

A ECOTOXICOLOGIA NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Rafael Duarte Kramer^{1}; Júlio César Rodrigues de Azevedo²*

Resumo - A Gestão dos Recursos Hídricos é uma ferramenta que vem sendo aplicada em diversas regiões do Brasil, especialmente após a publicação da Lei das Águas (Lei 9,433/07). Segundo a lei federal, um dos instrumentos previstos para aplicação é o enquadramento dos corpos hídricos em classes de uso preponderante, porém para isso ocorrer é necessário ter um conjunto de dados sobre a qualidade hídrica dos corpos de água em questão. Para isso são realizadas diversas análises físicas e químicas, no entanto estas nem sempre retratam a real condição do recurso hídrico. Devido a isso, os testes ecotoxicológicos são apontados como uma análise importante no planejamento dos recursos hídricos, pois conseguem exprimir a real condição do meio ambiente, ou seja, a qualidade em que o ecossistema analisado se encontra. Entretanto, as legislações nacionais ainda estão muito aquém da utilização desse tipo de análise e apenas citam como uma forma de complementação dos ensaios de qualidade hídrica. Por mais que diversos países no mundo utilize esse tipo de metodologia para avaliar os impactos ambientais, nós ainda nos encontramos muito atrasados nessa questão.

Palavras-Chave: Ecotoxicologia; Gestão dos recursos hídricos; Legislação.

The ECOTOXICOLOGY IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Abstract - The Water Resources Management is a tool that has been applied in various regions of Brazil, especially after the publication of the Water Law (Law 9.433/07). Under federal law, one of instruments for application is the classification of water bodies in classes preponderant use, but it needs to have a set of data on the water quality of water bodies. For that, this are made various physical and chemical analysis, however these do not always show actual condition of the water resource. Because of this, the ecotoxicological tests are pointed out as an important analysis in water resources planning, since they can express the real condition of the environment, the capacity in which the ecosystem is analyzed. However, the national laws still far the use of analyzes and only cite as a form of complementation tests of water quality. As much as many countries in the world use this type of methodology to assess the environmental impacts, we still are late in this issue.

Key-words: Ecotoxicology; Management of water resources; Legislation.

INTRODUÇÃO

A água é um dos mais vitais e talvez um dos principais bens da população mundial, porém, a sua situação global é preocupante. Sabe-se que apenas 2,5% da água mundial é doce, estando a maior parte dessa água aprisionada na forma de gelo e neve, sobrando apenas 1% do total para o consumo humano. Outro fator a considerar é que parte desse percentual encontra-se contaminado pela ação antropogênica. Entre as fontes antropogênicas estão: os esgotos não tratados, as descargas químicas, vazamentos e derramamentos de petróleo, o descarregamento de lixo irregular, a contaminação por agrotóxicos vindos da lixiviação do solo, entre outras.

¹ * Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental - UFPR; email: rafael4606@hotmail.com

² Professor do Departamento de Química e Biologia - UTFPR; email: jcravevedo@hotmail.com

Com toda essa problemática a importância do cuidado com a água para a espécie humana é essencial. Em cima disso, por muito tempo a sua qualidade sempre esteve voltada para as necessidades humanas, dando ênfase para a potabilidade. No entanto, esta visão antropocêntrica tem induzido a interpretações errôneas perante a qualidade da água, a tal ponto de muitos considerarem que a água apropriada para o consumo humano é também, adequada para outros usos, como por exemplo, a proteção de organismos aquáticos. Essa hipótese de que a qualidade da água para humanos é a mesma, por exemplo, que para os organismos aquáticos é facilmente contestado com base em um dos fundamentos da Ecologia, o conceito de nicho ecológico (Bertoletti, 2012). Esse conceito é expresso como “o espaço físico ocupado por um organismo, incluindo o papel funcional desse organismo na comunidade e sua posição em gradientes ambientais que lhe dão condições de existência” (Odum, 1988). Portanto, como o homem não pertence a um nicho ecológico característico do ambiente aquático, pode-se afirmar que é impossível admitir que a percepção e requisitos humanos sejam os indicadores apropriados para avaliar a qualidade dos recursos hídricos como um todo.

