimento científico, a inovação tecnológica, a pesquisa e a ampliação da base do conhecimento sobre a biodiversidade.

O Brasil foi o primeiro signatário da Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica (United Nations Environmental Programme) em 1994. A Convenção, ratificada por mais de 180 países, teve grande impacto na conservação dos recursos biológicos. O documento foi transformado na íntegra em Lei pelo Decreto nº 2.519, de 16 de Março de 1998 (Brasil 1998b). Consequentemente, o País assumiu obrigações legais para desenvolver estratégias nacionais e planos de ação para conservação e uso sustentável da diversidade biológica em áreas de sua jurisdição. Nesse contexto, a organização de coleções biológicas teve sua importância realçada e coleções zoológicas, microbiológicas, herbários e jardins botânicos foram incluídos nos esforços para preservar a biodiversidade (Yoshida *et al.* 2005).

Em geral, a situação das coleções biológicas brasileiras está longe de ser considerada adequada. A situação para a maioria dos grupos taxonômicos é incompleta ou mesmo inexistente, e para muitos dos *taxa*, as coleções estão dispersas e incompletas na maioria das instituições (Rocha 2002). Além disso, são necessários recursos financeiros para manutenção e treinamento de técnicos especializados, para melhoria da qualidade dos dados de acervos e da produção e integração de dados sobre espécies (MCT 2006). No que diz respeito às coleções relacionadas à limnologia, poucos são os grupos de pesquisa em ecologia no Brasil que preservam os grupos coletados em seus estudos, de forma sistematizada e ordenada (Franca & Callisto 2007). Assim, faz-se necessário além de preservar e tomar os lotes dos exemplares coletados, relacioná-los aos dados ambientais e da

qualidade físico-química da água e aos registros fotográficos das localidades, criando bancos de dados relacionais.

O material biológico preservado conforme acima descrito, pode ser utilizado para sucessivos e exaustivos estudos, conforme sugerido por Bonada *et al.* (2006), fundamental em áreas onde os estudos limnológicos são ainda incipientes. Entre as possíveis aplicações que este sistema de preservação pode permitir incluem-se os estudos para o desenvolvimento de novas ferramentas de controle ambiental, de faunística, de malformações, de bioacúmulo, além de proporcionar a integração de dados de diferentes disciplinas (ICSU 2004), atendendo aos desafios propostos no documento PPBio, promovendo a interação de especialistas e grupos de pesquisa para o conhecimento da biodiversidade (MCT 2006).

Nessa direção, várias instituições de pesquisa têm investido no desenvolvimento de coleções de fauna aquática, em apoio aos estudos ecológicos e de conhecimento da biodiversidade (Ferreira *et al.* 2005, França & Callisto 2007). Entretanto, até hoje, nenhum procedimento com finalidade de organizar o tombamento de todo o material biológico coletado foi apresentado.

BANCO DE DADOS

Conceitualmente, um banco de dados é um conjunto de informações com uma estrutura regular, relacionadas a um argumento ou a um escopo (Microsoft 1992, Wikipedia 2007a). Tecnicamente, um banco de dados pode ser definido como uma coleção de registros salvos em um computador em modo sistemático, de forma que um programa possa consultá-lo para responder questões (Wikipedia 2007a). O software que gerencia e permite o acesso, a manipulação e a organização dos dados é geralmente chamado de Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) ou, Database Management System (DBMS); exemplos de aplicativos de banco de dados são Microsoft Visual FoxPro, Microsoft Access, dBASE, FileMaker, HyperCard, MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle etc. (Microsoft 1992, Wikipedia 2007b).

A gestão de dados pode ser vista como o processo que começa com a concepção e design do projeto de pesquisa, continua com a captura e a análise dos dados e culmina com a publicação, o arquivamento

e a disponibilidade dos dados a um amplo público (Michener & Brunt 2000). Segundo estes autores, para criar um sistema de gerenciamento de dados são necessárias as seguintes atividades:

- compilação de um inventário de dados e recursos existentes listando as prioridades para a implementação;

- organização dos dados estabelecendo uma estrutura lógica que facilitará o armazenamento, a recuperação e o manejo;

- estabelecimento dos procedimentos necessários para aquisição de dados e para garantir a qualidade da informação;

- estabelecimento dos protocolos da documentação de conjunto de dados, incluindo a adoção ou criação de metadata e procedimentos para registro dos mesmos (entendendo com o termo metadata, a informação que pode dizer do que se trata aquele dado, geralmente inteligível por um computador (Wikipedia 2007c);

- desenvolvimento dos procedimentos para o armazenamento e a manutenção de arquivos de dados impressos e eletrônicos;

- individualização das responsabilidades e delimitação da estrutura administrativa e de procedimentos.

Na Figura 1 é apresentado um diagrama esquemático da estrutura e funcionamento de um banco de dados.

Atualmente, o uso de banco de dados para a conservação da biodiversidade e análise ambiental apresenta-se em fase de incremento (Statzner *et al.* 2007). Vários bancos de dados foram desenvolvidos com a finalidade de facilitar a conservação da biodiversidade (e.g. <http://www.sciencemag.org/feature/>; <http://www.worldwildlife.org/wildfinder/>; <http://www.guadamed.org/>; <http://www.faunaur.org/>; <http://www.freshwaterlife.org/>; <http://www.leda-traitbase.org/>). Outros foram desenvolvidos com o objetivo de relacionar dados biológicos e abiológicos (Symes *et al.* 1998) ou dados autoecológicos com parâmetros abiológicos e ambientais (Usseglio-Polatera *et al.* 2000, Hering *et al.* 2004, Schmidt-Kloiber *et al.* 2006), com a finalidade de fornecer informações relativas aos padrões de distribuição geográfica e das características biológicas e fornecer informações relevantes para melhorias dos sistemas de controle ambiental (Statzner *et al.* 2007).

No caso do uso de dados biológicos para a gestão de bacias hidrográficas é necessário lembrar que as

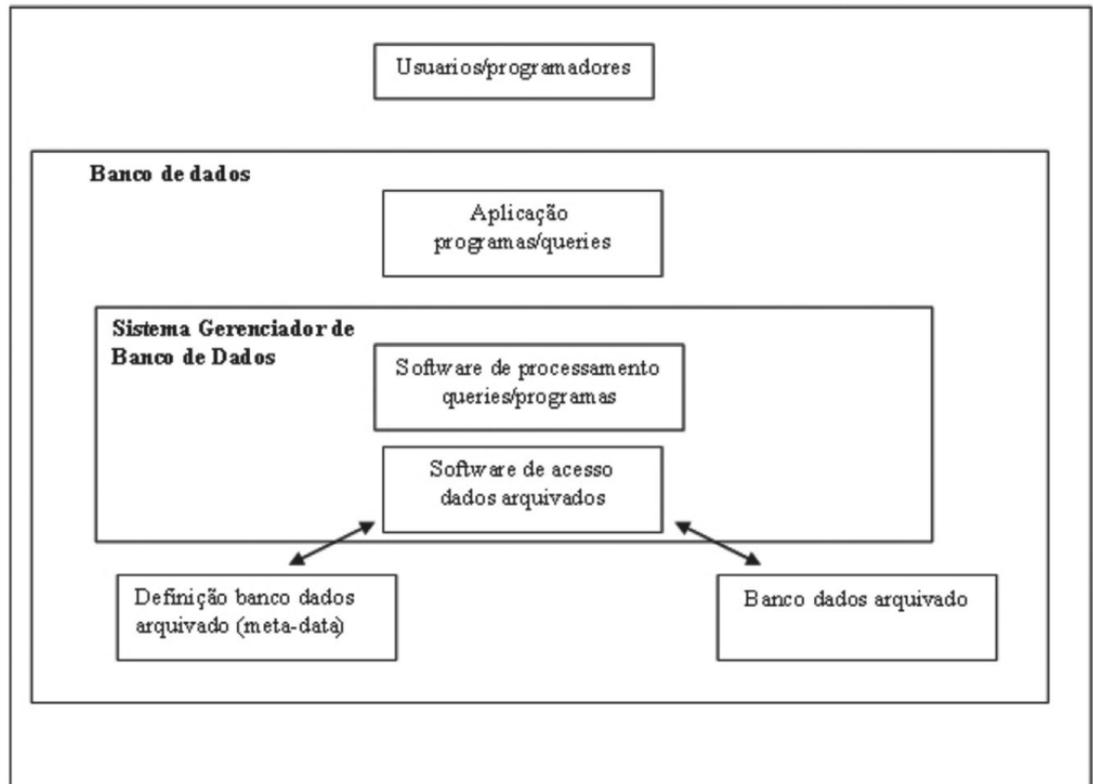


Figura 1. Representação simplificada do sistema de funcionamento de um banco de dados (modificado de Elmasri & Navathe 2000).
 Figure 1. Simplified scheme of how a databank works (based on Elmasri & Navathe 2000).

atividades de planejamento e gerenciamento incluem um composto de elementos, os quais, embora dentro da bacia, podem estar distantes dos corpos d'água. Outros aspectos devem ser considerados além da água, tais como o desenvolvimento ambiental e social-econômico, requerendo assim uma visão multidisciplinar e transdisciplinar do problema, e envolvendo planejamento, gerenciamento e resolução de conflitos, simultaneamente (Barrow 1998, Vincevièiene & Pamakštys 2001, Biswas 2004). Consequentemente, torna-se necessário que os dados biológicos sejam associados a outros tipos de informações e estejam disponibilizados de forma integrada (Saha 1981, Barrow 1998, Petts *et al.* 2006).

Segundo Saha (1981), a bacia hidrográfica é em realidade um sistema complexo, constituído por um conjunto de subsistemas (*socio-ecological megasystem*), que incluem fatores físicos, biológicos e humanos, cuja complexidade não é só determinada pelos números de fatores envolvidos, mas também de suas interações (Figura 2).

A integração entre dados provenientes de diferentes disciplinas possibilita a definição de cartas geoprocessadas que, superpostas, ligam as várias informações permitindo análises e visualização das interações, nas quais incluem-se o estado ecológico, às influências de atividades geradas por processos antrópicos ou demográficos, agravos à saúde humana, presença de patógenos, distribuição de vetores (Aires Pereira 2005, Chäffer & Lanzer 2005, Pereira *et al.* 2005) e também a identificação das áreas com potenciais na conservação (Mazão *et al.* 2005). Segundo o MCT (2006), este processo de integração pode introduzir procedimentos gerenciais, com a finalidade de facilitar a rastreabilidade do processamento das amostras e das informações associados.

Lange *et al.* (2004), com relação à criação de um sistema de bancos de dados com acesso aberto sobre a biodiversidade no Brasil, reportam que o desenvolvimento desta ferramenta tem como desafios: inventariar e aumentar substancialmente a base de conhecimento sobre a diversidade biológica; disseminar

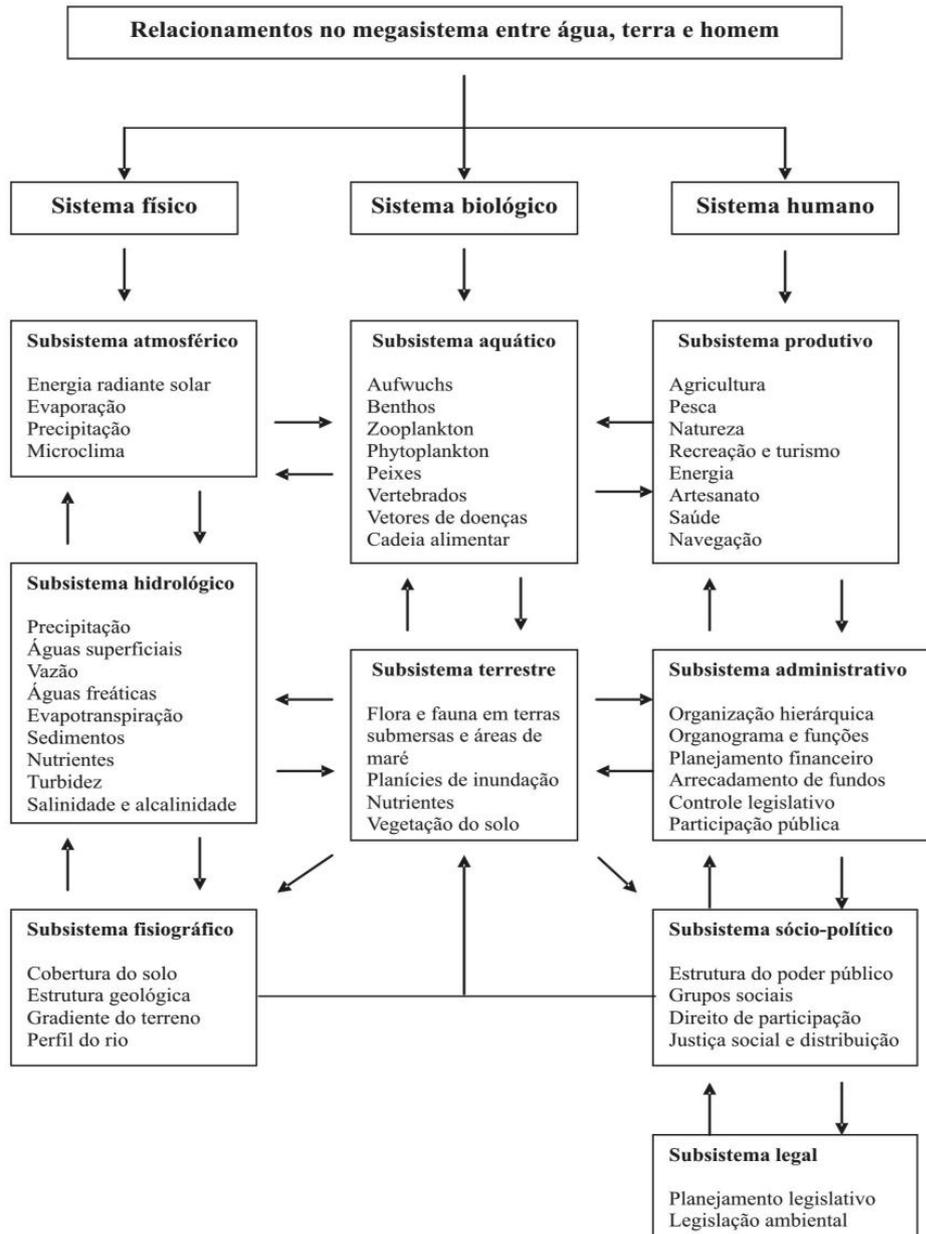


Figura 2. Socio-ecological megasystem da bacia hidrográfica (modificado de Saha 1981)
Figure 2. Socio-ecological megasystem of an hydrographic basin (modified from Saha 1981).

a cultura de compartilhamento de dados e o conhecimento de acesso público e livre; integrar pessoas, grupos de pesquisa e instituições dos setores público e privado em redes cooperativas de pesquisa e informação voltadas para a criação de uma infra-estrutura de dados sobre espécies e espécimes de acesso aberto e livre; organizar a informação e o conhecimento em

bases de dados e sistemas de informação, integrando-as com tecnologia que facilite o acesso ao conhecimento disponível; usar a informação obtida no passado e no presente para prever e planejar o futuro; garantir a preservação de dados primários por tempo indeterminado para uso no presente e no futuro; criar um ambiente legal favorável ao processo de inovação

científica e tecnológica, que facilite o acesso e o uso dos componentes da diversidade em bases sustentáveis; possibilitar a apropriação do conhecimento sobre a diversidade biológica por tomadores de decisão e responsáveis pelo desenvolvimento e pela harmonização de políticas públicas.

Os mesmos autores, em acordo com o MCT (2006), apontam para o País os seguintes fatores limitantes: infra-estrutura em informática nas coleções; precariedade de grande parte das redes de *campi* de universidades e centros de pesquisa; ausência de equipe capacitada ou de apoio em informática na maioria das coleções; lacunas de conhecimento taxonômico e geográfico; ausência ou insuficiência de recursos humanos capacitados para trabalhar com determinados grupos taxonômicos; dificuldades na contratação de especialistas nas instituições de pesquisa do País; impossibilidade de contratar especialistas em projetos apoiados por agências de fomento do Brasil; ausência de uma política de disseminação de dados e informações de acesso aberto nas principais agências de ciência e tecnologia do País; ausência de uma política interagencial para a disseminação de dados e informações de acesso aberto; ausência de políticas governamentais para a preservação e a disseminação de dados que já nascem digitais; ausência de um sistema de arquivo permanente de dados.

No Brasil, o consenso da comunidade científica quanto à importância e necessidade de se compartilhar dados, trocar informações e divulgar conhecimentos nasceu em 1997 com o projeto SinBiota, no qual ficou acordado que haveria uma ficha padrão de coleta para todos os grupos taxonômicos e todas as coletas seriam georeferenciadas utilizando um GPS (Lange Canhos *et al.* 2004). O projeto *SinBiota* nasceu com finalidade de facilitar o compartilhamento de dados pela comunidade científica, visando o inventário e a caracterização da biodiversidade do Estado de São Paulo, definindo os mecanismos para sua conservação, seu potencial econômico e sua utilização sustentável, e é composto por duas partes básicas: o Banco de Dados e a Base Cartográfica. O diferencial deste banco de dados consiste, principalmente, na capacidade de armazenar informações sobre todos os grupos taxonômicos existentes e sua alimentação que é feita pelos próprios pesquisadores que estão gerando os dados em seus projetos (Colombo & Marino 2005).

A partir dos dados gerados pelos pesquisadores em suas coletas de campo, armazenados no banco de dados do SinBiota e da base cartográfica do Estado de São Paulo, produzida na escala 1:50.000, foi desenvolvido um aplicativo, denominado Atlas Biota, que tem por objetivo tornar disponível para a comunidade científica e leigos mapas temáticos que apresentem os pontos de coletas já cadastrados no sistema, contextualizados em vários temas como bacias, municípios, remanescentes de vegetação, mapa viário, rede de drenagem (Colombo & Marino 2005).

Em 1999, foi criado o programa BIOTA financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), uma das maiores iniciativas empreendidas no Brasil para o estudo e conservação da biodiversidade. Entre seus principais objetivos está a avaliação da efetividade do esforço de conservação no Estado de São Paulo, identificando áreas e componentes prioritários, o estudo e a conservação da biodiversidade, em particular no desenvolvimento de indicadores ecológicos, a definição de áreas prioritárias e a viabilização da conservação (Metzger & Casatti 2006). Desde que foi criado, o programa possibilitou a descrição de mais de 500 espécies de plantas e animais e forneceu apoio a 75 projetos de pesquisa, 150 mestrados e 40 doutorados e a produção de 500 artigos, 16 livros e dois atlas (Agência FAPESP 2008).

No Brasil, os programas relativos aos bancos de dados de biodiversidades são uma realidade ainda que incipiente, conforme evidenciado com o acordo de cooperação em 2008 entre FAPESP e universidades estaduais paulistas, para a institucionalização do Instituto Virtual da Biodiversidade, com finalidade de fornecer ao programa Biota-FAPESP um caráter permanente e garantir a manutenção dos sistemas de informação ambiental (Agência FAPESP 2008). Outro exemplo a citar é o recente Programa Biota Minas criado em 2007, que tem por objetivo realizar o diagnóstico completo e atualizado da biodiversidade, mapear o conhecimento existente na área e identificar lacunas científicas e demandas prioritárias do Estado de Minas Gerais. O projeto, criado com base na experiência do Biota-FAPESP, irá utilizar as ferramentas desenvolvidas pelo programa paulista, adaptando a estrutura dos bancos de dados e aproveitando os softwares já desenvolvidos para integração de dados biológicos às bases cartográficas (Agência FAPESP 2008).

Como evidenciado neste trabalho, o Brasil deve enfrentar o grande desafio representado pelo conjunto de ações necessárias para alcançar as metodologias e protocolos de avaliação e gerenciamento dos recursos hídricos num país megadiverso. Apesar das dificuldades, o país já realizou os primeiros passos fundamentais para atingir a meta proposta, redigindo uma proposta legislativa e discutindo diretrizes e estratégias para modernização e consolidação de sistemas integrados de informações sobre biodiversidade e implantando novos bancos de dados.

Doravante, deve-se levar em consideração que os esforços da limnologia brasileira prescindem de conhecimentos que devem ser gerados, não só pensando as peculiaridades de cada Estado e grupo de pesquisa, mas com intuito de gerar esforços interagenciais, objetivando a otimização dos conhecimentos adquiridos.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M. & GOMES, L.C. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, 1(1): 70-78.
- AIRES PEREIRA, J.L. 2005. Projeto coleções informatizadas do Instituto Oswaldo Cruz. I Simpósio Nacional de Coleções Científicas. Evento Comemorativo dos 105 anos do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 11-12 maio 2005.
- BARBARESI, S. & GHERARDI, F. 2000. The invasion of the alien crayfish *Procambarus clarkii* in Europe, with particular reference to Italy. *Biological Invasions*, 2: 259-264.
- BARROW, C.J. 1998. River Basin Development Planning and Management: A Critical Review. *World Development*, 26: 171-186.
- BISWAS, A.K. 2004. Integrated Water Resources Management: A Reassessment A Water Forum Contribution. *Water International*, 29(2): 248-256.
- BONADA, N.; PRAT, N.; RESH, B. & STATZNER, V.H. 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual Reviews of Entomology*, 51: 495-523.
- BOND-BUCKUP, G. & BUCKUP, L. 1998. Malacostraca. Eucarida. Aeglidae. In: Young, P.S. (ed.). Catalogue of Crustacea of Brazil. Rio de Janeiro: Museu Nacional. Série Livros n. 6, p. 431-437.
- BOWER, S.M. 2006. Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish: *Psorospermium* sp. (Protozoan Infection) of American Crayfish. Disponível em: <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/shelldis/pages/psoroacy_e.htm> Acesso em: 05 dez. 2007.
- BRASIL. 1981. Ministério do Meio Ambiente Lei 6938/81 de 31/01/1981. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9104.html> acesso em: 11 dez. 2007.
- BRASIL. 1997. CONAMA 237/97 de 19 DE dezembro 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html> acesso em: 11 dez. 2007.
- BRASIL. 1998a. Portaria nº 145/98, de 29 de outubro de 1998. Disponível em: http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/PORTARIA_N_145_DE_29_DE_OUTUBRO_DE_1998.pdf acesso em: 11 dez. 2007.
- BRASIL. 1998b. Ministério do Meio Ambiente. Decreto Nº 2.519, de 16 de Março de 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/D2519.htm> acesso em: 11 dez. 2007.
- BRASIL. 2002. Decreto Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/2002/D4339.htm> acesso em: 11 dez. 2007.
- BRASIL. 2004. Portaria MCT Nº 268, de 18.06.2004. Disponível em: http://ftp.mct.gov.br/legis/portarias/268_2004.htm acesso em: 11 dez. 2007.
- BRASIL. 2006. Programa de Pesquisa em Biodiversidade. Ministério da Ciência e Tecnologia. Secretaria de Política e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Brasília. 314 pp.
- BRASIL. 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.dcm.puc-rio.br/download/Conama357.pdf> acesso em: 11 dez. 2007.
- BRASIL. 2007. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa Nº 160, de 27 de abril de 2007. Disponível em: www.ibama.gov.br/sisbio/legislacao.php?id_arq=5 acesso em: 11 dez. 2007.
- BUCKUP, P., MENEZ, N. E SANT'ANNA M. (EDS.). 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional. Rio de Janeiro 195p.
- CLARIDGE, F. 1995. Introducing Systematics Agenda 2000. *Biodiversity and Conservation*, 4: 451-454.
- CALLISTO, M.; BARBOSA, F.A.R. & VIANNA, J.A. 1998. Qual a importância de uma coleção científica de organismos aquáticos em um projeto de biodiversidade? Anais IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 2: 432-439.
- CHAMBERS, P.A.; LACOUL, P.; MURPHY, K.J. & THOMAZ, S.M. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 9-26.
- COSTA, C.; VANIN, S.A. & CASARI-CHEN, S.A. 1988. Larvas de Coleóptera do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 282 p.
- COSTA, C.; IDE, S. & SIMONKA, C.E (Eds.). 2006. Insetos

- Imaturos. Metamorfose e identificação. Holos Editora. Ribeirão Preto. 249 p.
- CHU-FANG, L.; CHING-HUI, H.; SHAO-EM, P.; CHAU-HUEI, C.; HUI-CHEN, S.; YA-LIN, H.; CHEN-FANG, C.; KUAN-FU, I.; MAO-SEM, S.; CHUNG-HSIUNG, W. & GUANG-HSIUNG, K. 1996. White spot syndrome baculovirus (wsbv) detected in cultured and captured shrimp, crabs and other arthropods. *Diseases of Aquatic Organisms*, 27: 215-225.
- COLOMBO, A. & MARINO, A. 2005. Sinbiota. Curso de Introdução ao Sistema de Informação. Ambiental SinBiota. V Simpósio e V Reunião de Avaliação do Programa BIOTA/FAPESP.
- CROW, G.E. 1993. Species diversity in aquatic angiosperms: latitudinal patterns. *Aquatic Botany*, 44: 229-258.
- ELMASRI, R. & NAVATHE, S.B. Fundamentals of Database Systems, Addison-Wesley Publishing Company Inc, 2000.
- EUROPEAN COMMISSION. 2000. The EU Water Framework Directive - integrated river basin management for Europe. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html acesso em: 21 fev. 2008.
- ERWIN, T.L. 1982. Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. *The Coleopterists Bulletin*, 36:74-75.
- ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Finep/Inter-ciência, Rio de Janeiro. 602p.
- AGÊNCIA FAPESP. 2008. Divulgando a cultura científica. Disponível em: <http://www.agencia.fapesp.br/> acesso em: 02 jan. 2008.
- FERREIRA, H.; TOLENTINO, J.; JUNQUEIRA, M.; LOPEZ, C.; FRANCESCHETTI, S.; CAMPOS, M. & GOMES, T. 2005. Biomonitoramento informatizado: uma ferramenta para gestão da informações tecnológica sobre o recurso hídrico. X Congresso Brasileiro de Limnologia. Ilhéus (BA), 24-29 julho de 2005.
- FRANÇA, J. & CALLISTO, M. 2007. Coleção de macroinvertebrados bentônicos: ferramenta para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas aquáticos brasileiros. *Neotropical Biology and Conservation*, 2(1): 3-10.
- GAZOLA-SILVA, F.F.; MELO, S.G. & VITULE, J.R.S. 2007. *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae): possível introdução em um rio da planície litorânea paranaense (PR, Brasil). *Acta Biológica Paranaense*, 36 (1-2): 83-90.
- GOETHALS, P. (Ed). 2000. Data collection concerning macrobenthos. Edited by Peter L.M. Goethals (Version of 15 April 2002). Disponível em: http://www.eamn.org/documents/soa-report/report-parts/WG1_Macrobenthos_data_collect_overview.pdf acesso em: 15 dez. 2007.
- GOIGEL TURNER, M. 1989. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. *Annu. Ver. Ecol. Syst.*, 20: 171-197.
- HAASE, P.; MURRAY-BLIGH, J.; LOHSE, S.; PAULS, S.; SUNDERMANN, A.; GUNN, R. & CLARKE, R. 2006. Assessing the impact of errors in sorting and identifying macroinvertebrate samples. *Hydrobiologia*, 566: 505-521.
- HAWKINS, C.P. & NORRIS, R.H. 2000. Effects of taxonomic resolution and use of the subsets of the fauna on the performance of RIVPACS-type models. Pp: 217-228. In: J.F. Wright, D.W. Sutcliffe & M. T. Furse (eds). Assessing the Biological Quality of Fresh Waters. RIVPACS and Other Techniques. Freshwater Biological Association.
- HAWKINS, C.P., & NORRIS, R.H. 2000. Performance of different landscape classifications for aquatic bioassessments: Introduction to the series. *Journal of the North American Benthological Society*, 19: 367-369.
- HERING, D.; MOOG, O.; SANDIN, L. & VERDONSCHOT, P.F.M. 2004. Overview and application of the AQUEM assessment system. *Hydrobiologia*, 516: 1-20.
- HUBENDICK, B. 1962 Aspects on the Diversity of the Fresh-Water Fauna. *Oikos*, 13(2): 249-261.
- ICSU Priority Area Assessment on Scientific Data and Information, "Scientific Data and Information". Disponível em: http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/551_DD_FILE_PAA_Data_and_Information.pdf Acesso em: 20 dez. 2007.
- ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & ROCHA, O. 1999. Síntese. *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*, 4: 169-176.
- JACOBSEN, D.; SCHULTZ, R. & ENCLADA, A. 1997. Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology*, 38: 247-261.
- KRISHTALKA, L. & HUMPHREY, P. 1996. Can Natural History Museums Capture the Future? Disponível em: <http://www.bioone.org/archive/0006-3568/50/7/pdf/i0006-3568-50-7-611.pdf> Acesso em: 13 jan. 2008.
- LANGE CANHOS, D.; COLOMBO, A.; MARINO, A.; SOUZA, S.; UMINO, C.; CRUZ, B. & ALBANO, A. 2004. *Trabalhos desenvolvidos no SinBiota Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota/Fapesp pelo Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA*.
- LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. 2002. Biodiversity of Brazil: a synthesis of the current state of knowledge. Pp. 139-144. In: T.M. Lewinsohn & P.I. Prado, (eds.). Biodiversidade brasileira: síntese do estado do conhecimento atual. 176p.

- MARCHANT, R. 1990. Robustness of classification and ordination techniques applied to macroinvertebrate communities from the La Trobe River, Victoria. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41: 493-504.
- MARCHANT, R.; HIRST, A.; NORRIS, R.H.; BUTCHER, R.; METZELING, L. & TILLER, D. 1997. Classification and predictions of macroinvertebrate assemblages from running waters in Victoria, Australia. *Journal of the North American Benthological Society*, 16: 664-681.
- MARQUES, A.C. & LAMAS, C.J. 2006. Taxonomia zoológica no Brasil: Estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. *Papéis avulsos de Zoologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo*, 46(13): 139-174.
- MARGULES, C.R. & PRESSEY, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 405: 243-53.
- MAGALHÃES, C.; BUENO, S.L.S.; BONDBUCKUP, G.; VALENTI, W.C.; SILVA, H.L.M.; KIYOHARA, F.; MOSSOLIN, E.C. & ROCHA, S.S. 2005. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. *Biodiversity and Conservation*, 14: 1929-1945.
- MAZÃO, G.; PAULO, A. & OLIVEIRA, L. 2005. Georeferenciamento utilizando as ordens ephemeroptera, plecoptera e trichoptera para identificação de áreas potenciais para conservação do cerrado. Biomonitoramento informatizado: uma ferramenta para gestão de informações tecnológicas sobre o recurso hídrico. X Congresso Brasileiro de Limnologia. Ilhéus (BA), 24-29 julho de 2005.
- MELO, G.A.S. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. Museu de Zoologia - Universidade de São Paulo, São Paulo. 429p.
- MENEZ, M. & ALVES DIAS, I. (Eds.). 2001. *Biodiversidade de algas de ambientes continentais do estado do Rio de Janeiro*. Museu Nacional. Rio de Janeiro, 254p.
- MENEZES, N.; WEITZMAN, S.; OYAKAWA, O.; LIMA, F.; CASTRO, R. & WEITZMAN, M. 2007. Peixes de água doce da mata atlântica. Conservação Internacional; FAPESP; CNPq.
- METZGER, J.P. & CASATTI, L. 2006. Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: o estado da arte do programa BIOTA/FAPESP. *Biota Neotropica*, 6(2): <http://www.biotaneotropica.org.br>. acesso em: 13 jan. 2008.
- MICHENER, W.K. & BRUNT, J.W. (eds.) (2000). *Ecological Data: Design, Management and Processing*. Blackwell Science, Oxford.
- MIGOTTO, A.E. & TIAGO, C.G. (Eds.). 1999. Invertebrados marinhos. Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento no final do século XX. Volume 3. FAPESP, São Paulo.
- MCT (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA). 2006. *Diretrizes e estratégias para modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade*. 313p.
- NIESER, N. & MELO, A. 1997. Os heteropteros aquáticos de Minas Gerais. Editora UFMG. Minas Gerais. 177p.
- PERREIRA, R.; SCÄFFER, A. & LANZER, R. 2005. Sistema de informação geográfica regional ambiental (SIGRA): monitoramento limnológico na Serra Gaúcha. Biomonitoramento informatizado: Uma ferramenta para gestão de informações tecnológicas sobre o recurso hídrico. X Congresso Brasileiro de Limnologia. Ilhéus (BA), 24-29 julho de 2005.
- PETTS, G.E.; NESTLER, J. & KENNEDY, R. 2006. Advancing science for water resources management. *Hydrobiologia*, 565: 277-288.
- QUAGLIO, F.; MOROLLI, C.; GALUPPI, R.; BONOLI, C.; MARCER, F.; NOBILE, L.; DE LUISE, G. & TAMPIERI, M.P. 2006. Preliminary investigations of disease-causing organisms in the white-clawed crayfish *austropotamobius pallipes* complex from streams of northern Italy. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 380-381: 1271-1290.
- RESH, V.H. & MCELRAVY, E.P. 1993. Contemporary quantitative approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York (USA).
- RIGHI, G. 1999. Anelídeos oligoquetos. Pp. 81-84. In: D. Ismael, W.C. Valentini, T. Matsumura-Tundisi & O. Rocha (eds.). Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: invertebrados de água doce. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo.
- RESH, V.H. 2007. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 138(1-3): 131-138.
- RESH, V.H. & UNZICKER, J.D. 1975. Water quality monitoring and aquatic organisms: the importance of species identification. *Journal Water Pollution Control Federation*, 47(1): 9-19.
- ROCHA, O. 2002. Perfil do conhecimento de biodiversidade em águas doces no Brasil. pp. 165-169. In: T.M. Lewinsohn & P.I. Prado, (eds.). Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Editora Contexto, São Paulo. 176p.
- ROSENBERG, D.M. & RESH, V. H. (ed.). 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall.
- SAHUL HAMEED, A.S.; XAVIER CHARLES, M. & ANILKUMAR, M. 2000. Tolerance of *Macrobrachium rosenbergii* to white spot syndrome virus. *Aquaculture*, 183: 207-213.

- SAHA, S. & BARROW, C.J. 1981. River asin planing. John Wiley & Sons Ltd.
- SCÄFFER, A. & LANZER, R. 2005. Biomonitoramento informatizado da qualidade de águas correntes na Serra Gaúcha, RS, Brasil. Biomonitoramento informatizado: uma ferramenta para gestão de informações tecnológicas sobre o recurso hídrico. X Congresso Brasileiro de Limnologia. Ilhéus (BA), 24-29 julho de 2005.
- SCHMIDT-KLOIBER, A. & NIJBOER, R.C. 2004. The effect of taxonomic resolution on the assessment of ecological water quality classes. *Hydrobiologia*, 516: 269–283.
- SCHMIDT-KLOIBER, A.; GRAF, W.; LORENZ, A. & MOOG, O. 2006 The AQEM/STAR taxalist – a pan-European macro-invertebrate ecological database and taxa inventory. *Hydrobiologia*, 566: 325-342.
- SILVA, J.S.V.; FERNANDES, F.C.; SOUZA, R.C.C.L.; LARSEN, K.T.S. & DANELON, O.M. 2004. Água de lastro e bioinvasão. Pp 1-10. In: J.S.V. Silva & R.C.C.L. Souza (eds.). *Água de Lastro e Bioinvasão*, Rio de Janeiro, Interciência.
- SIMONE, L. 2006. *Land e freshwater mollusk of Brazil*. Fapesp: Editora Bernardi. 390p.
- STATZNER, B.; BONADA, N. & DOLÉDEC, S. 2007. Conservation of taxonomic and biological trait diversity of European stream macroinvertebrate communities: a case for a collective public database. *Biodiversity and Conservation in Europe*, 7: 367-390.
- SYMES, K.L.; ARMITAGE, P.D. & CANNAN, C.E. 1998. Application of the relational database approach to a nested study of biological and physical data from a lowland river. *Regulated Rivers: Research & Management*, 13(2): 185-198.
- UNEP (United Nations Environmental Programme). 1994. *Convention on Biological Diversity: Text and Annexes*. Geneva.
- USSEGLIO-POLATERA, P.; BOURNAUD, M.; RICHOUX, P. & TACHET H. 2000. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases? *Hydrobiologia*, 422/423: 153–162.
- YOSHIDA, C.F.T.; CHAMAS, C.I. & DOS SANTOS TEPEDINO, J.L. 2005. Coleções biológicas: gestão, planejamento e propriedade industrial. I Simpósio Nacional de Coleções Científicas. Evento comemorativo dos 105 anos do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 11-12 maio 2005.
- VINCEVIÈIENE, V. & PAMAKŠTYS, D. 2001. The Concept of Environmental Management Information Systems Development for the Transboundary River Management in the Eastern Baltic Region (Case of the Venta and the Lielupe River Basins). *Environmental Research, Engineering and Management*, 2(16): 56-68.
- VERDONSCHOT, P.F.M.; WANG, H.; PINDER A. & NIJBOER, R. (eds). 2006. Aquatic Oligochaete Biology IX of the whole Class Oligochaeta? In the European Water Framework Directive (WFD: European Commission, 2000), a European need and approach Beyond masses and blooms: the indicative value of oligochaetes. *Hydrobiologia*, 564: 127–142.
- WIKIPEDIA. 2007a. Banco de dados. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Banco_de_dados#searchInput Acesso em: 20 jan. 2008.
- WIKIPEDIA. 2007b. Sistema de gerenciamento de banco de dados. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gerenciamento_de_banco_de_dados Acesso em: 20 jan. 2008.
- WIKIPEDIA. 2007c. Metadados. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Metadados> Acesso em: 20 jan. 2008.
- ZAITUNE PAMPLIN P.A. 2006. Bárbaras invasões biológicas. Disponível em: http://www.fapepi.pi.gov.br/novafapepi/ciencia/documentos/Barbaras_Invasoes_Biologicas.PDF Acesso em: 12 dez. 2007.

8.3- Estudo das publicações específicas utilizadas em diferentes localidades do mundo

Este trabalho conclui o ciclo de estudos preliminares que serviram para definir as características do manual de identificação a ser realizado. Sua finalidade é apresentar o processo de investigação com o qual procuramos estabelecer o quanto e como, um conjunto de estudos acadêmicos deve ser adaptado para desenvolver um livro técnico específico a ser utilizado para o ensino em programas de formação em biomonitoramento. Para tanto, adotamos como referencial teórico a teoria de Chevallard, avaliando de forma conjunta algumas publicações específicas utilizadas em diferentes localidades do mundo.

Transferência didática como problema pedagógico para o ensino em programas de formação em biomonitoramento ambiental

Riccardo Mugnai; Darcilio Fernandes Baptista & Júlio Vianna Barbosa

Artigo publicado pela revista “Educação & Tecnologia”, n.1, v.15, 2010.

Resumo

Este trabalho tem a finalidade de apresentar o processo de investigação com o qual procuramos estabelecer o quanto e como, um conjunto de estudos acadêmicos deve ser adaptado para desenvolver um livro técnico específico a ser utilizado para o ensino em programas de formação em biomonitoramento. Realizar produtos didáticos a partir de material científico, não é só pensar em aplicar estratégias e processos de *transferência didática* necessários por interligar a cultura científica a cultura de destino, mas também utilizar elementos facilitadores de consulta e compreensão do texto, tal atividade deve incluir outros elementos, entre os quais aqueles ligados ao idioma e a cultura local.

Introdução

O ensino de uma determinada disciplina apresenta realidades distintas em função do ambiente na qual esta prática é desenvolvida (MILICIC et al., 2008). Um dos recursos mais importantes nas atividades de ensino é o livro didático. O texto didático utilizado para atividades de ensino, de acordo com Choppin (2004), é voltado para a didática com as funções de referencial curricular, de instrumentalização de método de aprendizagem, ideológica e cultural e, mais restritamente, documental; este recurso deve ser desenvolvido de acordo com a sua realidade.

As atividades de ensino, voltadas especificamente para a formação de competências, necessitam de uma organização curricular que leve em consideração a diversidade dos processos educativos e das prioridades de formação (BARBOSA et al., 2003). Assim, para o desenvolvimento de um recurso didático específico para a área de ensino em biomonitoramento devem se considerar vários fatores, dentre outros, a diferença entre texto científico e texto técnico e o processo com o qual este tipo de recurso didático será desenvolvido. Segundo Genouvrier e Peytard (1973) o texto científico é constituído por conceitos e resultados de uma pesquisa ou de uma reflexão científica, o técnico exerce "um

papel de denominação dos ramos ou objetos próprios de uma técnica, e estabelece uma classificação entre os resultados obtidos enquanto atividade". Com relação ao processo de desenvolvimento de livros didáticos, Bernstein (1998) reporta que este é um procedimento no qual a transferência de conceitos e textos de um contexto para outro deve estar sujeita a uma recontextualização, assumindo um caráter híbrido mediando diferentes contextos, adaptando-os a um perfil cultural específico.

O presente trabalho tem como finalidade, descrever o processo de investigação com o qual procuramos estabelecer o quanto e como um conjunto de estudos acadêmicos devem ser adaptados para desenvolver um livro técnico específico para o ensino em programas de formação em biomonitoramento, a ser utilizado em controle das águas doces superficiais, utilizando estudos de sistemática relativos aos invertebrados aquáticos, e avaliar os possíveis conflitos entre a *cultura de origem* (acadêmica), onde o conhecimento é gerado, e a *cultura de destino* a qual pertence o nosso público alvo, baseados no conceito de *cultura acadêmica* descrito por Hyland (1997) e a *teoria da transferência* desenvolvida por Chevallard (1985, 2007).

Descrição da área de atuação

Para o controle da qualidade da água hoje são empregados, em vários Países, sistemas de monitoramento utilizando a biota (*biomonitoramento*), muitos baseados no estudo da fauna presente em um corpo hídrico de comprimento superior ao milímetro (*macroinvertebrados*) (BONADA et al., 2006). O Brasil, na última década, fez grandes avanços na pesquisa relativa a sistemas de biomonitoramento (JUNQUEIRA e CAMPOS, 1998; BAPTISTA et al., 2007; MUGNAI et al., 2008) e fez os primeiros passos para a adequação da sua legislação com a promulgação da Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005b). Porém, nada ainda foi feito para transferir o saber relativo à biota aquática e as ferramentas de biomonitoramento, do meio acadêmico para a área de aplicação, tornando difícil o ensino. Entretanto o interesse da academia nesta área de ensino é crescente como demonstram os cursos introdutórios recentemente oferecidos por várias universidades.

Cultura acadêmica e necessidade de transferência

Hyland (1997) considera *cultura acadêmica* o conhecimento gerado no âmbito da pesquisa científica, distinto por formas de linguagem e léxico característicos. Para que haja o processo de ensino é necessário que o conhecimento que surge no meio da comunidade científica (*saber sábio*) se transforme em um conhecimento útil para ser ensinado (*saber ensinado*), existindo uma *distância* entre os saberes (CHEVALLARD, 1985; 1998). Essa

passagem da cultura de origem para cultura de destino, dependendo da distância e do grau de identificação com uma ou com a outra cultura, pode originar tensões e conflitos, e choque cultural (OBERG, 1960), até *ruptura epistemológica* com a qual o processo de passagem é interrompido (CHEVALLARD, 1998).

Para a interpretação de um texto científico por parte de indivíduos leigos uma das barreiras é constituída pela estrutura linguística e lexical (HYLAND, 1997), devido ao desconhecimento do significado das palavras e/ou idioma, da falta de integridade informativa, da inconsistência ou inexistência de informações necessárias para sua compreensão e, além disso, da presença de situações discordantes com os padrões da cultura pertinente (CHIMM; BREWER, 1993; MATURANO; MAZZITELLI, 2003).

Com base nestes conceitos formulamos uma série de perguntas: quais são as características que distinguem as duas diferentes culturas (ou saberes) a serem interligadas? Existem critérios ou modelos para que se construa uma ponte entre as duas culturas? Qual é a *distância* máxima e/ou o grau da *transferência didática* que pode ser alcançada realizando um material didático sem perder qualidade científica?

Desenho investigativo

Com finalidade de responder as questões levantadas e realizar nossa investigação o trabalho foi subdividido em três etapas.

Etapa 1 - estudo dos saberes envolvidos e avaliação da transferência didática necessária, considerando os seguintes saberes: *Saber acadêmico* - constituído por artigos acadêmicos nacionais e internacionais, monografias, dissertações e teses relativa à fauna aquática; *Saber de referência* - constituído por livros técnicos produzidos e utilizado em outras localidades do mundo para as atividades didáticas, de treinamento e laboratoriais; *Saber a ser ensinado* – constituído pelo conjunto de saberes resultado da *transferência didática* dos saberes acadêmicos, utilizando padrões do ensino de referência.

Etapa 2 – produção do material didático com base nas informações obtidas na etapa 1.

Etapa 3 – realização de um teste de avaliação do processo de *transferência didática* realizada a partir das etapas 1 e 2.

RESULTADOS

Saber acadêmico

A taxonomia pode ser definida como o ramo da biologia que se ocupa da organização e caracterização dos grupos de organismos, do estabelecimento das relações de parentesco entre esses grupos, da identificação de formas já conhecidas e da descrição e denominação de

formas novas (MARTINS, 1983). Do ponto de vista tipológico, os conhecimentos científicos nesta área, são produzidos em três formas principais, artigos científicos, divulgados por revistas especializadas, monografias dissertações e teses, que geralmente estão depositados nas bibliotecas acadêmicas e livros científicos, comercializados por editoras especializadas.

No Brasil, foi observado na última década, um aumento do número de publicações relativas aos estudos faunísticos e taxonômicos, e principalmente no estado do Rio de Janeiro onde a pesquisa foi desenvolvida. Nesta foram considerados os três tipos de produtos acadêmicos. Devido à grande quantidade de material consultado para a realização da nossa pesquisa e da confecção do material didático, remetemos o leitor interessado em consultar a bibliografia reportada em “Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro” (MUGNAI et al., 2009). Além disso, para cada obra consultada foram avaliados os seguintes parâmetros: quantidade, tipologia, clareza e tipo de representação dos caracteres taxonômicos utilizados e a presença de fatores facilitadores de interpretação do texto.

O resultado evidenciou um padrão bastante homogêneo, no qual as informações úteis para a classificação dos exemplares estão disponíveis em forma de chaves dicotômicas, a maioria redigida no formato descritivo, com um grande número de caracteres, muitas delas redigida no idioma inglês, e escassos recursos gráficos. Este formato se torna útil para repassar as informações entre acadêmicos em uma ampla escala geográfica, mas dificulta o processo de ensino. Do ponto de vista dos conceitos, as publicações acadêmicas, sendo reservadas a especialistas, nunca tratam de conceitos básicos que, no caso de estudantes devem ser aprendidos em outros textos, e quase nunca fornecem informações de onde deveriam ser buscadas. Com relação à terminologia utilizada é importante ressaltar que na área da biologia, como em outras áreas acadêmicas, existe uma complicada terminologia técnica, em muitos casos, específica para cada grupo de organismo zoológico, podendo acarretar dificuldades de interpretação do texto até para um biólogo experiente, mas não especialista do grupo tratado (HYLAND, 1997). Com relação aos termos técnicos utilizados nestes tipos de publicação foi constatado que nem sempre um glossário é apresentado, e quando presente não é muito conspícuo, impondo assim o uso de dicionários ou coletâneas de termos técnicos específicos.

Saber de referência

Como saber de referência, examinamos um conjunto de livros técnicos produzidos e utilizados em outros Países em atividades didáticas, de treinamento e de laboratório. Assim, procurando abranger a maior área geográfica possível, foram estudadas e avaliadas as obras de: Campaioli et al. (1994) (Itália), Croft (1986) (Inglaterra), CSIRO (1996) (Austrália), Costa

et al., (2006) (Brasil), Fernández e Domínguez (2001) (Argentina), Fitter e Manuel (1993) (Itália), Lehmkuhl (1979) (USA), Merrit e Cummins (1996) (USA), Provincia di Trento Ed. (1992) (Itália), Stehr (1991) (USA), Tachet et al. (1987) (França) e Usinger (1968) (USA) (veja Tabela 8.3 ou MUGNAI et al., 2009).

Com finalidade de avaliar o procedimento de *transferência didática* utilizado para tais publicações, em cada obra foi avaliado o seguinte conjunto de parâmetros: modalidade didática, quantidade, tipologia, clareza e tipo de representação dos caracteres taxonômicos utilizados, presença de fatores facilitadores de interpretação e/ou de consulta do texto e de potencial uso em treinamento técnico, presença de informações ecológicas, aspectos da editoração e glossário. O resultado dessa avaliação é apresentado de forma resumida na Tabela 8.3 que mostra a existência de uma relação direta entre potencial uso de uma publicação para atividades de treinamento e número de caráter, tipo de representação e presença de elementos facilitadores utilizados. Manuais com chaves descritivas e grande número de caracteres diagnósticos são utilizáveis para atividades acadêmicas ou para atividades de identificação por parte de pessoal especializado na área de entomologia. Manuais com um maior investimento em transferência didática, com diminuição de caracteres diagnósticos, transformação das chaves descritiva em gráfica e um bom glossário são potencialmente utilizáveis para atividades de treinamento e ensino e em atividades laboratoriais de rotina.

Saber a ser ensinado

O *saber a ser ensinado* é constituído por um conjunto de informações e noções, derivadas de um processo de *transferência didática* do *saber acadêmico*, de acordo com as características de um determinado currículo de estudo ou de um determinado público alvo (CAVALCANTI MOREIRA; MARTINS, 2003). Assim, para que este tipo de saber seja originado três fatores são necessários: a) que o *saber acadêmico* seja disponível; b) que estudando o *saber de referência* seja planejado para realizar a *transferência didática*; c) que seja definido o público alvo de maneira a quantificar o processo de *transferência didática*.

No âmbito da nossa pesquisa, porém, o terceiro fator resulta ignoto. No Brasil, apesar dos avanços técnicos e legislativos, ainda não foi oficialmente aberta à discussão relativa ao recurso humano a ser utilizado para a função de técnico em biomonitoramento das águas, ou seja, não existem informações disponíveis relativas à figura profissional, seu currículo e competências. Assim, após avaliar as figuras profissionais utilizadas em outros Países, decidimos produzir o material didático para o profissional menos especializado, podendo ser representado por estudantes de biologia sem uma especialização em entomologia,

considerando que os insetos representam a maioria da fauna de invertebrados aquáticos e pressupondo que, no Brasil, o profissional mais adequado para atuar como especialista técnico em programas de biomonitoramento seja um biólogo, cuja formação não contemple obrigatoriamente uma especialização em entomologia.

Produção do material didático

Com base nas etapas precedentes a publicação didática foi estruturada em duas unidades. A primeira, introdutória, com finalidade de fornecer conceitos básicos úteis para o trabalho técnico tanto de campo, quanto de laboratório e essenciais nos estudos limnológicos e de controle ambiental. E a segunda unidade relativa aos aspectos da morfologia e identificação taxonômica, referentes aos grupos de macroinvertebrados abordados.

Para a realização de uma *transferência didática* adequada, a redação de cada capítulo exigiu uma atenta revisão da literatura e uma completa reestruturação dos textos, principalmente para os capítulos relativos aos aspectos da morfologia e identificação taxonômica, tendo como finalidades atender as seguintes exigências: explicar de forma simples os conceitos básicos; inserir conceitos ou técnicas que podem ser desconhecidos para um público não especialista; reduzir ao máximo a quantidade de termos técnicos; explicar os termos técnicos utilizados junto ao recurso gráfico, na parte introdutória ao grupo taxonômico tratado, com o textual realizando um extenso glossário.

Em cada capítulo relativo a cada grupo biológico decidimos tratar de forma obrigatória os seguintes itens: etimologia do nome do táxon; descrição geral do grupo, morfologia e notas ecológicas; terminologia técnica apresentada utilizando recursos gráficos; principais fontes bibliográficas utilizadas para a realização da chave pictórica, permitindo ao estudante buscar o conhecimento acadêmico específico. As chaves de identificação pictóricas foram realizadas utilizando foto micrografias produzidas especificamente para tal publicação.

Como resultado, o manual de identificação resultou em um volume de 176 páginas contendo 60 pranchas coloridas de identificação e um glossário constituído por cerca de 180 termos. Visando localizar os melhores exemplares a serem fotografados foram consultados os acervos do Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental do Instituto Oswaldo Cruz (LAPSA-IOC/FIOCRUZ), e coleções dos Departamentos de Carcinologia e Entomologia do Museu Nacional da Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), do Laboratório de Entomologia da (UFRJ) e da coleção do laboratório de Malacológica-IOC da Fundação Oswaldo Cruz.

Teste do material didático e suas modificações

Após uma primeira pré-edição realizada no Instituto Oswaldo Cruz, com finalidade de verificar o processo de *transferência didática* realizado e a possível presença de choques culturais foi realizado um teste no laboratório do LAPSA-IOC/FIOCRUZ. Cópias da pré-edição foram disponibilizadas para realizar ciclos de treinamento e para o trabalho de bancada. O conjunto de sujeitos de pesquisa utilizado era constituído por seis estudantes, que no período de treinamento frequentavam cursos de Ciências Biológicas do III até V período, e de um técnico de laboratório, formado em biologia. Nenhum dos candidatos apresentava no *curriculum studiorum* cursos de entomologia ou de especialização da área.

Os componentes do grupo receberam informações genéricas relativas às atividades laboratoriais, a entomologia geral, a sistemática e ao funcionamento de chaves dicotômicas. Após esta fase os candidatos realizaram tarefas rotineiras do laboratório que consistiam principalmente na separação dos espécimes da matriz ambiental (pedras, areia e folhas) e classificação de material biológico coletado em campo utilizando o material didático produzido. Auxílio na compreensão do texto para utilização das chaves de identificação da fauna e no reconhecimento dos caracteres taxonômico foi fornecida só em caso de pedido explícito. Durante todo o período de teste, de novembro de 2008 até março de 2009 as atividades dos estudantes foram monitoradas. Com intuito de não interferir no andamento das atividades o monitoramento das atividades foi realizado entrando com freqüência na sala de trabalho oficialmente para a execução de outras tarefas, observando as atividades, ouvindo e anotando os comentários as sugestões e/ou críticas.

A importância dos recursos gráficos e das micrografias utilizados ficou evidente ao longo do processo de investigação. Durante o período de observação das atividades de laboratório foi observado que em alguns casos: 1- os estudantes procuravam imagens fotográficas dos táxons utilizando pesquisa na internet, principalmente em casos que no texto estivesse presente um desenho no lugar de uma micrografia; 2 – o manual era usado em conjunto com uma das publicações que serviu para realizar as chaves de identificação.

A procura de imagens para comparação dos desenhos evidenciou a importância do recurso fotográfico para um iniciante, fornecendo uma “sensação” mais próxima à realidade. Vale ressaltar que num trabalho científico a utilização de foto apresenta vantagens e desvantagens. Se por um lado a fotografia, principalmente a do tipo digital, representa um recurso de baixo custo e possibilita aos estudantes a rápida aproximação ao uso do microscópio e as atividades de laboratório, por outro lado, a imagem é a representação fiel de um exemplar, com todas as variações de cor, tamanho relativo e outros caracteres que este pode possuir o que pode gerar problemas na leitura do caractere taxonômico utilizado. Porém, o desenho é geralmente fruto da representação de uma média de um conjunto de caracteres,

realizado através do estudo de vários exemplares, mas apresenta custos e tempo de execução relativamente elevados.

O fenômeno do uso conjunto da pré-edição do manual com as publicações originais que serviram para confeccionar as chaves de identificação foi avaliado com objetivo de revelar a existência de problemas de construção e/ou de interpretação das chaves de identificação. A observação dos sujeitos de pesquisa revelou que o uso conjunto era realizado por mais de um grupo taxonômico. O caso mais frequente era representado pelo uso da publicação “Os heteropteros aquáticos de Minas Gerais” (NIESER; DE MELO, 1997), que apresenta uma chave dicotômica puramente descritiva e desenhos relegados em um capítulo separado, deixando a situação com pouca clareza. Porém, nossa chave, pelo menos em teoria, deveria ser de mais fácil uso sendo esta confeccionada de forma gráfica. Os sujeitos de pesquisa foram assim consultados. As respostas fornecidas evidenciaram que o nosso material didático apresentava chaves de uma mais rápida e fácil utilização quando comparado com o material original, porém, este apresentava desenhos muito maiores em tamanho que facilitariam a visualização do caractere taxonômico, evidenciando assim a importância para iniciantes do tamanho das figuras.

Os sujeitos de pesquisa foram entrevistados a fim de avaliar possíveis melhorias do produto didático. Os resultados foram divididos por assunto e dispostos da seguinte forma:

A - conceitos apresentados: inclusão na seção introdutória de argumentos geralmente não incluídos neste tipo de manual, a citar: biossegurança, conceitos de sistemática e técnicas de coleta e preparação específica de cada grupo taxonômico;

B - terminologia técnica: mais rigor na padronização e diminuição da quantidade de palavras técnicas utilizadas;

C - iconografia: aumento do tamanho das micrografias e repetições dos desenhos para cada grupo taxonômico, possibilitando mais rapidez na consulta e na memorização;

D - chaves de identificação: foi discutida a dificuldade de utilização de chaves dicotômicas muito longas e a possibilidade de fracionamento das mesmas.

Com base nesse resultado foram aportadas modificações no manual, inserindo na parte introdutória novos capítulos e modificando a formatação gráfica. Por último, procuramos diminuir a quantidade da terminologia técnica utilizada, buscando os termos sinônimos utilizados em diferentes grupos taxonômicos. Com relação à dificuldade de memorização dos caracteres morfológicos a serem utilizados repetimos os desenhos ilustrativos da nomenclatura para cada grupo taxonômico, e para facilitar a utilização de chaves dicotômicas, as mesmas foram fracionadas e interrompidas em nível de família.

Realizadas as modificações e impressa uma nova pré-edição o material didático foi novamente disponibilizado para as atividades de laboratório e realizamos um novo ciclo de treinamento e monitoramento de novos estagiários. Este segundo ciclo de avaliação não evidenciou necessidades de modificações ou incrementos da estrutura do texto.

Discussão

Os avanços científicos e o aumento de complexidade das novas tecnologias impõem à utilização de recurso humano cada vez mais especializado, portanto os estudantes precisam de literatura tecnológica ou facilidade de acesso às informações tecnológicas com finalidade de ter vantagens na vida profissional (HIGGINS; SPITULNIK, 2008). Para a formação do recurso humano, a ser empregado nas áreas de aplicação das novas tecnologias e na pesquisa, é urgente que no Brasil sejam realizadas publicações específicas (BRASIL, 2006a; ZANCAN, 2000).

No Brasil, o setor de avaliação da qualidade da água e de gestão de recursos hídricos que utilizam a integridade biológica é ainda incipiente e, novas metodologias estão sendo implementadas e testadas (MUGNAI et al., 2008). Em alguns estados, é bastante rico o conhecimento relativo a esta área e a bibliografia disponível é, em geral, sob forma de artigos acadêmicos, e algumas obras monográficas, mas tudo direcionado a especialistas (MUGNAI; GATTI, 2008); entretanto há escassez de material bibliográfico para formação de recurso humano.

O processo de produção de material didático, como também sua avaliação, deve ser cuidadosamente planejado considerando como fatores determinantes o alvo a ser atingido e o contexto no qual deve ser utilizado (AMRI, 2003; CHEN; CHEN, 2002; MEHRJERDI, 2010; MILICIC, 2008; PITMAN et al., 1996; WILDE; SOCKEY, 1995). Para Bernstein (1998) a produção de material didático de uma área científica particular requer a recontextualização através de um conjunto de adaptações chamadas *transferência didática* (CHEVALLARD, 1998). Quando um conhecimento científico é escolhido deve sofrer "transformações adaptativas" para passar de um contexto cultural (acadêmico) a outro (não acadêmico); assim, o saber é uma realidade que muda, adaptando-se ao próprio "nicho" específico determinado por um conjunto de fatores: Instituição, organização curricular, recursos humanos, recursos metodológicos e infra-estrutura (BARBOSA et al., 2003; CHEVALLARD, 1985). Citando, "...Knowledge is not a given, the theory says, it is built up, and transformed, and –such was the keyword – *transposed*..." (CHEVALLARD, 2007).

No presente trabalho procuramos entender o processo de *transferência didática* necessário para realizar um material didático, constituído por um manual de identificação da

fauna aquática, específico para realidade brasileira, com a finalidade de instrumentalizar a capacitação técnica especializada em identificação taxonômica para fins de biomonitoramento da água. Na fase de estudo preliminar resultou evidente que a necessidade de realizar uma *transferência didática* não é determinada só pelas diferenças culturais, entre origem do saber e do destino, relativos ao léxico e/ou aos conceitos como sugerido por Hyland (1997) e Milicic (2008), mas também relativo a fatores externos ao sistema de ensino (CHEVALLARD, 1985) e a forma com a qual o conhecimento é gerado, citando as palavras de Russel (1969) “...Nos livros de texto, costumamos adotar a ordem dedutiva, mas nos laboratórios a ordem indutiva é que é a seguida...”.

Chevallard (1985) reconhece no processo de transferência fatores de risco, dentre os quais, a possibilidade de existência de choque cultural, quando o processo de transferência é escasso, e o material didático não tem capacidade de alcançar o estudante, ou quando o processo é excessivo, e não atende as exigências de formação. Outros riscos são constituídos pela possibilidade de realizar deformação da informação, substituições, novas criações ou de ocultação em fase de redação do texto, além de desgaste *biológico e moral*.

Com relação aos problemas acima citados, devido a natureza do nosso trabalho, descartamos a hipótese de existência de desgaste moral, em contraposição, como assinalado por Viana Alves e Figueredo Andrades (2008) o risco de desgaste *biológico*, entendido como obsolescência do conhecimento (CHEVALLARD, 1985), por um livro técnico é elevado. Sendo assim, para desenvolver material didático ligado a novas tecnologias existe a exigência de realização no menor tempo possível. Já, em fase de redação do nosso texto foram necessários alguns reajustes devido a publicações de novos artigos acadêmicos.

O maior obstáculo para definir os padrões norteadores do processo de *transferência didática* para o nosso texto técnico foi constituído pela falta da definição do público alvo (MUGNAI; GATTI, 2008), e assim de um padrão do *saber de destino*. Neste contexto, a estratégia de escolher um público alvo constituído por profissionais poucos especializados, por um lado, possibilitou o processo de *transferência didática* e a realização de material didático, do outro, determinará a necessidade de realizar um novo material didático caso, uma vez definido por ato legislativo o padrão do recurso humano a ser utilizado para a função de biomonitoramento não corresponda ao idealizado pelos autores.

Com relação à pergunta relativa a *distância* máxima e/ou o grau da *transferência didática* que pode ser alcançada sem perder qualidade científica, a avaliação dos *saberes de referência* evidenciou casos de ruptura epistemológica. Um é representado pela utilização de manuais de identificação de grande alcance técnico, a citar as obras de Merrit e Cummins (1996) ou de Stehr (1991), para o treinamento de público alvo não especializado, sendo estas

obras de revisão bibliográficas, nas quais existe pouco investimento em *transferência didática* e os elementos facilitadores da consulta e da compreensão do texto são escassos. Caso oposto é representado pela obra de Fitter e Manuel (1993). Nesta, existe um excessivo esforço em *transferência didática* e na utilização de elementos facilitadores, assim, o texto não tem a quantidade e qualidade de informações necessárias para ser utilizado num contexto técnico. Tudo isso de acordo com os resultados apresentados por Milicic (2008) num estudo de conflitos gerados pela distância entre cultura de origem e de destino no ensino da física.

Para a organização das informações utilizamos como base teórica a aprendizagem significativa proposta por Ausubel (1993), onde a aprendizagem é favorecida se os conteúdos apresentam uma organização lógica compreensível e se estão relacionados com os conhecimentos prévios de quem aprende; havendo dificuldade quando não existem (ou são escassas) as interrelações por falta de subsunçores as quais as novas informações podem estar relacionadas. Neste caso é recomendado o uso de organizadores prévios que sirvam para ancorar a nova informação levando ao desenvolvimento dos subsunçores que facilitem a aprendizagem.

Com tudo, procuramos realizar um material didático procurando uma solução intermediária, realizando chaves de identificação gráficas e utilizando micrografias, possibilitando assim aos estudantes uma rápida aproximação ao uso do microscópio e as atividades de laboratório, sem diminuir a qualidade técnica das informações contidas. Além disso, uma particular atenção foi dada aos possíveis elementos facilitadores individualizados por meio do estudo dos *saberes de referência* e do teste realizado no nosso laboratório, constituídos pela organização sequencial das informações e dos elementos facilitadores de memorização, de compreensão do texto e de consulta.

Com relação à memorização, Lacreu (1997) aponta que na aprendizagem mecânica ou memorística, os novos conhecimentos se adquirem mediante a repetição dos atos, assim com finalidade de facilitar o processo de memorização dos caracteres a serem utilizados foi decidido repetir o esquema ilustrativo da morfologia para cada grupo taxonômico. Como elemento facilitador de utilização do material didático, usamos faixas coloridas nas bordas das páginas procurando fornecer um rápido sistema de consulta.

Por último, conforme proposto por Chevallard (1985), ao longo da trajetória sofrida pelo saber existem fatores externos ao sistema de ensino que influenciam o processo. Os saberes estão inseridos em um ambiente mais amplo onde coexistem e se influenciam. Assim, consideramos que existem elementos facilitadores que, de certa forma, podem ser independentes da cultura local, como os gráficos, a organização sequencial dentre outros, e elementos que são diretamente ligados ao idioma utilizado (MICHINEL; FRÓES, 2007;

ORLANDI, 1996). No nosso trabalho, optamos pelo o uso da etimologia, sendo esta de grande potencial quando utilizada no ensino em biologia para estudantes de um idioma de origem latina, já que os nomes dos grupos são, em muitos casos, formados de palavras que descrevam características do grupo em latim e/ou grego segundo regras preestabelecidas (PAPAVERO, 1983; MUGNAI et al., 2009). Assim, a explicação da origem da palavra facilita a fixação dos nomes dos grupos para os neófitos.

Considerações finais

Realizar produtos didáticos a partir de material científico não é só pensar em aplicar estratégias e processos de *transferência didática* necessários para interligar a cultura científica a cultura de destino, mas também utilizar elementos facilitadores de consulta e compreensão do texto. Nesta atividade devem ser incluídos outros elementos ligados ao idioma, a cultura e a realidade local.

Tabela 8.3. Principais características dos livros técnicos produzidos e utilizados em vários Países em atividades didáticas e laboratoriais para o biomonitoramento da água.

Autor	Título	País	Ano	Tipo de representação dos caracteres taxonômicos	Quantidade de caracteres taxonômicos	Tipo de chave	Clareza dos caracteres taxonômicos	Fatores facilitadores para o treinamento	Informações ecológicas	Potencial uso para treinamento	Glossário
Campaioli et al.	Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane	Itália	1994	Chaves pictóricas com desenhos e descrição dos grupos	Baixa	Gráfica	Ótima, de fácil consulta sendo gráfica	Nenhuma, a não ser os recursos gráficos de grande tamanho	Ausentes	Boa	Presente, mas muito limitado
Costa et al.	Insetos imaturos	Brasil	2006	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Média	Descritiva	Bom	Nenhuma	Estão presentes algumas informações no texto introdutório e talvez nas chaves, mas no contexto geral são escassas	Baixa	Bom
Croft	Freshwater invertebrates	Inglaterra	1986	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos na chave	Média	Descritiva	Boa	Nenhuma	Ausentes	Média	Presente, mas muito limitado
CSIRO	Australian aquatic invertebrates	Austrália	1996	Descritiva, com desenhos, utilizando chaves só para alguns grupos	Alta	Descritiva	Escassa	Nenhuma	Ausentes	Baixa	Presente, mas muito limitado
Fernández & Domínguez	Guia para la determinacion de los artropodos bentônicos sudamericanos	Argentina	2001	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Média	Descritiva	Bom	Nenhuma	Ausentes	Média	Ausente
Fitter & Manuel	La vita nelle acque dolci	Itália	1993	Descritiva, com desenhos, utilizando chaves só para alguns grupos	Baixa	Não existe chave, só descrição dos grupos	Escassa	Nenhuma	Ausentes	Baixa	Presente, mas muito limitado
Lehmkuhl	Aquatic insects	USA	1979	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos na	Média	Descritiva	Boa	Presença de uma chave descritiva para	Ausentes	Média	Ausente

				chave				os grandes grupos			
Merrit & Cummins	Aquatic insects of North America	USA	1984	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Alta	Descritiva	Ótima, mais precisa para consulta de muita experiência	Presença de uma faixa lateral nas páginas com nome do grupo	Presentes em forma de tabelas	Baixa	Ausente
Provincia di Trento ed.	Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani	Itália	1988	Descritiva, sem chaves, com fotografias	Baixa	Gráfica	Escassa, não tendo talvez ligação entre foto e descrição	Presença de chave introdutória aos grupos de fácil consulta e faixas de cores de referência nas páginas	Ausentes	Ótima	Presente, mas muito limitado
Stehr	Immature insects	USA	1991	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Alta	Descritiva	Ótima, mais precisa para consulta de muita experiência	Nenhuma	Ausentes	Baixa	Bom
Tachet et al.	Introduction a l'étude des macroinvertebres des eaux douces	França	1987	Chaves dicotômicas gráficas com desenhos	Baixa	Gráfica	Ótima, de fácil consulta sendo gráfica	Presença de chave introdutória aos grupos de fácil consulta	Presentes, em forma de tabelas	Boa	Presente, mas muito limitado
Usinger	Aquatic insects of California	USA	1968	Chaves dicotômicas descritivas, com alguns desenhos em pranchas separadas	Alta	Descritiva	Ótima, mais precisa para consulta de muita experiência	Nenhuma	Escassas	Baixa	Bom

8.4- realização do livro técnico

Livro: manual de identificação de macroinvertebrados do estado do Rio de Janeiro, Brasil

Publicado pela editora *Technical Books* e apresentado no *XII Congresso Brasileiro de Limnologia*, 23-27 de agosto de 2009

Este capítulo é constituído por o “manual de identificação de macroinvertebrados do estado do Rio de Janeiro, Brasil” realizado utilizando de forma conjunta os dados obtidos nas etapas anteriores da pesquisa. No manual são apresentados cerca de 300 gêneros e famílias de macroinvertebrados de rios e riachos do Estado do Rio de Janeiro, por meio de chaves pictóricas para a identificação dos diversos grupos reunidos em 60 pranchas de identificação. Os caracteres diagnósticos são ilustrados utilizando foto micrografias com mais de 450 imagens.

Do ponto de vista do conteúdo, como já ilustrado no Capítulo III, diferentemente de outros materiais didáticos, inserimos no texto informações relativas às técnicas de coletas específicas e preparação dos exemplares, o estado de conhecimento da biota aquática, as espécies exóticas invasoras, as considerações sobre biossegurança e doenças veiculadas pela água e macroinvertebrados vetores de doenças.

A redação dos capítulos relativos aos aspectos da morfologia e identificação taxonômica exigiu além da tradução, uma atenta revisão da literatura e uma completa reestruturação dos textos visando repassar informações para um público não especializado. O esforço investido no processo de transferência didática variou conforme o assunto de cada capítulo do livro, sendo que em alguns casos a bibliografia especializada utilizada é de difícil compreensão também para biólogos formados, porém especializado em uma área diferente da tratada.

Com relação aos termos técnicos utilizados, procuramos reduzir a quantidade eliminando os termos diferentes utilizados nos vários grupos, mas que podem ser considerados sinônimos. No texto, cada termo técnico é explicado e para todos usamos contemporaneamente dois recursos, o gráfico, na parte introdutória ao grupo taxonômico tratado e o textual, realizando também um glossário de cerca de 180 termos.

O livro é apresentado como anexo 5.

8.5- Idealização e criação de um sistema de conservação para a realização de uma coleção didática específica

Este capítulo apresenta o resultado de um estudo bibliográfico e empírico para a busca de uma técnica de conservação que permita a realização de uma coleção didática de longa durabilidade em apoio às atividades didática ligadas aos macroinvertebrados a ser utilizada junto ao manual de identificação realizado. Todo isso, em acordo com os novos princípios de biossegurança e de ética para os estudos com estudantes e animais.

No âmbito do presente estudo uma coleção de acerca 130 espécimes foi realizada com a técnica proposta e utilizada no processo de avaliação do manual de identificação. O uso deste tipo de coleção permitiu o fácil deslocamento dos espécimes para as Instituições que sediaram os testes de avaliação e permitiu a integridade dos espécimes garantindo assim que o grau de dificuldade da tarefa de identificação não variasse em razão do estado de conservação dos mesmos.

REALIZAÇÃO DE UMA COLEÇÃO ZOOLOGICA DIDÁTICA “HANDS-ON” USANDO GEL ALCOÓLICO

Riccardo Mugnai; Júlio Vianna Barbosa & Darcilio Fernandes Baptista

Artigo aceito pela revista “Journal of Biological Education” em 20/04/2011

RESUMO

As coleções didáticas possuem grande importância em instituição de ensino em todos os níveis. Existem vários problemas ligados ao manuseio e curadoria deste tipo de coleção. Entre outras, o período de vida útil relativamente curto dos espécimes devido ao uso continuado pelos estudantes inexperientes. Com frequência os espécimes usados para recompor uma coleção didática provem de novas coletas de campo em contraste com os princípios de ética de conservação, os princípios de biodiversidade e o uso e experimentação animal em biologia. A técnica apresentada neste trabalho é uma técnica simples e de baixo custo por realizar uma coleção de macroinvertebrados conservados em fluído e acondicionar espécimes por atividades didáticas, preservando os espécimes e consentindo usar os raros ou frágeis em escolas, universidades ou programas de treinamento de especialização. A coleção realizada utilizando o gel alcoólico é atualmente utilizada para realizar aulas teórico-práticas para o treinamento de estudantes em programas de pesquisa em qualidade da água na Fundação Oswaldo Cruz/Ministério da Saúde - Brasil, e foi utilizada para testar o manual de identificação dos macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro, Brasil, realizado pelo nosso laboratório.

INTRODUÇÃO

O estudo dos invertebrados, especialmente dos insetos, oferece uma grande quantidade de oportunidade de ensino, como também possibilita experiências por estudantes em cursos baseados em experiências em biologia (MILLER; NAPLES, 2002). Os esforços de reformas em educação da ciência em várias localidades do mundo, como a do National Science Education Standard nos EUA, em 1996 põem grande ênfases na investigação científica realizada em sala de aula (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

A atividade de ensino com espécimes de invertebrados é importante a todos os níveis de ensino. Nas escolas primárias (HAEFNER et al., 2006; ORSBORN, 1988; BOARDMAN et al., 1997) e “a precoce e continuada exposição à entomologia promove interesse em insetos, minimiza medo da natureza e instaura apreciação da biodiversidade” (DANOFF-BURG, 2002). Em nível universitário, cursos como zoologia ou entomologia médica são diretamente ligados a este tipo de coleção sendo por este instrumento pedagógico fundamental. Programas de treinamento por técnicos em entomologia forense (CATTS; GOFF, 1992; CARLOYE, 2003) ou de treinamento em biomonitoramento da qualidade da água usando os macroinvertebrados também estão relacionados a esta experiência de tipo hands-on (RESH, 2007). Por último, em todos os cursos onde difíceis conceitos e idéias abstratas são apresentados, os estudantes muitas vezes precisam de oportunidades de observação direta do fenômeno estudado com finalidade de compreendê-los. A observação joga uma função essencial no processo de aprendizagem, observando e examinando o fenômeno e utilizando quantos mais sentidos possíveis. O uso dos insetos pode ajudar na fixação dos conceitos básicos e teóricos de ecologia, etologia, genética de população e evolução.

Uma grande quantidade de novos materiais didáticos, usando insetos e outros artrópodes, foi e está sendo desenvolvida e vendida (BETSY, 1984), e uma extensa bibliografia é disponível para a realização de modelos de ensino, para coletar e preservar insetos (OSBORN, 1988; PAULSON, 2005). Por contra, poucos trabalhos relativos às coleções didáticas e aos problemas de conservação e curadoria em atividade de ensino foram publicados.

As coleções didáticas encerram material destinado ao ensino, demonstrações e treinamento. Este tipo de coleções podem ser constituídas por espécimes impróprios para coleções de pesquisa, como os incompletos de dados de procedência ou os danificados (MARTINS, 1983). O sistema de preservação pode ser por via seca ou úmida em dependência da natureza do material. Em via úmida os espécimes de invertebrados são geralmente acondicionados em tubos de ensaio ou em potes, dependendo do tamanho, utilizando na maioria dos casos como preservativo álcool a 75% de concentração (LINCOLN; SEALS, 1979), e em geral, para um exame detalhado os espécimes são removidos dos tubos e manuseados pelos estudantes. O uso contínuo e a falta de experiência no manuseio do material didático acarretam em sua curta duração, pois é destruído ou danificado pelos estudantes, conseqüentemente as coleções didáticas devem ser renovadas constantemente, com grande desperdício de tempo e recursos financeiros. Para limitar os danos ao material didático, têm sido propostas várias estratégias, entre as quais a vedação dos tubos de ensaio ou a inclusão dos espécimes em blocos de resina epoxílica catalisada utilizando agentes químicos

ou luminosos (HONAM AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE, 2006; MILES, 2007). A vedação dos tubos de ensaio constitui uma solução de baixo custo, preservando o espécime tornando impossível o seu manuseio direto, mas apresenta a desvantagem de que ao procurar diferentes ângulos de visão do espécime, ao rodar do frasco, em geral, não corresponde uma rotação do espécime no álcool devido à posição do baricentro do espécime. A inclusão dos espécimes em blocos de resina, solução bastante prática em sala de aula, apresenta, porém, vários inconvenientes. Entre estes, a utilização de um laboratório equipado com capela de exaustão química para reduzir os riscos químicos de contaminação por solventes de tipo nitrosos (UNITED STATES DEPARTEMENT, 2008a), a necessidade de utilizar um aparelho a vácuo (MILES, 2007), o custo relativamente elevado da resina de alta transparência, a necessidade de polimento da superfície da resina, a facilidade de arañhar as peças e por último a dificuldade de realizar um bom preparado devido à presença de brânquias, processos filiformes e tomentosidade de vários insetos, especialmente os aquáticos.

Muitos professores não possuem conhecimentos relativos a coleções didáticas e sua curadoria, com isso, finalidade deste trabalho é apresentar uma técnica de baixo custo, utilizando gel alcoólico, para a realização do condicionamento de invertebrados para coleção didática de longa durabilidade e que permite processos hands-on em estudos de biologia.

MATERIAL E MÉTODO

No Brasil, como em outros países desenvolvidos, existe o interesse no desenvolvimento de programas de pesquisa e implantação de sistemas de biomonitoramento dos sistemas aquáticos. Estudos relativos ao desenvolvimento de uma coleção didática específica a ser utilizada em programas de treinamento de biomonitoramento foram realizadas no Instituto Oswaldo Cruz/Ministério da Saúde. Cinco características principais foram consideradas para o desenvolvimento deste programa: baixo custo, longa durabilidade dos espécimes, facilidade de transporte, segurança pessoal com relação aos possíveis acidentes e biossegurança.

PREPARAÇÃO DO ÁLCOOL GEL E DOS FRASCOS PARA PRESERVAÇÃO DOS TAXONS

Um gel alcoólico (75% em álcool) com dietilphtalato ($C_{12} H_{14} O_4$), uma substância química solúvel em água e álcool usada extensivamente em produtos de consumo como

plasticizante na produção de plásticos e cosméticos (UNITED STATES DEPARTEMENT OF LABOR, 2008b), foi escolhido para preservar os espécimes. Esta solução pode ser encontrada em algumas lojas como produto de limpeza em várias concentrações. Frascos de antibióticos com capacidade de 10 ml com tampa de borracha butílica (Fig. 8.2a) foram escolhidos para preparar os espécimes. Para preparar os espécimes em álcool gel a concentração de 75%, foram adicionados 4% em volume de formalina e uma quantidade de gel concentrado por quatro horas a 80° C em um forno de laboratório.

Com finalidade de permitir uma boa visualização do espécime e possibilitar o uso dos espécimes no processo de avaliação da aprendizagem dos estudantes, uma etiqueta de 1x1 cm de papel vegetal foi posicionada na parte interna do fundo dos frascos. O espécime foi rotulado usando um código de identificação alfanumérico, escrito com tinta nanquim (Fig. 8.2b; Tab. 8.4). Prevendo a necessidade de transporte frequente e para prover um adequado acondicionamento do material didático, uma caixa de plástico de tamanho de 36x29x7 cm, com capacidade de 130 frascos foi utilizada (Fig. 8.2c).

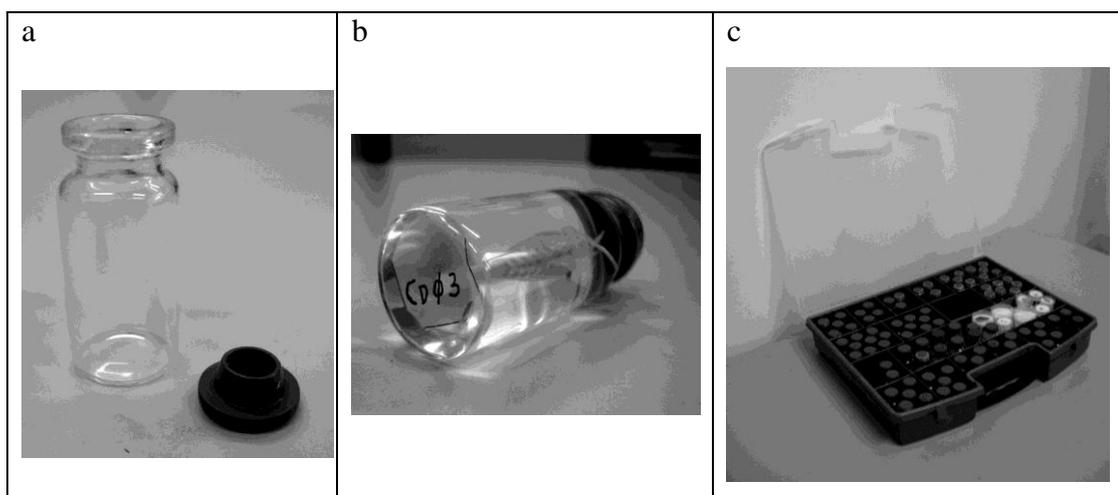


Fig. 8.2. Coleção didática de macroinvertebrados: **a** frasco de antibiótico com capacidade de 10 ml e tampa de borracha butílica, **b** etiqueta, **c** caixa de plástico para acondicionamento e transporte.

PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES E FECHAMENTO DOS FRASCOS

Para acondicionar os espécimes nos frascos em primeiro lugar é necessário encher os frascos com o gel alcoólico usando uma pipeta. Uma particular atenção deve ser utilizada para a possível formação de bolhas. Os espécimes devem ser inseridos no gel utilizando pinças (Fig. 8.3a). Para posicionar corretamente pernas, antenas e brânquias é utilizada uma agulha (Fig. 8.3b). Um fácil e rápido sistema para a preparação de espécimes com pernas, antenas e

brânquias moles, como, por exemplo, os efemerópteros, consiste em introduzir o espécime no gel mais profundamente do desejado e retirá-lo para cima até que as porções anatômicas estejam em correta posição por causa da viscosidade do gel.

Para fechar o frasco em vácuo, é preciso preenchê-lo completamente com gel, inserir uma agulha hipodérmica (Fig. 8.3c) e puxar a tampa de borracha. Para remover a agulha hipodérmica, é necessário fechar a extremidade com um dedo e retirá-la (Fig. 2d).

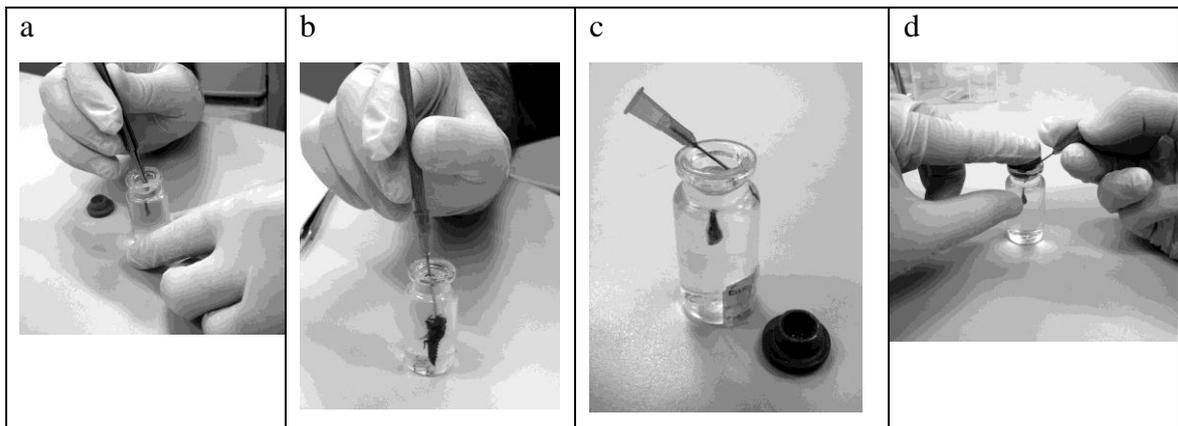


Fig. 8.3. Preparação dos espécimes e fechamento dos frascos: **a** inserção do espécime no gel, **b** uso da agulha para o correto posicionamento das pernas, antenas e brânquias, **c** inserção da agulha hipodérmica para realizar o fechamento a vácuo, **d** remoção da agulha hipodérmica fechando a extremidade com um dedo.

O frasco pode ser fechado temporariamente com parafilm e permanentemente usando tampas de alumínio de 20 mm de diâmetro (Fig. 8.4a, b) usando uma pinça específica.

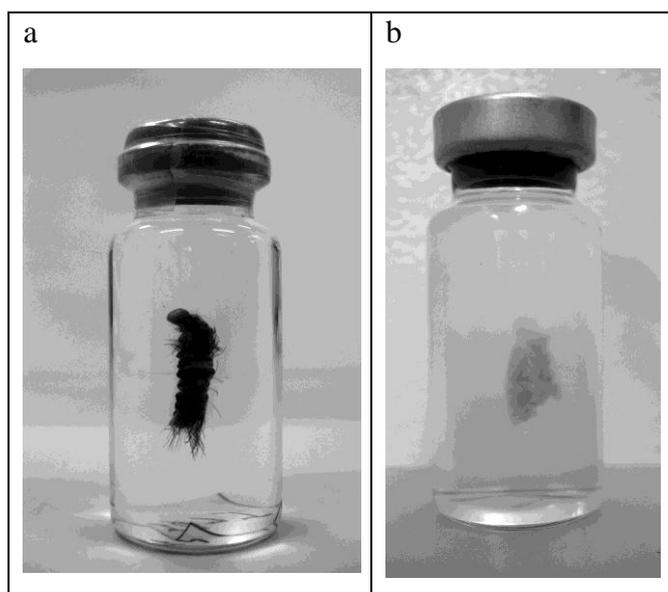


Fig. 8.4. Fechamento dos frascos: **a** com parafilm, **b** com a tampa de alumínio de 20 mm de diâmetro.

REALIZAÇÃO DE TESTE DE VIABILIDADE DA COLEÇÃO DIDÁTICA

Um dos principais objetivos consistiu na realização de testes visando controlar a viabilidade desta técnica de conservação. Por isso, um conjunto de espécimes com diferentes tamanhos, morfologia e natureza de macroinvertebrados aquáticos, decapodos, dípteros, lepidópteros, ácaros, água vivas e platelmintos (Fig. 8.5a, b, c, d, e, f, g) foram escolhidos. Cada espécime foi preparado com a técnica acima descrita e submetido a dois testes de viabilidade, um com temperatura variável e um com condição de estresses mecânicos.

Para testar a estabilidade do álcool gel a altas temperaturas, todos os espécimes foram colocados em lugar com temperatura variável entre 20° e 35° C por dez dias. Para testar a estabilidade dos espécimes e a condições de estresses mecânicos, foram submetidos a estresse de transporte pelo mesmo período de tempo.

Após um período de seis meses o estado de conservação dos espécimes foi avaliado. A transparência do gel preservativo, a cor do espécime conservado e a conservação da posição do espécime no frasco foram avaliadas. Nenhum espécime apresentou variações significativas (Fig.8.5a, b, c, d, e, f, g).