Essa visão voltada para a espécie humana é refletida em diversas leis e resoluções mundo afora e no Brasil não é diferente. A lei aqui vigente perante os recursos hídricos é a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/97). De uma forma geral, ela estabelece os objetivos e as normas para a gestão das águas brasileiras, tendo como premissas seu caráter público, a gestão participativa e integrada, a prioridade de uso para abastecimento humano e dessedentação de animais com garantia aos usos múltiplos e a definição da bacia hidrográfica como unidade de gestão.

Esta lei é baseada em alguns instrumentos que preconizam a qualidade da água, como é o caso do enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os seus usos preponderantes. Com base nisso foram criadas algumas resoluções que estabelecem os padrões de qualidade de água, como as resoluções do CONAMA. Elas agem como uma forma de instrumento regulador da qualidade da água e do controle de poluição da mesma. Na gestão dos recursos hídricos esse instrumento ajuda a inferir a que tipo de uso pode se dar a aquela água e também que tipo de poluição o efluente pode apresentar ao ser lançado no corpo aquático. Essas diretrizes são importantes em um contexto de outorga do uso da água, nas prioridades do uso da mesma e nos planos de cuidado da água.

Porém como já dito anteriormente, essas resoluções não contemplam o real impacto que a poluição hídrica tem no meio ambiente, apenas o impacto dela nos seres humanos. Portanto, como a gestão dos recursos hídricos é baseada nesse tipo de resolução, temos uma defasagem de informação da verdadeira qualidade da água para o meio ambiente (Bertoletti, 2012).

O CONAMA 357/05, por exemplo, estabelece limites de concentração para 86 substâncias químicas, porém mais de 70.000 agentes são usados cotidianamente em diversas atividades, sendo que a maior parte tem como destino final os corpos de água onde interagem com outras tantas substâncias presentes. Então fica claro que os instrumentos mais tradicionais na caracterização da qualidade das águas, a legislação e as análises químicas, não exprimem a devida condição dos organismos aquáticos. A interação que ocorre com as substâncias presentes na água não tem como ser medida por análises químicas tradicionais, bem como o efeito tóxico que a mistura dessas substâncias acarreta. Por outro lado, as comunidades biológicas aquáticas refletem a situação ecológica real do ecossistema em questão (qualidade física, química e biológica), integrando os efeitos dos diferentes agentes químicos e fornecendo uma medida dos impactos gerados (Barbour *et al.*, 1999).

Com base nesse contexto, o presente artigo tem a finalidade de mostrar a importância das análises ecotoxicológicas, na caracterização da qualidade do corpo hídrico e por consequência no planejamento da gestão dos recursos hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A busca de materiais para a discussão do tema proposto pelo presente artigo foi feita através de alguns sites de procura de artigos, como o Scielo (<http://www.scielo.org>) e o Google acadêmico (<http://scholar.google.com.br>). Foram escolhidos esses dois sites de procura para priorizar os artigos brasileiros, com o intuito de averiguar o conhecimento a respeito da temática de ecotoxicologia na gestão dos recursos hídricos.

Para a busca dos artigos foram selecionadas palavras-chave que envolvesse a temática proposta, tais como: ecotoxicologia, gestão de recursos hídricos, qualidade da água, enquadramento de corpos de água, CONAMA, entre outros.