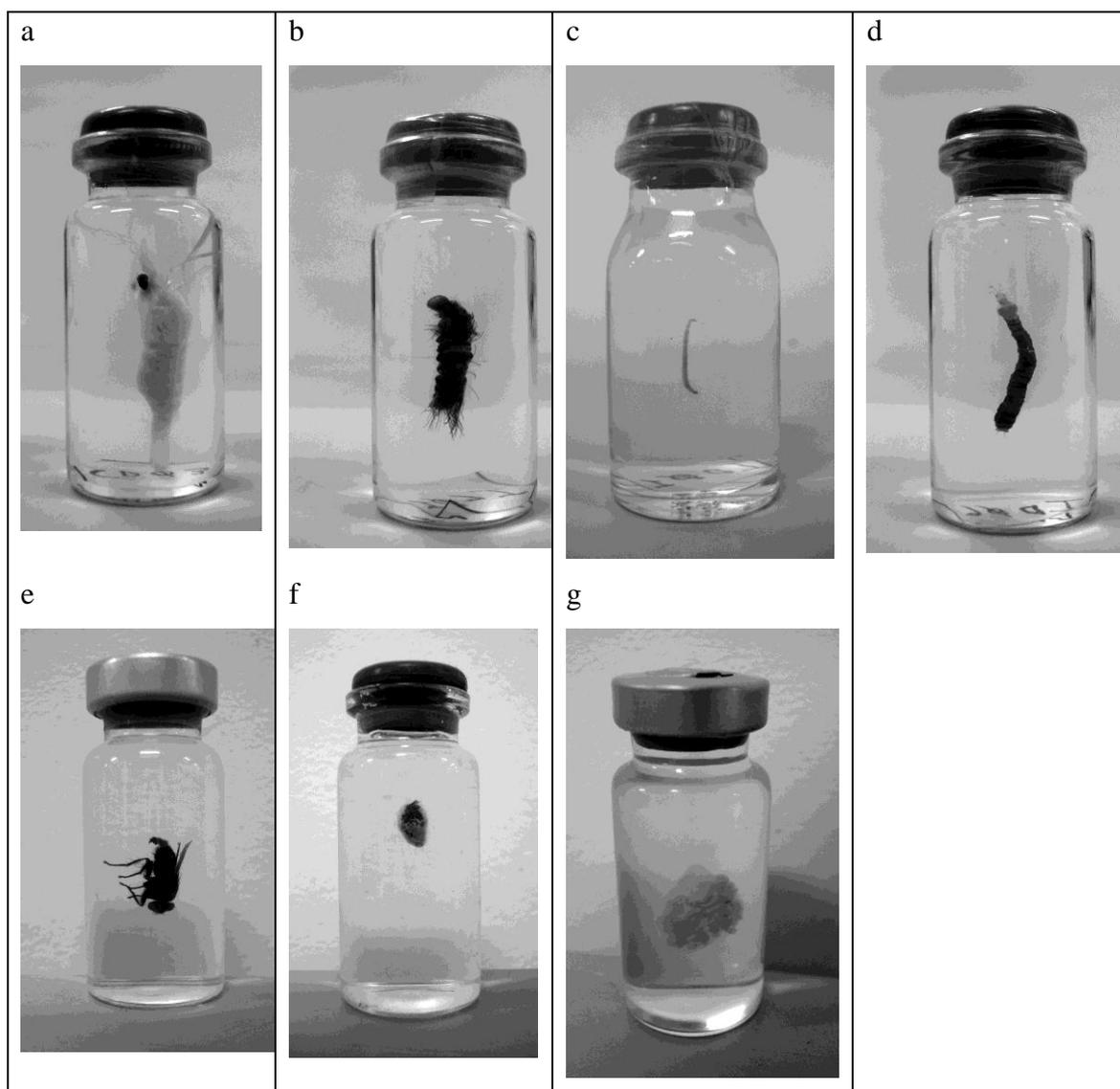


Fig. 8.5. Status de conservação dos espécimes preparados em gel alcoólico. **a** *Macrobrachium* sp.; **b** Lepidoptera ind.; **c** Chironomidae ind.; **d** Tipulidae ind.; **e** *Euboettcheria* sp.; **f** *Eurytrema* sp.; **g** água viva.

DISCUSSÃO

Em programas de ensino e de treinamento em biologia, em particular de zoologia, um dos mais importantes recursos é a coleção didática. Existem vários argumentos ligados ao manuseio e a curadoria deste tipo de coleção. Entre outros, a vida útil relativamente curta dos espécimes, devido aos danos acarretados do manuseio continuado por parte de estudantes sem experiência. A causa desta limitação espécimes raros ou frágeis pode não ser disponibilizados para os estudantes em alguns cursos, rendendo assim o estudo de alguns grupos difícil. Além disso, as atividades ligadas à reposição de espécimes danificados podem ser, no complexo, relativamente onerosas para programas educacionais ou de ensino. Os espécimes usados para compor as coleções didáticas podem provir de descartes de outras

coleções, por exemplo, espécimes sem dados de proveniência (MARTINS, 1983). Alternativamente novos espécimes podem se obtidos com novas coletas em campo. O frequente uso deste último recurso é em contraste com os princípios de ética da conservação, os princípios de biodiversidade (FARNSWORTH; ROSOVSKY, 1993), e o uso e experimentação com animais em biologia (HUTCHINS, 2008). Conseqüentemente há necessidade de estudos e técnicas que rendam possível preservar ou incrementar a vida útil de espécimes utilizados em atividades didáticas.

Os procedimentos e políticas de curadoria nunca deveriam ser considerados como imutáveis, com mais informações científicas relativas a melhorias de conservação disponíveis, os curadores deveriam rever e adaptar as suas metodologias (HEROLDT, 1990). A técnica apresentada neste trabalho pode permitir superar algumas das dificuldades associadas ao uso de coleções didáticas em fluído de macroinvertebrados para atividades de ensino. Existem vários fatores importantes nesta técnica, a citar, o gel preservativo, os frascos, as tampas e o rótulo. O gel alcoólico possui alta densidade e uma boa transparência estabilizando o espécime no frasco e permitindo a fácil visualização do espécime em diferentes ângulos visuais. Para melhorar o poder de visualização corrigindo a distorção óptica devido à curvatura do vidro é necessário mergulhar o frasco com o espécime em água (Fig. 8.6).



Fig. 8.6. O frasco é mergulhado em água para corrigir a distorção óptica devido a curvatura do vidro.

Para o uso de gel alcoólico a 75% em concentração de álcool é necessário adicionar 4% em volume de formalina, com finalidade de acrescentar a capacidade de conservação. Com finalidade de aumentar a viscosidade pode ser adicionado mais gel previamente concentrado por quatro horas a 80° C em um forno de laboratório, atingindo 0.876 de

densidade e uma viscosidade de 299.6 mPas a 40° C. O acréscimo das propriedades de conservação e da viscosidade é necessário sendo que os resultados prévios da aplicação desta técnica utilizando gel alcoólico puro nos mostraram que este não foi suficiente para a realização de uma coleção didática de alta durabilidade, considerado este o fator mais importante permitindo além de uma atividade hand-on o frequente transporte, necessário para que uma mesma coleção didática possa ser utilizada em atividades de ensino e treinamento em diferentes Instituições e/ou localidades. Os espécimes preparados com o gel não modificado não resistiram à temperatura variável e aos estresses mecânicos, observando descidas dos espécimes para o fundo do frasco ou a perda de transparência do gel. Com relação ao estado de conservação, os espécimes maiores em tamanho - *Macrobrachium* sp. (Decapoda) e *Syrphidae* ind. (Diptera) – apresentaram sinais de degeneração (Fig. 8.7a). Nos frascos contendo os espécimes menores, o gel manteve a sua transparência original. De maneira similar, os espécimes mais pesados quando expostos a altas temperaturas (mais de 35 °C) e a estresses devidos ao transporte foram encontrados muitas vezes em contato com o fundo do frasco (Fig. 8.7b, c, d).

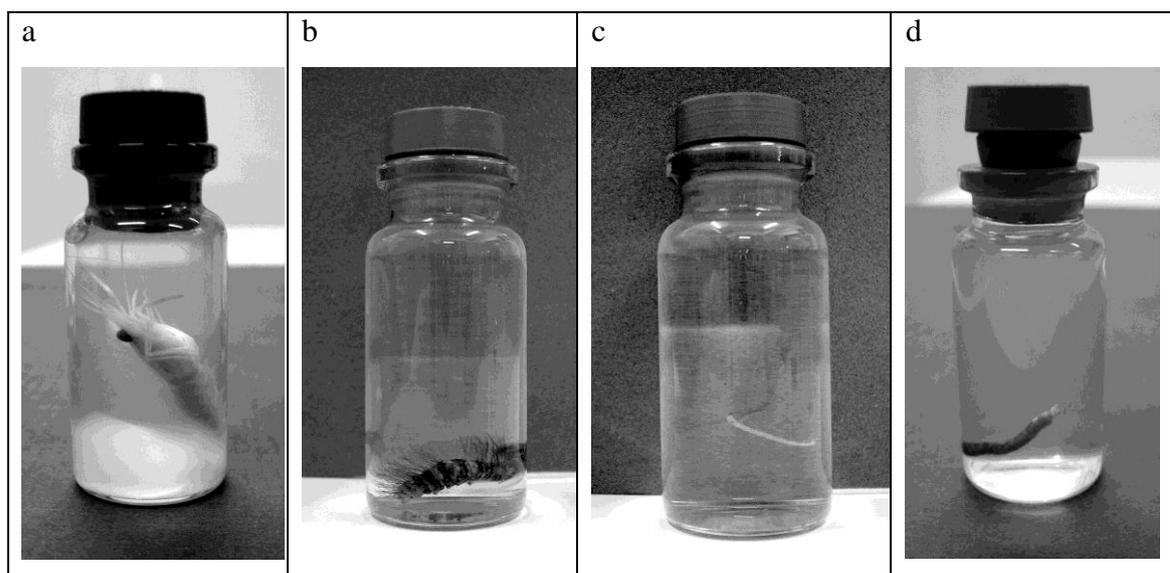


Fig. 8.7. Resultados do primeiro teste. **a**, *Macrobrachium* sp., em contato com fundo do frasco e com gel opaco; **b**, **c**, **d** espécimes em posição não original.

A tampa de borracha permite manter o vácuo no frasco e permite evitar a formação de bolhas que atrapalham a visão do espécime. Este tipo de conservação permite também evitar a saída do gel ou sua fluidificação devida ao ingresso de água ou álcool. Além disso, a tampa de alumínio impossibilita o manuseio direto do espécime permitindo o uso em sala de aula de espécimes raros ou frágeis.

Com relação aos tipos de vidros utilizados em uma coleção em fluído, frascos e tubos de ensaio em geral devem ser adequados no tamanho, porém pequenos o bastante para conservar o espaço. Em uma coleção didática, utilizada em aula com grande número de alunos com pouca ou nenhuma experiência a escolha de usar frascos de antibióticos revelou-se útil. Este tipo de frasco possui o fundo achatado que permite ficar estavelmente de pé na mesa de trabalho. Além disso, é manufaturada para resistir ao vácuo e por isso resistente aos estresses físicos, o que ajuda a prevenir quebras acidentais e outros acidentes (LIAOYANG PHARMACEUTICAL MACHINERY CO., LTD., 2007).

Após alguns testes para escolher o melhor sistema de rotulagem, decidimos usar etiquetas de papel vegetal posicionadas na porção interna do fundo dos frascos, usando um código alfanumérico em lugar de uma rotulagem clássica com os dados completos (nome do grupo taxonômico, número de coleção etc.). Nesta posição a etiqueta não atrapalha a visão do espécime e o código alfanumérico possibilita o uso da coleção não só nas atividades de ensino, mas também nas atividades de avaliação do desempenho dos estudantes. O código utilizado na coleção de macroinvertebrados aquático é apresentado na Tabela 8.4.

A técnica apresentada foi aplicada com sucesso não só em macroinvertebrados de água doce, mas também em águas vivas, insetos terrestres adultos e platelmintos, após algumas horas mergulhadas em álcool a 75% em concentração. No caso das águas vivas a técnica permite apresentar aos estudantes o espécime em posição natural em lugar de achatado no fundo dos frascos como nas técnicas tradicionais (Fig. 8.5g). No caso dos insetos adultos esta técnica permite atividades hands-on com os espécimes, evitando quebras acidentais de pernas, asas e antenas e permite uma boa visão de todas as características como, por exemplo, o aparelho reprodutor dos machos, precedentemente aberto, necessário em caso de ensino envolvendo a Ordem Diptera em cursos de entomologia forense ou entomologia. A preparação destes tipos de invertebrados requer mais tempo, sendo necessário remover as bolhas de ar que se formam em volta dos espiráculos. Com respeito aos platelmintos o uso de frascos em lugar de lamina de microscópio possibilita o fácil manuseio e favorece a segurança dos estudantes durante as atividades de ensino.

Como nota final, reportamos que, em alguns casos a aplicação da técnica precisa de cuidados adicionais. O gel preservativo pode ser talvez instável devido à temperatura e pressão ambiental acarretando a formação de bolhas. Este problema pode ser superado preparando o espécime em dois estágios, o primeiro envolvendo a preparação do frasco com gel e etiqueta, e a segunda removendo as bolhas usando uma pipeta e inserindo o espécime e a tampa. Em caso de espécimes de grande tamanho, ex. mais de um cm é necessário

mergulhar o espécime no gel por alguns dias para remover o excesso de álcool presente no corpo.

Esta técnica é um método eficiente e a baixo custo para realizar uma coleção de macroinvertebrados em via úmida. Todos os materiais necessários podem ser comprados em lojas, ex. o gel alcoólico, ou em Internet, ex. os frascos de antibióticos, as tampas de borracha e de alumínio.

Atualmente este tipo de coleção didática está sendo utilizada para realizar aulas teórico-práticas para o treinamento de estudantes em programas de pesquisa em qualidade da água na Fundação Oswaldo Cruz/Ministério da Saúde e em outras Instituições, além de ser utilizada para testar o manual de identificação de macroinvertebrados do estado do Rio de Janeiro realizado pelo nosso laboratório de pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento para o pesquisador Mario Jorge Gatti, Curador da Coleção Micológica do LAPSA pelas construtivas discussões e aconselhamentos, ao Doutor Alcides Pissinati Diretor do Centro de Primatologia do Rio de Janeiro pelo apoio logístico e Dra. Beatriz Cohen do COPPE/UFRJ pelas análises físico-químicas do gel alcoólico, a FIOCRUZ e a CAPES pelo apoio financeiro.

Tabela 8.4. Código de identificação (só para macroinvertebrados aquáticos).

NOME DA COLEÇÃO:
 NOME DA INSTITUIÇÃO:.....
 CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO: alfanumérico
 Primeiro dígito: alfabético. Descrição: sub-phylum em caso de Arthropoda, phylum em caso de Porífera, Cnidária, Ectoprocta, Platyhelminthes, Nematoda, Nematomorpha.
 Segundo dígito: alfabético. Descrição: ordem, classe em Annelida e Mollusca, X em caso de desconhecido.
 Terceiro e quarto dígito: numérico. Descrição: em ordem crescente.

CÓDIGOS

Phylum Porífera.....	P
Phylum Cnidaria.....	B
Phylum Ectoprocta (Bryozoa).....	E
Phylum Platyhelminthes	D
Phylum Nematoda.....	F
Phylum Nematomorpha.....	N
Phylum Annelida.....	A
Classe Hirudinida.....	H
Classe Oligochaeta.....	O
Classe Polychaeta.....	P
Phylum Mollusca.....	M
Classe Bivalvia.....	B
Classe Gastropoda.....	G
Phylum Arthropoda	
Subphylum Cheliceriformes.....	Q
Ordem Acari.....	A
Subphylum Crustacea.....	C
Classe Malacostraca	
Ordem Amphipoda.....	A
Ordem Decapoda.....	D
Ordem Isopoda.....	I
Subphylum Uniramia.....	I
Classe Insecta	
Ordem Colembola.....	A
Ordem Coleoptera.....	C
Ordem Diptera.....	D
Ordem Ephemeroptera.....	E
Ordem Heteroptera	H
Ordem Lepidoptera.....	L
Ordem Megaloptera.....	M
Ordem Neuroptera.....	N
Ordem Odonata.....	O
Ordem Plecoptera.....	P
Ordem Trichoptera.....	T

8.6- Resultados e discussão do processo de avaliação do manual de identificação

Este trabalho fecha o ciclo de pesquisa. Sua finalidade é apresentar o relato e discussão do processo de avaliação do manual de identificação, realizado em universidades e centros de pesquisa, utilizando a coleção didática apresentada na seção precedente.

8.6 - Resultados e discussão do processo de avaliação do manual de identificação

O processo de avaliação envolveu 78 sujeitos de pesquisa com diferentes graus de formação/especialização, desde pesquisador da área até estudante do 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas. Do total, 53 compareceram a ambos os testes (teste de conhecimentos prévios (Teste 1) e com a utilização do Manual de identificação (Teste 2)) e/ou completaram o questionário no tempo máximo estabelecido.

Os grupos de pesquisa são assim caracterizados:

GRUPO A: pesquisadores, mestrandos e doutorandos ligados a áreas de biomonitoramento das águas. Números de sujeitos de pesquisa, n=10; número de testes utilizados n= 10.

GRUPO B: estudantes do Curso de Especialização *lato sensu*, biólogos formados e um veterinário. Números de sujeitos de pesquisa, n=11; testes utilizados n= 10.

GRUPO C: estudantes do 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas, que começaram a cursar a disciplina de Zoologia/Arthropoda. Números de sujeitos de pesquisa, n= 24; testes utilizados n= 15.

GRUPO D: estudantes do 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas, que começaram a cursar a disciplina de Zoologia/Arthropoda. Números de sujeitos de pesquisa, n=11; testes utilizados n= 10.

GRUPO E: estudantes do do 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas, que não cursaram a disciplina de Zoologia/Arthropoda. Números de sujeitos de pesquisa, n=12; testes utilizados n= 8.

Análise quantitativa

Nesta fase de trabalho foram avaliadas as respostas às perguntas número quatro, cinco e seis, relativas à ecologia, à biossegurança e à classificação de dez espécimes de macroinvertebrados (veja questionário de avaliação em apêndices 2 e 3), como também foi avaliado o tempo empregado para responder ao questionário.

Na fase de exploração dos dados relativos à identificação dos espécimes de macroinvertebrados resultou evidente uma percentual de acertos relativamente baixa no Teste 1 do Grupo A, o grupo com mais experiência (Tab. 7.1).

Tabela 7.1. Percentual de acerto da identificação dos espécimes de macroinvertebrados discriminada em nível taxonômico de todo o Grupo A no Teste 1.

Nível taxonômico	Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero
Percentual de acerto	75	70	64	42	15

Procurando explicar o baixo percentual de acerto atingido pelo grupo mais experiente foram avaliados os *curriculum studiorum* de todos os sujeitos de pesquisa do referido grupo e os questionários. Os resultados nos mostraram dois questionários com um desempenho discordante com os demais e a presença no grupo de dois doutorandos, com uma formação em Ciências Geológicas, mas que foram incluídos no grupo pelo fato de estar realizando uma tese que incluía avaliação ambiental com uso de macroinvertebrados aquáticos. Assim, decidimos de não utilizar os dados destes dois sujeitos de pesquisa. O desempenho do Grupo A no Teste 1 excluindo os dois sujeitos de pesquisa com formação diferente é apresentado na Tab. 7.2.

Tabela 7.2. Percentual de acerto da identificação dos espécimes de macroinvertebrados discriminada em nível taxonômico do Grupo A, excluindo dois sujeitos de pesquisa, no Teste 1.

Nível taxonômico	Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero
Percentual de acerto	92	87	80	52	19

Na etapa sucessiva avaliamos os resultados obtidos por cada grupo nos dois testes e comparamos os desempenhos entre os grupos. Os resultados são apresentados em forma de tabelas (Tab. 7.3) e de forma gráfica utilizando histogramas relativos aos percentuais de

acerto discriminando os diferentes níveis taxonômicos. Nas figuras 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5 é apresentado o desempenho de cada grupo no Teste 1 e no Teste 2. Na figura 7.6 comparamos o resultado obtido pelo Grupo A no Teste 1, utilizando bibliografia diferente do nosso manual com os resultados do Teste 2 dos demais grupos. Nas Figuras 7.7, 7.8 e 7.9 e nas Tabelas 7.4, 7.5 e 7.6 são apresentados os resultados relativos às perguntas de biossegurança, ecologia e do tempo empregado para responder ao questionário.

Nas tabelas 7.7 e 7.8 e nas figuras 7.10 e 7.11 são apresentados os resultados da análise estatística.

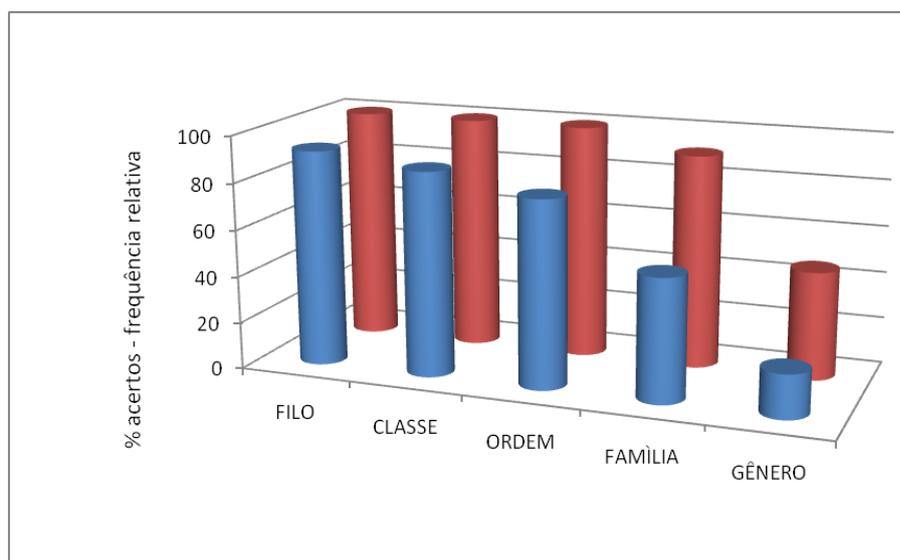


Figura 7.1. Grupo A, n=8. Histogramas dos percentuais de acerto, discriminados em diferentes níveis taxonômicos. Em azul os resultados do Teste 1, em vermelho os resultados do Teste 2.

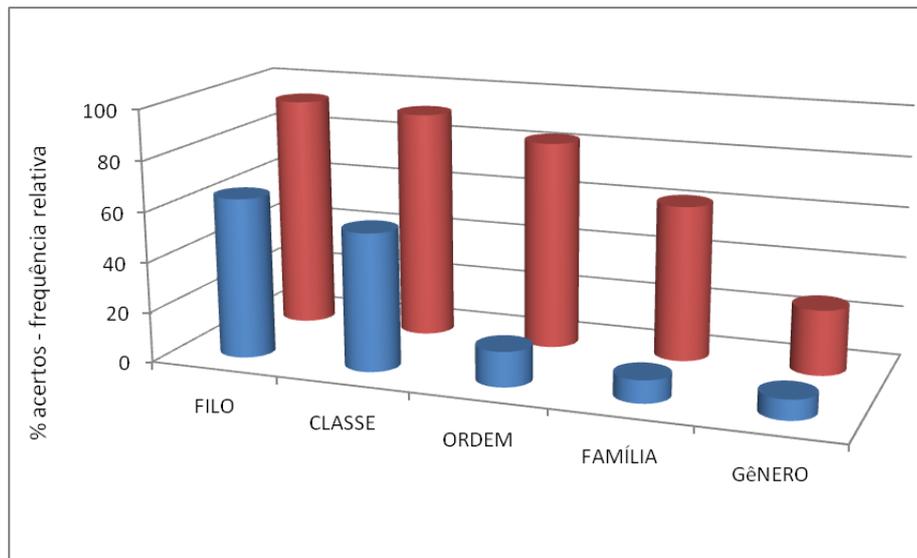


Figura 7.2. Grupo B, n=10. Histogramas dos percentuais de acerto, discriminados em diferentes níveis taxonômicos. Em azul os resultados do Teste 1, em vermelho os resultados do Teste 2.

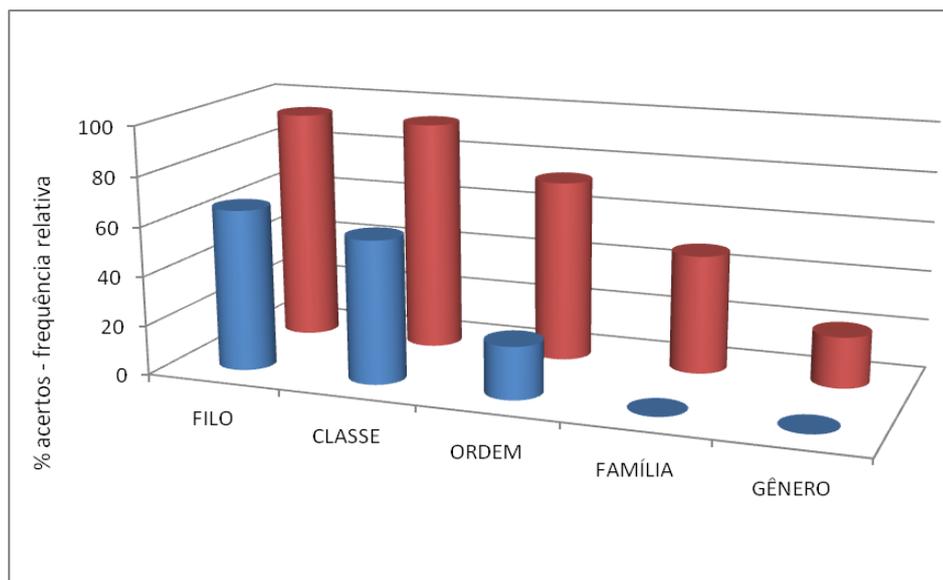


Figura 7.3. Grupo C, n=15. Histogramas dos percentuais de acerto, discriminados em diferentes níveis taxonômicos. Em azul os resultados do Teste 1, em vermelho os resultados do Teste 2.

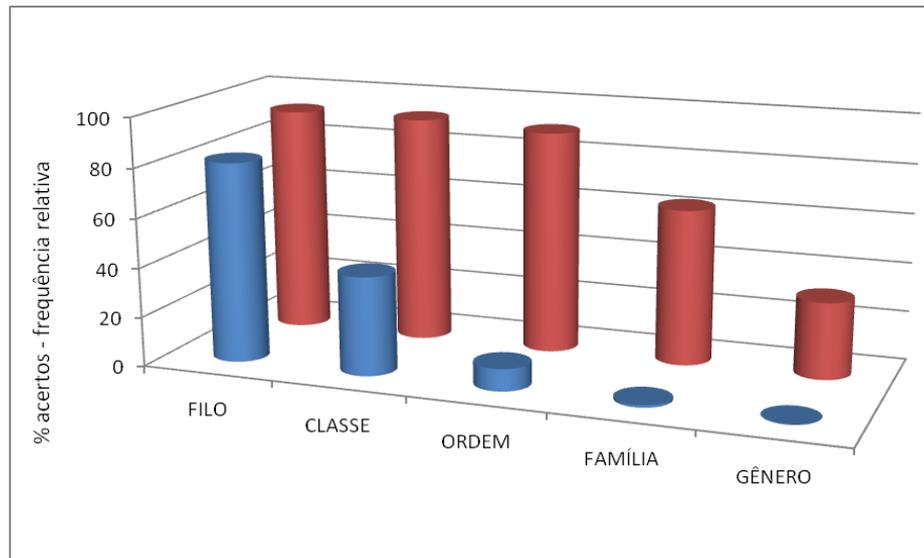


Figura 7.4. Grupo D, n=10. Histogramas dos percentuais de acerto, discriminados em diferentes níveis taxonômicos. Em azul os resultados do Teste 1, em vermelho os resultados do Teste 2.

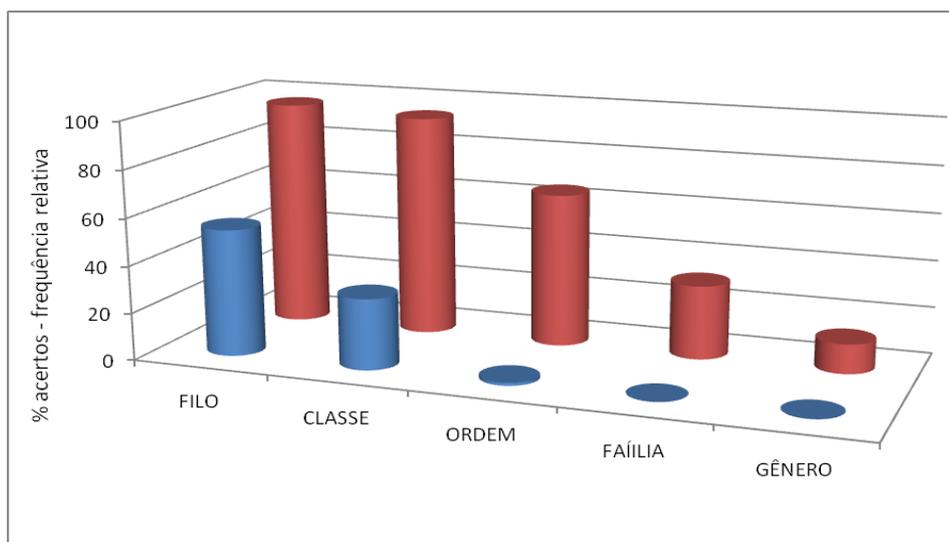


Figura 7.5. Grupo E, n=8. Histogramas dos percentuais de acerto, discriminados em diferentes níveis taxonômicos. Em azul os resultados do Teste 1, em vermelho os resultados do Teste 2.

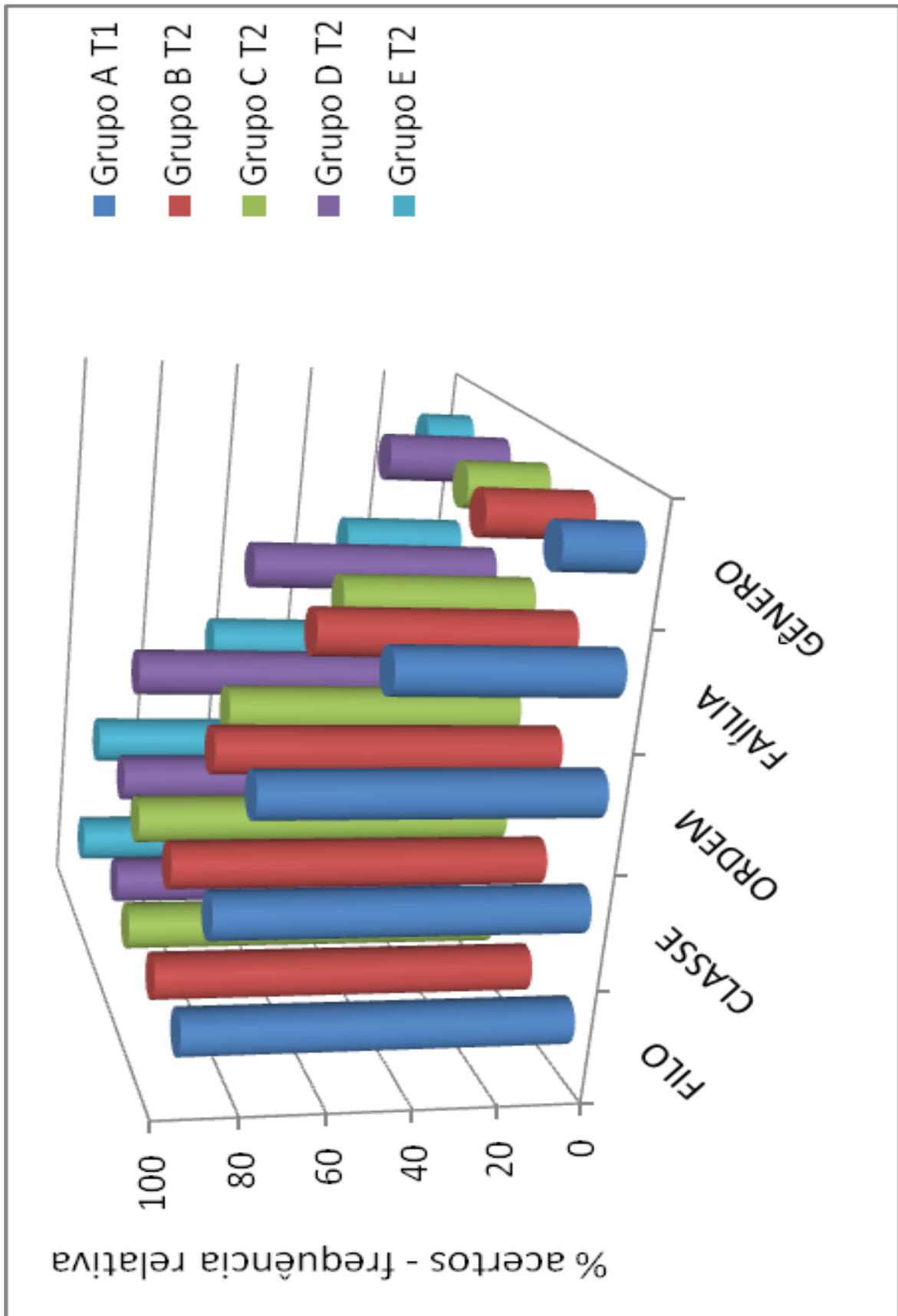


Figura 7.6. Histogramas dos percentuais de acerto, discriminados em diferentes níveis taxonômicos comparando os resultados do Teste 1 do Grupo A com os resultados do Teste 2 dos demais grupos.

Tabela 7.3. Resultados dos testes. Identificação da fauna. A= acertos; fr= frequência relativa; A%= acerto percentual; Tme= tempo médio; Tmi= tempo mínimo; Tma= tempo máximo; tempo em minutos.

GRUPO		todos biólogos formados da área de macroinvertebrados:					
A		mestrado, doutorado, atividade de pesquisa e técnica					
	Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero	Tempo	
Teste 1							
A	74	70	64	42	15	65,14	Tme
fr	0,92	0,87	0,8	0,52	0,19	60	Tmi
A%	92	87	80	52	19	78	Tma
Teste 2							
A	80	80	80	73	37	52,38	Tme
fr	1	1	1	0,91	0,46	40	Tmi
A%	100	100	100	91	46	77	Tma
GRUPO		Curso de Especialização <i>lato sensu</i> em Malacologia Médica -					
B		Fiocruz, todos biólogos formados e um veterinário					
Teste 1							
A	64	55	14	9	8	17,3	Tme
fr	0,64	0,55	0,14	0,09	0,08	9	Tmi
A%	64	55	14	9	8	22	Tma
Teste 2							
A	93	91	83	62	26	99,33	Tme
Fr	0,93	0,91	0,83	0,62	0,26	62	Tmi
A%	93	91	83	62	26	120	Tma

Tabela 7.3. (continuação). Resultados dos testes. Identificação da fauna. A= acertos; fr= frequência relativa; A%= acerto percentual; Tme= tempo médio; Tmi= tempo mínimo; Tma= tempo máximo; tempo em minutos.

GRUPO C estudantes IFRJ - 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas							
	Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero	Tempo	
Teste 1							
A	98	87	32	0	0	34,33	Tme
fr	0,65	0,58	0,21	0	0	24	Tmi
A%	65,33	58	21,3	0	0	59	Tma
Teste 2							
A	141	140	110	72	31	69,47	Tme
fr	0,94	0,93	0,73	0,48	0,21	42	Tmi
A%	94	93	73	48	21	90	Tma
GRUPO D estudantes NUPEM/UFRRJ - 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas							
Teste 1							
A	81	40	9	1	0	33,5	Tme
fr	0,81	0,4	0,09	0,01	0	13	Tmi
A%	81	40	9	1	0	56	Tma
Teste 2							
A	92	92	90	63	31	84,4	Tme
fr	0,92	0,92	0,9	0,63	0,31	55	Tmi
A%	92	92	90	63	31	135	Tma
GRUPO E estudantes UNIGRANRIO - 2º fluxo acadêmico do Curso de Ciências Biológicas							
Teste 1							
A	43	24	1	0	0	33,625	Tme
fr	0,5375	0,3	0,0125	0	0	23	Tmi
A%	53,75	30	1,25	0	0	45	Tma
Teste 2							
A	77	75	52	25	10	87,5	Tme
fr	0,9625	0,9375	0,65	0,3125	0,125	70	Tmi
A%	96,25	93,75	65	31,25	12,5	90	Tma

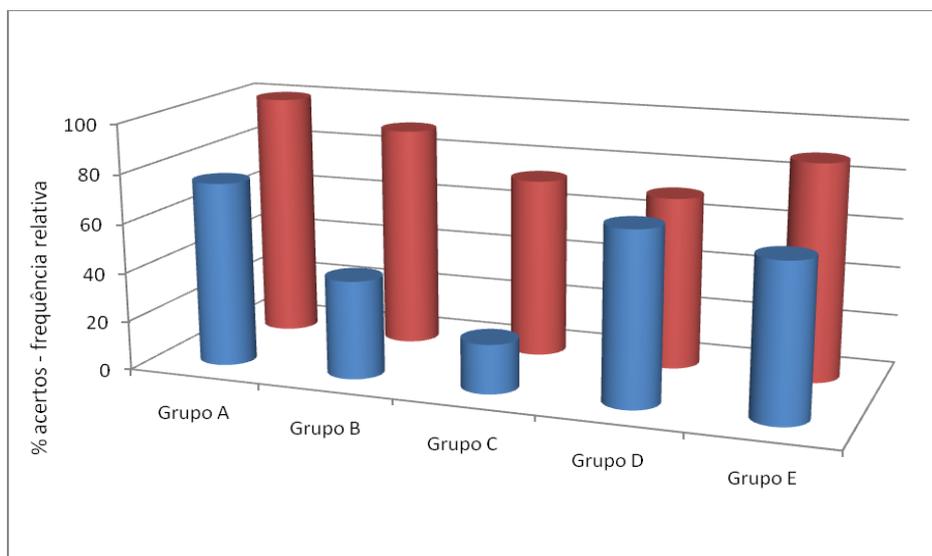


Figura 7.7. Histograma dos percentuais de acertos das respostas relativas às perguntas sobre ecologia. Em azul os resultados do Teste 1, em vermelho os resultados do Teste 2.

Tabela 7.4. Resultados dos testes. Ecologia. A= acertos; fr= frequência relativa; A%= acerto percentual.

	Grupo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D		Grupo E	
	Teste 1	Teste 2								
A	6	8	4	9	3	11	7	7	5	7
fr	0,75	1	0,4	0,9	0,2	0,73	0,7	0,7	0,625	0,875
A%	75	100	40	90	20	73	70	70	63	88

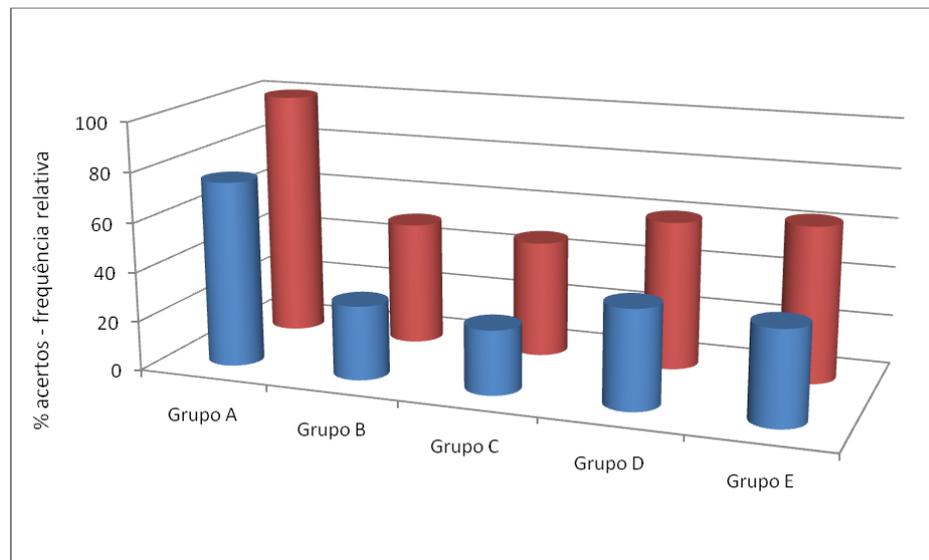


Figura 7.8. Histograma dos percentuais de acerto das respostas relativas às perguntas sobre biossegurança. Em azul os resultados do teste 1, em vermelho os resultados do teste 2.

Tabela 7.5. Resultados dos testes. Biossegurança. A= acertos; fr= frequência relativa; A%= acerto percentual.

	Grupo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D		Grupo E	
	Teste 1	Teste 2								
A	6	8	3	5	4	7	4	6	3	5
fr	0,75	1	0,3	0,5	0,26	0,47	0,4	0,6	0,375	0,625
A%	75	100	30	50	26	47	40	60	38	63

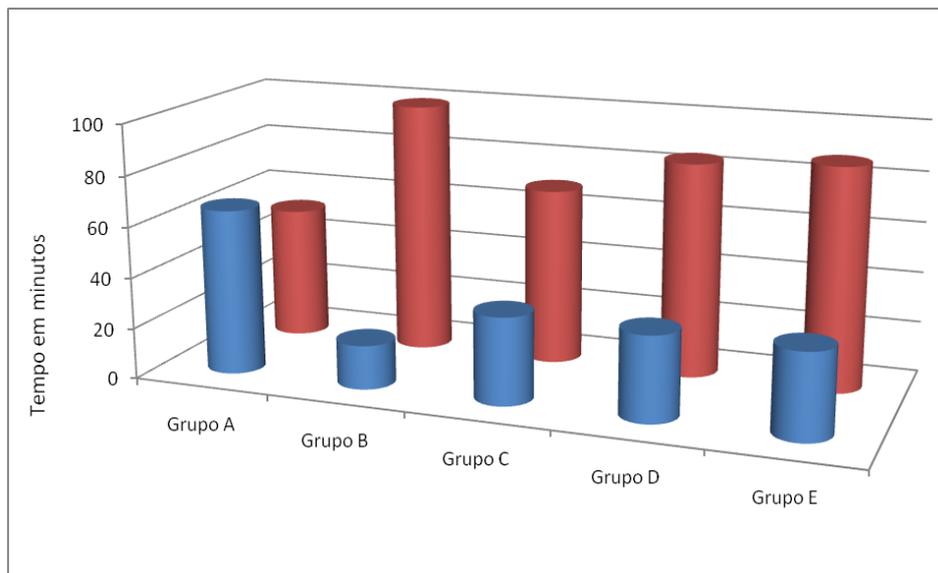


Figura 7.9. Histograma relativo à variação do tempo médio, expresso em minutos, necessário para realizar o teste. Em azul os resultados do teste 1, em vermelho os resultados do teste 2.

Tabela 7.6. Resultados dos testes. Tempo empregado (em minutos). Tme= média; Tmi= mínimo; Tma= máximo.

	Grupo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D		Grupo E	
	Teste 1	Teste 2								
Tme	65,14	52,37	17,3	99,33	34,33	69,47	33,5	84,4	33,63	87,5
Tmi	60	40	9	62	24	42	13	55	23	70
Tma	78	77	22	120	59	90	56	135	45	90

Para realizar a análise estatística, o primeiro passo foi constituído por o processo de transformação dos dados com finalidade de garantir normalidade. Com esta finalidade os resultados as transformações $z = (x - \mu) / \sigma$, $z = \arcsen x$, $z = \sqrt{x}$ (x é o valor da variável, μ a media e σ o desvio padrão) foram testadas utilizado o teste de Shapiro-Wilk, rejeitando a hipótese de distribuição normal para $p(\text{normal})$ menor de 0.05. A transformação escolhida foi $z = \arcsen x$.

Para avaliar para cada grupo os teste 1 e 2 de cada grupo foi utilizado o teste t de Student, o resultado nos mostrou que as diferenças de acertos nos testes 1 e 2 de cada grupo são estatisticamente significativas (Fig. 7.10, Tab. 7.7).

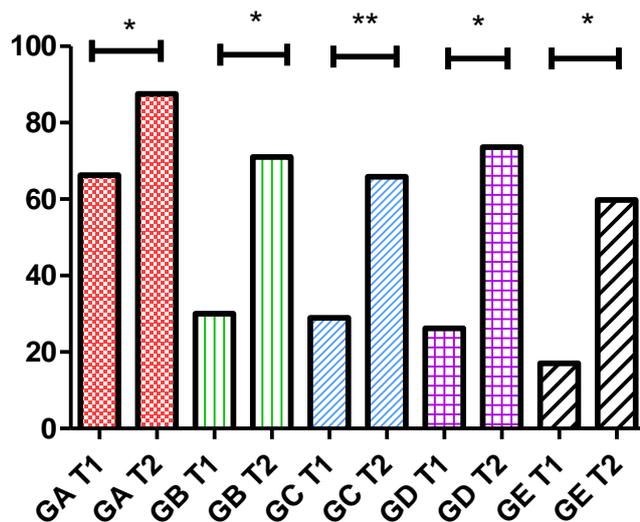


Figura 7.10. Teste t de Student, histogramas relativos as percentuis de acertos médios. * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0,001$; GA T1= Grupo A, Teste 1; GA T2= Grupo A, Teste 2; GB T1= Grupo B, Teste 1; GB T2= Grupo B, Teste 2; GC T1= Grupo C, Teste 1; GC T2= Grupo C, Teste 2; GD T1= Grupo D, Teste 1; GD T2= Grupo D, Teste 2; GE T1= Grupo E, Teste 1; GE T2= Grupo E, Teste 2.

Tabela 7.7. Resultados do teste t para o teste 1 e teste 2 de cada grupo. Significancia a $p < 0.05$ $\alpha = 0,05$; $t_{tab0,05;4} = 2,132$.

Grupo	P	t
Grupo A	0,0185	3,840
Grupo B	0,0104	4,547
Grupo C	0,0032	6,311
Grupo D	0,0176	3,898
Grupo E	0,0121	4,353

Para avaliar os resultados obtidos entre os vários grupos e tipo de teste foi utilizada a análise da variância (ANOVA). Este teste serve para avaliar a presença de diferença entre os grupos, considerando o Teste 1 do grupo A e os testes 2 dos demais grupos. O teste nos evidenciou que não existem diferenças estatisticamente significativas (Fig. 7.11; Tab. 7.8).

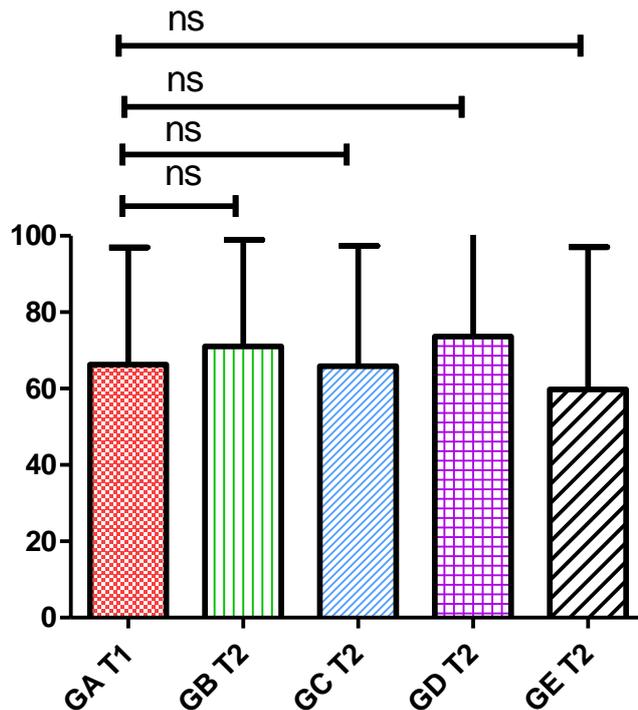


Figura 7.11. Resultado do teste ANOVA, histogramas relativos as percentuis de acertos médios. ns = não significativo; GA T1= Grupo A, Teste 1; GA T2= Grupo A, Teste 2; GB T2= Grupo B, Teste 2; GC T2= Grupo C, Teste 2; GD T2= Grupo D, Teste 2; GE T2= Grupo E, Teste 2.

Tabela 7.8. Resultados do teste ANOVA para os valores de acertos obtidos no teste 1 para o grupo A e nos testes 2 para os demais grupos. $F_{tab;0,05;4;4} = 9,6$; ns= não significativo; SS= sum of squares; MS= mean square; df=

Number of groups	5		
F	0,1470		
R squared	0,02856		
Bartlett's test for equal variances			
Bartlett's statistic (corrected)	0,4946		
P value	0,9740		
P value summary	ns		
Do the variances differ signif. (P < 0.05)	No		
ANOVA Table			
	SS	df	MS
Treatment (between columns)	567,7	4	141,9
Residual (within columns)	19310	20	965,3
Total	19870	24	
Dunnett's Multiple Comparison Test			
	Mean Diff.	q	Significant P < 0.05 Summary 95% CI of diff
GA T1 vs GB T2	-4,750	0,2417	No ns -56.84 to 47.34
GA T1 vs GC T2	0,3833	0,01951	No ns -51.71 to 52.48
GA T1 vs GD T2	-7,350	0,3740	No ns -59.44 to 44.74
GA T1 vs GE T2	6,500	0,3308	No ns -45.59 to 58.59

Com finalidade de avaliar a respondência às exigências do usuário, inteso neste caso como o empregador de técnicos especializados, decidimos avaliar como os acertos, distintos por grupos taxonômicos, variaram no teste 1 (não utilizando o manual) e no teste 2 (utilizando o manual). Por esta finalidade utilizamos os *Box and Whiskers plots*, nos quais os valores 25-75 por cento são representados usando um retângulo e a mediana como uma linha horizontal interna ao retângulo, os valores máximos e mínimos são representados com uma curta linha mediana (Fig. 7.12).

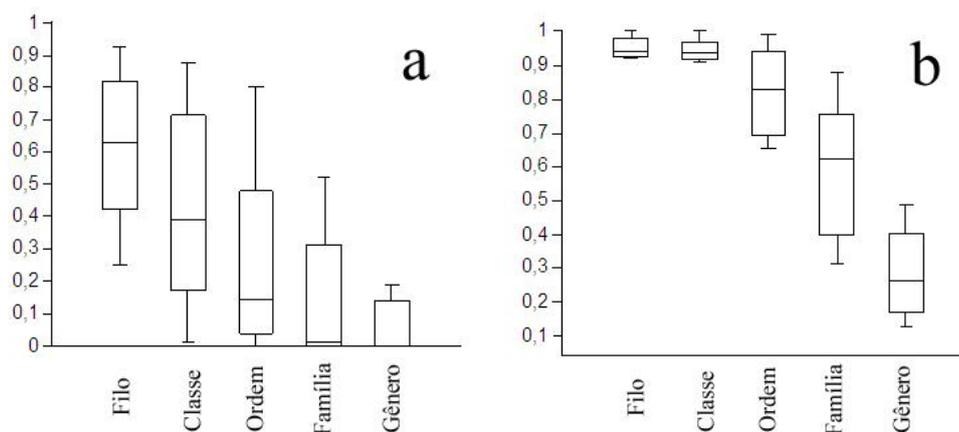


Figura 7.12. Variações de acertos, distintos por grupos taxonômicos, a) nos teste 1 (não utilizando o manual) e b) teste 2 (utilizando o manual) por todos os grupos.

A figura 7.12 nos mostra que com a utilização do manual de identificação realizado os acertos da identificação em nível de filo e classe estabilizaram-se em valores perto de 100%. A mediana de ordem a 85% e as de família e gênero respectivamente a 65% e 25%.

A observação das atividades dos sujeitos de pesquisa durante a realização dos testes e as entrevistas nos mostrou que quase todos os sujeitos de pesquisa integrantes os grupos B, C, D e E encontraram algumas dificuldades de interpretação na seção de morfologia e identificação do manual em quatro diferentes pontos. Os pontos de difícil interpretação estão descritos abaixo, a saber:

- primeiro passo da chave de identificação de crustácea (Prancha III, pág. 70);
- primeiro passo da “chave dicotômica para determinação das ordens” (pág. 80-81);
- sexto passo da chave de Heteroptera (Prancha XXV, pág. 111);
- segundo passo da Prancha L da chave de Trichoptera (pag. 145).

Análise qualitativa

Para análise dos dados das três perguntas abertas, também utilizadas na análise quantitativa, optamos pela categorização. Esta técnica compõe a Análise do Conteúdo descrita por Bardin (1977),

A técnica da categorização é difundida por Bardin (1977) como “instrumento polimorfo e polifuncional”, pois consegue unir variados instrumentos metodológicos e alternam entre a objetividade e a subjetividade (LEDA, 2008). Dessa maneira, a sistematização das mensagens auxilia o pesquisador a interpretar e compreender em profundidade os dados oriundos das mensagens (SANTOS et al, 2004).

O critério de categorização utilizado foi semântico e lexical, com determinação das categorias utilizando um modelo aberto (BARDIN, 1977). As três perguntas, tanto do teste 1 como do teste 2, foram inseridas na categoria “Domínio da técnica/definição de conteúdo”, já que procuram saber algum conhecimento do participante (Tabela 7.9) com relação aos três itens destacados: ecologia, macroinvertebrados e biossegurança. Dentro desta categoria, as respostas foram analisadas em subcategorias.

Tabela 7.9: Correspondências entre categorias e perguntas dos testes 1 e 2.

CATEGORIA	PERGUNTAS
Domínio da técnica/definição de conteúdo	Teste 1 1. Você sabe o que se entende com a palavra biomonitoramento? 2. Você sabe o que se entende com a palavra macroinvertebrado? 3. Você sabe o que é biossegurança?
	Teste 2 1. Você sabe para que serve o biomonitoramento? 2. Você sabe a diferença entre macroinvertebrado e microinvertebrado? 3. Você sabe para que serve a biossegurança?

Após a fase de exploração, as respostas passaram para uma fase de transcrição (veja apêndice 9) e de categorização para a sucessiva interpretação, de acordo com a natureza das categorias encontradas (Tabelas 7.9, 7.10, 7.11, 7.12, 7.13, 7.14 e 7.15 e Figuras 7.13, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17, 7.18 e 7.19). Cabe salientar que foi considerado o total de respostas por categoria e não de respondentes, uma vez que as perguntas deram margem para mais de uma categoria.

As categorias onde houve resposta de apenas um grupo foram enquadradas em “outros”, exceto a categoria “Não sabe/Não respondeu”. Cita-se como exemplo a pergunta 01

do teste 01 em que a resposta de um componente do grupo C se enquadrou na categoria “Observação e acompanhamento por microscópio”: o biomonitoramento é a constante observação e acompanhamento por microscópio de amostras de seres.

Tabela 7.10: Descrição das categorias encontradas no Teste 1 e utilizadas nas análises dos dados. Pergunta 1, Teste 1: Você sabe o que se entende com a palavra biomonitoramento?

Categorias/Grupos	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Utilização/Observação de organismos vivos	7	10	9	9	8
Determinação (avaliação) da qualidade ambiental	6	1	5	4	0
Acompanhamento e controle ambiental	5	8	5	5	2
Identificação de espécies	1	0	0	0	0
Não sabe/Não respondeu	0	1	6	0	1
Monitoramento da vida	0	0	3	2	6
Observação e acompanhamento por microscópio	0	0	1	0	0
Análise de microorganismos	0	0	1	0	0
Controle biológico	0	0	2	0	0

Tabela 7.11: Descrição das categorias encontradas no Teste 1 e utilizadas nas análises dos dados. Pergunta 2, Teste 1: Você sabe o que se entende com a palavra macroinvertebrado?

Categorias/Grupos	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Visível a olho nu	7	11	13	10	8
Invertebrados	7	10	11	10	11
Bentônicos	1	0	0	0	0
Dependentes da água (para o seu ciclo)	2	0	0	0	0
Insetos	1	0	1	0	0
Não sabe/Não respondeu	1	0	11	0	0
Animal	0	0	1 (OBS: sabe que é um animal, mas não sabe qual)	0	0
Maior que outros invertebrados	0	0	1	0	1
Vertebrado grande	0	0	0	1	0
Pequeno invertebrado	0	0	0	0	1
Podem ser tocados	0	0	0	0	1

Tabela 7.12: Descrição das categorias encontradas no Teste 1 e utilizadas nas análises dos dados. Pergunta 3, Teste 1: Você sabe o que é biossegurança?

Categorias/Grupos	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Norma/Protocolo para manipulação com material (biológico ou não)	4	2	5	3	3
Medidas de prevenção de acidentes em Laboratório	3	4	7	0	2
Medidas de prevenção de acidentes ambientais	2	3	1	2	0
Nível de segurança depende do risco biológico	1	0	0	0	0
Utilização de Equipamento de segurança*	1	0	0	1	0
Norma/Protocolo para proteção de riscos	1	0	3	0	0
Norma/Protocolo para segurança da vida	0	5	9	3	6
Utilização de EPI	0	1	2	1	6
Utilização de EPC	0	0	1	0	5
Não sabe/Não respondeu	0	0	4	5	0
Correta utilização de equipamento de pesquisa	0	0	3	0	1
Segurança marinha	0	0	1	0	0
Utilização de normas de segurança do trabalho	0	0	0	2	4
Ciência da segurança	0	0	0	0	1

* Não citou qual

Tabela 7.13: Descrição das categorias encontradas no Teste 2 e utilizadas nas análises dos dados. Pergunta 1, Teste 2: Você sabe a que serve o biomonitoramento?

Categorias/Grupos	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Utilização/Observação de organismos vivos	9	8	14	3	5
Determinação (avaliação) da qualidade ambiental	5	12	10	4	5
Acompanhamento e controle ambiental	4	0	3	2	2
Avaliação da qualidade da água	2	0	0	0	0
Não sabe/Não respondeu	0	0	0	1	0
Monitoramento da vida	0	0	1	0	0
Controle biológico	0	0	1	0	2
Preservação	0	0	0	1	0

Tabela 7.14: Descrição das categorias encontradas no Teste 2 e utilizadas nas análises dos dados. Pergunta 2, Teste 2: Você sabe a diferença entre macroinvertebrado e microinvertebrado?

Categorias/ Grupos	Grupo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D		Grupo E	
	Macro	Micro								
Visível a olho nu	8		10		14		8		8	
Invertebrados	2		1		4		1		3	
Necessitam de lupa	2		0		0		0		0	
Maior que os microinvertebrados	1		0		0		0		0	
Não sabe/Não respondeu	2		1		0		1		0	
Sem auxílio de microscópio	0		1		0		0		0	
Vertebrados	0		1		0		0		0	
Maior que os macroinvertebrados	0		0		1		0		0	
Podem ser coletados com rede	0		0		0		1		0	
Não visível a olho nu		3		7		13		7		7
Não sabe/Não respondeu		8		1		1		2		1
Invertebrados		1		1		2		0		1
Menor que os macroinvertebrados		1		0		0		0		0
Visível com auxílio de microscópio		0		4		0		0		0
Menor que outros invertebrados		0		0		1		0		0

Tabela 7.15: Descrição das categorias encontradas no Teste 2 e utilizadas nas análises dos dados. Pergunta 3, Teste 2: Você sabe para que serve a biossegurança?

Categorias/Grupos	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E
Norma/Protocolo para manipulação com material (biológico ou não)	4	2	0	0	0
Medidas de prevenção de acidentes em Laboratório	2	5	5	1	2
Medidas de prevenção de acidentes ambientais	3	2	3	3	1
Norma/Protocolo para proteção de riscos	4	1	5	2	3
Norma/Protocolo para segurança da vida	5	6	7	5	4
Utilização de EPI	0	2	0	0	1
Utilização de EPC	0	0	0	0	1
Não sabe/Não respondeu	0	1	1	1	0
Correta utilização de equipamento de pesquisa	0	1	0	0	0
Utilização de normas de segurança do trabalho	3	5	7	7	6

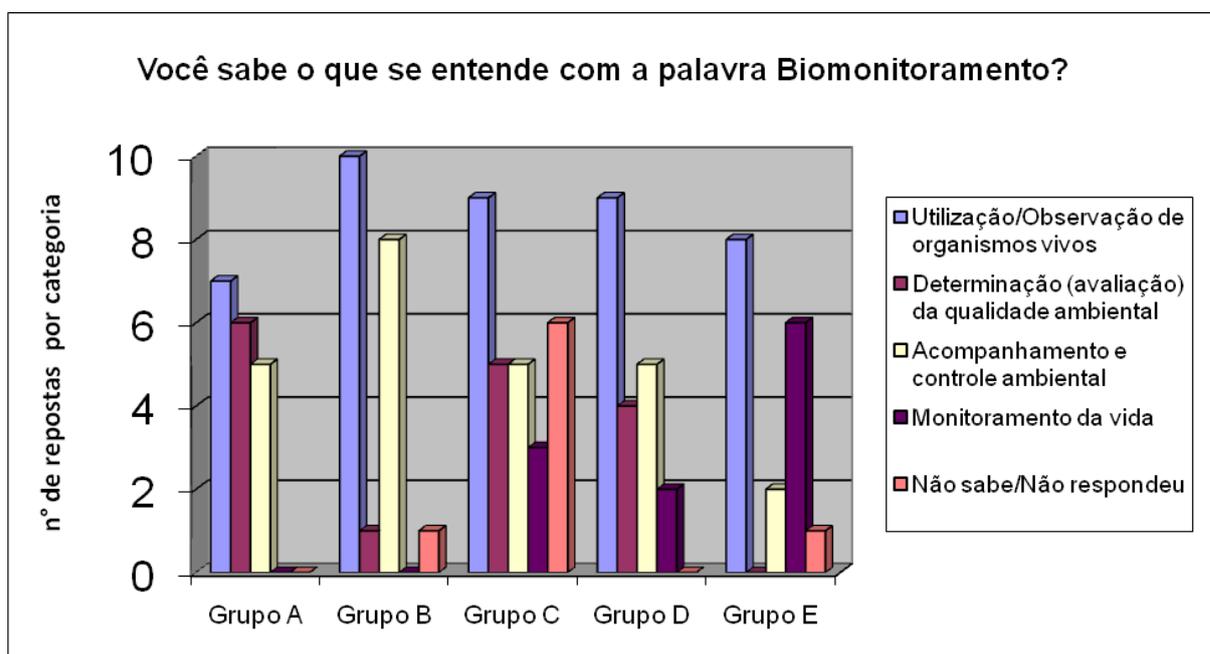


Figura 7.13. Descrição das categorias encontradas na pergunta 01 do Teste 1 e utilizadas nas análises dos dados.

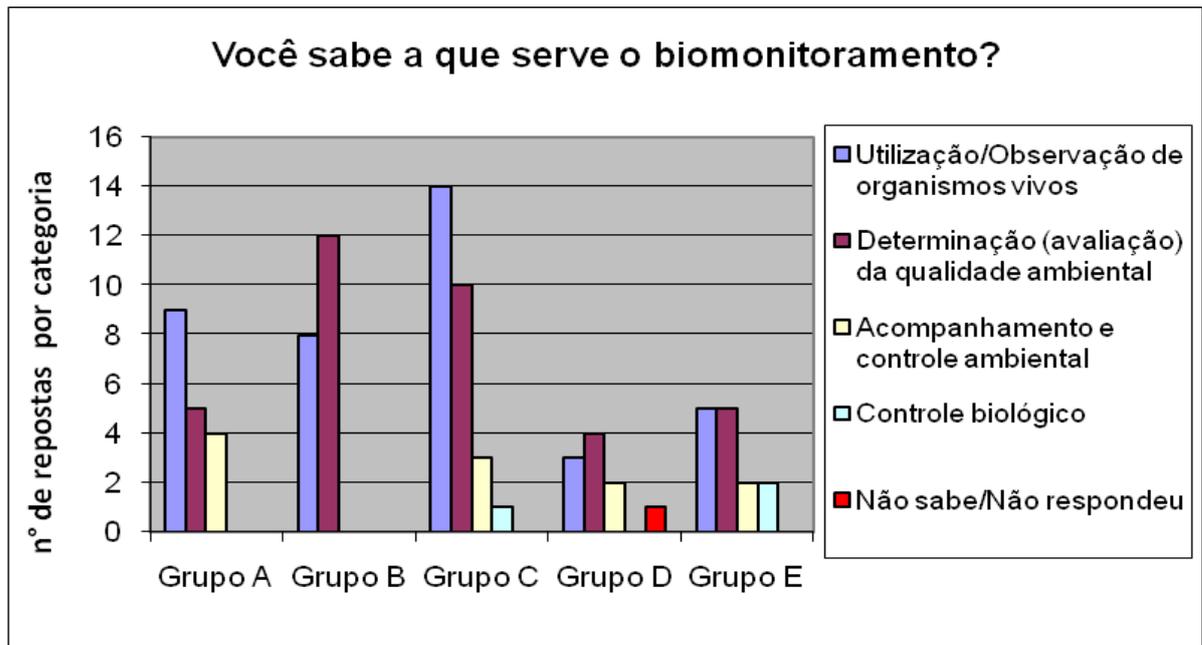


Figura 7.14. Descrição das categorias encontradas na pergunta 01 do Teste 2 e utilizadas nas análises dos dados.

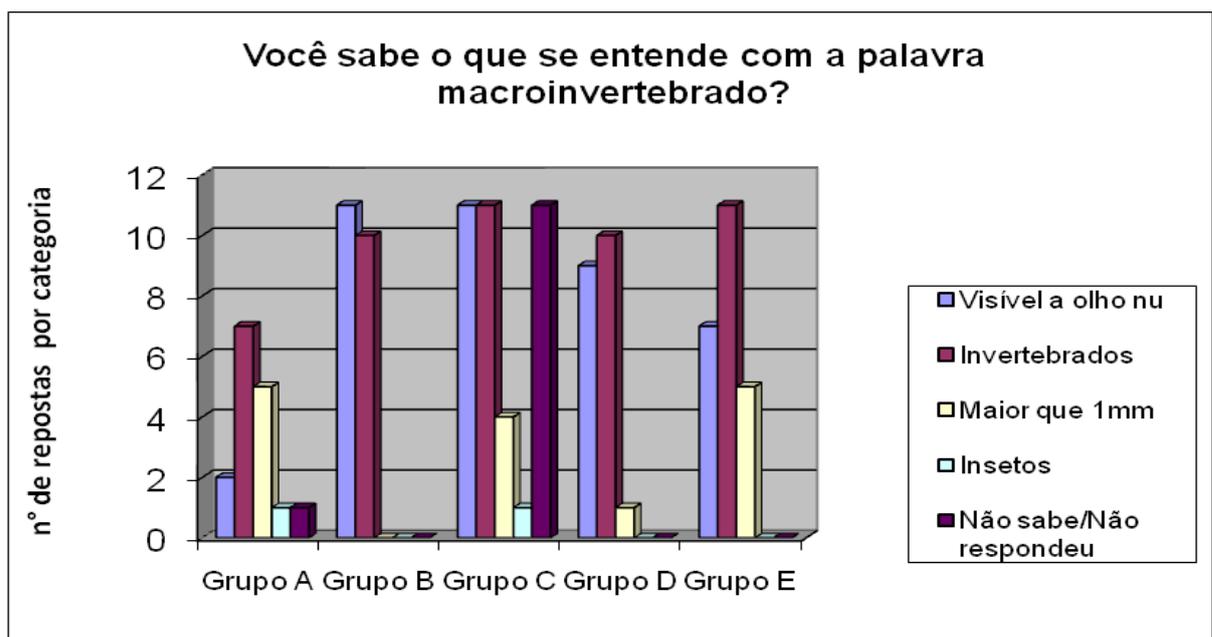


Figura 7.15. Descrição das categorias encontradas na pergunta 02 do Teste 1 e utilizadas nas análises dos dados.

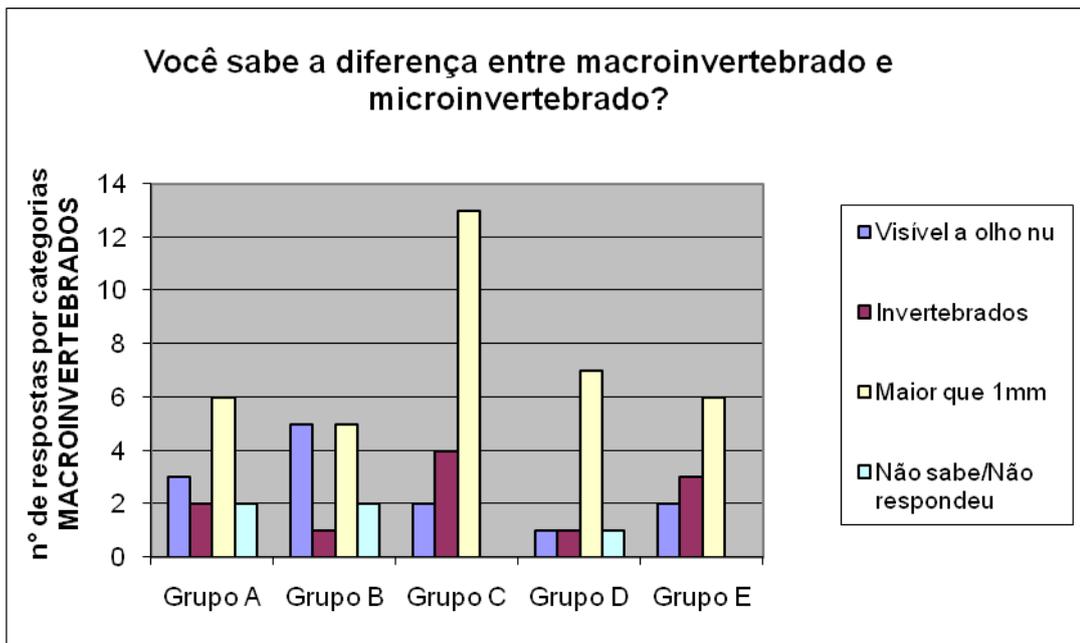


Figura 7.16. Descrição das categorias encontradas na pergunta 02 do Teste 2 e utilizadas nas análises dos dados. Macroinvertebrados.

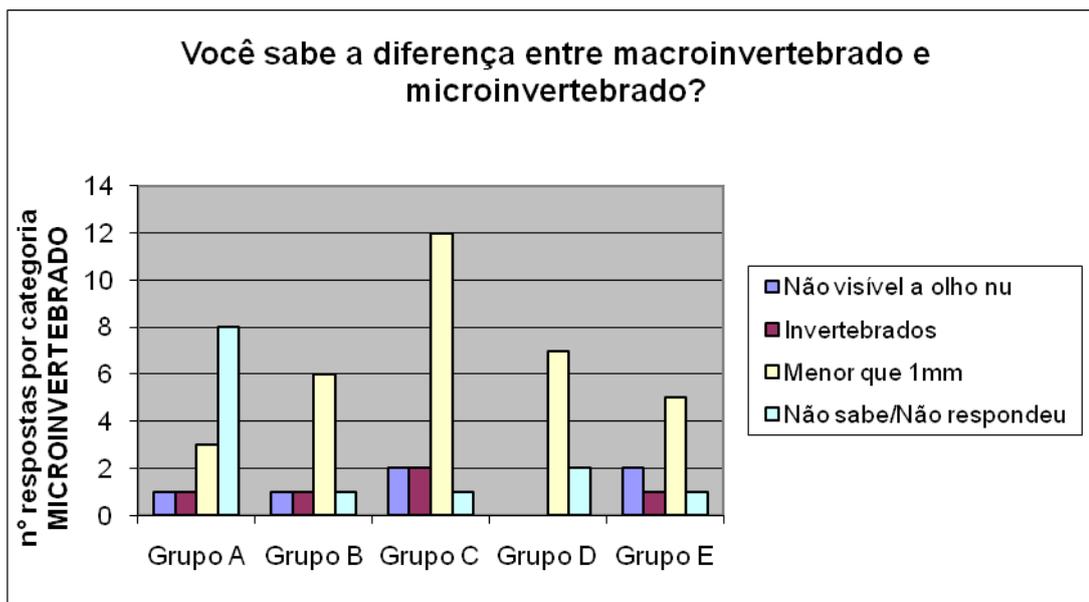


Figura 7.17. Descrição das categorias encontradas na pergunta 02 do Teste 2 e utilizadas nas análises dos dados. Microinvertebrados.

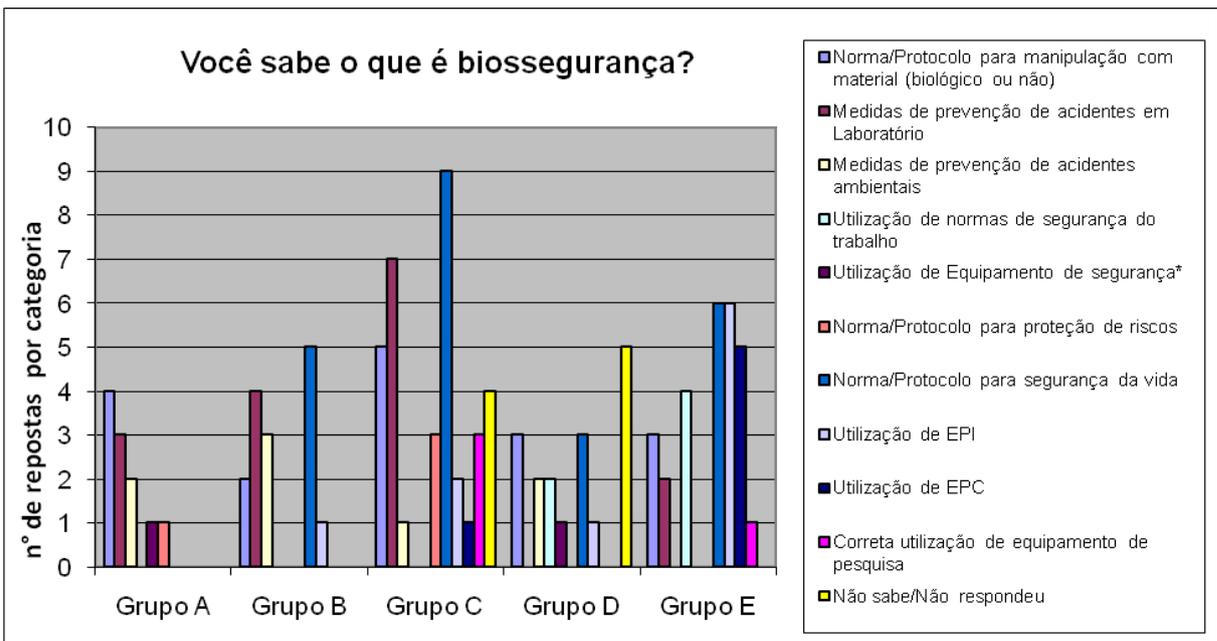


Figura 7.18. Descrição das categorias encontradas na pergunta 03 do Teste 1 e utilizadas nas análises dos dados.

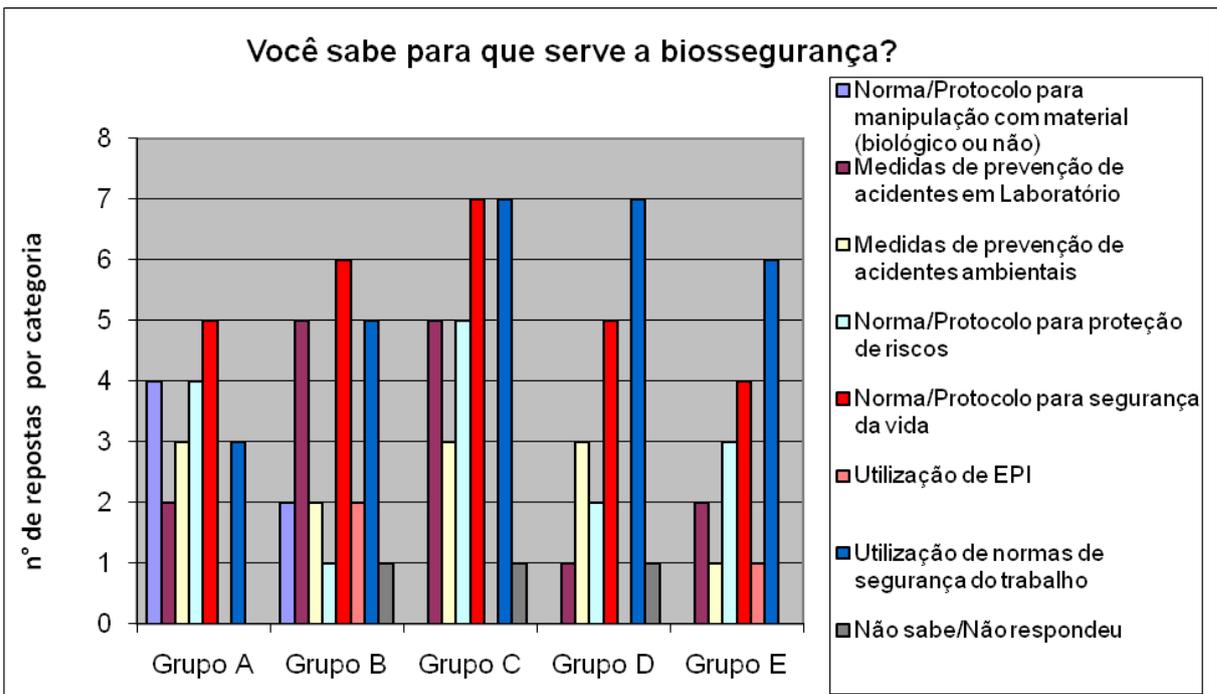


Figura 7.19. Descrição das categorias encontradas na pergunta 03 do Teste 2 e utilizadas nas análises dos dados.

Analisando as respostas referentes ao conceito “biomonitoramento” no processo de categorização foram individualizadas seis categorias, sendo quatro delas as mesmas para ambos os testes. Com relação à aquisição de novos conhecimentos, a análise das respostas permitiu evidenciar que:

-no Grupo A, o mais experiente, a utilização do manual não favoreceu o aparecimento de novos conceitos. Segundo os respondentes deste grupo tanto no teste 1 como no teste 2, a categoria “Utilização/observação de organismos vivos” foi a mais citada, demonstrando que os alunos sabem que para se realizar o biomonitoramento é necessário organismos vivos: “É controle de água, solo, ar e outro através de organismos vivos”; “Monitoramento utilizando organismos”.

-no Grupo B o conceito de “Acompanhamento e controle ambiental” presente no Teste 1 é substituído por “Determinação (avaliação) da qualidade ambiental” no Teste 2, demonstrando que conhecimentos foram agregados aos seus conhecimentos prévios. “É o controle de algum fator a partir de um organismo, como resistência a certos poluentes e/ou até a própria presença e ausência” – Teste 1; “É o uso de organismos vivos para determinar a qualidade de um ambiente” – Teste 2

-no Grupo C a quantidade de respostas “não sabe/não respondeu” passou de seis a zero. Este grupo de pesquisa é o conjunto de sujeitos de pesquisa que apresenta conceitos de biomonitoramento mais vagos.

Conceitos genéricos ou errados tenderam a desaparecer no Teste 2: monitoramento da vida (de três a zero), controle biológico (de dois a um), acompanhamento por microscópio (de um a zero), análise de microorganismos (de um a zero) e controle biológico (de dois a zero). No segundo testes as respostas concentraram-se nas categorias “utilização/observação de organismos vivos”, “determinação (avaliação) da qualidade ambiental” e “acompanhamento e controle ambiental”;

-no Grupo D, no Teste 2 a categoria “monitoramento da vida” é substituída pela categoria “preservação”;

-no Grupo E percebe-se que a categoria “monitoramento da vida” passa de seis a zero no Teste 2; comparece no Teste 2 a categoria “controle biológico”.

Analisando as respostas referentes ao conceito macroinvertebrados, e a sua distinção com os microinvertebrados, no processo de categorização foram individualizadas cinco categorias no Teste 1 e oito categorias no Teste 2.

Sua análise evidenciou a diminuição de “não sabe/não respondeu”, mas resultou evidente que em todos os grupos, incluindo o Grupo A, o parâmetro para discriminar um macroinvertebrado é a possibilidade de ser observado a olho nu.

A análise das respostas relativas ao conceito biossegurança permitiu individualizar 11 categorias no Teste 1 e oito categorias no Teste 2. Sua análise evidenciou que nos Grupos C e D, diferentemente dos outros, foi relativamente elevada a categoria “não sabe/não respondeu” (quatro-cinco), em ambos os grupos esta categoria diminuiu no Teste 2.

No Teste 1 foi evidente que em todos os grupos existe o conceito de uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual) e EPC (Equipamento de Proteção Coletiva), para a implementação da biossegurança, principalmente no Grupo E.

As respostas deram margem à percepção que o conceito de biossegurança é, em geral, ligado ao conceito de proteção da vida, porém, tanto no Teste 1 como no Teste 2, fica restrito ao trabalho realizado em laboratório e a prevenção de acidentes em laboratório ou ambientais.

Avaliação realizada por professores universitários e pesquisadores

Com objetivo de avaliar o manual do ponto de vista dos profissionais que atuam na área de ensino, módulos de avaliação foram enviados a dez professores universitários que já realizaram pesquisas no âmbito do biomonitoramento das águas e a pesquisadores da área que atuam também na área de ensino (apêndice 8). Dos dez profissionais contatados, seis enviaram a avaliação num prazo útil para serem incluídos e utilizados neste trabalho. Os avaliadores pertenciam às seguintes instituições: United State Environmental Protection Agency, Oregon State University; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro; Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas; Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Ecologia; Instituto Oswaldo Cruz, Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental; Universidade Unigranrio, Bióloga. As avaliações recebidas são apresentadas como apêndice 8.

O modulo de avaliação enviado, apresentado consta de duas partes. A primeira com finalidade de medir o grau de satisfação, relativas ao conteúdo, possibilidade de utilização do manual em atividade de ensino e laboratório, valor científico da obra, glossário e iconografia, utilizando uma escala de zero até dez. A segunda, de redação livre, com finalidade de receber comentário e sugestões dos docentes. O resultado da primeira parte do modulo de avaliação é apresentado na tabela 7.21.

Tabela 7.21. Resultado da avaliação do manual realizada por professores e pesquisadores. N° perg: número da pergunta; pont. mín.: pontuação mínima recebida; pont. max.: pontuação máxima recebida; pont. med.: valor médio das pontuações recebidas.

N° perg.	pergunta	pont. mín.	pont. max.	pont. med.
1	Valor científico da obra	8	10	9
2	O conteúdo é adequado para o uso em atividades de laboratório?	8	10	9,7
3	O conteúdo é adequado para a tarefa de ensino e treinamento de estudantes e estagiários?	8	10	9,7
4	As informações são apresentadas de forma clara e a linguagem é adequada para estudantes e estagiários?	7	10	9.2
5	O glossário é adequado?	8	10	9
6	A iconografia é adequada?	8	10	9

Na seção relativa às sugestões e comentários, em geral, todos os avaliadores julgaram positivamente a obra, ressaltando sua condição pioneira para o setor e sua importância para o desenvolvimento técnico e científico no Brasil. Doutra forma, apontaram a presença de erros textuais ou de citação e sugeriram o incremento ou a substituição de algumas micrografias. Do ponto de vista gráfico foi sugerida a melhoria da visibilidade do início das chaves dicotômicas e a utilização de setas para indicar os caracteres taxonômicos utilizados para discriminar os táxons.

Citamos, em seguida, como exemplo algumas sugestões recebidas:

...As próximas eventuais edições poderão considerar a preparação de arquivos pdf para impressão em formato grande (p.ex. banners), a serem utilizados em laboratórios de pesquisa...

... com o intuito de facilitar a observação de estruturas e ampliar o uso das chaves por pessoal com menor treinamento técnico, é o de incluir detalhes das figuras e/ou setas mostrando as estruturas que estão sendo chamadas no texto. Em algumas vezes, o detalhe de uma estrutura é chamado no texto, mas o organismo inteiro é mostrado na figura, dificultando a visualização...

*...Além da seta de início, sugiro a palavra **INÍCIO** para ficar mais evidente...*

Tais propostas serão consideradas no processo de revisão para uma próxima edição do manual.

Discussão do processo de avaliação do manual de identificação

O processo de avaliação de um livro técnico a ser utilizado em programas de ensino universitário deve ser rápido evitando que o desgaste biológico, devido ao célere processo de evolução dos conhecimentos e do desenvolvimento tecnológico o torne obsoleto (CHEN; CHEN, 2002, VIANA ALVES; FIGUEREDO ANDRADES, 2008). Os passos fundamentais de um processo de avaliação são constituídos pela identificação do(s) usuário(s), a identificação das exigências, de como satisfazê-las e do processo de integração de todas as informações obtidas (CHEN; CHEN, 2002; MEHRJERDI, 2010; PITMAN et al., 1996). Hartmut (2006) afirma que:

Enquanto participante do processo de construção de conhecimento, idealmente, o pesquisador não deveria escolher entre um método ou outro, mas utilizar as várias abordagens, qualitativas e quantitativas que se adequam à sua questão de pesquisa. Do ponto de vista prático existem razões de ordens diversas que podem induzir um pesquisador a escolher uma abordagem, ou outra... As vantagens e desvantagens das avaliações de tipo qualitativo e quantitativo são ligadas à qualidade dos dados obtidos, às possibilidades da sua obtenção e à maneira de sua utilização e análise.

Assim, no presente estudo procuramos avaliar o manual de identificação integrando várias tipologias de abordagem. Do ponto de vista metodológico utilizamos métodos de avaliação, tanto quantitativa, quanto qualitativa e do ponto de vista dos usuários buscamos entender dificuldades, exigências e desejos de todos os possíveis atores. Estes, constituídos por: os empregadores dos técnicos especializados na área de biomonitoramento, avaliando o desempenho em atividades de identificação da fauna e o tempo empregado; os atores envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, considerando os estudantes, procurando individualizar as dificuldades encontradas no uso do manual, e os docentes, avaliando o grau de satisfação, suas sugestões e comentários.

Os resultados da análise quantitativa nos mostraram que o desempenho dos grupos de pesquisa na tarefa de identificação da fauna mostraram, em geral, como esperado, um decréscimo dos acertos em acordo com o nível educacional e grau de dificuldade ao descer de nível taxonômico, principalmente em nível de família e de gênero onde a tarefa de identificação da fauna é mais difícil. No grupo A, constituído por um conjunto de sujeitos de pesquisa experientes, o uso do manual de identificação por nós realizado, em lugar de outra bibliografia, possibilitou um importante aumento do desempenho. Os valores de acertos percentuais por família e gênero passaram de 52% e 19% no Teste 1 a valores de 91% e 46% respectivamente no Teste 2. Para os grupos menos experientes o desempenho passou para os mesmos níveis taxonômicos de valores inferiores de 10%, ou nulos, a valores médios de 51% e 23%. A comparação entre os valores de acerto percentual obtidos pelos demais grupos de

pesquisa utilizando o manual no Teste 2 e o grupo mais experiente (Grupo A) utilizando outra bibliografia no Teste 1 evidenciou desempenho parecidos (Fig. 7.6), evidenciando ainda mais a melhoria do desempenho.

Os dados relativos ao tempo empregado para realizar os testes evidenciaram dois padrões diferentes. No Grupo A a melhoria do desempenho correspondeu uma diminuição do tempo empregado de 20% em média. Nos demais grupos, ao aumento do desempenho correspondeu um aumento do tempo empregado devido à diminuição de desistência dos candidatos em realizar a tarefa de identificação dos espécimes.

As entrevistas realizadas com todos os sujeitos de pesquisa ao término do Teste 2 evidenciam um alto grau de satisfação devido principalmente à formatação gráfica que permite um fácil uso do manual. Nenhum dos candidatos formulou sugestões para melhorias do produto. A observação das atividades dos sujeitos de pesquisa durante a realização dos testes e a sucessiva entrevista revelou, porém, que quase todos os sujeitos de pesquisa integrantes os grupos B, C, D e E encontraram algumas dificuldades de interpretação na secção de morfologia e de identificação do manual. Assim, foram identificados quatro passos nas chaves que geraram problemas na sua utilização, devidos a deficiências do processo de transferência didática (*sensu* CHEVALLARD, 1998; HYLAND, 1997) utilizado para realização do texto. O estudo dos trechos apontados nos mostrou que três são devido a uma falta de explicação de um carácter morfológico na parte descritiva. O quarto problema por contra resultou ser de tipo lexical sendo que o termo utilizado não é um termo técnico, mas uma palavra em uso no idioma português porém não de uso comum. A notar que tais dificuldades não foram relatadas para os integrantes do Grupo A.

Objetivo da análise do conteúdo é captar um saber que está por trás da superfície textual, nesta a técnica dita análise temática ou categorial consiste em operações de desmembramento do texto em unidades (categorias), segundo reagrupamentos analógicos que visam descobrir os núcleos de sentido que compõem uma comunicação, preocupando-se com a frequência desses núcleos, sob a forma de dados segmentáveis e comparáveis, e não com sua dinâmica e organização (BARDIN, 1977; CAPELLE et al., 2003; MINAYO, 2000; ROCHA; DEUSDARÁ, 2005). Para as perguntas relativas ao biomonitoramento foram individuadas 12 categorias, para as relativas aos macroinvertebrados e a biossegurança 18 e 16 respectivamente. A análise evidenciou que com o uso do manual nos três casos assistiu-se a uma diminuição das respostas de tipo “não sabe/não respondeu” e das respostas genéricas ou erradas, e um aumento de respostas mais específicas, evidenciando a eficácia do manual.

Com relação à biossegurança a análise quantitativa nos mostrou em todos os grupos um aumento do acerto das respostas, mas só no caso do grupo A os resultados atingiram

resultados aceitáveis de segurança em trabalhos que envolvem elementos de riscos físicos e biológicos em atividades de campo, com águas poluídas e vetores de doenças. A avaliação qualitativa evidenciou que o conceito de biossegurança é, em geral, ligado à proteção da vida, porém, sempre restrito ao trabalho realizado em laboratório e a prevenção de acidentes em laboratório ou ambientais, diferentemente de quanto Proposto pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2006a) e reportado no manual.

No caso da definição de macroinvertebrados não obstante fossem disponíveis no manual duas definições técnicas, em todos os grupos, incluindo o Grupo A, o parâmetro para discriminar um macroinvertebrado permaneceu a visibilidade a olho nu.

Neste contexto, resulta importante uma reflexão sobre a falta de mudança nas respostas nos dois casos. Moreira (2007) reporta que os conhecimentos prévios, possuídos pelos estudantes, podem funcionar, em algum caso, como obstáculos epistemológicos. Este tipo de conhecimento, pode não coincidir com os conhecimentos produzidos pela ciência, é persistente, dificilmente modificável e tende a reaparecer no tempo (CAZELLI et al., 1999, GRAVINA; BUCHWEITZ, 1994), precisando assim para sua modificação de uma intervenção direta do corpo docente.

Com relação à avaliação realizada por professores e pesquisadores todos os profissionais que atenderam nosso pedido de avaliação julgaram positivamente o manual e mostraram um alto grau de satisfação. Neste contexto, digno de nota é a avaliação recebida quanto ao valor científico da obra, para qual recebemos pontuações entre oito e dez. Ficamos surpresos pela elevada pontuação tratando-se de um trabalho de revisão bibliográfica e não de um trabalho de pesquisa investigativa.

As sugestões e os comentários apontaram a presença de erros textuais e sugeriram algumas melhorias entre as quais o incremento do glossário e o incremento da iconografia e a substituição de algumas imagens. Tudo isso será implementado em fase de preparação da próxima edição do manual contando com a colaboração de fotógrafos e desenhistas profissionais. Quanto à proposta de utilização de setas para indicar os caracteres taxonômicos utilizados para discriminar os espécimes a proposta deverá ser avaliada com cuidado sendo que a utilização deste recurso pode gerar poluição gráfica e um aumento do número de páginas necessárias para o manual sem gerar efetivas melhorias a obra.

Entre as melhorias a ser aportadas deverá ser discutida a possibilidade de incrementar o capítulo relativo à biossegurança, considerando que grande parte do trabalho é realizada em campo e a quantidade de vetores de doenças ligados à água em países tropicais e subtropicais.

Os resultados apresentados são, em conjunto, relevantes, pois mostram que o material realizado corresponde às expectativas dos estudantes, e que o conteúdo nele apresentado

responde às exigências de atividades de laboratório e de didática realizadas por professores universitários e pesquisadores. Para uma efetiva aplicação do manual num âmbito não acadêmico, porém, os resultados devem ser avaliados considerando outro fator constituído pelo nível taxonômico considerado crucial para a atividade de biomonitoramento. Esse é variável, podendo ser em família, gênero ou espécie, dependendo do País, do grau de desenvolvimento tecnológico e do recurso financeiro (BISWAS et al., 2004).

Já no Brasil foram utilizados adaptados índices monométricos para a medição da qualidade ambiental dos recursos hídricos em nível de família, a citar o BMWP (REZENDE MONTEIRO et al., 2008) e o BMWP-CETEC (JUNQUEIRA; CAMPOS, 1998) e no estado do Rio de Janeiro foram adaptados índices multimétricos pelo LAPSA-IOC/Fiocruz, a citar o SOMI (BAPTISTA et al., 2007) e o IMGGM (OLIVEIRA BLEY DA SILVEIRA, 2009). Como já reportado, em todos os grupos de pesquisa assiste-se a um decréscimo do acerto percentual ao variar de nível taxonômico, mas a utilização do manual de identificação permitiu em grupos não experientes acertos de 51% em nível taxonômico de família. Esta percentual deve ser considerada à luz do fato que tal resultado não foi obtido no âmbito de um curso de treinamento específico, mas por simples consulta de um texto técnico no âmbito de uma pesquisa de doutorado. Todo isso faz nos pensar que a utilização do recurso didático desenvolvido permita a criação de cursos universitários de breve duração e que estes garantiriam o recurso humano especializado necessário para a utilização de índices de medição em nível de família necessários para a utilização do biomonitoramento da águas no País.

8.7 Discussão geral

Na última década a capacidade brasileira de fazer ciência tem crescido, aumentando sua penetração internacional, mas a capacidade de fazer tecnologia está ainda muito aquém das possibilidades (CARVALHO; WILLCOX, 2004). Assim, é necessário que sejam realizados esforços para que os resultados das pesquisas sejam utilizados no País.

Os avanços científicos e o aumento da complexidade das novas tecnologias empregadas nos mais variados setores impõem à utilização de recurso humano cada vez mais especializado, neste contexto, os maiores desafios das Instituições de Ensino, em particular em nível universitário, são constituídos pela necessidade de permanecer atualizados numa situação dinâmica (MEHRA; RHEE, 2009) e de atingir elevados padrões de qualidade (OWLIA; ASPINWALL, 1997).

O ensino superior apresenta frequentemente programas anacrônicos, currículos incoerentes e custos excessivos (ENGELKEMEYER, 1993). Como as novas tecnologias desenvolvidas adivinham partes integrantes das ciências e da sociedade, os estudantes precisam de literatura tecnológica ou facilidade de acesso às informações tecnológicas com finalidade de ter vantagens na vida profissional (HIGGINS; SPITULNIK, 2008; OWLIA; ASPINWALL, 1997). Com tudo, é necessário que novos materiais técnicos e didáticos sejam continuamente propostos.

Entre os avanços científicos no Brasil cabe destacar, na última década, a pesquisa relativa ao biomonitoramento ambiental para o gerenciamento dos recursos hídricos utilizando macroinvertebrados. Este trabalho, assim, teve como objetivo o estudo, o desenvolvimento e o teste de material técnico-didático para atividades de ensino e de treinamento de estudantes universitários, de faculdade de biologia, do estado do Rio de Janeiro, visando à futura criação de cursos de formação específicos para programas de biomonitoramento. Tudo isso, também atendendo à solicitação de produção de manuais para a formação e treinamento de técnicos e pesquisadores feita pelo Ministério da Ciência e Tecnologia no ano 2006 por meio do Programa de Pesquisa em biodiversidade.

Tuckman e Edwards (1971) mostraram que o conjunto de elementos que caracterizam o planejamento e o controle de atividades de ensino não apresenta uma estrutura linear. Os elementos são conectados entre si, de maneira complexa e circular, determinando um funcionamento de tipo retroativo. Com base neste modelo procuramos estruturar nosso estudo, determinando os elementos constituintes e os possíveis relacionamentos.

Nos processos de estudos e avaliação no âmbito educacional, em primeiro lugar é preciso entender os usuários avaliando quem são e quais as necessidades e os desejos (LAM;

ZHAO, 1998). Por Nogova e Huttova (2006) a avaliação de determinados produtos educacionais subentende que exista uma clara idéia relativa ao seu funcionamento, e que este depende de vários aspectos entre os quais o grupo alvo, o currículo da área e como o docente entenda usar este material.

Assim, um dos primeiros passos da pesquisa foi constituído pela identificação dos possíveis usuários. No âmbito de atividades que envolvem ensino, esta tarefa pode não ser uma tarefa trivial sendo que vários usuários podem ser definidos contemporaneamente, a citar estudantes, parentes, futuros empregadores, e a sociedade em geral, cada um com diferentes interesses e grau de complexidade (OWLIA; ASPINWALL, 1997; PITMAN et al., 1996). O assunto é, em geral, fonte de discussão e de desacordo considerando também que, dependendo do ponto de vista, os estudantes podem ser considerados como usuários e como produto (PITMAN et al., 1996).

No presente estudo vários foram os desafios enfrentados. A tarefa de identificação dos usuários fundamental não só para definir o grau de transferência didática a ser utilizado, como proposto por Chevallard (1998; 2007) e Hyland (1997), como também indispensável para realizar o processo de avaliação, resultou ainda mais complexa. No Brasil, o biomonitoramento está ainda fase de desenvolvimento, ainda não foram discutidos e definidos os possíveis usuários e conseqüentemente, além disso, não existe uma clara idéia relativa ao funcionamento destes materiais educacionais nesta área geográfica nem como os docentes utilizarão este material.

A tipologia de material a ser desenvolvido impõe que os textos deste tipo devam ser adaptados às exigências de trabalho local, sempre ser atualizados e estarem de acordo com os novos conhecimentos e tecnologias apresentando, assim, uma rápida obsolescência devida aos avanços dos conhecimentos científicos e dos recursos tecnológicos (CHEN; CHEN, 2002; VIANA ALVES; FIGUEREDO ANDRADES, 2008). Portanto esta característica determinou o rápido desenvolvimento e o lançamento no mercado do manual de identificação.

O desenvolvimento de um texto que vise à identificação da fauna aquática em atividade de didática com estudantes universitários foi realizado numa realidade na qual devem ser considerados os seguintes fatores: o Brasil é um país megadiverso e os estudos taxonômicos e faunísticos são dispersos em um grande número de revistas especializadas; não existem modelos de textos específicos de manuais de identificação de fauna aquática direcionados a estudantes universitários; a qualidade e a confiabilidade da informação gerada num processo de avaliação ambiental utilizando o biomonitoramento são determinadas, entre outros, pela capacidade de identificação da fauna dos técnicos envolvidos (GOETALS, 2002; HEALTH ORGANIZATION, 2008). Assim, o desenvolvimento do manual além do esforço

requerido pelo processo de transferência didática precisou de um grande esforço de investigação científica.

Um ulterior desafio técnico foi representado pelo desenvolvimento de um recurso didático que possibilitasse o estudo direto dos espécimes, em acordo com as atuais normas e exigências de biossegurança e ética em estudos realizados com animais, permitisse reduzir os custos dos futuros cursos e que tornasse viável e mais confiável a avaliação do manual.

Após a realização do manual definiu-se a metodologia de avaliação. Utilizamos uma avaliação do tipo formativa (*sensu* PERRENOUD, 1999), compreendo que a avaliação deve ser propulsora de mudanças, regular uma ação pedagógica e individualizar as melhorias a ser aportadas como sugerido por vários autores (ex. AMRI, 2003; CHEN; CHEN, 2002; WILDE; SOCKEY, 1995, p.8). Em nossa pesquisa procuramos avaliar a usabilidade (*sensu* SHACKEL, 1991), entendendo com este termo a capacidade de um determinado recurso didático em ser utilizado facilmente e eficazmente por um conjunto específico de usuário, fornecendo treinamento e suportes, para a plena execução de determinadas tarefas. Todo isso, com finalidade de não só realizar uma avaliação de quanto produzido no âmbito acadêmico de uma pós-graduação, mas procurando também dar continuidade ao projeto iniciado com este trabalho. Com tudo, consideramos além do conteúdo da obra e procuramos mais que comprovar que funciona, mas também procuramos melhorar como ele funciona, advindo assim um instrumento de gestão e aprendizagem para o projeto (W.K. KELLOGG FOUNDATION, 1998, p.11; PINHEIRO CORRÊA et al., 2008).

No Brasil, graças a grandes esforços realizados no último decênio, são disponíveis diretrizes e parâmetros para avaliação de textos didáticos a serem utilizados no ensino fundamental até a 8ª série (BRASIL, 1994; 1998; 1999; 2000, GATTI, 1987). Para a avaliação de textos a ser utilizados em atividades de ensino existem trabalhos referentes a livros de texto escolar de nível fundamental, com particular ênfase em livros de ciência e matemática (NÚÑEZ et al., 2003; MIEKLEY, 2005; SHIELD, 2005; NETO; FRACALANZA, 2003; NICHOLLS, 2003; VASCONCELOS; SOUTO, 2003). Rica é a bibliografia relativa à avaliação de livros de textos ou didáticos em geral e são disponíveis vários modelos a ser utilizados (ex. <<http://textbookuse.pbworks.com/f/Developing+criteria+for+textbook+evaluation.pdf>>; <http://old.sandi.net/depts/instructional_materials/13.doc>). Abundante é também a bibliografia disponível para avaliação de recursos didáticos multimídia (ex. BRIGHTWELL et al., 2004; ROCHA; DE CAMPO, 1993; LUCENA et al., 2002). Entretanto é escassa a pesquisa dedicada à avaliação de textos utilizados a nível superior, e quase inexistente é a

relativa à avaliação de textos relativos ao ensino de técnicas de laboratório, de manufaturados e de indústrias (CHEN; CHEN, 2002).

Para o planejamento de uma avaliação adequada, dois são os passos preliminares necessários: definição da função da avaliação (somativa ou formativa) e determinar a abordagem a ser utilizada, objetivo-orientada ou uma combinação de abordagens (WILDE; SOCKEY, 1995, p.10). Sucessivamente é necessário decidir qual informação é necessária para responder às perguntas, como coletar os dados e decidir de como analisá-los e usá-los (W.K. KELLOGG FOUNDATION, 1998, p. 70).

Por Amri (2003) e Wilde e Sockey (1995) para a avaliação de livros a serem utilizados em atividades didáticas podem ser utilizadas duas estratégias: a avaliação em páginas e a avaliação em uso. Amri (2003) afirma que o processo de avaliação de um recurso didático deve ser cuidadosamente planejado, considerando de forma conjunta as perguntas “usáveis para quem?” e “usável para que?”. Entre os processos de avaliação encontrado na literatura Chen e Chen (2002) e Lam e Zhao (1998) utilizaram para a avaliação de textos técnicos a estratégia do *Total Quality Management*, que avalia contemporaneamente e relaciona as exigências de todos os usuários.

Payne (1994 *apud* W.K. KELLOGG FOUNDATION, 1998) propõe como metodologia de avaliação o método misto (*Mixed-method design*) que envolve contemporaneamente metodologias qualitativas e quantitativas. Por Hartmut (2006) as vantagens e desvantagens da análise qualitativa e da quantitativa são ligadas à qualidade dos dados obtidos, às possibilidades da sua obtenção e à maneira de sua utilização e análise. O uso de métodos múltiplos possibilita superar os obstáculos de um só tipo de abordagem sendo que a fraqueza de uma metodologia pode ser balanceada pela força da outra (W.K. KELLOGG FOUNDATION, 1998, p.16).

Com tudo, decidimos realizar uma avaliação formativa, utilizando um método misto e que contemporaneamente considerasse as exigências e os desejos de vários usuários. O processo de avaliação realizado evidenciou um aumento do desempenho de todos os grupos de pesquisa e a redução do tempo empregado para realizar o teste por parte do mais experiente utilizando o manual. Tal processo mostrou um alto grau de satisfação por parte do corpo docente e dos estudantes e nos revelou algumas falhas no processo de realização do livro, muitas das quais a serem corrigidas facilmente numa segunda edição do manual.

Os resultados relativos às perguntas referentes à biossegurança mostraram um pequeno aumento geral dos acertos de respostas, mas só no caso do grupo A os resultados atingiram resultados aceitáveis de segurança. A análise qualitativa relativa a este assunto evidenciou que todos os grupos de pesquisa consideram a biossegurança como assunto principalmente ligado

às atividades de laboratório, diferentemente de quanto apresentado no manual. É importante neste contexto ressaltar que, a quase totalidade dos trabalhos publicados na área da biossegurança trata o assunto como tal e quase inexistente é a bibliografia relativa aos trabalhos de campo. Este dado, junto ao relativo ao conceito de macroinvertebrados nos mostraram um caso típico de conceitos prévios, que são dificilmente modificáveis e que tendem a reaparecer no tempo (GRAVINA; BUCHWEITZ, 1994) e por isso que precisam de intervenções mais incisivas por parte dos docentes.

Como nota final é interessante relatar que por Patton (1990) existem, em geral, limitações num design de avaliação; a primeira constituída pela generalização dos resultados, a segunda constituída pelo tempo e recursos financeiros disponíveis para sua realização. Por Patton (1990) e Tessmer (1993) a proposta de uma avaliação formativa não é generalizar os resultados encontrados para uma grande população, mas melhorar um produto ou programa específico. A atividade de avaliação nos mostrou pequenas melhorias que serão realizadas em fase de realização da próxima edição do manual e outras a serem ainda discutidas. Com relação ao tempo e aos investimentos disponíveis nesta avaliação, a nosso ver, deve ser considerada como um teste piloto, realizada no âmbito de um programa de pós-graduação, com todas as suas limitações de tempo e de orçamento. Acreditamos que todo o trabalho até agora realizado deva ser repetido uma vez que sejam decididos os usuários, caso estes não resultem coincidentes com quanto hipotizado neste trabalho, modificando assim os elementos que caracterizam o planejamento e o desenvolvimento como proposto no modelo de Tuckman e Edwards (1971).

Na área da biologia, como já ressaltado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2006) manuais constituem uma ferramenta imprescindível para formação de técnicos e pesquisadores como também para a padronização do trabalho. Neste estudo, nossa intenção foi desenvolver recursos didáticos para que novos conhecimentos científicos e novas tecnologias fossem utilizados no âmbito do ensino para a formação de técnicos e futuros pesquisadores. Os dados apresentados nos demonstraram o correto funcionamento do manual e mostraram a possibilidade de seu uso em cursos de breve duração para capacitação em biomonitoramento em nível de família. Por isso, acreditamos que este estudo contribua para a difusão e o desenvolvimento desta nova tecnologia como também abra novas portas para o desenvolvimento de mais materiais educacionais.

9- CONCLUSÃO

O país está precisando urgentemente de profissionais especializados na área de avaliação e gerenciamento de recursos hídricos. Apesar dos avanços técnicos, científicos e legislativos muito deve ser feito para aplicação de quanto realizado. O advento das novas tecnologias exige novas tarefas e desafios para os profissionais que lidam com o processo ensino-aprendizagem. Além disso, esta pesquisa originou-se de uma nossa inquietação em respeito à falta de material técnico e didático da área, ao uso excessivo de bibliografia estrangeira nos laboratórios e sala de aula e por último pela carência de sistemas de avaliação de material técnico que garanta aos profissionais da área a efetiva respondência às necessidades dos usuários. Assim, a tese teve como objetivo desenvolver e avaliar material técnico e educacional para estudantes das faculdades de biologia das universidades do Rio de Janeiro. Tudo isso, com finalidade de promover e complementar o processo de ensino-aprendizagem nesta área específica, para que num próximo futuro possam ser, também no Brasil, realizados cursos de especialização ou profissionalizantes para a área de biomonitoramento de recursos hídricos utilizando macroinvertebrados.

A definição dos usuários, ainda uma questão não discutida no Brasil, foi o nosso primeiro desafio. Tentamos assim conhecer o usuário, suas especificidades com relação ao conteúdo da aprendizagem e outros atributos pedagógicos, como também as necessidades curriculares e de aprendizagem dos estudantes. Encontramos, porém, uma situação muito heterogênea e que necessitará para ser delineada de muitas discussões entre pesquisadores e de técnicos em gestão. Optamos assim, dirigir nossa atenção a estudantes universitários.

No desenvolvimento do material tentamos juntar nossos conhecimentos técnicos com o conhecimento pedagógico necessário para um programa de cunho educacional. No processo de avaliação procuramos utilizar de forma conjunta varias técnica tentando se aproximar as novas tendências investigativas. Os resultados da avaliação nos mostraram que atingimos nossos objetivos. A nosso ver, porém, um trabalho de pesquisa com a finalidade de disponibilizar produtos para estudantes universitários, deveria não só contemplar a avaliação do produtos, mas também sua aceitação e uso no âmbito do ambiente para o qual é destinado. Com relação ao manual este encontrou uma boa respondência no mercado, com mais de 500 cópias vendidas até agora; o texto está sendo utilizado para diferentes áreas de pesquisa e em cursos de zoologia de invertebrados com os demais estudantes e também por Instituições sediadas fora da área geográfica tratada (Prof. DR. Érica Pellegrini Caramaschi, Laboratório de Ecologia de Peixes/ Universidade Federal de Rio de Janeiro *pers.com.*; Prof.Dr. Prof. Edimberg Caldas de Oliveira Ufam, Zoologia/ Universidade Federal da Amazônia *pers.com.*).

Por último é importante ressaltar que no mês de dezembro foi dado início a um novo projeto para a realização de um manual de identificação dos macroinvertebrados de água doce da região sudeste brasileiro, projeto que reunirá vários especialistas da área. Para tanto, foi decidida a utilização do layout, dos padrões técnico-científicos e o banco de imagens desenvolvido no âmbito desta pesquisa.

A pesquisa apresentada de modo algum esgota o tema, muito ainda há para ser feito. Se por um lado podemos afirmar que este trabalho de pesquisa atingiu os objetivos almejados e que fizemos os primeiros passos nessa área, abrindo o caminho para que outros possam realizar algo melhor, de outro afirmamos que quanto apresentado deve ser considerado um projeto piloto e que o material produzido deverá ser reestruturado uma vez que sejam decididas as estratégias de aplicação do biomonitoramento no país.

9- APÊNDICES

Apêndice 1- Termo de consentimento livre e esclarecido



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O (A) senhor (a) está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada “**Avaliação de manual para identificação de macroinvertebrados em apoio ao ensino não formal para capacitação técnica especializada em programas de biomonitoramento da qualidade da água**”, realizada num programa de pós-graduação (doutorado) da Fundação Oswaldo Cruz. Sua participação não é obrigatória, mas voluntária.

A qualquer momento você poderá desistir de participar e se retirar da pesquisa, sem que isto lhe traga prejuízo ao atendimento prestado pela Fundação Oswaldo Cruz.

Esta Pesquisa, que terá duração de 1 (um) ano, tem por objetivo avaliar o material didático.

Nas atividades inerentes a avaliação do material didático, os participantes poderão estar entrando em contato com fontes de risco. No entanto, no intuito de evitar risco de contaminação todos estarão utilizando Equipamento de Proteção Individual (EPI) composto de luvas de PVC.

Os benefícios relacionados com a sua participação no presente projeto de pesquisa são:

- aprendizado em identificação da fauna aquática;
- aprendizado de noções básicas de limnologia.

Todas as atividades serão avaliadas utilizando teste de tipo múltipla-escolha e/ou descritivos, entretanto as informações que o (a) senhor (a) nos fornecer serão utilizadas exclusivamente nesta pesquisa, bem como as fotos que forem tiradas. Manteremos o sigilo e a confidencialidade das informações e o (a) senhor (a) não será identificado (a). Os resultados serão divulgados sob a forma de publicações com fins científicos e educativos.

O participante a pesquisa empenha-se a na fazer copia e/ou divulgar o material didático fornecido e a sua restituição de forma integra.

Caso, aceite participar, depois que lhe for explicado pelo pesquisador sobre este projeto, e tiver esclarecido eventuais dúvidas, o (a) senhor (a) receberá uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, onde constam o telefone, endereço e o e-mail da pesquisadora responsável.

Data ____/____/____ _____(assinatura do participante)

Pesquisador Responsável: Riccardo Mugnai

Instituto Oswaldo Cruz, Departamento de Biologia.

Avenida Brasil 4365, Pavilhão Lauro Travassos, sala 14A - térreo / Telefone: (21) 2560-6474
r: 107.

E-mail: mugnai@ioc.fiocruz.br

Apêndice 2- Questionário de avaliação dos conhecimentos prévios



MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
FIOCRUZ

Ensino em
Biotecnologia e
Saúde

Numero candidato: _____ Grupo: _____

Data: ____/____/____

Hora de inicio _____ Hora de fim _____

Questionário de avaliação conhecimentos prévios

Pergunta 1) O que entende-se com a palavra biomonitoramento?

Sim () Não (). Se sim definir

Pergunta 2) Você sabe o que é um “macroinvertebrado”?

Sim () Não (), se sim definir

Pergunta 3) Você sabe o que é biossegurança?

Sim () Não (), se sim definir

Pergunta 4) A coleta em campo pode ser realizado por um operador só?

Sim () Não () Não sei ()

Pergunta 5) No caso de uma diminuição de poluição o efeito pode-se refletir em:

Estabilidade de população ()

Aumento das espécies tolerantes ()

Aumento das espécies intolerantes ()

Pergunta 6) Observe o material biológico e classifique no menor nível taxonômico possível.

Não sei () _____

Hora de fim _____

Apêndice 3- Questionário de avaliação dos conhecimentos adquirido com o manual



MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
FIOCRUZ



Numero candidato: _____

Grupo: _____

Data:

____/____/____

Hora de inicio _____

Hora de fim _____

Questionário de avaliação conhecimentos utilizando o manual

Pergunta 1) Você sabe para que serve o biomonitoramento?

Sim () Não (). Se sim definir

Pergunta 2) Você sabe o qual é a diferença entre um “macroinvertebrado” e um “microinvertebrado”?

Sim () Não (), se sim definir

Pergunta 3) Você sabe para que serve a biossegurança?

Sim () Não (), se sim definir

Pergunta 4) Atividade de campo e laboratório ligadas ao biomonitoramento das águas podem serem classificadas como atividade de risco de:

Classe I (); Classe II (), Classe III (); Classe IV (); Classe especial ()

Pergunta 5) No caso de um aumento de poluição o efeito pode-se refletir em:

Estabilidade de população ()

Aumento das espécies tolerantes ()

Aumento das espécies intolerantes ()

Pergunta 6) Observe o material biológico e classifique no menor nível taxonômico possível.

Não sei () _____
Não sei () _____

Hora de fim _____

Apêndice 4- Questionário de avaliação enviado a professores e pesquisadores



MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
FIOCRUZ

Questionário de avaliação do manual, marcar de 0 a 10.

Valor científico da obra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

O conteúdo é adequado para o uso em atividades de laboratório?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

O conteúdo é adequado para a tarefa de ensino e treinamento de estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

As informações são apresentadas de forma clara e a linguagem é adequada para estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

O glossário é adequado?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

A iconografia é adequada?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Sugestões ou comentários

Apêndice 5 - Glossário de termos técnicos utilizados

análise multimétrica	conjunto de métodos que permite a análise utilizando de forma conjunta mais de uma métrica
análise multivariada	conjunto de métodos que permite a análise simultânea de medidas múltiplas para cada indivíduo ou objeto em análise, qualquer método que permita a análise simultânea de duas ou mais variáveis pode ser considerado como multivariado
annelida	em zoologia, Filo de enterozoários de simetria bilateral. Corpo segmentado, cada anel ou segmento com um par de nefrídios, tubo digestivo tubular completo; celoma bem diferenciado; sistema vascular fechado. Ex: minhocas e sanguessugas
autóctone	espécie de origem e ocorrência natural em Unidade Geográfica Referencial (UGR)
autoecologia	parte da ecologia que investiga os processos adaptativos dos organismos
bacillariophyceae	em biologia, Classe de diatomáceas, microorganismos unicelulares de vida livre, podendo aparecerem reunidos em filamentos revestidos por uma capa mucilaginosa
bentônico	organismo que vive, pelo menos parte da vida, no substrato disponível no corpo d'água
bentos	relativo ao fundo , em contraposição ao meio líquido
bioacúmulo	processo que ocorre quando um composto químico, um elemento químico ou um isótopo se acumulam em elevadas concentrações nos organismos, independente do nível trófico
biodiversidade	abrangência de todas as espécies de plantas animais e microorganismos, e processos ecológicos dos quais são parte
bioindicador ativo	organismo que é introduzido no sistema que se deseja estudar
bioindicador passivo	organismo que se encontra presente no sistema que se deseja estudar
bioma	amplo espaço terrestre, caracterizado por tipo fisionômico de vegetação, com diferentes estados climáticos
biomonitoramento	uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar a degradação ambiental por qualquer impacto induzido pela sociedade humana

biossegurança	ciência que tem como objetivo principal dotar os profissionais e as instituições de ferramentas para o desenvolvimento de atividades com um grau de segurança adequado, seja para o profissional de saúde, seja para o meio ambiente ou para a comunidade
bivalvia	em zoologia, molusco cuja concha é formada por duas peças simétricas
brânquia	evaginação da parede do corpo, ou do intestino posterior, com função de órgão respiratório em organismos aquáticos
bryozoa	em zoologia, Filo de invertebrados, Ectoprocta, caracterizados por serem pseudocelomados e possuem o ânus localizado no interior da coroa de tentáculos com função alimentar
caráter diagnóstico	caráter morfológico que permite a classificação
características biológicas múltiplas	em ecologia, características biológicas e ecológicas que são utilizadas para a medição de um gradiente ambiental
chave dicotômica	descrições sistemáticas binárias que permitem identificar os organismos
chlorophyceae	em biologia, botânica, Classe de algas verdes, pertencentes ao reino Protista
cladocera	em zoologia, Ordem de artrópodes, crustáceos, branquiópodes, minúsculos, corpo encerrado em carapaça bivalve, olhos sésseis, medianos, fundidos, apêndices do tronco em número de quatro a seis pares, e a segunda antena alargada e adaptada para a natação
cnidaria	em zoologia, ramo de entozoários, radiados, que tem indivíduos formados por pólipos cilíndricos, sésseis, os quais vivem frequentemente em colônias, ou medusas campanuladas flutuantes. Têm cápsulas urticantes ou nematocistos. São aquáticos, na grande maioria marinhos, fixos ou livremente flutuantes. Ex: medusas, pólipos, corais, anêmonas-do-mar

Comitê de Bacia Hidrográfica	colegiados compostos por representantes de municípios, de órgãos estaduais e de entidades representativas da sociedade civil em igual número. Foram criados pela lei que instituiu a política estadual de recursos hídricos (7.663/91) para gerenciar a água de forma descentralizada, integrada e com a participação da sociedade
comunidade	em biologia, conjunto de espécies presentes num determinado ambiente
copepoda	em zoologia, Subclasse de animais metazoários, artrópodes, crustáceos, na maioria microscópicos ou muito pequenos, e cujo tronco tem nove somitos livres, sendo os quatro últimos, nas espécies parasitas, desprovidos de apêndices e reduzidos
crustacea	em zoologia, Classe de animais artrópodes, predominantemente aquáticos, com dois pares de antenas e apêndices birremes. Ex.: caranguejo, camarão, lagosta
cyanophyceae	em biologia, Bactéria, popularmente denominado cianobactérias ou algas azuis, que inclui organismos aquáticos, unicelulares, procariontes e fotossintéticos
debriefing	elemento indispensável com o qual aos participantes de uma determinada atividade são apresentadas e esclarecidas as tarefas a serem executadas
decapoda	em biologia, ordem de artrópodes crustáceos, malacostráceos, eucarídeos, com cinco pares de patas ambulatórias
diatomácea	em biologia, um importante grupo de protistas. São organismos unicelulares, e possuem como característica uma carapaça ou parede silicosa chamada frústula, localizada externamente à membrana plasmática
entomologia	parte da zoologia que trata dos insetos
entomologia forense	aplicação do estudo da biologia de insetos e outros artrópodes em processos criminais
epibentônicos	em biologia, organismos que vivem pelo menos parte da vida, na superfície ou nos primeiros centímetros do bentos
estudo das assimetrias	em ecologia, estudo do arranjo irregular das estruturas em relação a um eixo do corpo aplicada a avaliação de impactos ambientais
fanerogama	em botânica, vegetal cujos órgãos reprodutivos são bem

	evidentes
fauna	em biologia, o conjunto dos animais próprios de uma região ou de um período geológico
faunística	em biologia, o estudo da fauna
flagelado	em biologia, microorganismos unicelulares pertencentes ao reino Protista que se movimentam através do batimento de flagelos, Classe Mastigophora
flora	em botânica, o conjunto das espécies vegetais de uma determinada localidade
freático	em hidrologia, do grego <i>phréar</i> + <i>atos</i> , significa "reservatório de água", "cisterna", o nome dado a superfície que delimita a zona de saturação da zona de aeração, abaixo da qual a água subterrânea preenche todos os espaços porosos e permeáveis das rochas ou dos solos ou ainda de ambos ao mesmo tempo
gastropoda	em zoologia, Classe de moluscos de concha univalve, ou desprovidos de concha, quase sempre assimétricos, corpo dividido em três regiões distintas: cabeça, com tentáculos onde se situam os olhos e os órgãos sensitivos; um pé largo, situado ventralmente e às vezes adaptado para natação; e uma massa visceral, dorsal, normalmente protegida numa concha formada de uma só peça. Ex: caracol
gastrotricha	em zoologia, Filo representado por cerca de 430 espécies de animais marinhos e de água doce que habitam os espaços intersticiais dos sedimentos do fundo e dos detritos superficiais
grupo funcional	em ecologia, organismos que ocupam o mesmo nicho de alimentação
habitat	tipo de ambiente caracterizável em termos das condições bióticas e abióticas apresentadas
hexapoda	veja insecta
house of quality	matriz de calculo do QFD
hydracarina	em zoologia, grupos de ácaros aquáticos, pertencem ao Subfilo Arachnida
índice biótico	em ecologia, sistema de medição baseado em biota
índice de riqueza	em ecologia, sistema de medição baseado em número de táxon presentes em um determinado ambiente

índice sapróbico	em ecologia, sistema de medição do grau de poluição orgânica
insecta	em zoologia, Classe de animais invertebrados com exoesqueleto quitinoso, corpo dividido em três partes (cabeça, tórax e abdome), três pares de patas articuladas, olhos compostos e duas antenas., o maior e mais largamente distribuído grupo de animais do filo Arthropoda
larva	em insetos holometábolos, estágio que segue ao estágio de ovo e que antecede ao estágio de pupa
lei	regra de direito ditada pela autoridade estatal e tornada obrigatória para manter, numa comunidade, a ordem e o desenvolvimento. Norma ou conjunto de normas elaboradas e votadas pelo poder legislativo
limnologia	parte da biologia que trata das águas doces e de seus organismos, principalmente do ponto de vista ecológico
macroinvertebrados	conjunto de organismos que apresenta como característica unitária a condição de invertebrado e o tamanho superior a um milímetro
mollusca	em zoologia, Filo de enterozoários de simetria bilateral (vísceras e concha espiraladas em algumas espécies), de corpo mole e mucoso, carapaça ou concha calcária de uma, duas ou oito peças. Ex: caracol, polvo, lula
nectônico	organismo pelágico que nada ativamente e são capazes de deslocamento independente das correntes
nematomorpha	em zoologia, Filo constituído por parasitas que afetam insetos ou crustáceos
nemertinea	Em zoologia, Filo de animais invertebrados, de corpo segmentado principalmente marinhos
planctônico	organismos que vivem em suspensão, flutuando livremente ou com movimentos fracos, sendo arrastado passivamente pelas correntezas
pleustônico	organismos que tem uma parte do corpo no ar e que sustentam uma ou mais comunidades particulares

porifera	ramo de parazoários, que têm simetria bilateral, formas variadas, esqueleto interno formado por espículas silicosas ou calcárias, ou fibras de esponjina, e a superfície do corpo com numerosos poros ligados a canais ou câmaras revestidos por células flageladas ou coanócitos, conhecidas como esponjas
pteridofita	em botânica, grupo de plantas sem flores, que formam esporângios nas folhas ou em folhas modificadas, conhecidas como samambaias e avencas
QFD	Quality function deployment. Técnica de avaliação que visa integrar as exigências do usuário com os produtos e planejamento
resolução	ato jurídico, normalmente desprovido de força executiva, que resulta de voto de uma única das casas do parlamento
rodophyta	em biologia, protistas popularmente conhecidas como Algas Vermelhas, por sua coloração característica. Com aproximadamente 6000 espécies, a maior parte das algas vermelhas é marinha, somente 5 ou 6 espécies são de água doce
rotifera	em biologia, Classe de animais asquelmintos, cujo corpo é dotado de um disco anterior com cílios para locomoção e alimentação, de tamanho microscópico, geralmente inferior a 1mm
saprobidade	riqueza em matéria orgânica decomposta que qualifica uma água
sinergia	associação simultânea de vários fatores que contribuem para uma ação coordenada
sistemáta	especialista em sistemática
sistemática	em biologia, ciência que se ocupa das classificações dos seres vivos e da nomenclatura
tardigrada	em zoologia, pequenos animais segmentados, relacionados com os artrópodes
taxa	plural de táxon
táxon	nível de organização dentro de um sistema taxonômico. Ex: espécie, gênero, família

taxonomia	ramo da biologia que trata de todo o que se refere à organização, definição e ordenação dos grupos
TQM	Total Quality Management. Técnica de avaliação que foi desenvolvida para auxiliar clientes e ou usuários de um determinado setor técnico ou econômico na tarefa de escolha do melhor produto entre os vários disponíveis
turbellaria	em zoologia, Classe pertencentes ao filo Platyhelminthes que inclui os animais designados por planárias
vertebrata	em zoologia, Subfilo que inclui os peixes, os anfíbios, os reptéis, as aves e os mamíferos

Apêndice 6- Quadro dos principais sites de internet relativos a cursos de biomonitoramento consultados

European Aquatic Modelling Network (EAMN).

Data collection concerning macrobenthos, Edited by Peter L.M. Goethals (Version of 15 April 2002).

Disponível em: http://www.energy.sintef.no/eamn/documents/soa-report/report-parts/WG1_Macrobenthos_data_collect_overview.pdf

Acesso em: 15 mar. 2007.

State of Ohio Environmental Protection Agency. Division of Surface Water.

Application for Qualified Data Collector Status. Benthic Macroinvertebrate Biology.

Disponível em: <http://www.epa.state.oh.us/dsw/credibledata/index.html>. Acesso em: 07 abr. 2010

Qualified data collectors. Disponível em: <http://www.epa.state.oh.us/dsw/rules/04-03.pdf>

Acesso em: 07 abr. 2010.

Università di Siena.

Modulo professionalizzante per la realizzazione di un tecnico in biomonitoraggio ambientale.

Disponível em: http://www.smfn.unisi.it/smfn_lauree/matnews/196.pdf

Acesso em: 07 abr. 2010.

Jobtel. Portal de busca de trabalho e cursos profissionalizantes.

Tecnico del monitoraggio ambientale.

Disponível em:

<http://www.jobtel.it/Default.aspx?sezid=03&action=mestieri&studio=Tecnico%20per%20il%20soccorso%20%20Disaster%20manager&idstudio=5&idmestiere=8218&descr=Tecnico%20del%20monitoraggio%20ambientale#id28077>

Acesso em: 07 abr. 2010.

U.S. Geological Survey USGS.

Information Dissemination and Technology Transfer Training Programs. Water resources research grant proposal.

Disponível em: <http://water.usgs.gov/wrri/00grants/PAYouth.pdf>

Acesso em: 16 mai. 2007.

Rivers Council of Minnesota.

Curso.

Disponível em: http://www.riversmn.org/Graphics_Media_04/B_Home

Acesso em: 16 mai. 2007.

Università degli Studi di Siena.

Corso in Biomonitoraggio e Fitodepurazione.

Disponível em:

<http://www.geotecnologie.unisi.it/Formazione/IncontriTecnici/Biomonitoraggio%20Fitodepurazione/descrizione.php>

Acesso em: 16 mai. 2007.

The UN Water Virtual Learning Centre. Integrated Water Resource Management.

Curso.

Disponível em: <http://wvlc.uwaterloo.ca/>

Acesso em: 06 jun. 2007.

Secretaria dos Recursos Hídricos do estado do Ceará.

Capacitação em gestão em recursos hídricos.

Disponível em: <http://www.srh.ce.gov.br/capacitacao/programas>

Acesso em: 10 jun. 2008.

Universidade Federal de São Carlos.

Avaliação de impacto ambiental nos ecossistemas.

Disponível em: http://www.ufscar.br/%7Eppgern/index_arquivos/disciplinas.htm

Acesso em: 10 jun. 2008

University of Wisconsin/Stevens Point UWSP. Aquatic Entomology Lab.

Curso.

Disponível em: <http://www.uwsp.edu/water/biomonitoring/BUGPRO.HTM>

Acesso em: 12 jun. 2007.

Hudson Basin River Watch.

Aquatic Macroinvertebrate Identification Program.

Disponível em: <http://www.hudsonbasin.org>

Acesso em: 13 aug. 2007.

Hudson Basin River Program.

Aquatic Macroinvertebrate Identification Program, 2007.

Curso.

Disponível em: <http://www.hudsonbasin.org/abouthbrw.html>

Acesso em: 17 aug. 2007.

Atlantide. Studi ambientali, servizi e turismo.

Curso profissionalizante.

Disponível em: <http://www.atlantide.net/giralascuola/superiori.html>

Acesso em: 20 aug. 2007.

Ohio Environmental Agency.

Curso.

Disponível em: <http://codes.ohio.gov/oac/3745>

Acesso em: 20 aug. 2007.

United States Department of Agriculture (USDA). Forest Service. Pacific Northwest Region Fisheries Program.

Curso. Aquatic training program. Ecosystem Monitoring and Evaluation, Aquatic Training Program.

Disponível em: <http://www.fs.fed.us/r6/water/fhr/training.html>

Acesso em: 20 aug. 2007.

Canadian Aquatic Biomonitoring Network (CABIN).

Curso.

Disponível em: <http://cabin.cciw.ca>

Acesso em: 25 ago 2007.

UNIGRANRIO. Universidade de Rio de Janeiro.

Curso. Introdução a ecologia de insetos aquáticos e biomonitoramento.

Disponível em:

http://www.unigranrio.br/unidades_adm/pro_reitorias/proce/cursos/iniciacao/introducao_ecologia_insetos_aquaticos_biomonitoramento.html#

Acesso em: 27 set. 2007.

Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental.

Projeto escola da água | programas para a escola da água.

Disponível em: <http://www.iie.com.br/escoladaagua>

Acesso em: 19 out. 2007.

Universidade de São Paulo.

Disciplina BIZ5710. Invertebrados de Água Doce.

Disponível em: <http://www.usp.br/>

Acesso em: 19 out. 2007.

University of Rhode Island/University of Wisconsin.

Training Volunteer Water Quality Monitors Effectively.

Disponível em: <http://www.uwex.edu/ces/csreesvolmon/Outreach/EffectiveTrainingV.pdf>

Acesso em: 19 out. 2007.

Department of the Interior DOI LEARN.

Course Aquatic Macroinvertebrate Sampling.

Disponível em: <http://doilearn.doi.gov>

Acesso em: 19 out. 2007

Emagister.it. Portal para busca de cursos profissionalizantes.

Iv Corso Riconoscimento Invertebrati Terrestri: Bioindicatori di Biodiversità.

Disponível em: <http://master.emagister.it/>

Acesso em: 19 out. 2007.

Instituto da UNESCO para Educação em Água Delft, Holanda.

Curso.

Disponível em: <http://www.ihe.nl/vmp/contentsHomePage.html>

Acesso em: 26 out. 2007.

Ohio Laws and Rules.

3745-4-03 Qualified data collectors. Criteria to become a qualified data collector (QDC).

Disponível em: <http://codes.ohio.gov/oac/3745-4>

Acesso em: 26 out. 2007.

ARPA. Agencia de proteção ambiental região Lazio.

La valutazione della qualità delle acque correnti: analisi delle comunità di macroinvertebrati e altre tecniche di biomonitoraggio corso di formazione.

Disponível em: <http://www.cirf.org/2007/arpalazio.pdf>

Acesso em: 26 out. 2007.

Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB).

Gestão participativa das águas.

Disponível em: http://www.iieb.org.br/curso.asp?id_curso=18

Acesso em: 26 out. 2007.

Jobtel. Portal de busca de trabalho e cursos profissionalizantes.
Curso profissionalizante.
Disponível em: http://www.smfn.unisi.it/smfn_lauree/matnews/196.pdf
Acesso em: 15 jan. 2008.

Humboldt Field Research Institute.
SWS Training Opportunity. The EPT Taxa: Taxonomy and Biomonitoring: Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera.
Disponível em: <http://www.sws.org/training/>
Acesso em: 10 jun. 2008.

EcoSuperior environmental programs.
Benthic Biomonitoring Training Course.
Disponível em: www.ecosuperior.org
Acesso em: 10 jun. 2008.

Universidade Federal de Minas Gerais.
2º Curso de Treinamento Bioindicadores e Biomonitoramento da Qualidade de Água na Bacia do Rio das Velhas (MG).
Disponível em:
http://www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Curso%20Biomonitoramento/Arquivos/Apostila.pdf
Acesso em: 10 jun. 2008.

Antone Creek Bio-Monitoring Project
Union/Baker WSEP Program, Powder Basin, Baker County
Disponível em: www.AntoneCreekProject.pdf
Acesso em: 10 jun. 2008.

Apêndice 7-Quadro da legislação brasileira, declarações e acordos internacionais citados no texto

Acessos em: abr-ago 2007

1934 Decreto 24.643/34 - Código de Águas.

A primeira Lei relativa à proteção das águas. Priorizava a utilização dos rios para a produção de energia elétrica, não valorizando os demais usos possíveis tal como o abastecimento público.

Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm

1975 Decreto 1413/75

Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocado por atividades industriais (regulamentado pelo Decreto 76623/75).

Disponível em:

http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/gt-aguas/docs_legislacao/decreto_lei_1413.pdf

1981 Lei 6938/81

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm

1981 Decreto 88351/81

Regulamenta a PNMA, esclareceu que para o licenciamento ambiental pode ser exigido lastro técnico-científico através de Estudos de Impacto Ambiental, realizados por técnicos habilitados; e contendo no mínimo: a) diagnóstico ambiental da área; b) descrição da ação proposta e suas alternativas; c) identificação, análise e previsão dos impactos significativos, positivos e negativos (substituído pelo Dec nº 99274/90).

Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ealegal.pdf>

1990 Decreto 99.274/90

Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.

Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/Antigos/D99274.htm>

1985 Lei 7347/85

Disciplina Ação Civil Pública de Responsabilidade Por Danos Causados ao Meio Ambiente, ao Consumidor, a Bens de Direitos do Valor Artístico, Estético, Histórico, Turístico e Paisagístico (VETADO) e dá outras providências.

Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L7347orig.htm>

1985 Decreto 91.145/85

Cria o Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, dispõe sobre sua estrutura, transferindo-lhe os órgãos que menciona, e dá outras providências.

Sucessivamente denominado Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

Disponível em:

http://ibama2.ibama.gov.br/cnia2/renima/cnia/lema/lema_texto/HTM-ANTIGOS/91145-85.HTM

1986 Resolução CONAMA 001/86

Estabelece definições, responsabilidades, critérios e diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental. (complementada pela 011/86). dispõe sobre os Estudos de Impacto Ambiental - EIA's e respectivos Relatórios de Impacto do Meio Ambiente - RIMA's estabelecendo critérios e diretrizes gerais para sua elaboração, para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Disponível em:

http://sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/legisla%C3%A7%C3%A3o%20ambiental/resolu%C3%A7%C3%A3o%20conama%201986_001.pdf

1986 Resolução CONAMA n° 20/86

Dispõe sobre classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Estabeleceu a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Estabelece critérios, limites e condições para a classificação e enquadramento dos corpos hídricos de acordo com seu uso preponderante; e as classes destinadas a preservação do equilíbrio natural e proteção das comunidades aquáticas.

Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>

1986 Decreto 24932/86

Institui o Sistema Estadual do Meio Ambiente, cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dá providências correlatas.

Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>

1988 Resolução CONAMA 005/88

Dispõe sobre o licenciamento de obras de sistemas de abastecimento de água, de esgotos sanitários, drenagem e sistemas de limpeza urbana.

Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res88/res0588.html>

1988 Constituição da República Federativa do Brasil

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1.º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

Importante destacar que o sistema constitucional vigente, cuja função é organizar juridicamente o poder político, é nitidamente federativo e descentralizado. Vale dizer que apoia-se no espírito de harmonia e cooperação que existe ou deve existir entre Municípios, Estados e UNIÃO. No entanto, a Constituição Federal reservou algumas competências privativas à UNIÃO em matéria de sua capacidade e poder regulamentar.

• No que diz respeito à proteção ambiental e aos recursos hídricos, atribuiu aos Estados e aos Municípios (estes sempre sob a ótica de seu interesse local) competências comuns para administrar os procedimentos e instrumentos da política ambiental (vale dizer todos podem agir na proteção, controle e fiscalização do patrimônio ambiental) Para legislar sobre a matéria a constituição previu o sistema de competências concorrentes.

Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm

1988 Resolução CONAMA 005/88

Dispõe sobre o licenciamento de obras de sistemas de abastecimento de água, de esgotos sanitários, drenagem e sistemas de limpeza urbana.

Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res88/res0588.html>

1989 Lei 7735/89

Cria o IBAMA - Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Disponível em:

<http://www.lei.adv.br/7735-89.htm>

1992 Lei 8490/92

Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios e dá outras providências. No capítulo 16 cria o Ministério do Meio Ambiente.

Disponível em:

<http://www.lei.adv.br/8490-92.htm>

1992 Declaração de Dublin

No âmbito da Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente foi realizada a que evidenciou que “a escassez e o desperdício da água doce representam sérias e crescentes ameaças ao desenvolvimento sustentável e a proteção ao meio ambiente, a saúde e o bem estar do homem, a garantia de alimentos, o desenvolvimento industrial e o equilíbrio dos ecossistemas estarão sob risco se a gestão da água e do solo não se tornarem realidade na presente década, de forma bem mais efetiva do que tem sido no passado”.

Disponível em:

<http://www.pdf.net/Files/Dublin%20Declaration%20on%20Coaching.pdf>

1992 Agenda 21

Durante a Eco 92, realizada no Rio de Janeiro, o Brasil foi signatário da Agenda 21 - documento assinado por 170 países, que representa o esforço conjunto desses governos e povos para identificar ações que aliem desenvolvimento a proteção ambiental. O capítulo 18 desse documento trata da água e o 23 destaca que a participação dos cidadãos é pré-requisito fundamental para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Disponível em:

<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/Agenda21.pdf>

1996 Lei 9394

Diretrizes e Bases da Educação Nacional

Disponível em:

<http://www81.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1996/9394.htm>

1997 Decreto 2.208/97

Regulamenta a educação profissional, determina a abrangência dos três níveis a serem trabalhados: básico, técnico e tecnológico.

Disponível em:

http://siau.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/notas/dec2208_97.htm?Time=9/4/2007%2011:04:22%20PM

1997 Lei 9433

Define a Política Nacional de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Estabelece os objetivos e reconhece a água como valor econômico e estabelece o conceito de usuário-pagador.

Disponível em:

<http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei19979433.pdf>

1997 Resolução CONAMA 237/97

Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.

Disponível em:

1998 Lei nº 9605/98

Lei de Crimes Ambientais – (regulamentada pelo Dec 3179/99). Prevê, entre outros, as sanções administrativas; redesenha as penalidades e tipifica como crime modalidades antes tidas como contravenção ou não previstas. Deu base legal mais sólida aos órgãos de meio ambiente exercerem sua ação fiscalizadora; alcança pessoas físicas e jurídicas; mantém a responsabilidade objetiva, civil, prevista pela PNMA; prevê o crime ambiental, sujeitando à pena de detenção de um a seis meses, ou à pena de multa, ou ambas as penas cumulativamente; prevê pena de detenção, de um a três anos, a ação criminosa.

Disponível em:

http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei_9605_98.pdf

1999 Lei 9795/99

Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

A EA está presente em diversas áreas programas da Agenda 21. Mesmo assim, ela dedica o Capítulo 36 à promoção do ensino, da conscientização pública e do treinamento, cujos princípios básicos são as recomendações da Conferência de Tbilisi de 1.977.

A promoção do treinamento é a terceira área programa dirigida para profissionais, no sentido de preencher lacunas nos seus conhecimentos e habilidades, ao mesmo tempo em que reforçam ou ampliam a sua conscientização em relação aos temas dos seus programas de aprendizado.

A promoção do treinamento é uma área programa dirigida para profissionais, no sentido de preencher lacunas nos seus conhecimentos e habilidades, ao mesmo tempo em que reforçam ou ampliam a sua conscientização em relação aos temas dos seus programas de aprendizado.

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

Art. 8º As atividades vinculadas à Política Nacional de Educação Ambiental devem ser desenvolvidas na educação em geral e na educação escolar, por meio das seguintes linhas de atuação inter-relacionadas:

- I - capacitação de recursos humanos;
- II - desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações;
- III - produção e divulgação de material educativo;
- IV - acompanhamento e avaliação.

§ 1º Nas atividades vinculadas à Política Nacional de Educação Ambiental serão respeitados os princípios e objetivos fixados por esta Lei.

§ 2º A capacitação de recursos humanos voltar-se-á para:

- I - a incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos educadores de todos os níveis e modalidades de ensino;
- II - a incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos profissionais de todas as áreas;
- III - a preparação de profissionais orientados para as atividades de gestão ambiental;
- IV - a formação, especialização e atualização de profissionais na área de meio ambiente;
- V - o atendimento da demanda dos diversos segmentos da sociedade no que diz respeito à problemática ambiental.

§ 3º As ações de estudos, pesquisas e experimentações voltar-se-ão para:

- I - o desenvolvimento de instrumentos e metodologias, visando à incorporação da dimensão ambiental, de forma interdisciplinar, nos diferentes níveis e modalidades de ensino;
- II - a difusão de conhecimentos, tecnologias e informações sobre a questão ambiental;
- III - o desenvolvimento de instrumentos e metodologias, visando à participação dos interessados na formulação e execução de pesquisas relacionadas à problemática ambiental;
- IV - a busca de alternativas curriculares e metodológicas de capacitação na área ambiental;

V - o apoio a iniciativas e experiências locais e regionais, incluindo a produção de material educativo;

VI - a montagem de uma rede de banco de dados e imagens, para apoio às ações enumeradas nos incisos I a V.

Seção II

Da Educação Ambiental no Ensino Formal

Art. 9º Entende-se por educação ambiental na educação escolar a desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas, englobando:

I - educação básica:

a. educação infantil;

b. ensino fundamental e

c) ensino médio;

II - educação superior;

III - educação especial;

IV - educação profissional;

V - educação de jovens e adultos.

Disponível em:

<http://www.lei.adv.br/9795-99.htm>

2000 Lei nº 9.984/00

Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9984.htm

2000 Lei nº 10.165/00

Lei de Controle e Fiscalização Ambiental.

Disponível em:

http://www.profrios.hpg.ig.com.br/downloda/leis/ibama/LEI%2010.165_00.doc

2005 Resolução Conama Nº 357/05

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.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 3o A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4o As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

Art. 9o A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1o Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2o Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Disponível em:

http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf

Apêndice 8- Avaliação de professores e pesquisadores

Prefácio do manual realizado pelo Dr. Papavero da Universidade de São Paulo

Este “*Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro*” é uma esplêndida contribuição para a formação de novos pesquisadores que queiram dedicar-se ao estudo dos vários grupos nele tratados, sendo igualmente de grande utilidade, como consta do subtítulo, para os que se ocupam de atividades técnicas, ensino e programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos.

A obra é pioneira, original e exaustiva, contemplando desde as técnicas de coleta e preparação dos exemplares, o estado do conhecimento da biota aquática do Rio de Janeiro, as espécies exóticas invasoras, considerações sobre biossegurança e doenças veiculadas pela água e macroinvertebrados vetores de doenças, até chaves pictóricas para a identificação dos diversos grupos.

Não é uma simples compilação da bibliografia, mas sim o fruto de muitas atividades de campo, evidenciando a grande experiência e a vivência dos autores. Prova é que as chaves dicotômicas são ilustradas, em sua grande maioria, com fotos de exemplares por eles coletados, o que contribui ainda mais para a originalidade da obra. As informações são concisas e precisas, fazendo com que o livro seja de fácil e proveitosa utilização.

Fazia falta um manual como este. Estão de parabéns os Profs. Mugnai, Nessimian e Baptista por esta belo livro, que certamente muito contribuirá para o desenvolvimento da pesquisa e do ensino e para o aumento de nosso conhecimento sobre a fauna aquática de invertebrados do Rio de Janeiro. Que essa obra sirva de exemplo para outros estados do Brasil.

Nelson Papavero
Museu de Zoologia
Universidade de São Paulo



Questionário de avaliação do manual, marcar de 0 a 10.

Valor científico da obra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

O conteúdo é adequado para o uso em atividades de laboratório?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

O conteúdo é adequado para a tarefa de ensino e treinamento de estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

As informações são apresentadas de forma clara e a linguagem é adequada para estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

O glossário é adequado?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

A iconografia é adequada?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

Sugestões ou comentários

A obra atende de forma excelente, a todas as informações necessárias ao desenvolvimento de estudantes de graduação e/ou técnicos sobre o uso dos macroinvertebrados bentônicos em atividades de biomonitoramento e taxonomia destes. Nós do IFRJ (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro) tivemos o prazer de participar de avaliações utilizando esta obra e obtivemos ótimos resultados. Tais benefícios refletem-se, principalmente, na compreensão taxonômica alcançada por nossos alunos após o uso do livro.

Profº Erick Frota Almeida
Zoologia de Invertebrados - IFRJ



Assessment questionnaire. (GIVEN THAT 1 = VERY POOR & 10 = EXCELLENT)

Scientific value of the work

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X		

The content is suitable for use in laboratory activities?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

The content is appropriate for the task of teaching and training students and interns?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

The information is presented clearly and language is appropriate for students and interns?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

The glossary is adequate?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X		

The iconography is appropriate?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								X	

Suggestions and remarks: The manual by Riccardo Mugnai et al. is a work of art and available at very low cost, making it accessible to anyone interested in aquatic macroinvertebrate taxonomy. The photograph quality is excellent, depicting features and general appearance impossible in all but the finest drawings. The keys are clear and easily followed. I use the manual on a daily basis for taxonomic identification and student training in both the Brazilian laboratories in which I work (Universidade Federal de Lavras; Universidade Federal de Minas Gerais).

Robert M. Hughes
Courtesy Associate Professor
Department of Fisheries & Wildlife
Oregon State University
Corvallis, Oregon 97333



Questionário de avaliação do manual, marcar de 0 a 10.

Valor científico da obra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X		

O conteúdo é adequado para o uso em atividades de laboratório?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

O conteúdo é adequado para a tarefa de ensino e treinamento de estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

As informações são apresentadas de forma clara e a linguagem é adequada para estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

O glossário é adequado?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

A iconografia é adequada?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

Sugestões ou comentários

A obra é de extrema importância na área de conhecimento, representando importante contribuição para o treinamento de estudantes e biólogos, além de auxiliar de sobremaneira na identificação de organismos coletados em diferentes regiões do Brasil. As próximas eventuais edições poderão considerar a preparação de arquivos pdf para impressão em formato grande (p.ex. *banners*), a serem utilizados em laboratórios de pesquisa, como nas Universidades. Outra consideração que julgo importante seria oferecer exemplares a baixo custo para pós-graduandos interessados no assunto, que poderiam ter acesso a exemplares pessoais e que, no futuro próximo, poderiam ser úteis a outros jovens estudantes em novos laboratórios de pesquisa.

Congratulo os autores e a editora pela belíssima obra e pela singular importância para o desenvolvimento técnico-científico em nosso país.

Cordialmente,
Marcos Callisto
Prof. Associado
Depto. Biologia Geral,
Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Minas Gerais

Coimbra, 18 de outubro de 2010



Questionário de avaliação do manual, marcar de 0 a 10.

Valor científico da obra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								x	

O conteúdo é adequado para o uso em atividades de laboratório?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									x

O conteúdo é adequado para a tarefa de ensino e treinamento de estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									x

As informações são apresentadas de forma clara e a linguagem é adequada para estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								x	

O glossário é adequado?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							x		

A iconografia é adequada?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							x		

Sugestões ou comentários

Setas e/ou outras indicações nas fotos para explicar a característica em questão.

O glossário é muito bom, mas tem que ser mais completo ainda e mais integrado com o texto e iconografia.

Os termos têm que ser rigidamente aderidos. Não deve usar >1 termos para a mesma coisa, tipo “garra” e “queliped” e “segundo períopodo”.

Reconheço que a obra foi feita para fins práticas e não necessariamente acadêmicos, e acho que em geral o balanço entre rigor científica e facilidade de uso foi bem escolhido. Sugiro, porém, que chave dicõtoma não é fácil usar. Chave “multiple entry” é muito melhor. Por ex. nos tricópteros – uma chave com opção para entrar pelo tipo de casulo seria bem mais ágil. Acho que faria um projeto separado bem interessante a confecção de chaves dicõtomas para todos os grupos.

Na questão de iconografia – é óbvio que um grande esforço foi aplicado em fotografar tantos espécimes e isto forma uma das partes inéditas desta obra. Eu daria 10+ para este esforço e o seu valor. Se é ainda adequada para a finalidade de identificar todos os táxons – acho que vai precisar de aperfeiçoamento nas próximas edições.

Ainda tem muitos erros – até de informações erradas provenientes da literatura. Eu gostaria de entregar a minha cópia já anotada para os autores, mas infelizmente está em uso constante no meu laboratório...

Tim Moulton
Departamento de Ecologia, IBRAG
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rua São Francisco Xavier, 524
Maracanã, Rio de Janeiro, RJ



Questionário de avaliação do manual, marcar de 0 a 10.

Valor científico da obra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

O conteúdo é adequado para o uso em atividades de laboratório?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X		

O conteúdo é adequado para a tarefa de ensino e treinamento de estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X		

As informações são apresentadas de forma clara e a linguagem é adequada para estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						X			

O glossário é adequado?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X		

A iconografia é adequada?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X		

Sugestões ou comentários

O material é muito bom e é seminal para o desenvolvimento de programas de biomonitoramento no Brasil. No atual estágio (1ª versão) já é muito útil para o trabalho em laboratório. Por isso, parabênizo os autores pela importante iniciativa e pelo enorme esforço de organizar esta publicação.

Algumas sugestões para melhoria (que transformariam facilmente as notas acima em 10 em todos os itens) são referentes a pequenas correções no texto e em algumas figuras que não estão na posição correta atualmente.

Eu sugiro ainda que algumas figuras sejam refeitas, pois os organismos estão em má qualidade de conservação (posicionamento que não favorece a observação de estruturas e falta de patas, antenas ou cercos em alguns casos). O ideal seria montar os organismos em posição “simétrica” de patas, antenas e cercos para as fotos gerais, mas sei das dificuldades de obter estes organismos em boa qualidade.

Outra sugestão, com o intuito de facilitar a observação de estruturas e ampliar o uso das chaves por pessoal com menor treinamento técnico, é o de incluir detalhes das figuras e/ou setas mostrando as estruturas que estão sendo chamadas no texto. Em algumas vezes, o detalhe de uma estrutura é chamado no texto, mas o organismo inteiro é mostrado na figura, dificultando a visualização.

Atenciosamente

Daniel Forsin Buss

Pesquisador

Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental

IOC/FIOCRUZ



Questionário de avaliação do manual, marcar de 0 a 10.

Valor científico da obra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								X	

O conteúdo é adequado para o uso em atividades de laboratório?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

O conteúdo é adequado para a tarefa de ensino e treinamento de estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

As informações são apresentadas de forma clara e a linguagem é adequada para estudantes e estagiários?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								X	

O glossário é adequado?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X

A iconografia é adequada?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								X	

Sugestões ou comentários

Querido amigo Riccardo,

Seu material é de excelente qualidade e, por isso, tão difícil avaliá-lo. Assim, fui buscar em minha formação algo que pudesse acrescentar e me baseei nas minhas avaliações de livros didáticos. Seguem algumas sugestões:

Com relação à atualização:

O livro está atualizado e os conceitos abordados apresentam informações e explicações de modo que permitem ao aluno a compreensão sobre o assunto em questão. Acrescento que em alguns grupos poderia ter um pouco mais de explicações (conteúdos específicos).

Com relação à citação:

Nas citações do seu nome, como por exemplo na página 25 (figura 2) e 46 (figura 13) , sugiro que você coloque de acordo com a regra da ABNT = MUGNAI, R.

Para citações de 2 autores utilizar regra ABNT. Por exemplo, página 31 = MARQUES e LAMAS – Deve ser MARQUES & LAMAS

Além disso, tem alguns *et al* que **não** estão em itálico

Com relação ao entendimento:

Páginas 34-35 – Além da seta de início, sugiro a palavra **INÍCIO** para ficar mais evidente

Páginas 36- 37 – Não verifiquei no texto a indicação para a Figura 4

Com relação às ilustrações:

Elas estão corretas, mas ressalto alguns itens:

As imagens estão muito boas, mas em alguns grupos não foram suficientes e, por isso, não permite ao estagiário chegar até o grupo por ele estudado.

Por exemplo, a Ordem Ephemeroptera deixou dúvidas no tocante à visualização das partes corporais e a Ordem Hemiptera não possui gênero.

Dessa forma, sugiro fotos de mais alguns grupos.

Página 48 – a figura do polychaeta (figura 14) poderia ser melhorada?

Página 53 – a figura 18 também poderia melhorar? Na figura está escrito: “marca muscular”, penso que é “muscular”. O que está correto?

Na mesma figura, o que seria “umbone”?

Com relação à escala das figuras:

Não percebi a escala das imagens. Acho pertinente a inclusão.

Com relação à informações erradas:

Não há informações erradas no manual e, por isso, é pertinente a sua utilização com graduandos e pós-graduandos.

Com relação às referências bibliográficas:

Sim, o manual possui e está ok.

Com relação ao glossário:

Ele está adequado. Contudo, percebi que existem palavras iniciadas com letra maiúscula, mas a maioria está com minúscula.

Sugiro escrever todas as palavras iniciando com letras maiúscula.

O manual possui termos desconhecidos, mas a maioria deles são explicados no glossário.

Verificar se todos termos difíceis/desconhecido que estão incluídos nas chaves pictóricas estão contidos no glossário.

Atenciosamente

Luciana Ribeiro Leda

Professora Assistente I - Universidade UNIGRANRIO

Bióloga

Apêndice 9- Transcrição dos questionários utilizados para avaliação do manual

Pergunta 1, Teste 1: você sabe o que se entende com a palavra biomonitoramento?.

Grupo A
Uso de amostras biológicas para se saber a qualidade de certo habitat
Monitoramento utilizando organismos
Monitoramento da qualidade ambiental por meio de seres vivos e/ou características dos mesmos
Biomonitoramento é o acompanhamento de um ambiente com indivíduos vivos para que se possa comparar um ambiente natural de ambientes impactados
Monitorar ou controlar algum ambiente ou alguma coisa a partir de avaliação de algum organismo
É o acompanhamento e controle de alterações ambientais por meio de organismos vivos
É controle de água, solo, ar e outro através de organismos vivos
Biomonitoramento quer dizer você monitorar uma área para ter mais ou menos noção das espécies ali encontradas
Avaliar e acompanhar as respostas ambientais por meio de organismos vivos
Significa monitorar as espécies viventes em um determinado ambiente, padronizando o estudo, respeitando a ética
Grupo B
Monitoramento biológico de ambientes naturais, ecossistemas etc.
Biomonitoramento seria a observação de todos os detalhe da fauna e flora, com monitoramento
É o monitoramento dos seres vivos na natureza, no meio ambiente
Monitoramento de seres vivos num local
Biomonitoramento consiste no estudo ou monitoramento de organismos vivos em determinado ambiente
Monitorar um determinado grupo de seres vivos
É o monitoramento de ecossistemas degradados para ação antrópica feita através de organismos
Não, porém faço uma idéia que seja monitoramento de duas variáveis e dois fatores
É o monitoramento de alterações em um ambiente através do acompanhamento de uma fauna ou flora presente
É o controle de algum fator a partir de um organismo, como resistência a certos poluentes e/ou até a própria presença e ausência
Monitoramento realizado através da análise observações de ser vivos. Estes organismos possibilitam ao pesquisador obter as características de um ambiente
Grupo C
É uma área da biologia onde aprende-se sobre comportamento em determinado local, como uma reserva biológica
É o monitoramento das espécies em um determinado habitat
É a utilização de seres vivos para indicar alguma alteração ambiental
É uma ciência que monitora os seres vivos
É o monitoramento da vida
Monitoramento da vida
É um monitoramento através da vida biológica, através de animais e plantas frágeis a

poluição
É monitorar os componentes de um ecossistema
O biomonitoramento é a constante observação e acompanhamento por microscópio de amostras de seres
Monitoramento de alguns ecossistema ou organismo vivo, observando as modificações ocorridas durante certo tempo
Monitoramento de ambientes aquáticos através da análise da composição de microorganismos existentes
É o monitoramento realizado com a parte “viva” de um ecossistema, com o objetivo de conhecer hábitos, adaptações deste ao meio em que vive, bem como sua morfologia etc.
É o monitoramento do controle biológico
O controle de determinada área em relação as espécies e o ambiente em que vivem
Trata-se do monitoramento, do controle biológico de um organismo
Monitorar um ecossistema
Monitorar os componentes de um ecossistema
É o monitoramento feito para um determinado fim que utiliza parâmetros biológicos e suas estabilidades ou suas variações
Monitoramento de áreas predeterminadas baseando-se na biologia do local tendo como ideal ou controle para avaliar os impactos para uma REIA ou RIMA
Grupo D
Monitoramento da biota de um determinado local de interesse, analisando as mudanças ocorridas e anotando os dados do monitoramento
Monitoramento de todo ser que possui vida
Um monitoramento biológico de uma área que sofra um impacto ambiental
Trata-se do acompanhamento da diversidade biológica de um determinado ambiente, por um determinado tempo e com base em suas características peculiares quando da não intervenção humana
É uma avaliação biológica de alguma região (ecossistema)
É a avaliação das condições ambientais de determinada área visando preservar a biodiversidade
Avaliação de algum aspecto ecológico a partir de animais, plantas e fungos
Monitorar a qualidade ambiental analisando a estrutura das populações que fazem parte do ecossistema monitorado
Monitoramento das condições ambientais, através da fauna e flora local, como medidores de poluição
Avaliação das condições do meio ambiente utilizando a variação nas formas de vida observadas
Monitoramento da vida (animais, vegetais) de um determinado lugar
Grupo E
Monitoramento da vida, como a espécie analisada nasce, se reproduz analisando sua morfologia e seu meio ambiente
É o monitoramento dos organismos (seres)
Monitoramento de tudo o que tem vida
Biomonitoramento é a manutenção, estudo e monitoramento dos seres vivos
É o monitoramento de atividades biológicas é o monitoramento de uma determinada área em que está ocorrendo uma pesquisa
Biomonitoramento significa monitoramento da vida. Bio significa vida. Monitoramento é observação é o acompanhamento a avaliação, incluindo pode ser o acompanhamento de alguns ser vivo

É o monitoramento da vida, ou seja, observação de alguns animais, plantas, seres vivos em geral
É o monitoramento de espécie
Biomonitoramento é o controle de determinado ambiente pela observação biológica do ambiente monitorado
É o acompanhamento de determinado estudo biológico

Pergunta 1, Teste 2. Você sabe a que serve o biomonitoramento?

Grupo A
É o controle e/ou acompanhamento da qualidade utilizando organismos vivos
Biomonitoramento serve para avaliar a qualidade da água através da ausência e presença de determinados organismos
Uso de organismos para o monitoramento ambiental
Identificar a presença de alterações ambientais que não são possíveis de identificar por outros meios
Analisa e acompanha alterações ambientais por meio de respostas de organismos vivos
Para monitorar corpos de água através algumas alteração na estrutura da comunidade
Avaliar o grau de impacto no ambiente
Biomonitoramento é o uso das respostas de organismos vivos por avaliar a degradação ambiental
Para obter respostas de alterações ambientais através de organismos
Biomonitoramento ser definido como o uso de organismos vivos para avaliar a degradação ambiental
É fazer o monitoramento de um determinado ambiente usando os parâmetros biológicos
Grupo B
O biomonitoramento é utilizado para medir as alterações encontradas em um ambiente através de índices bióticos e abióticos
O biomonitoramento consiste em utilizar organismos vivos em determinado ambiente para avaliar a qualidade do meio seja aquático ou terrestre
O biomonitoramento serve para avaliar a degradação do ambiente , ocasionado principalmente pela ação do homem, avaliando o impacto
Serve para analisar a qualidade do ambiente através das análises sistemáticas dos organismos vivos
É o uso de organismos vivos para determinar a qualidade de um ambiente
Biomonitoramento é a monitoração e avaliação do meio ambiente, biomas, ecossistemas no geral. É avaliação em caso de impactos ambiental causado por diversos fatores
É a utilização da vida aquática para a avaliação da saúde do ambiente (rios, lagos e outros ambientes)
É o uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar a degradação ambiental para qualquer impacto produzido
Monitoramento do ambiente, realizado para verificar impactos no ambiente e as causas destes impactos
Biomonitoramento é o uso de organismos vivos para avaliar a saúde de um ambiente aquático
Para determinar o equilíbrio do ecossistema local e determinar a qualidade de biomas, como água, por exemplo, através de organismos

Grupo C
Para monitorar animais e ecossistemas, de forma a observar as diferentes relações entre eles
Monitoramento da resposta dos organismos vivos para avaliar o impacto humano e a degradação ambiental de acordo com um estudo sistemático dos organismos
Serve para o estudo da distribuição dos animais em determinada região
Definido como o uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar a degradação ambiental
É o uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar a degradação ambiental para qualquer impacto humano
Para o biomonitoramento de ambientes através de animais ou plantas sensíveis a variações devido à degradação humana
Uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar a degradação ambiental para qualquer impacto humano
É o estudo através de animais para saber a variação ambiental
É o uso das respostas de organismos vivos para avaliar o nível de degradação ambiental causada pelo homem
Serve para monitorar as respostas de organismos vivos para analisar a degradação ambiental
Serve para monitorar as respostas de organismos vivos para avaliar a degradação ambiental por qualquer impacto
Monitoramento de populações e controle de espécies
Monitoramento da biodiversidade ideal, avaliando o impacto ambiental de um local
Para avaliar o impacto/dano causado em determinado meio ambiente por interferência do homem
Serve para distinguir o efeito das ações humanas sobre os sistemas biológicos, através de respostas de organismos vivos
Para medir a qualidade do bioma baseado nas respostas da biota, como reage aos diferentes estímulos
Grupo D
Serve para monitorar avaliando biologicamente uma área biológica específica
Serve para emitir um laudo de avaliação da degradação ambiental antrópica
Biomonitoramento de áreas utilizando como instrumento de pesquisa organismos dulciaquícolas que apresentam uma faixa de tolerância a mudança ambiental
Durante a aferição da qualidade ambiental o biomonitoramento auxilia o poder público nas tomadas de decisões relativas à restauração de áreas degradadas
Serve para preservação
É a utilização de populações ou grupos de organismos sensíveis as mudanças causadas de interferências em seu ecossistema servindo assim como indicadores para classificar a intensidade desta interferência
Serve para monitorar um ecossistema, avaliando a degradação ambiental por qualquer impacto induzido pelos humanos
Para avaliar a degradação ambiental por qualquer impacto induzido pela sociedade humana
Serve para monitorar se determinadas áreas está sofrendo algum tipo de impacto, refletido na biota
Grupo E
Monitoramento de seres vivos, analisando também o impacto ambiental que causa se eles forem desagradados
É o monitoramento de um determinado ambiente para ver se a espécie está ou não sofrendo a ação do homem, pois existem determinadas características que determinam isso
Biomonitoramento é a resposta dos organismos vivos para avaliar a degradação ambiental

causada pela ação humana
É a observação do comportamento dos organismos para analisar condições do ambiente
É analisar a condição de um determinado local visando à degradação do meio ambiente por qualquer impacto pela sociedade
Biomonitoramento serve para monitorar as mudanças e o desenvolvimento da vida e do habitat dos seres
Uso das respostas dos organismos vivos para avaliar níveis de degradação do ambiente analisado seja pó qualquer impacto
Uso das respostas dos organismos vivos para avaliar a degradação ambiental, ou seja, analisar o comportamento dos organismos, por exemplo, em uma mudança de pH da água. Com isso algumas espécies morrem outras sobrevivem por serem mais tolerantes a mudanças

Pergunta 1, Teste 2. Você sabe o que é um macroinvertebrato?

Grupo A
São organismos do grupo invertebrata que podem ser vistos a olho nu
Organismo bentônico com mais um milímetro de comprimento
Invertebrados com tamanho superior a 1 mm
Macroinvertebrados são invertebrados maiores de 0,1 mm
Invertebrados visível a olho nu em pelos menos algum estágio do ciclo de vida
São invertebrados que possuem parte ou todo o seu desenvolvimento na água
São insetos que possuem parte ou todo seu ciclo de vida dependente da água
Invertebrados que ficam retidos em peneiras de malha 0,3
É todo animal invertebrado, que em algum momento da vida consiga atingir 1 mm
Grupo B
Um macroinvertebrados que pode ser visto macroscopicamente
Seria invertebrados que podem ser observados a olho nu, ou seja, sem auxílio de microscópio
São invertebrados que podemos observar sem microscópios, na natureza
São grupos de invertebrados visíveis a olho nu
São invertebrados maiores que podem ser visualizados a olho nu
Animais invertebrados que não precisam de lupa ou microscópio para serem visualizados
É um invertebrado que pode ser visto a olho nu
Invertebrado visto a olho nu, grande escala
São os invertebrados visíveis a olho nu
Invertebrados vistos a olho nu
São organismos invertebrados que podem ser vistos a olho nu
Grupo C
São animais de porte maior
Um inseto maior que os normais
São invertebrados fáceis de serem visualizados
É um animal invertebrado de tamanho grande com relação aos outros invertebrados
Um macroinvertebrado é um ser grande comparado com microinvertebrados. Um macroinvertebrado pode ser visto a olho nu enquanto um micro não
São invertebrados que podem ser vistos a olho nu

São invertebrados a um tamanho visualizável a olho nu
Invertebrados que podem ser vistos sem auxílio de nenhum aumento
Invertebrado que pode ser visto sem o auxílio de um microscópio
Invertebrados cujas estruturas são visíveis e distinguíveis a olho nu sem necessidade de uso de microscópio
Um invertebrado grande o suficiente para ser observado sem o auxílio de microscópio
Invertebrados que não necessitam ser visualizados no microscópio para conseguirem ser vistos
São invertebrados que podem ser vistos a olho nu
Invertebrados que se é possível ser detectados a olho nu e que não necessita de microscópios apenas necessários uma lupa o equipamentos mais simples de sistemática
Grupo D
São organismos invertebrados possíveis de observar a olho nu
São invertebrados que pode-se analisar a olho nu
São invertebrados visíveis a olho nu
Compreende organismos visíveis a olho nu e que não possui vértebras
São invertebrados que podemos observar a olho nu
São invertebrados visíveis a olho nu
São invertebrados visíveis a olho nu
Invertebrados que tem estruturas visíveis a olho nu
Organismos desprovidos de vértebras com dimensões macroscópicas
Imagino ser um tipo de invertebrado visível a olho nu, ou seja, facilmente observável
Macroinvertebrado é um vertebrado grande
Grupo E
São animais que não possuem coluna vertebral e podem ser analisados a olho nu
É um pequeno invertebrado bom eu acho
São os grandes invertebrados
Invertebrados, seres vivos que não possuem coluna vertebral mas que possuem tamanho maior que os outros
É um animal invertebrado, sem coluna vertebral, mas com tamanho natural maior que os demais invertebrados
São organismos invertebrados grandes
São animais invertebrados que são vistos a olho nu
Macroinvertebrado, um invertebrado visto a olho nu possível ser tocado e observado
Animal invertebrado que tem o seu tamanho superior aos dos invertebrados mais comuns
Animal invertebrado (sem coluna vertebral) que pode ser visto sem auxílio de instrumentos, assim como lupa e microscópio
São seres invertebrados dos quais pode ser observados a olho nu, ou seja, sem a utilização do microscópio
Acredito que seja o organismo que pode ser enxergando a olho nu

Pergunta 2, Teste 2. você sabe a diferença entre macroinvertebrado e microinvertebrado?

Grupo A
Os macroinvertebraos a maioria deles é possível ver sem auxílio de microscópio, porém alguns organismos precisam ser analisados com lupa. Já os microinvertebrados, nenhum deles é possível ver a olho nu, todos estes são vistos por microscópio
Organismos visíveis a olho nu em alguns estágios da vida. Ou segundo Tachet, 1987 organismos cujo tamanho no final da fase larvar seja maior que 1 mm
Macroinvertebrados são maiores de 1 mm
O macroinvertebrado tem tamanho maior que 1 mm
Macroinvertebrado possuem tamanho corporal maior que os microinvertebrados
Macroinvertebrados são invertebrados com tamanho superior a 1 mm
São invertebrados que são possíveis visualizar somente com a lupa sem auxílio de microscópio (macroinvertebrados)
Macroinvertebrados: invertebrados que superam um milímetro de tamanho. Microinvertebrados: invertebrados que no final da fase larvar possuem tamanho inferior a 1 mm
Microinvertebrados difere do macro pelo tamanho, que é inferior a 1 mm
Grupo B
Um macroinvertebrados pode ser visto a olho nu. Um microinvertebrado só é observado com o auxílio de instrumentos
Macroinvertebrados são organismos cujo tamanho é superior a 1 mm, microinvertebrados são organismos com tamanho inferior a 1 mm
Macroinvertebrado são seres que chegam até um milímetro de comprimento. Microinvertebrado são organismos menores, raramente superam 1 mm
Microinvertebrados tem menos de 1 mm de tamanho e só podemos observar suas estruturas com o auxílio do microscópio, já o macroinvertebrado podemos observá-lo a olho nu, sem auxílio do microscópio e mede mais de 1 mm
São vertebrados maiores que 1 mm
Macroinvertebrado é um invertebrado visto a olho nu e o microinvertebrado é o invertebrado microscópico, ou seja, são diferentes em tamanho
Macroinvertebrados são animais que após a fase larvária raramente tem um tamanho inferior a 1 mm. Microinvertebrados são todos que estando adultos tenha o tamanho inferior a 1 mm
Pelo tamanho podemos distinguir se é macro ou micro
Macroinvertebrados podem ser observados a olho nu devido ao seu tamanho. Microinvertebrados tem que ser observados com auxílio de microscópios devidos ao seu tamanho
Os macroinvertebrados são maiores que 1 mm e os microinvertebrados são menores que 1 mm
Macroinvertebrados são visíveis a olho nu, maiores que 1 mm. Microinvertebrados não são vistos a olho nu, possuem tamanho inferior a 1 mm
Grupo C
Macroinvertebrados você vê a olho nu. Microinvertebrado apenas no microscópio consegue ser visto
São invertebrados cujo tamanho raramente é menor que 1 mm. Ou de acordo com o USEPA como seres retidos em rede standard nº 30 (0,095 mm)
Um microinvertebrado possui um tamanho bem inferior aos demais invertebrados e o macro um tamanho bem superior aos demais
Micro raramente superam um milímetro de tamanho. Macro tem como tamanho mínimo mais

de 1 mm
O tamanho
Macroinvertebrados são maiores que 1 mm, enquanto microinvertebrados estão abaixo desta medição
Micro raramente superior a 1 mm. Macro no final do estágio larvar ou na fase imaginal raramente inferior a 1 mm
Macroinvertebrados são animais que após o estado larvar tem mais de 1 centímetro de comprimento. Microinvertebrados são animais que mesmo após o sem estado larvar não passa de 1 centímetro de comprimento
Macroinvertebrados é um invertebrado que não é menor que 1 milímetro. Microinvertebrado é um invertebrado que não é maior de 1 milímetro
Macroinv cujo tamanho é maior que 1 mm. Microinv cujo tamanho é menor que 1 mm
Macroinvertebrados é um invertebrado que não é menor que 1 milímetro. Microinvertebrado é um invertebrado que não é maior de 1 milímetro
Macroinvertebrados são invertebrados que podem ser vistos sem auxílio de um aumento, enquanto microinvertebrados precisam aumento para ser visto
Macroinvertebrados chegam a 1 mm até no estágio larvar, enquanto os microinvertebrados são inferiores a 1 mm
O tamanho, os microinvertebrados raramente superam 1 mm, os macroinvertebrados raramente são menores de 1 mm
Macroinvertebrados é um invertebrado que não é menor que 1 milímetro. Microinvertebrado é um invertebrado que não é maior de 1 milímetro
Grupo D
A diferença está na escala de comprimento, macroinvertebrado maior que um milímetro e microinvertebrados menores que um milímetro
Esta basicamente no tamanho do organismo, em que nos microinvertebrados não superam 1 mm, enquanto os macroinvertebrados não são menores de 1 mm
Microinvertebrados são organismos que raramente superam 1 mm de tamanho, macroinvertebrados são organismos que são mais observáveis a olho nu, maiores do que 1 mm
De acordo com a definição utilizada por organizações americanas os macroinvertebrados são organismos possíveis de serem coletados com um determinado instrumento (rede) com dimensões específicas
A diferença esta no tamanho dos indivíduos
Macroinvertebrados são organismos de até 1 mm, macroinvertebrados são organismos ao ultimo instares de mais de 1 mm
Microinvertebrados são organismos que raramente superam 1 mm, macroinvertebrados são maiores do que 1 mm
Microinvertebrados são organismos que raramente superam 1 mm, macroinvertebrados são maiores do que 1 mm
Um macroinvertebrado é um invertebrado que possui mais de um milímetro ao fim da fase larvar. Um microinvertebrado não ultrapassa um milímetro
Microinvertebrados são organismos que normalmente superam 1 mm, macroinvertebrados são normalmente maiores do que 1 mm
Grupo E
Microinvertebrados são organismos que normalmente superam 1 mm, macroinvertebrados são normalmente maiores do que 1 mm
Macroinvertebrados são organismos que passa de 1 mm, microinvertebrados não passa de 1 mm

Microinvertebrados são organismos que raramente superam 1 mm, macroinvertebrados são maiores do que 1 mm
Macroinvertebrados são invertebrados que podem ser vistos sem auxílio de microscópio, microinvertebrados precisam de auxílio de microscópio
Macroinvertebrados são invertebrados que podem ser vistos sem auxílio de microscópio, microinvertebrados precisam de auxílio de microscópio
Macroinvertebrados são os grandes invertebrados e os microinvertebrados são os pequenos invertebrados, a maioria microscópica
Microinvertebrados são organismos que raramente superam 1 mm, macroinvertebrados são maiores do que 1 mm
macroinvertebrados são maiores do que 1 mm no final da fase larval Microinvertebrados são organismos que raramente superam 1 mm,

Pergunta 3, Teste 1. Você sabe o que é biossegurança?

Grupo A
Normas e protocolos para se trabalhar com material biológico com segurança
Utilizar instrumentos que prevenem acidentes em laboratório e em campo
Padrões de segurança para manipulação de material biológico
Biossegurança é o termo utilizado para medidas de segurança que devem ser tomadas na realização de trabalhos biológicos. Essas medidas de segurança podem ser classificadas com níveis de segurança
Procedimentos e padrões de segurança com relação ao risco biológico
São as medidas que dizem ou a fim de se criar um ambiente seguro para o desenvolvimento do trabalho em laboratório
É a devida segurança que se tem que ter para manipular organismos vivos, principalmente com aqueles transmissores de doença
Biossegurança você utilizar os equipamentos de segurança, e também para ter segurança com você mesmo
Procedimentos padronizados operacionais para minimização dos riscos
É a parte do estudo biológico que é responsável pela segurança, tanto no campo quanto no laboratório
Grupo B
Segurança da vida, seguida de várias medidas para que isso aconteça
Seria todo o cuidado ao manusear, ou seja, dessecamento de material inspecado
É a segurança de seres vivos ao serem transportados ou trabalhados em laboratório, para não causar nenhum acidente biológico ou ambiental
São medidas de segurança que devem ser tomadas durante o estudo de seres vivos
São procedimentos tomados em laboratório para a prevenção de acidentes, fazendo uso de EPI adequados para a atividade desenvolvida
Sim, são regras e medidas que se aplicam para assegurar que não haja acidentes que possam comprometer a vida do profissional por exemplo
É o estudo que visa evitar possíveis danos causados por riscos químicos, físicos e biológicos
Segurança biológica, para humanos e ambiente
São um conjunto de normas necessárias para uma padronização no funcionamento de um laboratório
Atividades e comportamentos que se devem ter a fim de evitar acidentes de trabalho como contaminações

Grupo C
É a área que aprende-se sobre o que pode ser perigoso e o que pode ser manuseado, assim como conceito de segurança e como se comportar em determinado lugar
A área que cuida para que não haja acidentes em laboratório
É o conjunto de ações e ou condutas que tem como objetivo proteger o pesquisador e/ou técnico que trabalha em um laboratório
São os métodos de segurança a serem usados em um local de estudos, como por exemplo, um laboratório
São cuidados a serem tomados dentro de um local ou estudo, como por exemplo, num laboratório
É um ato que vai proteger de riscos biológicos
Nível de segurança biológico de um determinado local, laboratório etc.
Se certificar da segurança com a manipulação das amostras
Leis que regulamentam a segurança no trabalho daqueles que lidam com amostras biológicas ou não
São práticas realizadas a fim de minimizar/ reduzir ou até eliminar os riscos inerentes a atividade exercida
Segurança em relação à utilização de equipamento de pesquisa
Refere se as condições dos quais um indivíduo é exposto a procedimentos para melhorar isso
Biossegurança consiste na correta utilização de equipamentos para pesquisa
Estudo sobre a segurança marinha
É um conjunto de normas de segurança que são aplicadas no laboratório, visando a proteção do indivíduo
São normas que devem ser seguidas dentro de um laboratório para que haja segurança
É o nível de segurança ecológica
Regra de segurança de um determinado local com fins biológicos
São procedimentos adotados para que haja manipulação de material sem risco de contaminação
Metodologia de atividade e materiais para preservar o bom estar e saúde do utilizador do laboratório
Procedimentos de segurança como equipamentos de proteção individual (jaleco) e coletivas (chuveiro) para evitar a contaminação e evitar erros na sua pesquisa. São os cuidados para dar tudo certo em uma pesquisa
Grupo D
Biossegurança é atuar em seu local de trabalho, no caso biologia, utilizando as normas de segurança do trabalho, ex: num laboratório utilizamos EPI's e seguimos protocolos e normas de segurança
É a utilização de equipamentos e normas de segurança num trabalho biológico
Trata-se de normas de manipulação biológica que confere segurança dos operadores aos procedimentos
Dão as precauções tomados em uma coleta ou monitoramento
Regras para evitar acidentes e ou contaminações ao manipular organismos e produtos contaminantes ou absorvíveis pelo pesquisador
Cuidados utilizados para que não ocorra contaminação do meio ambiente, ou do pesquisador que manuseia amostras
Grupo E
São métodos e equipamentos que ajudam a manter nosso corpo protegidos contra algum risco biológico ou químico, são EPIs e EPC (EPI equipamentos de proteção individual) (EPC

equipamentos de proteção coletivos)
Biossegurança é a forma para prioriza a segurança no ambiente de trabalho
É a segurança dos seres, no seu habitat e no caso de seres humanos no trabalho e no cotidiano
Sua própria segurança. Por exemplo, no trabalho, existem materiais de segurança como EPI que são jaleco, sapatos fechados...
São medidas tomadas como prevenção contra contaminação e contágios no local de trabalho. Ex. EPC's e EPI's
São normas de segurança que a pessoa tem que cumprir quando estão sujeitos a riscos biológicos, químicos e físicos. Para isso são utilizados os EPI's e EPC's
É uma área específica que trata do controle de segurança para trabalhar em laboratório ou em áreas de risco
Biossegurança é a pratica que devemos terno ambiente em que estamos trabalhando, e se este ambiente oferecer risco deve ter os equipamentos adequados de segurança como EPC = equipamentos coletivos, e também temo que ter os EPI's equipamentos individuais
É a segurança (cuidado) que devemos ter ao trabalhar com material que causem risco a nossa vida
É o "cuidado" que se deve ter em praticas no laboratório, ou em algum lugar que haja possibilidade de contaminação por alguma coisa. Ou seja, é a ciência da segurança, que determina, por exemplo, o uso de EPI's e EPC's
São parâmetros a serem seguidos em qualquer meio de pesquisa em que haja qualquer tipo de risco dos pesquisadores e pessoas que estejam no local
São regras de segurança que a pessoa precisa ter quando está sujeita a riscos biológicos independente de ser dentro do laboratório ou não

Pergunta 3, Teste 2. você sabe a que serve a biossegurança?

Grupo A
São normas a seguir que contribuem para a segurança dos trabalhos, neste caso, realizados em laboratório
A biossegurança como o próprio nome diz é a segurança necessária que se tem que ter para trabalhar com organismos vivos, serve para assegurar o trabalhador de possíveis riscos
Para reduzir ou eliminar riscos a saúde ambiental ou humana em função da manipulação ou execução de alguma atividade de risco
Serve para prevenir individual e coletivamente possíveis contaminações biológicas
Procedimentos normalizados que visam a saúde e segurança do trabalhador e do próprio ambiente
Evitar acidentes e infecções em campo e laboratório
Preservar a integridade física e a saúde das pessoas envolvidas
Biossegurança é a condição de segurança assegurada com um conjunto de ações para reduzir ou minimizar as situações de risco
Para diminuir o risco de acidentes
Controlar e mitigar riscos associados à manipulação de material biológico
Esta relacionada com a parte de segurança em um trabalho biológico
Grupo B
Para definir padrões para o funcionamento de um laboratório de pesquisa
A biossegurança visa prevenção e minimização de acidentes de trabalho em laboratório clínicos e de pesquisa, além de boas práticas de laboratório

A biossegurança serve para proteger a integridade física do trabalhador, fazendo uso dos equipamentos de proteção individual. Através de ações destinadas a prevenir, controlar e reduzir acidentes no trabalho
Serve para evitar acidentes com organismos vivos e material biológicos, desde acidentes com trabalhador da área (no laboratório) até acidentes no meio ambiente
Condição de segurança alcançada por meio de um conjunto de ações que visam evitar o risco inerentes as atividades que possam comprometer a saúde
Biossegurança é o conceito dado ao conjunto de fatores e ações relacionadas à segurança do homem e do meio ambiente
Serve para assegurar a integridade da saúde do profissional que lida com os riscos no ambiente de trabalho, uso de EPI, equipamento de proteção individual e protocolo de procedimento de rotina
Para podermos manusear materiais infectantes com mais cuidados
Para oferecer ferramentas necessárias a instituições e a trabalhos com a finalidade de evitar acidentes e preservar a saúde do trabalhador
Para se evitar acidentes seja de caráter físico, químico ou ergométrico. Com medidas tanto para evitar quanto para remediar acidentes
Grupo C
Tem a ver com nível de segurança nos laboratório
Conjunto de metodologias e ações adotadas para garantir um nível de segurança para evitar o comprometimento da saúde humana, animal, vegetal e ambiental
Serve para proteger o pesquisador ou técnico que está trabalhando no laboratório para não acontecer acidentes
Condição de segurança por meio do conjunto de ações para prevenir riscos inerentes as atividades que possam comprometer a saúde humana
Serve para assegurar a segurança de profissionais em laboratório
Para controlar, reduzir os riscos a vida da pessoa dentro de uma área contaminada
Desenvolver atividades com um grau de segurança adequado
São os cuidados que se deve ter num local de estudo
É o conjunto de seguranças que tem que ser adotados pelo profissional de saúde, meio ambiente para se evitar riscos a saúde humana ambiental
Para o condicionamento da segurança por meio de um conjunto, para a prevenção, controle e evitar riscos
Serve para condicionar a segurança alcançada por meio de um conjunto de ações destinadas a prevenir, controlar, reduzir ou eliminar riscos
É a condição de segurança alcançada por meio de várias ações como: prever, controlar, eliminar ou reduzir os riscos
Para avaliar riscos inerentes a alguma atividade e estabelecer normas a fim de reduzi-los ou eliminá-los
Serve para reduzir, controlar, prevenir ou eliminar riscos ás atividades que possam comprometer a saúde humana, animal e o ambiente
Grupo D
Para qualificar o Profissional a exercer com segurança preventiva para diminuir os riscos de atividades exercidas
Serve para que as atividades desenvolvidas possam ser realizadas com o grau de segurança, não oferecendo ou envolvendo o mínimo de risco no comprometimento da saúde humana, animal, vegetal, e do ambiente como um todo
Normas utilizadas para prevenção de acidentes tanto para os seres humanos quanto para o ambiente e os organismos nele contido

Serve para evitar acidentes de trabalho
Regras ou condutas para garantir a segurança dos profissionais que realizam atividades com riscos de contaminações (agentes contaminantes) por agentes que serão utilizados/manipulados nas atividades
Para dotar os profissionais e as instituições de ferramentas para o desenvolvimento de atividades com um alto grau de segurança
Para dotar os profissionais e as instituições de ferramentas para o desenvolvimento de atividades com um alto grau de segurança adequado
São classificações para procedimentos de segurança em determinadas áreas para aumentar a proteção do estudioso ou pesquisador
Serve para assegurar animais, pessoas, plantas até mesmo o ambiente
Grupo E
A biossegurança serve para deixar o profissional com segurança em seu ambiente de trabalho
Biossegurança serve para a prática de pesquisa em determinados ambientes ou meio de trabalho
É a condição de segurança utilizada a prevenir, controlar, reduzir e até eliminar riscos causados pelas atividades dos seres humanos
É a ciência que determina as “ações” a serem tomadas para preservação de acidentes e contaminações
Serve para que profissionais saibam o risco que estão correndo ou trabalhar em locais como laboratórios
Proteger, prevenir e assegurar que os seres estejam seguros em seu ambiente. No caso do homem, segurança no seu trabalho
São parâmetros que são utilizados para prevenir e reduzir riscos que possam causar dano aos animais, seres humanos, a flora, ou seja, o meio ambiente como um todo
Por fornecer segurança através de ações como a utilização de EPI e EPC, com a finalidade de reduzir, prevenir, controlar ou eliminar riscos que possam causar danos aos animais, ao ambiente e ao ser humano

10- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIESP Academia De Ciências Do Estado De São Paulo. **Glossário de ecologia**. 2.ed. São Paulo: São Paulo, 1997.

AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, Curitiba, v.1, n.1, p.70-78.

AIRES PEREIRA, J.L. 2005. Projeto coleções informatizadas do Instituto Oswaldo Cruz. I Simpósio Nacional de coleções científicas. Evento comemorativo dos 105 anos do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro 11-12 maio 2004.

ALEXIM, J.C. 2006. Certificação profissional: avanços e entraves dez anos depois. **Boletim técnico do Senac**, v.32, n. 3, p.41-47.

ALLAL, L. 1983. Évaluation formative: entre l'intuition et l'instrumentation. **Mesure et evaluation en education**, v.6, p.37-57.

ALLEN, H.J.; WALLER, W.T.; ACEVEDO, M.F. 1996. A minimally invasive technique to monitor valvemovement behavior in bivalves. **Environmental Technology**, London, n. 12, p.501-507.

AMARAL, A.C.Z. Anelídeos poliquetos eurihalinos e de água doce. In: congresso brasileiro de zoologia, 11., 1984, Belém. Resumos... Belém: Sociedade Brasileira de Zoologia, 1984, p.427-428.

AMATO, J.F.R. 2001. A new species of *Stratiodrillus* (Polychaeta, Histiobdellidae) from freshwater crayfishes of southern Brazil. **Iheringia**, Serie Zoologia, Porto Alegre, n.90, p.37-44.

AMRI, I.A. 2003. **Textbook evaluation: na evaluation plan**. Disponível em: <<http://web.squ.edu.om/lan/Micro%20Gallery/forum/forum7/textbookevaluationIbtisamAl-Amri.pdf>> Acesso em: 25 abr. 2008.

APRILE, M.R.; MIRRA BARONE, R.E. 2006. Educação profissional no Brasil e opções metodológicas de pesquisa: elementos para o debate. **Boletim técnico do Senac**, v.32, n.1, p.57-67.

ARAÚJO, A.A.H.; CARRIJO, R.S.G.; PEREIRA, J.R. 2002. Chave pictórica para identificação dos gêneros de Trichoptera (Insecta) ocorrentes no do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Larvas.. In: congresso brasileiro de zoologia, 24., , Itajaí. Resumos... Itajaí, SC: Universidade do Vale do Itajaí, 2002. v.1., p.248-248.

ATLANTIDE. 2007. Site comercial. Disponível em: <<http://www.atlantide.net/giralascuola/superiori.html>> Acesso em: 20 aug. 2007.

AUBERT, E. **Eléments d'histoire naturelle**. Paris: André Fils, 1960.

AURÉLIO. **Dicionário eletrônico: século XXI**. Versão 3.0 ABH Ferreira - Lexikon Informática Ltda. e Editora Nova Fronteira, 1999.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, Y.H. (Eds.). **Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo**. 6 ° edición. México: Trillas, 1993.

- AVELAR, W.E.P. Moluscos Bivalves. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999. V.4: Invertebrados de Água Doce.
- AUXILIADORA, M.; OLIVEIRA, M. **Políticas públicas para o ensino profissional**. O processo de desmantelamento dos CEFETs. Papirus Editora: São Paulo, 2003.
- BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; EGLER, M; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M.P.; NESSIMIAN, J.L. 2007. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest stream at Rio de Janeiro Estate, Brazil. **Hydrobiologia** n.575, p.83-94.
- BARBARESI, S.; GHERARDI, F. 2000. The invasion of the alien crayfish *Procambarus clarkii* in Europe, with particular reference to Italy. **Biological Invasions**, New York, n.2, p.259–264.
- BARDIN L. **Análise do conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARBOSA, E.F.; FIGUEIREDO GONTIJO, A.; SANTOS, F.F. 2003. Inovações pedagógicas em educação profissional: uma experiência de utilização do método de projetos na formação de competências. **Educação e Tecnologia**, v.8, n.2, p.06-13.
- BARBOSA, F.S. (Org.). **Tópicos em malacologia médica**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 1995.
- BARNES, R.D. **Zoologia: gli invertebrati**. Padova: Piccin, 1985.
- BARROW, C.J. 1998. River Basin Development Planning and Management: A Critical Review. **World Development**, v.26, n.1, p.171-186.
- BARROWS, R.; MURRAY, B. 1997. Using Quality Function Deployment to improve academic advising processes. **NACADA Journal**, v.17, n.1, p.22-31.
- BAZZO, W.A.; TEIXERA DO VALE, L.; VAN LINSINGEN, I. **Educação tecnológica**. Enfoques para o ensino de engenharia. Editora da UFSC: Florianópolis, 2000.
- BELLE, J. 1992. Studies on ultimate instar larvae of neotropical Gomphidae, with the description of *Tibiagomphus* Gen. Nov. (Anisóptera). **Odonatologica**, v.21, n., p.1-24.
- BELCHIOR, P.G.O. **Planejamento e elaboração de projetos**. Americana Editora: Rio de Janeiro, 1972.
- BENETTI, C.J.; CUETO, J.A.; FIORENTIN, G.L. 2003. Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chave para identificação. **Biotaneotropica**, v.3, n.1, p.121-140.
- BENJAMIN, C.O.; WATKINS, M.; MURTAZA, M. 1999. A QFD framework for curriculum planning. ASEE 1999 Proceeding.
- BERNSTEIN, B. **Pedagogía, controle simbólico e identidade: teoría, investigación y crítica**. Morata (Ed.), Madrid, 1998.
- BETSY, S. 1984. Making Insect Models. **Science and Children**, v.21, n.6, p.24-37.

- BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (Org.). **Amostragem em limnologia**. São Carlos: RIMA, 2004.
- BISWAS, A.K. 2004. Integrated Water Resources Management: A Reassessment A Water Forum Contribution. **Water International**, v.9, n.2, p.248–256.
- BLOOM, S.W. 1972. Innocence in education. **The school Review**, v.80, p.333–52.
- BOAVENTURA, M.F.; THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A. Gastrópodes límnicos hospedeiros intermediários de trematódeos digenéticos no Brasil. In: tópicos em malacologia; encontro brasileiro de malacologia, 18., 2007, Rio de Janeiro. Ecos... Rio de Janeiro: Corbã Ed., 2007. p.327- 337.
- BORDENAVE, J.D. 2006. Uma abordagem problematizadora no ensino-aprendizagem da agroecologia. Apresentação Oral no: VII Seminário Internacional sobre Agroecologia; 2006 nov. 21-23; Porto Alegre, Brasil.
- BORDENAVE, J.D.; PEREIRA, A. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. Vozes Editora: Petropolis, 1997, 27° ed.
- BOARDMAN, L.A.; ZEMBAL-SAUL, C.; FRAZIER, M.; APPEL, H.; WEISS, R. 1999. Enhancing the science in elementary science methods: A collaborative effort between science education and entomology. Trabalho apresentado no âmbito do encontro annual da Association for the Education of Teachers of Science, Austin, TX.
- BONADA, N.; PRAT, N.; RESH, B.; STATZNER, V.H. 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. **Annual Reviews of Entomology**, v.51, p.495-523.
- BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L. 1998. Malacostraca. Eucarida. Aeglidae. In: Young, P.S. (ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. Série Livros n.6, p.431-437.
- BOWER, S.M. 2006a. Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish: Crayfish Plague (Fungus Disease). Disponível em: <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/shelldis/pages/cpfdcy_e.htm> Acesso em: 05 dez. 2007.
- BOWER, S.M. 2006b. Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish: *Psorospermium* sp. (Protozoan Infection) of American Crayfish, Disponível em: <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/shelldis/pages/psoroacy_e.htm> Acesso em: 05 dez. 2007.
- BOWMAN, E.T.; PRINS, R.; ARENA, J. 1987. The occurrence of the freshwater isopod Heterias (Fritziaria) exul in the Lakes Region of Chile, whit notes on the genus Heteria (Asellota: Janiridae). **Hydrobiologia**, v.146, n.3, p.275-281.
- BRANDIMARTE, A.L.; SHIMIZU, G.; ANAYA, M. 2004. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: Bicudo CEM, Bicudo DC (Org.). **Amostragem em limnologia**. São Carlos: RIMA, p. 213-230.
- BRASIL. 1981a. **Lei nº 6.938/81**. Política Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9104.html>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 1981b. **Decreto 88351/8**. Regulamenta a PNMA. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ealegal.pdf>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 1985. **Lei 7347/85**. Disciplina Ação Civil Pública de Responsabilidade Por Danos Causados ao Meio Ambiente, ao Consumidor, a Bens de Direitos do Valor Artístico, Estético, Histórico, Turístico e Paisagístico (VETADO) e dá outras providências. Disponível em:<<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L7347orig.htm>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 1986a **Resolução CONAMA 001/86**. Estabelece definições, responsabilidades, critérios e diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental. Disponível em:
<http://sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/legisla%C3%A7%C3%A3o%20ambiental/resolu%C3%A7%C3%A3o%20conama%201986_001.pdf> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 1986b. **Resolução CONAMA n° 20/86**. Dispõe sobre classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 1990. **Decreto 99.274/90**. Regulamenta a Lei n° 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em:
<<http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/Antigos/D99274.htm>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. MEC/FAE. **Definição de critérios para avaliação dos livros didáticos: Português, Matemática, Estudos Sociais e Ciências – 1ª a 4ª séries**. Brasília: FAE, 1994.

BRASIL. MEC/SEF. **Guia de Livros Didáticos: 1ª a 4ª séries – PNLD 1996**. Brasília: FAE, 1996.

BRASIL. 1997a. **Parâmetros curriculares nacionais: 1º, 2º, 3º e 4º ciclos**. Brasília: MEC/SEF, 1997/1998.

BRASIL. 1997b. **Resolução CONAMA 237/97**. Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. 1998a. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1998. 436p.

BRASIL. 1998b. **Guia de Livros Didáticos: 1ª a 4ª séries – PNLD 1998**. Brasília: FAE, 1998.

BRASIL. 1998c. **Portaria n° 145/98**. Dispõe da ocorrência de introduções, reintroduções e transferências de espécies aquáticas alóctones nas águas continentais e marítimas brasileiras para fins de aquicultura. Disponível em:
<http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/PORTARIA_N_145_DE_29_DE_OUTUBRO_DE_1998.pdf> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 1998d. **Lei n° 9605/98**. Lei de Crimes Ambientais. Prevê, entre outros, as sanções administrativas; redesenha as penalidades e tipifica como crime modalidades antes tidas como contravenção ou não previstas. Disponível em:
http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei_9605_98.pdf Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 1998e. **Decreto nº 2.519/98**. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/D2519.htm>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 1998g. **Portaria nº 145/98**. Dispõe sobre introduções, re-introduções e transferências de espécies aquáticas no Brasil. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/> Acesso em: 05 fev. 2009.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. 1999a. **Guia de Livros Didáticos: 5a. a 8a. séries**. Brasília, 1999. 599p.

BRASIL, 1999b. **Lei nº 9795/99**. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/9795-99.htm>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 2000a. **Guia de Livros Didáticos: 1ª a 4ª séries – PNLD 2000/2001**. Brasília: SEF/FNDE/CEALE/CENPEC, 2000.

BRASIL. 2000b. **Lei nº 10.165/00**. Lei de Controle e Fiscalização Ambiental. Disponível em: <http://www.profrios.hpg.ig.com.br/downlodas/leis/ibama/LEI%2010.165_00.doc> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 2002. **Decreto nº 4.339/02**. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/2002/D4339.htm>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 2005. **Resolução CONAMA nº 357/05**. 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. Disponível em: <<http://www.dcm.puc-rio.br/download/Conama357.pdf>> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. 2006a. **Programa de Pesquisa em Biodiversidade**. Diretrizes e estratégias para modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. Brasília: M.C.T. 2006.

BRASIL. 2006b. Ministério da Saúde. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes gerais para o trabalho em contenção com agentes biológicos**. Normas e Manuais Técnicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. 2006c. Ministério da Saúde. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Classificação de risco dos agentes biológicos**. Normas e Manuais Técnicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. 2006d. **Instrução Normativa nº 160/07**. Define e regula as coleções científicas. Disponível em: <www.ibama.gov.br/sisbio/legislacao.php?id_arq=5> Acesso em: 11 dez. 2007.

BRASIL. 2008. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas**. Programa de vigilância e controle da esquistossomose. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

- BRIGHTWELL, R.; DANIEL, J.H.; STEWART, A. 2004. Evaluation: is an open book examination easier? **BEE-j**, v.3, disponível em: <<http://bio.ltsn.ac.uk/journal/voln/beej-3.3.htm>> Acesso em: 08 mai. 2010.
- BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- BUCKUP, P.; MENEZ, N.; SANT'ANNA, M. (Eds.). **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Museu Nacional. Rio de Janeiro, 2007.
- BUZZI, Z.J. **Coletânea de termos técnicos de entomologia**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.
- CAIRNS, J.Jr.; PRATT, J.R. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg DM, Resh VH. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall; 1993. p.10-27.
- CALLISTO, M.; BARBOSA, F.A.R.; VIANNA, J.A. 1998. Qual a importância de uma coleção científica de organismos aquáticos em um projeto de biodiversidade? An. IV simpósio de ecossistemas brasileiros 2: 432-439.
- CAMPAIOLI, F.; GHETTI, P.F.; MINELLI, A. **Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane**. Vol.1. Trento: Província Autonoma di Trento, 1994.
- CAPELLE, M.C.; MELO, M.C.O.L.; GONÇALVES, C.A. 2003. Análise de conteúdo e análise de discurso nas ciências sociais. **Revista de administração da UFLA**, v.5, n.1, p. 69-85.
- CAPELLI, G.M.; MAGNUSON, J.J. 1983. Morphoedaphic and biogeographic analysis of crayfish distribution in Wisconsin. **Journal of Crustacean Biology**, v.3, p.548-564.
- CARDINET, J. 1977. **Objectifs éducatifs et évaluatin individualisée** (second edition, Report No. R77.05), Institut Romand de Recherches et de Documentation Pédagogiques, Neuchâtel.
- CARLOYE, L. 2003. Of Maggots & Murder: Forensic Entomology in the Classroom. **The American Biology Teacher** v.65, n.5, p.360-366.
- CARVALHO, A.L. 1989. Description of the larva of *Neuraeschna costalis* (Burmeister), with notes on its biology, and key to the genera of brazilian aeshnidae larvae (Anisoptera). **Odonatologica**, v.18, n.4, p.325-332.
- CARVALHO, A.L. Odonata. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T. (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. Vol. 4: Invertebrados de Água Doce. São Paulo: FAPESP, 1999.
- CARVALHO, A.L.; CALIL, E.R. 2000. Chave de identificação para as famílias de odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis avulsos de zoologia**. Museu de Zoologia da Universidade de S. Paulo, São Paulo, v.41, n.15, p.223-241.
- CARVALHO, A.L.; NESSIMINAN, J.L. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: habitats e hábito das larvas. In: NESSIMIAN J.L. ; CARVALHO A.L. (Ed.) **Ecologia de insetos aquáticos**. Series Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro: PPGE/UFRJ, p.3-28.

- CARVALHO, A.L.; WERNECK DE CARVALHO, P.C.; CALIL, E.R. 2002. Description of the larvae of two species of *Dasythemis karsch*, with a key to the genera of Libellulidae occurring in the State of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil (Anisóptera). **Odonatologica**, v.31, n.1, p.23-33.
- CARVALHO, L.; WILLCOX, B. 2004. Avaliação do desenvolvimento tecnológico e transferência de tecnologia: o caso Instituto Oswaldo Cruz. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.9, n.2, p.389-398.
- CATAPAN, A.H. 1996. O processo de trabalho escolar: determinações e contradições. In: **Perspectiva**, jul/dez. Disponível em: <<http://www.journal.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/viewFile/10461/9949>> Acesso em: 04 mar 2010.
- CATTS, E.P.; GOFF, M.L. 1992. Forensic Entomology in Criminal Investigations. **Annual Review of Entomology**, v.37, p.253-272.
- CAVALCANTI MOREIRA, P.; MARTINS, M.M. 2003. Matemática escolar, matemática científica, saber docente e formação de professores. **Zetetiké**, v.11, n.19, p.57-80.
- CAZELLI, S. et al. 1999. Tendências Pedagógicas das Exposições de um Museu de Ciência. In: Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, São Paulo, Setembro. Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/publicacoes/artigos/Seminario/Art.Sem.Internacional.99%20Sibele.doc>> Acesso em: 11 mar 2009.
- CETESB. 2009. Ficha de Informação de Produto Químico. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=DIETILFTALATO> Acesso em: 04 mar 2008.
- CHAMBERS, P.A.; LACOUL, P.; MURPHY, K.J.; THOMAZ, S.M. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. **Hydrobiologia**, v.595, p.9–26.
- CHANG, X. 2007. Effects of temperature stress and pesticide exposure on uctuating asymmetry and mortality of *Copera annulata* (selys) (Odonata: Zygoptera) larvae. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.67, p.120–127.
- CHEN, J.; CHEN, J.C. 2002. QFD-based Technical textbook evaluation – procedure and a case study. **Journal of Industrial Technology**, v.18, n.1, p.2-8.
- CHEVALLARD, Y. **La Transposición didáctica: del conocimiento erudito al conocimiento enseñado**. La Pensée Sauvage, Del Carmen, 1985.
- CHEVALLARD, Y. 1988. On didactic transposition theory: Some introductory notes. Paper presented at the International Symposium on Research and development in Mathematics, Bratislava, Czechoslovakia. Disponível em: <http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/On_Didactic_Transposition_Theory.pdf> Acesso em: 03/08/2009.
- CHEVALLARD, Y. 2007. Readjusting Didactics to a Changing Epistemology. **European Educational Research Journal**, v.6, n.2, p.131-134.
- CHINERY, M. **Guida degli insetti d'europa**. Padova: F. Muzio, 1987.

- CHIMM, C.A.; BREWER, W.F. 1993. The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. **Review of Educational Research**, v.63, p.1-50.
- CHU-FANG, L.; CHING-HUI, H.; SHAO-EM, P. 1996. White spot syndrome baculovirus (wsbv) detected in cultured and captured shrimp, crabs and other arthropods. **Diseases of aquatic organisms**, v.27, p.215-225.
- CHOPPIN, A. 2004. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Revista Educação e Pesquisa**, v.30, n.3, p.549-566.
- CLARIDGE, F. 1995. Introducing Systematics Agenda 2000. **Biodiversity and Conservation**, v.4, p.451-454.
- CNE/CP no. 29/2002. Diretrizes Curriculares de todos os cursos superiores de tecnologia . Disponível em: <http://www.prg.ueg.br/downloads/atos_normativos/diretrizes/r_cp_003_02.pdf> Acesso em: 27 abr. 2008.
- COHEN, L. 1988. Quality function deployment: an application perspective from digital equipment corporation. **National Productivity Review**, v.7, n.3, p.197-208.
- COHN, F. 1853. Über lebende Organismen im Trinkwasser. **Günsburg'sche Zeitschrift für klinische Medizin**, n.4, p.229–237.
- COLOMBO, A.; MARINO, A. 2005. **Sinbiota**. Curso de Introdução ao Sistema de Informação Ambiental SinBiota. V Simpósio e V Reunião de Avaliação do Programa BIOTA/FAPESP.
- COSTA, C.; VANIN, S.A.; CASARI-CHEN, S.A. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1988.
- COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. (Ed). **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006.
- COSTA, J.M.; SOUZA, L.O.I.; LOURENÇO, A.M.; OLDRINI, B.B. 2004. Chave para famílias e gêneros das larvas de odonata citadas para o Brasil: Comentários e Registros Bibliográficos. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, v.99, p. - 44.
- COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil**. Vol. 4. Escola Nacional de Agronomia, Série didática n.3, 1940.
- COVICH, A.P. 2006. Effects of drought and hurricane disturbances on headwater distributions of palaemonid river shrimp (*Macrobrachium* spp.) in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. **Journal of North American Benthological Society**, v.25, n.1, p.99–107.
- CRISCI-BISPO, V.L.; BISPO, P.C.; FROEHLICH, C.G. 2004. *Triplectides* larvae in empty cases of *Nectopsyche* (Trichoptera, Leptoceridae) at Parque Estadual Intervales, São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, n.1, p.133-134.
- CROFT, P.S. **Freshwater invertebrates**. London: Field Studies Council, 1986.
- CROW, G.E. 1993. Species diversity in aquatic angiosperms: latitudinal patterns. **Aquatic Botany**, v.44, p.229–258.

- CSRIO (Ed.). **The insect of Australia: a textbook for students and research workers**. Vol. 1, 2nd ed. Melbourne: Melbourne University Press, 1991.
- DANOFF-BURG, J.A. 2002. Be a Bee and Other Approaches To Introducing Young Children to Entomology. **Young Children** v.57, n.5, p.42-46.
- DA SILVA, R.E.; NESSIMIAN, J.L. 1991. Descrição das formas imaturas de *Synclita Gurgitalis* Lederer, 1863 (Lepidoptera: Pyralidae: Nymphulinae), com notas biológicas. **Revista Brasileira de Biologia**, v.51, n.1, p.153-158.
- DA-SILVA, R.E.; SALLES, F.F.; NESSIMIAN, J.L.; NOVA COELHO, L.B. 2003. A identificação das famílias de ephemeroptera (Insecta) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro: chave pictórica para as ninfas. **Boletim do Museu Nacional**. Nova serie. Zoologia n.508. Rio de Janeiro.
- DA-SILVA, E.R.; SALLES, F.F.; SILVA BAPTISTA, M. 2002. As brânquias dos gêneros de leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro. **Biota Neotropica** v.2, n.2, p.1-4.
- DEPRESBITERIS, L. Competências na educação profissional. É possível avaliá-las? Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/BTS/312/boltec312a.htm>> Acesso em: 20 aug. 2007.
- DE MACEDO, L. **Ensaio construtivistas**. Casa do psicólogo Editora: São Paulo, 2002.
- DEMO, P. **Avaliação qualitativa. Polêmicas do nosso tempo**. Autores Associados Editor: São Paulo, 2005, 8º ed.
- DIAS, L.G.; MOLINIERI, C.; FERREIRA, P.S.F. 2007. Ephemerelloidea (Insecta: Ephemeroptera) do Brasil. **Papeis avulsos de zoologia**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, v.4, n.19, p.213-244.
- DOMINGUEZ, E.; HUBBARD, M.D.; PETERS, W.L. 1992. **Clave para ninfas y adultos de lãs famílias y generos de ephemeroptera (Insecta) sudamericanos**. Biologia Acuatica n. 16. Instituto de limnologia "Dr. Raula Ringuelet". La Plata, Argentina.
- DUMAS, L.L.; NESSIMIAN, J.L. 2006. Chave de identificação pra as larvas dos gêneros de Integripalpia (Insecta: Trichoptera) da região sudeste do Brasil. In: congresso brasileiro de zoologia, 26., Londrina. Resumos... Londrina: UEL, 2006. v. 1.
- DUMAS, L.L.; NESSIMIAN, J.L. 2005. Description of the immature stages of *Anastomoneura guahybae* Humantico & Nessimian, 2004 (Trichoptera: Odontoceridae), with a new record for the genus and keys to larvae and pupae of Neotropical genera. **Zootaxa**, v.362, p.43-53.
- ERMER, D.S. 1995. Using QFD becomes an educational experience for students and faculty. **Quality Progress**, v.28, n.5, p.131-136.
- ENGELKEMEYER, S.W. 1993. TQM in higher education. **The Centre for Quality Management Journal**, v.2, n.1, p.28-33.
- ELMASRI, R.; NAVATHE, S.B. **Fundamentals of Database Systems**, Addison-Wesley Publishing Company Inc, 2000.

ERWIN, T.L. 1982. Tropical forests: their richness in Coleóptera and other arthropod species. **The Coleopterists Bulletin**, v.36, p.74-75.

ESTEVEZ, F.A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Finep/Interciência.

EUROPEAN COMMISSION. 2000. The EU Water Framework Directive - integrated river basin management for Europe. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html> Acesso em: 21 fev. 2008.

EVELINE, B.; MARCUS, R. **Bryozoa**. Brasília: CNPq, 1984.

FAPESP. 2008a. Divulgando a cultura científica. Disponível em: <[http://www.agencia.fapesp.br/boletim_dentro.php?data\[id_materia_boletim\]=7540](http://www.agencia.fapesp.br/boletim_dentro.php?data[id_materia_boletim]=7540)> Acesso em: 02 jan.2008.

FAPESP. 2008b. Divulgando a cultura científica. Disponível em: <<http://www.agencia.fapesp.br/>> Acesso em: 02 jan.2008.

FARNSWORTH, E.J.; ROSOVSKY, J. 1993. The Ethics of Ecological Field Experimentation. **Conservation Biology**, n.7, v.3, p.463-472.

FERREIRA, H. et al. 2005. Biomonitoramento informatizado: uma ferramenta para gestão da informações tecnológica sobre o recurso hídrico. X Congresso brasileiro de limnologia. Ilhéus (BA), 24-29 julho de 2005.

FERNÁNDEZ, H.R.; DOMINGUEZ, R. (Ed.). **Guia para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos**. Serie Investigaciones de la UNT. Subserie Ciencias exactas e naturales. Tucumán, AR: Universidad Nacional de Tucumán, 2001.

FERNANDEZ, M.A.; THIENGO, S.C.; PARAENSE, W.L. 2006. Primeiro Registro de *Plesiophysa guadeloupensis* (Fisher Mazé) no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, n.3, p.883-885.

FERNANDEZ, M.A.; THIENGO, S.C.; SIMONE, L.R.L. 2003. Dispersal of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Mollusca: Thiaridae) in Brazil. **The Nautilus**, v.117, n.3, p.78-82.

FERRÉOL, M.; DOHET, A.; CAUCHIE, H.; HOFFMANN, L. 2005. A top-down approach for the development of a stream typology based on a abiotic variables. **Hydrobiologia** v.551, p.193-208.

FIORINI, L. Xpensiero: etichette per costruire significato. Disponível em: <http://www.copernicus-bz-pionieri.it/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=55> Acesso em: 20 aug. 2007.

FITTER, R.; MANUEL, R. **La vita nelle acque dolci**. Padova: F. Muzio, 1993.

FORNERIS, L. Briozoarios. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999a. V. 4: Invertebrados de Água Doce.

- FORNERIS, L. Platelminhos turbelarios. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999b. V. 4: Invertebrados de Água Doce.
- FORNERIS, L. Nematomorpha gordiaceos. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999c. V. 4: Invertebrados de Água Doce.
- FORNERIS, L. Acari. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999d. V. 4: Invertebrados de Água Doce.
- FRANÇA, J.; CALLISTO, M. 2007. Coleção de macroinvertebrados bentônicos: ferramenta para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas aquáticos brasileiros. **Neotropical Biology and Conservation**, v.2, n.1, p.3-10.
- FROEHLICH, C.G. Classe Insecta. . In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 4: Invertebrados de Água Doce.
- FROTA-PESSOAS, O. **Princípios básicos para la enseñanza de la biología**. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 1967.
- FURSE, M.T. et al. (Eds.). 2006. The ecological status of European rivers: evaluation and intercalibration of assessment methods. **Hydrobiologia**, v.566, p.1-2.
- GATTI, B.A. 1987. Testes e avaliações do ensino no Brasil. **Educação & Seleção**, n.16, p.33-42.
- GAZOLA-SILVA, F.F.; MELO, S.G.; VITULE, J.R.S. 2007. *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae): possível introdução em um rio da planície litorânea paranaense (PR, Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v.36, n.1-2, p.83-90.
- GENOUVRIER, E.; PEYTARD, J. **Lingüística e ensino do português**. Coimbra: Livraria Almedina, 1973.
- GHETTI, P.F. **Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso (I.B.E.)**. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Trento: Provincia Autonoma di Trento. Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, 1997.
- GHETTI, P.F. **I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua**. Manuale di applicazione. Volume allegato agli atti del convegno "esperienze e confronti nell'applicazione degli indici biotici in corsi d'acqua italiani". Trento: Ed. Provincia di Trento, 1986.
- GHETTI, P.F.; BONAZZI, G. **I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua**. Roma: Centro Nazionale delle Ricerche, 1981.
- GOETHALS, P. (Ed.). **Data collection concerning macrobenthos**. Edited by Peter L.M. Goethals. 2002. Disponível em: <http://www.eamn.org/documents/soa-report/report-parts/WG1_Macrobenthos_data_collect_overview.pdf> Acesso em: 05 ago. 2008.
- GOIGEL TURNER, M. 1989. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology, Evolution and Sistematic**, n.20, p.171-197.

- GONZÁLEZ, E.R.; WATLING, L. 2003. A new species of *Hyalella* from Brazil (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae), with redescrptions of three other species in the genus. **Journal of Natural History**, v.37, n.17, p.2045-2076.
- GOVEDICH, F.R. 2003. Reproductive biology of the invasive Asian freshwater leech *Barbronia weberi* (Blanchard, 1897). **hydrobiologia**, v.510, p.125–129.
- GRAPHPAD SOFTWARE, INC. 2007. Prism 5.0 for Windows. www.graphpad.com
- GRAVINA, M.H.; BUCHWEITZ, B. 1994. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.16, n.4, p.106-119.
- GROENENDIJK, D.; ZEINSTRA, L.W.M.; POSTMA, J.F. 1998. Fluctuating asymmetry and mentum gaps in populations of the midge *Chironomus riparius* (Diptera: Chironomidae) from a metalcontaminated river. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.17, p.1999–2005.
- HAASE, P.; MURPHY-BLIGH, J.; LOHSE, S. 2006. Assessing the impact of errors in sorting and identifying macroinvertebrate samples. **Hydrobiologia**, v.566, p.505–521.
- HAECKEL, E. **Kunstformen der Natur**. Munchen: Prestel, 1998.
- HAEFNER, L.A.; FRIEDRICHSEN, P.M.; ZEMBAL-SAUL, C. 2006. Teaching with Insects: An Applied Life Science Course for Supporting Prospective Elementary Teachers' Scientific Inquiry. **The American Biology Teacher**, v.68, n.4, p.206-212.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, p.9.
- HARE, P.; CAMPBELL, G.C. 1992. Temporal variations of trace metals in aquatic insects. **Freshwater ecology**, v.27, p.13-27.
- HARTMUT, G. 2006. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v.22, n.2, p. 201-210.
- Harvard University. 2008. Disponível em: <<http://www.mcz.harvard.edu/Departments/Entomology>> Acesso em: 01 fev. 2008.
- HASSALL, A.H. 1850. A Microscopic Examination of the Water Supplied to the Inhabitants of London and the Suburban Districts. S. Highley, London.
- HAUSER, J.R.; CLAUSING, D. **The house of quality**. Harward: Harvard Business Review, 1988, pp. 63-73.
- HAWKINS, C.P.; NORRIS, R.H. 2000. Effects of taxonomic resolution and use of the subsets of the fauna on the performance of RIVPACS-type models. In: Wright JF, Sutcliffe DW, Furse MT. (Org.). **Assessing the Biological Quality of Fresh Waters. RIVPACS and Other Techniques**. Ambleside, UK: Freshwater Biological Association, p. 217–228.
- HEALTH ORGANIZATION. 2008. The Development of an Integrated Biomonitoring Approach for the Wuhan Water System. **Biomonitoring guideline**. Edited by Jamie Bartram and Richard Ballance Published on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization.

- HERING, D.; VERDONSCHOT, P.F.M.; MOOG, O.; SANDIN, L. (eds.). 2004. Preface. [Integrated Assessment of Running Waters in Europe] **Hydrobiologia** n.516, p.vii-ix.
- HERING, D.; MOOG, O.; SANDIN, L.; VERDONSCHOT, P.F.M. 2004. Overview and application of the AQUEM assessment system. **Hydrobiologia**, v.516, p.1-20.
- HEROLDT, E.M. 1990. Vertebrate collection management: a personal perspective with special reference to Southern África. In: **Naturalhistory collection: their management and value**. Transvaal Museum, Special publication n.1 p.1-11.
- HIGGINS, T.E.; SPITULNIK, M.W. 2008. Supporting Teachers' Use of Technology in Science Instruction Through Professional Development: A Literature Review. **Journal of Science Education and Technology**, v.17, p.511-521.
- HILL, A.M.; LODGE, D.M. 1995. Multi-trophic-level impact of sublethal interactions between bass and omnivorous crayfish. **Journal of the North American Benthological Society**, v.14, n.2, p.306-314.
- HOLZENTHAL, R.W.; BLAHNIK, R.J.; PRATHER, A.L. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. **Zootaxa**, v.1668, p.639-698.
- HOMQUIST, J.; SCHMIDT-GEGENBACH, J.M.; BUCHANAN YOSHIOKA, B. 1998. High dams and marinefreshwater linkage: effects on native and introduced fauna in the Caribbean. **Conservation biology**, v.12, n.3, p.621-630.
- HUBBARD, M.D.; PESCADOR, M.L. Ephemeroptera. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T. (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 4: Invertebrados de Água Doce.
- HOFFMANN, J. **Avaliar para promover. As setas do caminho**. Mediação Editora: Porto Alegre, 2005, 7° ed.
- HONAM AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE. 2006. Method for Making Solid Specimen of Insect. In: Annual report 2006 p. 67. In: http://www.hari.go.kr/english/annual/annual_download.asp?filename=2006_06_15.pdf. Acesso em: 30 jan. 2009
- HUBENDICK, B. 1962. Aspects on the Diversity of the Fresh-Water Fauna. **Oikos**, n.13, v.2, p.249-261.
- HUTCHINS, M. 2008. Animal Rights and Conservation. **Conservation Biology**, n.22, v.4, p.815-816.
- HYLAND, K. 1997. Scientific claims and community values: articulating an academic culture. **Language and Communication**, v.17, n.1, p.19-31.
- ICSU. Priority Area Assessment on Scientific Data and Information, "Scientific Data and Information". Disponível em: http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/551_DD_FILE_PAA_Data_and_Information.pdf Acesso em: 20 dez. 2007.
- ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Síntese. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo:

FAPESP. Vol. 4: **Invertebrados de Água Doce**. São Paulo: FAPESP, 1999.

JACOBSEN, D.; SCHULTZ, R.; ENCLADA, A. 1997. Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. **Freshwater Biology**, n.38, p.247-261.

JAMES, J. Evaluation of CAL softwares for higher education: a task for three experts. Disponível em: <<http://teaching.polyu.edu.hk/datafiles/R107.pdf>> Acesso em: 14 jan. 2008.

JHAYYA, T.J.S.; COLOMBA, S.M.G.; PÉREZ, V. 2000. Paragonimíase pulmonar e pleural: relato de dois casos. **Jornal brasileiro de Pneumologia**, n.26, v.2, p.103-106.

JUNQUEIRA, V.M.; CAMPOS, S.C.M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio Das Velhas watershed (Minas Gerais Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10, n.2, p.125-135.

JUNQUEIRA, V.M.; AMARANTE, M.C.; DIAS, C.F.S.; FRANÇA, E.S. 2000. Biomonitoramento da uqualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através macroinvertebrados. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.12, p.73-87.

JURBERG, P.; BARTH, R. 1965. Técnica Utilizada para Evidenciar a Estrutura das Conchas de Moluscos em POSSÍVEIS Aplicações. **Notas Técnicas do Instituto de Pesquisa da Marinha**, v.17, p.1-21.

KATZ, N.; PEIXOTO, S.V. 2000. Análise crítica da estimativa do numero de portadores de esquistossomose no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.33, n.3, p.303-308.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paolo, 2004.

KRISHTALKA, L.; HUMPHREY, P. 1996. Can Natural History Museums Capture the Future? Disponível em: <<http://www.bioone.org/archive/0006-3568/50/7/pdf/i0006-3568-50-7-611.pdf>> Acesso em: 13 jan. 2008.

KOLKWITZ, R.; MARSSON, M. 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. Prüfungsanst. **Wasserversorg. Abwasserreinig**, v.1, p.33-72.

KOLKWITZ, R.; MARSON, M. 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. **Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft**, n.61, p.261-519.

KOLKWIT, R.; MARSSON, M. 1909. Okologie der tierischen Saprobien. Beitrage zur Lehre von der biologischen Gewasserbeurteilung. **Internationale der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie** n.2, p.126-52.

LACREU, H.L. 1997. Transposición didáctica de las geociências. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v.5, n.1, p.37-48.

LA GRECA, M. **Zoologia degli invertebrati**. Torino: UTET, 1990.

LAM, K.; ZHAO, X. 1998. An application of quality function deployment to improve the quality of teaching. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.15, n.4, p.389-413.

LAM, M.Y.; GARY, K.K.; CHIN, K.S. 2008. An organizational learning model for vocational education in the context of TQM culture. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.25, n.3, p.238-255.

LANGE CANHOS, D. et al. 2004. Trabalhos desenvolvidos no SinBiota Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota/Fapesp pelo Centro de Referência em Informação Ambiental – CRIA.

LAROUSSE. **Grande Enciclopédia Delta Larousse**. Resolução, v.10, p.5774. Rio de Janeiro: Ed. Delta S.A., 1970.

LE BOTERF, G. **Desenvolvendo a competência dos profissionais**. Trad. Patrícia Chittoni Ramos Reuillard. Porto Alegre: Artmed, 2003.

LEE, S.H. 1999. Usability testing for developing effective interactive multimedia software: concept, dimensions, and procedure. **Educational Technology & Society**. Disponível em: <http://www.ifets.info/journals/2_2/sung_heum_lee.html> Acesso em: 25 mar. 2008.

LEHFELD, N.A.S.; BARROS, A.J.P. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis: Vozes, 1991.

LEHMKUHL, D.M. **How to Know the Aquatic Insects**. Dubuque, IA: W. C. Brown, Pictured Key Nature Series, 1979.

LE MOIGNE, J.L. **La théorie du système général. Théorie de la modélisation**. Presses Universitaire de France: Paris. 3^o ed. 1997.

LEMOS DE CASTRO, A.; LOYOLA E SILVA, J. Isopoda. In: Schaden, R (Org.). **Manual de identificação de invertebrados límnicos**. Brasília: CNPq, 1985.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. 2002. Biodiversity of Brazil: a synthesis of the current state of knowledge. In: T.M. Lewinsohn & P.I. Prado (eds.). **Biodiversidade brasileira: síntese do estado do conhecimento atual**, p.139-144.

LIBÂNEO, J.C. **Pedagogia e pedagogos, para que?** São Paulo: Cortez, 2002.

LIMA, C.L. Famílias Chilinidae, Ancyliidae, Physidae e Lymnaeidae. In: BARBOSA, F. S. (Org.). **Tópicos em malacologia médica**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 1995. p.80-90.

LINCOLN, R.J.; SHEALS, J.G. **Invertebrate animals. Collection and preservation**. British Museum (Natural History). London: Cambridge University Press, 1979.

LIAOYANG PHARMACEUTICAL MACHINERY Co., Ltd. 2008. HBG Antibiotic Vial Full Stopper-Adding (Half Stopper-Adding) Liquid Filling. In: <<http://www.lpmie.com.cn/products/preparation/HBG.html>> Acesso em: 19 fev. 2008.

LONGO, R.S.; RIBEIRO, J.R.I.; NESSIMIAN, J.L. 2005. A new species of Coleopterocoris Hungerford from Southeastern Brazil, with notes on C. Hungerfordi De Carlo and C. Kleerehoperi Hungerford (Hemiptera: Heteroptera: Potamocoridae). **Zootaxa**, v.1016, p.39-47.

LODGE, D.M. 1987. Distribution of freshwater snails: spatial scale and the relative importance of physiochemical and biotic factors. **American Malacological Bulletin**, v.5, n.1, p.73-84.

- LODGE, D.M.; HILL, A.M. 1994. Factors governing species composition, population size and productivity of cool-water crayfish. **Nordic Journal of Aquatic Research**, v. 69, p. 111-136.
- LOPRETTO, E.C.; TELL G. **Ecosistemas de águas continentales. Metodologías para su estudio**. La Plata: Ed. Sur. 1995.
- LUCENA, M. 2002. Diretrizes para a Capacitação do Professor na Área de Tecnologia Educacional: Critérios para a Avaliação de Software Educacional. Disponível em: <http://www.inf.pucrs.br/~marciabc/20072/infoesp/apoio/formacaooprofs_avaliacaoSW.pdf> Acesso em: 21 fev. 2008.
- MAGALHÃES, A.P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos. Realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- MAGALHÃES, C. Malacostraca. Eucarida. Brachyura. Pseudotheuphusidae and Trichodactylidae. In: Young PS. (Org.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Série Livros 6, p. 517-523.. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 1998.
- MAGALHÃES, C. Crustáceos Decápodos. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T. (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 4: Invertebrados de Água Doce.
- MAGALHÃES, C. 2005. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. **Biodiversity and conservation**, v.14, p.1929-1945.
- MAGALHÃES, C. et al. 2005. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. **Biodiversity and conservation**, n.14, p.1929-1945.
- MANSUR, M.C.D.; CALLIL, C.T.; CARDOSO, F.R. Uma retrospectiva e mapeamento da invasão de espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do sudeste asiático, na América do Sul. In: SILVA, J. S. V. DE ; SOUZA, R. C. C. L. de (Org). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004, p.39-58.
- MARCHANT, R. 1990. Robustness of classification and ordination techniques applied to macroinvertebrate communities from the La Trobe River, Victoria. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v.41, p. 493-504.
- MARCHANT, R. 1997. Classification and predictions of macroinvertebrate assemblages from running waters in Victoria, Australia. **Journal of the North American Benthological Society**, v.16, p.664–681.
- MARQUES, A.C.; LAMAS, C.J. 2006. Taxonomia zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. **Papéis avulsos de Zoologia**, v.46, n.13, p.139-174.
- MARSHALL, J.E. 1979. A review of the genera of Hydroptilidae (Trichoptera). **Bulletin of the British Museum**, Natural History, London, Entomology series, v. 39, n.3, p.135-239.
- MARTINS, U.R. A nomenclatura zoológica. In: PAPAVERO, N. (Ed.). **Fundamentos práticos de taxonomia zoológica: coleções, bibliografia, nomenclatura**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1983.

- MARTINS, J.C.; SOUZA, L.O.I.; BOTHELO, B.B. 2004. Chave para a identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: Comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata). **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, n.99.
- MARGULES, C.R.; PRESSEY, R.L. 2000. Systematic conservation planning. **Nature**, n.405, p.243-53.
- MATEUS, A. **Fundamentos de zoologia sistemática**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.
- MATTHEWS, W.E. 1993. Total quality management in academia – the missing element in higher education. **Journal of Quality and Participation**, v.26, p.102-108.
- MATURANO, C.I.; MAZZITELLI, C.A. 2003. Los estudiantes verifican la consistencia interna de los textos científicos o retienen la primeira informacion que leen? **Investigações em ensino de ciências**, v.8, n.1, p.91-105.
- MAZÃO, G.; PAULO, A.; OLIVEIRA, L. 2005. Georeferenciamento utilizando as ordens ephemeroptera, plecoptera e trichoptera para identificação de áreas potenciais para conservação do cerrado. Biomonitoramento informatizado: uma ferramenta para gestão das informações tecnológicas sobre o recurso hídrico. X Congresso brasileiro de limnologia. Ilhéus (BA), 24-29 julho de 2005.
- MAZZONI, R.; BIZERRIL, C.R.S.F.; BUCKUP, P.A. Peixes. In: BERGALLO, H.G. et al. (Org). **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2000, p.62-73.
- MAYR, E.; LINSLEY, E.G.; USINGER, R.L. **Methods and principle of systematic zoology**. New York: Grawhill Book Company, 1953.
- MENEZES, N.A.; CASTRO, R.M.C.; WEITZMAN, S.H. 1990. Peixes de riacho da floresta costeira atlântica brasileira: um conjunto pouco conhecido e ameaçado de vertebrados. In: Simposio De Ecossistemas Da Costa Sul E Sudeste Brasileira, 2., São Paulo, 1990. Simpósio... São Paulo; FAPESP/Academia de Ciências, v.1, p.290-295.
- MEHRA, S.; RHEE, M. 2009. On the application of quality management concepts in education an example of a korean classroom. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.26, n.4, p.312-324.
- MEHRJERDI, Y.Z. 2010. Quality function deployment and its extensions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.27, n.6, p.616-640.
- MELO, G.A.S. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia - Universidade de São Paulo, 2003.
- MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. **Aquatic insect of North América**. 3 th ed. Dubuque: Kendal/Hunt Publishing Company, 1996.
- METZGER, J.P.; CASATTI, L. 2006. Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: o estado da arte do programa BIOTA/FAPESP. **Biota Neotropica**, v6 (n2). Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?point-of-view+bn00106022006>> Acesso em: 13 jan. 2008.

- MENEZ, M.; ALVES DIAS, I. (Eds.). **Biodiversidade de algas de ambientes continentais do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2001.
- MENEZES, N. et al. **Peixes de água doce da mata atlântica**. Conservação Internacional; São Paulo: FAPESP; CNPq, 2007.
- METCALFE, J.L. 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v.60, p.101-139.
- METZGER, J.P.; CASATTI, L. 2006. Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: o estado da arte do programa BIOTA/FAPESP. **Biota Neotropica**, v.6, n.2. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?point-of-view+bn00106022006>> Acesso em: 13 jan. 2008.
- MICHINEL, J.L.; FRÓES, T.B. 2007. A socialização do conhecimento científico: um estudo numa perspectiva discursiva. **Investigações em ensino de ciência**, v.12, n.3, p.369-381.
- MIEKLEY, J. 2005. Esl textbook evaluation checklist. **The Reading Matrix**, v.5, n2, p.1-19.
- MILES, P.M. 2007. Preservation of insect and plant specimens in transparent plastics. **Plant pathologi**, v.1, n.2, p.65-68.
- MILICIC, B. et al. 2008. Transposición didáctica y dilemas de los profesores em La enseñanza de física para no físico. **Investigações em ensino de ciências**, v.13, n.1, p.07-33.
- MILLER, J.S.; NAPLES, V.L. 2002. Forensic Entomology for the Laboratory-Based Biology Classroom. **The American Biology Teacher**, v.64, n.2,p.136-142.
- MINAYO, M.C. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho (1994) portaria n.º 25, de 29/12/1994. DOU 30/12/94 Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/Portarias/1994/p_19941229_25.pdf> Acesso em: 27 jan. 2009.
- MICHENER, W.K.; BRUNT, J.W. (Eds.) **Ecological Data: design, management and processing**. Oxford: Blackwell Science, 2000.
- MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Eds.). **Invertebrados marinhos. Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento no final do século XX**. Vol. 3. São Paulo: FAPESP, 1999.
- MINELLI A. Zoologia ai margini dell'accademia. In: PANDOLFI, A. **I rinogradi di Harald Stümpke e la zoologia fantastica**. Padova: F. Muzio, 1992.
- MONTALENTI, G. **L'evoluzione**. Einaudi Ed. Torino. 272 pag.
- MOREIRA C. 1903. Uma espécie nova de Amphipoda orchestídeo, que vive a 2240 metros sobre o nível do mar. **Archivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.12, p.187-190.
- MOREIRA, F.F.F.; RIBEIRO, J.R.I.; NESSIMIAN, J.L. 2006. Levantamento e chave de identificação para espécies de Gerridae, Hydrometridae e Mesoveliidae (Heteroptera:

- Gerromorpha) do Estado do Rio de Janeiro.. In: XXI Congresso Brasileiro de Entomologia, 21, 2006, Recife, PE. Resumos... Recife: SEB. v.1.
- MOREIRA, M.A. 2007. Aprendizagem significativa: da visao clássica à visao crítica. **Boletín de estudios e investigación**, n.8, p.83-98.
- MOREIRA KENSKI, V. **Educação e tecnologias. O novo ritmo da informação**. São Paulo: Papirus Editora, 2007.
- MORETTI, G. **Tricotteri. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane**. Perugia: Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1983.
- MORINO, H.; ORTAL, R. 1993. The identity of *Talitroides alluaudi* (Chevreux) (Amphipoda: Talitridae) with notes on a new locality. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v.2, n.106, p.332-338.
- MOTTA. **Enciclopédia di scienze naturali**. Nel mondo della natura, Vol.2. Milano: F. Motta Editore, 1962.
- MOULTON, T.P. Invertebrados aquáticos. In: Bergallo HG, Da Rocha CFD, ALVES, M.A.S (Org.). **A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2000, p. 45-52
- MUGNAI, R.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L. **Manual de identificação de macoinvertebrados do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2009.
- MUGNAI, R. Biomonitoramento e avaliação de ecossistemas de rios: adaptação de índice biológico para o Estado de Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. Dissertação [Mestrado] - Universidade Federal de Rio de Janeiro, Ciências Biológicas, Zoologia, 2005.
- MUGNAI, R.; GATTI, M.J. 2008. Infra-estrutura básica de suporte para o estudo de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v.12, n.3, p.506-519.
- MUGNAI, R.; OLIVEIRA, R.B.; LAGO CARVALHO, A. 2008. Adaptation of the Indice Biotico Esteso (IBE) for water quality assessment in rivers of Serra do Mar, Rio de Janeiro State, Brazil. **Tropical Zoology**, n.21, p. 57-74.
- NAÇÕES UNIDAS. 1972. Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Declaração de Estocolmo). Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/download.php?path=1gqilxr7vo6uqtyaq4lq.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2007.
- NARCHI, W. **Crustáceos: estudos práticos**. São Paulo: Polígono, 1973.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **National science education standards**. Washington DC: National Academy Press, 1996.
- NETO, J.M.; FRACALANZA, H. 2003. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.147-157.
- NICHOLLS, J. 2003. Methods in School Textbook Research International Journal of Historical Learning. **Teaching and Research**, v.3, n.2, p.11-27.

NIESER, N.; MELO, A.L. **Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1997.

NOGOVA, M.; HUTTOVA, J. Process of Development and Testing of Textbook Evaluation Criteria in Slovakia. In BRUILLARD, É. et al. (Ed.) **Caught in the Web or lost in the Textbook**. Paris: Jouve, 2006, p.333-340.

NOVELINO BARATO, J. 1999. Em Busca de uma Didática para o Saber Técnico. Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/BTS/303/boltec303d.htm>> Acesso em: 20 aug. 2007

NÚÑEZ, I.B.; RAMALHO, B.L.; SILVA, I.K.P.; CAMPOS, A.P.N. 2003. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, p. 1-12. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/427Beltran.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2005.

OBBERG, K. 1960. Cultural shock: adjustment to new cultural environments. **Practice of Anthropology**, v.7, p.177-182.

OHIO ENVIRONMENTAL AGENCY. Disponível em: <<http://codes.ohio.gov/oac/3745>> Acesso em: 20 aug. 2007.

OLEWNIK, A.; KEMPER, L. 2008. Limitations of the House of Quality to provide quantitative design information. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.25, n.2, p.125-146.

OLIFIERS, M.H. Estudo de comunidades de Plecoptera (Insecta) em rios com diferentes condições ambientais no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. Dissertação [Mestrado]. Universidade Federal de Rio de Janeiro, Ciências Biológicas, Zoologia, 2005.

OLIFIER, M.H.; DORVILLÉ, L.F.M.; NESSIMIAN, J.L. 2004. A key to brazilian genera of Plecoptera (Insecta) base on nymphs. **Zootaxa**, v.65, p.1-15.

OLIVEIRA BLEY DA SILVEIRA, R. 2009. Desenvolvimento de um índice multimétrico rápido baseado na comunidade de macroinvertebrados bentônicos para avaliação da integridade ecológica de riachos do complexo Guapiaçu-Macacu, RJ. Rio de Janeiro, Instituto de Biologia/UFRJ, M.Sc., Ecologia. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGE. xiii+ 107p.

ONU. Organização das Nações Unidas. 1992. Agenda 21. Disponível em: <http://www.agua.bio.br/botao_d_R.htm> Acesso em: 20 ago. 2007.

ORLANDI, E. **A linguagem e seu funcionamento. As formas do discurso**. Campinas: Pontes, 1996.

ORSBORN, E.E. *Interdisciplinary Outdoor Education, Insects*. Washington: Outdoor Education, 1988.

OTERO, J.; CAMPANARIO, J.M. 1990. Comprensión evaluation and regulation in learning from science texts. **Journal of Research in Science Teaching**, v.27, n.5, p.447-460.

OWLIA, M.S.; ASPINWALL, E.M. 1997. TQM in higher education –a review. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.14, n.5, p.527-543.

- PAYNE, D.A. **Designing educational project and program evaluations: A practical overview based on research and experience.** Boston: Kluwer, 1994.
- PAPAVERO, N.; MARTINS, U.R. Itens da publicação taxonômica. In: PAPAVERO, N. (Org.). **Fundamentos práticos da taxonomia zoológica: coleções, bibliografia, nomenclatura.** Belém: Museu Paranaense E. Goeldi, 1983.
- PAPAVERO, N. et al. **História da biologia comparada. Desde o Gênesis até o fim do Império Romano do Ocidente.** Ribeirão Preto: Editora Holos, 2000.
- PAULSON, G.S. **Handbook to the construction and use of insect collection and rearing devices: a guide for teachers with suggested classroom applications.** Springer Editor, 2005.
- PAPROCKI, H.; HOLZENTHAL, R.W.; BLAHNIK, R.J. 2004. Checklist of the trichoptera (insecta) of Brazil. **Biota Neotropica**, v.4, n.1, p.125-146.
- PASSOS, M.I.; NESSIMIAN, J.L.; FERREIRA, N. 2007. Chave para identificação dos gêneros de Elmidae (Coleóptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, n.51, v.1, p.42-53.
- PASSOS, M.I.S.; NESSIMIAN, J.L.; DORVILLÉ, L.F.M. 2003. Distribuição espaço-temporal da comunidade de Elmidae (Coleoptera) em um rio na Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. **Boletim do Museu Nacional**, n.509, p.9-18.
- PATTON, M.Q. **Qualitative evaluation and research methods.** 2nd ed. Newbury Park: Sage Publications, 1990.
- PEREIRA MAGALHÃES, Jr.A. **Indicadores ambientais e recursos hídricos.** Realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. São Paulo: Bertrand, 2007.
- PERES, F.M.; MEIRA, L. 2005. Avaliação de software educacional centrada no diálogo. **Educação e Cultura Contemporânea**, v.2, n.4, p.31-57.
- PERREIRA, R.; SCÄFFER, A.; LANZER, R. 2005. Sistema de informação geográfica regional ambiental (SIGRA): monitoramento limnológico na Serra Gaúcha. Biomonitoramento informatizado: uma ferramenta para gestão das informações tecnológicas sobre o recurso hídrico. X Congresso brasileiro de limnologia. Ilhéus (BA), 24-29 julho de 2005.
- PERRENOUD, P. Avaliação. **Da excelência à regulação das aprendizagens.** Porto Alegre: Artmed Editora, 1999.
- PETTS, G.E.; NESTLER, J.; KENNEDY, R. 2006. Advancing science for water resources management. **Hydrobiologia** v.565, p.277-288.
- PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia.** Rio de Janeiro: Ed Forense, 1966.
- PILLAR, V.P. Suficiência amostral. In: Bicudo CEM, Bicudo DC (Org.). **Amostragem em limnologia.** São Carlos: RIMA, 2004.
- PINHEIRO CORRÊA, M.N.; BOTELHO, C.; NUNES, B. 2008. A avaliação de material didático impresso para uma aprendizagem independente e individualizada do nead da uema e o seu significado instrucional. Trabalho apresentado no congresso internacional de Educação

a distancia Santo-SP 14-17 set. Disponível em:
<<http://www.abed.org.br/congresso2008/tc/5112008110237PM.pdf>> Acesso em: 17 feb 2009.

PINHEIRO, U.S. Contribuições à taxonomia e biogeografia das esponjas de águas continentais brasileiras. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. Tese [Doutorado]. Universidade Federal de Rio de Janeiro, Ciências Biológicas, Zoologia, 2007.

PITMAN, G.; MOTWANI, J.; KUMAR, A.; CHENG, C.H. 1996. QFD application in an educational setting A pilot field study. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.13, n.4, p.99-108.

PLENET S. 1995. Freshwater amphipods as biomonitors of metal pollution in surface and interstitial aquatic system. **Freshwater Biology**, v.33, p.127-137.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO. **Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani**. 2. ed. Trento: Provincia Autonoma di Trento, 1992.

QUAGLIO, F. 2006. Preliminary investigations of disease-causing organisms in the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* complex from streams of northern Italy. **Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture**, v.380-381, p.1271-1290.

RAVERA, O. 2001. Monitoring of the aquatic environment by species accumulator of pollutants: a review. **Journal of Limnology**, v.60, n.1, p.63-78.

REICHARDT, H. 1973. A critical study of the suborder Myxophaga, with a taxonomic revision of the Brazilian Torridincolidae and Hydroscaphidae (Coleoptera). **Arquivos de Zoologia**, v.24, n.2, p.24-162.

RESH, V.H. 2007. Multinational, freshwater biomonitoring programs in the developing world: Lessons learned from African and Southeast Asian river surveys. **Environmental Management**, v.39, p.737-748.

RESH, V.H. 2007. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.138, n.1-3, p.131-138.

RESH, V.H.; MCELRAVY, E.P. **Contemporary quantitative approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman and Hall, 1993.

RESH, V.H.; UNZICKER, J.D. 1975. Water quality monitoring and aquatic organisms: the importance of species identification. **Journal Water Pollution Control Federation**, v.47, n.1, p.9-19.

REZENDE MONTEIRO, T.; GONÇALVES OLIVEIRA, L.; SPACEK GODOI, B. 2008. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP à bacia do Rio Meia Ponte – GO. **Oecologia brasiliensis**, v.13, n.3: 542-552.

RIBEIRO-COSTA, C.; ROCHA, R.M. (Org.) **Invertebrados: manual de aulas práticas**. Ribeirão Preto: Holos, 2006.

- RIGHI, G. Oligochaeta. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 4: Invertebrados de Água Doce.
- RIGHI, G. Oligochaeta. In: SCHADEN, R. (Ed.). **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil**, 17. Brasília: CNPq, 1984.
- RINDERHAGEN, M.; RITTERHOFF, J.; ZAUKE, G. 2008. Crustaceans as Bioindicators. In: GERHARDT, A. (Org.) *Biomonitoring of Polluted Water. Reviews on Actual Topics*. Ütikon-Zürich: Trans Tech Publications – Scitech Publications, 2008, p. 161-194.
- ROCHA, D.; DEUSDARÁ, B. 2005. Análise de Conteúdo e Análise do Discurso: aproximações e afastamentos na (re)construção de uma trajetória. **Alea**, v.7, n.2, p.305-322.
- ROCHA, O. Perfil do conhecimento de biodiversidade em águas doces no Brasil. In: LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. (Ed.). **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. São Paulo: Ed. Contexto, 2002, p.65-169.
- ROCHA, S.S.; BUENO, S.L.S. 2004. Crustáceos decápodes de água doce com ocorrência no Vale do Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, n.4, p.1001-1010.
- ROCHA, A.R.; BERNARDINO DE CAMPOS, G.H. 1993. Avaliação da qualidade de software educacional. **Aberto**, n.57, p.32-44.
- RODRIGUEZ, G. 1981. Decapoda. In: HULBERT, S.H.; RODRIGUEZ, G.; SANTOS, N.D. (Org.). **Aquatic biota of tropical South América**. Part. 1: arthropods. San Diego: San Diego State University, 1981. p. 41-51.
- ROGERS, C. **Freedom to Learn: A View of What Education Might Become**. (1st ed.) Columbus, Ohio: Charles Merrill, 1969.
- ROGGERO, R. 2007a. Qualificação e Competência: um Diálogo necessário entre Sociologia, Gestão e Educação para alimentar as Práticas Pedagógicas na Formação Profissional. Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/BTS/293/boltec293b.htm>> Acesso em: 20 aug. 2007.
- ROGGERO, R. 2007b. Breve Reflexão sobre as Relações entre Novas Demandas de Qualificação e Formação Profissional no Movimento do Capitalismo Contemporâneo. Disponível em: <<http://www.senac.br/INFORMATIVO/BTS/262/boltec262e.htm>> Acesso em 20 aug. 2007.
- ROLAUFFS, P. et al. 2004. Integration of the saprobic system into the European Union Water Framework Directive. **Hydrobiologia** v.516, p.285-298.
- ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Ed.). **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. New York: Chapman and Hall, 1993.
- RUSSEL, B. **A perspectiva científica**. Companhia Editora Nacional, 1969.
- SAHA, S.; BARROW, C.J. **River basin planing**. John Wiley & Sons Ltd, 1981.
- SAHUL HAMEED, A.S.; XAVIER, C.M.; ANILKUMAR, M. 2000. Tolerance of *Macrobrachium rosenbergii* to white spot syndrome virus. **Aquaculture**, v.183, p.207-213.

- SALLES, F.F. et al. 2004. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registrada para o Brasil. **Biota neotropica**. Disponível em: < <http://www.biotaneotropica.org.br>> Acesso em: 15 fev. 2005.
- SALLES, F.F. et al. 2004. Systematics, morphology and physiology. Baetidae (Ephemeroptera) na Região Sudeste do Brasil: novos registros e chaves para os gêneros no estágio ninfal. **Neotropical Entomology**, v.33, n.5, p.725-735.
- SALLES, F.F.; DA-SILVA, E.R.; HUBBARD, M.D. 2004a. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. **Biota Neotropica**, v.4, n.2. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br>> Acesso em: 20 jan. 2007.
- SALLES, F.F.; SILVA, E.R.; SERRÃO, J.E. 2004b. Baetidae (Ephemeroptera) na Região Sudeste do Brasil: novos registros e chave para os gêneros no estágio ninfal. **Neotropical Entomology**, v.33, n.5, p.725-735,
- SANTOS, J.R.; SOARES, P.R.R.; FONTOURA, L.F.M. Análise do conteúdo: a pesquisa qualitativa no âmbito da geografia agrária. In: XXIV Encontro Estadual de Geografia. Santa Cruz do Sul, RS; 2004. (Resumo Expandido).
- SCÄFFER, A.; LANZER, R. 2005. Biomonitoramento informatizado da qualidade de águas correntes na Serra Gaúcha, RS, Brasil. Biomonitoramento informatizado: uma ferramenta para gestão da informações tecnológica sobre o recurso hídrico. X Congresso brasileiro de limnologia. Ilhéus (BA), 24-29 julho de 2005.
- SCHMIDT-KLOIBER, A.; NIJBOER, R.C. 2004. The effect of taxonomic resolution on the assessment of ecological water quality classes. **Hydrobiologia**, v.516, p.269–283.
- SCHMIDT-KLOIBER, A. et al. 2006 The AQEM/STAR taxalist – a pan-European macro-invertebrate ecological database and taxa inventory. **Hydrobiologia**, v.566, p.325-342.
- SCRIVEN, M. The methodology of evaluation. In: TYLER, R.; GAGNE, R.; SCRIVEN, M. (Eds.), **Perspectives of curriculum evaluation**. Chicago: Rand McNally, 1967.
- SHACKEL, B. Usability-context, framework, definition, design and evaluation. In: SHACKEL, B.; RICHARDSON, S.J. (Eds.), **Human factors for informatics usability**, Cambridge: Cambridge University, 1991, p.21-37.
- SHIELD, M.J. 2005. Building a Methodology for the Comparison and Evaluation of Middle-Years Mathematics Textbook. In: CLARKSON, P. et al. (Eds.). Proc. 28 th Conf. of the Mathematics Education Research Group of Australasia,(Vol 2.), Melbourne: Merga, 2005, p.680-687.
- SILVA, J.S.V. Água de lastro e bioinvasão. In: SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C.L. (Org). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p 1-10.
- SILVA, C.R.O.; VARGAS, V.L.S. Avaliação da qualidade de software educacional. Em Anais do XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1996.
- SILVA, C.R.; GOBBI, B.C.; SIMÃO, A.A. 2005. O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método. **Organizações rurais e agroindustriais**, v.7, n.1, p.70-81.

SILVEIRA, F.L.; SCHLENZ, E. Cnidários. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 4: Invertebrados de Água Doce.

SIMONE, L. **Land e freshwater mollusk of Brazil**. São Paulo: Ed. Berna rdi, 2006.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A.P.; ALBUQUERQUE, V.S. 2006. História natural da infecção por Paragonimus: abordagem clínica e ecológica. Disponível em: <http://www.sopterj.com.br/Revista/2006/Vol_15_4/2006_4_atualizacao_historianatural.pdf> acesso em: 04 dez. 2007.

SKINNER, B.F. **Tecnologia do ensino**. Coleção ciência do comportamento. São Paulo: EPU, 1972.

SOLER, J.M. Planejamento de experimentos e pesquisa em limnologia. In: Bicudo CEM, Bicudo DC. (Org.). **Amostragem em limnologia**. São Carlos: RIMA, 2004, p.15-24.

SOUZA, C.P.; LIMA, L.C. **Moluscos de interesse parasitológico do Brasil**. 2 ed. Belo Horizonte: FIOCRUZ/CPqRR, 1997.

SOUZA, J.R.B.; ROCHA, C.M.C.; LIMA, M.P.R. 2005. Ocorrência do bivalve exótico *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad) (Mollusca, Bivalvia), no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, n.4, p.1204-1206.

STATZNER, B.; CAPRA, H.; HIGLER, L.W.G.; ROUX, A.L. 1997. Focusing environmental management budget on non-linear system responses: potential for significant improvement to freshwater ecosystems. **Freshwater biology**, v.37, p.463-472.

STATZNER, B.; BONADA, N.; DOLÉDEC, S. 2007. Conservation of taxonomic and biological trait diversity of European stream macroinvertebrate communities: a case for a collective public database. **Biodiversity and Conservation in Europe**, v.7, p.367-390.

STEHR, F.W. **Immature insects**. Vol. 2. Iowa: Kendall/Hunt publishing Company, 1991.

STEINER, T.M.; AMARAL, A.C.Z. Anellida. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T. (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: FAPESP, 1999. V. 4: Invertebrados de Água Doce.

SYMES, K.L.; ARMITAGE, P.D.; CANNAN, C.E. 1998. Application of the relational database approach to a nested study of biological and physical data from a lowland river. *Regulated Rivers: Research & Management*, v.13, n.2, p.185-198.

TACHET, H.; BOUNARD, M.; RICHOUX, P. **Introduction á l'étude des Macroinvertebrés des eaux douces**. Paris : C.R.D.P., 1987.

TAVARES, M.; MENDONÇA JÚNIOR, J. Introdução de Crustáceos Decápodes Exóticos no Brasil. In: Silva JSV, Souza RCCL. (Org). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004, p.59-76.

TESSMER, M. **Planning and conducting formative evaluations: Improving the quality of education and training**. Philadelphia: Kogan Page, 1993.

- THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; BOAVENTURA, M.F.F. 1998. A Survey of Freshwater Gastropods of the Microrregião Serrana of the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.93, p.233-234.
- THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; BOAVENTURA, M.F. 2001. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the State of Rio de Janeiro, Brazil: I- Metropolitan Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.96, p.177-184, supl. 1.
- THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; BOAVENTURA, M.F. 2002a. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: II- Centro Fluminense Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.97, n.5, p.621-626.
- THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; BOAVENTURA, M.F. 2002b. Freshwater Snails and Schistosomiasis Mansoni in the State of Rio de Janeiro, Brazil: III- Baixadas Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.97, p.43-46, supl. 1.
- THIENGO, S.C.; MATTOS, A.C.; BOAVENTURA, M.F. 2004a. Freshwater Snails and Schistosomiasis Mansoni in the State of Rio de Janeiro, Brazil: IV- Sul Fluminense Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.99, n.3, p.275-280.
- THIENGO, S.C.; MATTOS, A.C.; BOAVENTURA, M.F. 2004b . Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: V- Norte Fluminense Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.99, p.99-103, supl. 1.
- THIENGO, S.C.; MATTOS, A.C.; SANTOS, S.B. 2006. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: VI- Noroeste Fluminense Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.101, p.239-245, supl. 1.
- THOMÉ, J.; LEMA, T. **Dicionário de zoologia**. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1973.
- TROPICAL DISEASE RESEARCH. **Seventh programme report**. 1 January 1983-31 December 1984. Geneva: WHO, 1985.
- TUCKMAN, B.; EDWARDS, K.J. **Um modelo sistêmico para o planejamento e o controle institucional**. Minas Gerais: Universidade de Minas Gerais, 1971.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME – UNEP. **Convention on Biological Diversity: Text and Annexes**. Geneva: UNEP, 1994.
- UNITED STATES DEPARTMENT. 2008a. Safety and Health Programs. In: <<http://www.osha.gov/SLTC/safetyhealth/index.html>> Acesso em: 25 abr. 2008.
- UNITED STATES DEPARTMENT. 2008b. Diethyl phthalate. In: <http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_235200.html> Acesso em: 25 abr. 2008.
- UNITED STATES DEPARTMENT. 2008c Safety and Health Programs. Disponível em: <<http://www.osha.gov/SLTC/safetyhealth/index.html>> Acesso em: 25 abr. 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. **Abastecimento de água no meio rural**. 2007. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/a0.html?submit=voltar+ao+%cdndice>> Acesso em: 20 nov. 2007.

UNIVERSITY OF ARIZONA COLLEGE OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES AND THE UNIVERSITY OF ARIZONA LIBRARY. Tree of life Web Project. Disponível em: <<http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>> Acesso em: 17 jan. 2008.

USDA. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/r6/water/fhr/training.html>> Acesso em: 20 aug. 2007.

USSEGLIO-POLATERA, P.; BOURNAUD, M.; RICHOUX, P.; TACHET, H. 2000. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases? **Hydrobiologia** v.422/423, p.153–162.

USINGER, R.L. (Ed.). **Aquatic insects of Califórnia**. Berkeley: University of Califórnia Press, 1968.

VARGAS ZUÑIGA, F. Certificación y reconocimiento del aprendizaje: viejos problemas, nuevos desafíos. Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/BTS/311/boltec311b.htm>> Acesso em: 20 aug. 2007.

VASCONCELOS, S.D.; SOUTO, E. 2003. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v.9, n.1, p.93-104,

VAZ, J.F.; TELES, H.M.; CORREA, M.A. 1986. Ocorrência no Brasil de *Thiara (Melanoides) tuberculata* (Muller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia), the 1st intermediate host of *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1785) (trematoda, Platyhelminthes). **Revista de Saúde Pública**, v.20, n.4, p.318-322.

VERDONSCHOT, P.F.M. Porífera. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T. (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 4: Invertebrados de Água Doce.

VERDONSCHOT, P.F.M. et al. (Eds.). 2006. Aquatic Oligochaete Biology IX of the whole Class Oligochaeta? In the European Water Framework Directive (WFD: European Commission, 2000), a European need and approach Beyond masses and blooms: the indicative value of oligochaetes. **Hydrobiologia**, v.564, p.127–142.

VIANA ALVES, B.; FIGUEIREDO ANDRADA, C. 2008. Revisão de textos técnicos de Engenharia. **Educação Tecnológica**, v.13, n.2, p.09-18.

VINCEVIÈIENE, V.; PAMAKŠTYS, D. 2001. The Concept of Environmental Management Information Systems Development for the Transboundary River Management in the Eastern Baltic Region (Case of the Venta and the Lielupe River Basins). **Environmental research, engineering and management**, v.2, n.16, p.56-68.

VOLKMER-RIBEIRO, C. Porífera. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 4: Invertebrados de Água Doce.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; BATISTA, T.C.A. 2007. Levantamento de cauxi (Porífera, Demospongiae), provável agente etiológico de doença ocular em humanos, Araguatins, rio Araguaia, Estado do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.1, p.133-143.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; PAULS, S.M. 2000. Esponjas de agua dulce (Porífera, Demospongiae) de Venezuela. **Acta Biológica venezuelica**, v.20, n.1, p.1-28.

YOSHIDA, C.F.T.; CHAMAS, C.I.; DOS SANTOS TEPEDINO, J.L. 2005. Coleções biológicas: gestão, planejamento e propriedade industrial. I Simpósio Nacional de coleções científicas. Evento comemorativo dos 105 anos do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro 11-12 maio 2005.

WILDE, J.; SOCKEY, S. 1995. **Evaluation Handbook**. Evaluation Assistance Center-Western Region New Mexico Highlands University Albuquerque, NM. Disponível em: <http://ares.unimet.edu.ve/didactica/conti/Respaldo/Departamento%20de%20Did%20ctica/Materias/Semestre%2004-05A/Evaluaci%20Curricular/Evaluaci%20Curricular%20Maru/EVALUATION_HANDBOOK.doc> Acesso em: 10 ago. 2008.

WARD, J.V. **Aquatic insect ecology: biology and habitat**. New York: John Wiley & Sons, 1992.

WEBER, C.I. (Ed.). **Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface water and effluents**. Cincinnati: NERC/EPA, 1973.

WIGGINS, G.B. **Larvae of the North American Caddisly Genera (Trichoptera)**. 2. ed. Toronto: University of Toronto Press, 1996.

WITZING, J.F.; HUNTER, J.F.; AVAULT, J.W. Jr. 1986. Predation by dragonfly naiads *Anax junius* on Young crayfish *Procambarus clarkia*. **Journal of World Aquaculture Society**, v.17, p.58-63.

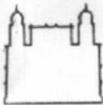
W. K. Kellogg Foundation. **Evaluation handbook**. Battle Creek: W. K Kellogg Foundation, 1998. Disponível em: <<http://www.wkkf.org/Pubs/Tools/Evaluation/Pub770.pdf>> Acesso em: 03 mar. 2009.

ZAITUNE PAMPLIN, P.A.Z. 2006. Bárbaras invasões biológicas. Disponível em: <http://www.fapepi.pi.gov.br/novafapepi/ciencia/documentos/Barbaras_Invasoes_Biologicas.PDF> Acesso em: 12 dez. 2007.

ZANCAN, G.T. 2000. Educação científica uma prioridade nacional. **São Paulo em perspectiva**, v.14, n.1, p.3-7.

12 Anexos

Anexo 1- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa CEP-FIOCRUZ



Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA-CEP/FIOCRUZ

Rio de Janeiro, 17 de fevereiro de 2009.

Carta: 010/09

De: CEP/FIOCRUZ

Para: - Dra. Riccardo Mugnai e
- Dra. Claude Pirmez

Prezados Senhores,

Estamos encaminhando o parecer do protocolo **399/07** intitulado **“Avaliação de manual para identificação de macroinvertebrados em apoio ao ensino não formal para capacitação técnica especializada em programas de biomonitoramento da qualidade de água”** com a deliberação de **APROVADO**.

Atenciosamente


Carla Dias Netto
Secretária Geral
CEP/Fiocruz

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
Fundação Oswaldo Cruz
Avenida Brasil, 4.036 - Sala: 705
Manguinhos - RJ. - CEP.: 21.040-360
Tels.: (21) 3882-9011 Fax: (21) 2561-4815
e-mail: etica@fiocruz.br

Anexo 2- Cartas da revista Educação & Tecnologia. Artigo: Transferência didática como problema pedagógico para o Ensino em programas de formação em biomonitoramento ambiental.

Caro autor,

A revista está finalizando impressão e será transportada a Belo Horizonte nos próximos dias. Em seguida, será enviada aos autores. Pedimos desculpas pela demora nos processos. Os problemas foram alheios à nossa vontade e mesmo ao nosso esforço.

cordialmente
comissão editorial

Em 5 de janeiro de 2011 10:43, Riccardo Mugnai <mugnai@ioc.fiocruz.br> escreveu:
Prezado Editor,
gostaríamos receber algumas informações relativa á publicação do artigo submetido e aceito na vossa revista.

Caro autor,

estimamos que o trabalho seja publicado ainda neste final de ano, mas não podemos precisar a data. Por segurança, consideremos dezembro.

cordialmente
comissão editorial

Revista Educação & Tecnologia
Coordenação Geral de Divulgação Científica e Tecnológica
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Em 8 de outubro de 2010 14:08, Riccardo Mugnai <mugnai@ioc.fiocruz.br> escreveu:
Prezado Editor,

a pedido de um dos co-autores estou enviando esta carta para solicitar informações relativas a possível data de publicação do artigo enviado em data 13/08/2010.

Atenciosamente
Riccardo Mugnai
Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental
Pavilhão Lauro Travassos
Instituto Oswaldo Cruz
Fundação Oswaldo Cruz
Av. Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
CEP 21045-900

Caro autor,

estimamos que a publicação seja impressa ainda neste semestre, mas por diversas razões, não podemos precisar uma data. O que é certo é que o artigo consta do n. 1, v. 15 da revista.

cordialmente
comissão editorial

**Anexo 3- Carta da revista Journal of Biological Education Educação & Tecnologia.
Artigo: Building a hands-on zoological teaching collection of invertebrates using
alcoholic gel.**

Decision Letter (RJBE-2010-0020.R2)

From: jbe@societyofbiology.org

To: mugnai@ioc.fiocruz.br

CC:

Subject: Journal of Biological Education - Decision on Manuscript ID RJBE-2010-0020.R2

Body: @@date to be populated upon sending@@

Dear Dr Mugnai:

Ref: BUILDING A HANDS-ON ZOOLOGICAL TEACHING COLLECTION OF INVERTEBRATES USING ALCOHOLIC GEL

We are pleased to accept your paper in its current form which will now be forwarded to the publisher for copy editing and typesetting. The Editor-in-Chief changed the wording of your revisions slightly so that it reads better.

You will receive proofs for checking, and instructions for transfer of copyright in due course.

The publisher also requests that proofs are checked through the publisher's tracking system and returned within 48 hours of receipt.

Thank you for your contribution to Journal of Biological Education and we look forward to receiving further submissions from you.

Sincerely,
Andrea Melendez
Journal of Biological Education
jbe@societyofbiology.org

Date Sent: 20-Apr-2011

Anexo 4- Cd Rom: para consulta da legislação e dos sites consultados