A partir da busca foi feita uma compilação de ideias e proposta a discussão de alguns temas mais pertinentes como, os ensaios ecotoxicológicos, quais são eles, como podem ser aplicados para a análise de qualidade da água, a necessidade de padronização desse ensaio para a gestão dos recursos hídricos; a legislação brasileira perante a qualidade da água, enfocando quais são, quais os padrões que adotam e se abordam as análises ecotoxicológicas; o trato com a qualidade da água em outros países; e por fim a conclusão envolvendo a importância desse tipo de análise na formação do plano de gestão dos recursos hídricos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ensaio de ecotoxicologia

As análises químicas desenvolvidas em laboratórios e em campo por si só não tem a capacidade de retratar os impactos ambientais causados por poluentes antropogênicos, pois não conseguem demonstrar os efeitos tóxicos sofridos por um ecossistema. Somente os sistemas biológicos, por exemplo os organismos, podem detectar os efeitos tóxicos das substâncias poluentes. Dentro desse contexto que os testes ecotoxicológicos, ou bioensaios, tornam-se bastante abrangente e a sua importância aumenta na proporção que cresce a complexidade das transformações químicas no meio ambiente (Magalhães e Ferrão Filho, 2008).

As consequências biológicas determinadas nesses ensaios permitem detectar os efeitos tóxicos causados pela interação (antagônica, sinérgica, ou aditiva) entre as substâncias presentes em uma amostra de água ou efluente (Bertoletti, 2012). É importante ressaltar que essas interações químicas no meio ambiente não são passíveis de previsão com base somente em análises químicas convencionais.

Quando um organismo é exposto a algum estresse ambiental, seja por uma condição extrema ou por um agente tóxico, levando-o para fora de sua faixa ótima, algum processo biológico é comprometido. Além disso, a sensibilidade dos organismos a determinados agentes pode mudar em função das condições ambientais, como por exemplo, a temperatura, o pH e o nível alimentar (Goulart e Callisto, 2003). Levando em consideração essas alterações, os testes ecotoxicológicos são realizados com organismos indicadores, que tem como característica um pequeno limite de tolerância a determinadas substâncias químicas, apresentando alguma alteração, seja ela fisiológica, morfológica ou comportamental, quando expostos a algum tipo de poluente (Costa *et al.*, 2008).

Para detecção de despejos tóxicos no próprio ambiente, as amostras devem ser coletadas ou os organismos devem ser expostos em vários pontos localizados à montante do ponto de despejo, preferencialmente além da área de mistura e à jusante do ponto de descarte. Cuidados devem ser tomados para incluir uma área controle e uma área de recuperação, assim como várias estações intermediárias respeitando o gradiente de poluição (De Zwart, 1995). Uma situação onde há muitas

fontes de poluição é aquela onde há mais do que um despejo de efluente dentro do curso de água, de forma que seus efeitos podem sobrepor-se. Essa é a situação mais comum de ser encontrada. A avaliação toxicológica é particularmente útil para determinar se a combinação de efluentes causará algum efeito, pois estes efeitos podem ser medidos em combinação (De Zwart, 1995).

No meio ambiente, uma vez os compostos tóxicos carregados para dentro dos corpos de água, eles podem interagir diretamente com a biota por ingestão e contato, ou se depositar nos sedimentos. Este compartimento aquático, portanto, assume um papel de sumidouro temporário de poluentes, os quais sob determinadas condições ambientais podem ser liberados para a coluna de água afetando assim não só a fauna bentônica quanto à nectônica. Por isso, no monitoramento ecotoxicológico de ecossistemas aquáticos é importante, além de analisar a água, avaliar a toxicidade do sedimento (Magalhães e Ferrão Filho, 2008).

Em laboratório, as exposições são feitas em diferentes concentrações da substância alvo, dos compostos químicos, amostras de efluentes ou água bruta, por um determinado período de tempo. A exposição a um agente tóxico pode ser aguda, quando a concentração letal do agente tóxico é liberada em um único evento e rapidamente absorvida, ou crônica, quando o agente tóxico é liberado em eventos periodicamente repetidos, em concentrações subletais, durante um longo período de tempo (Schvartsman, 1991).

As legislações brasileiras na qualidade da água

O monitoramento da qualidade da água é uma ferramenta essencial no gerenciamento dos recursos hídricos, pois acompanha a evolução das ações antrópicas e a qualidade dos ambientes aquáticos. Esse instrumento oferece importantes respostas para os sistemas de gestão no que diz respeito às tomadas de decisões, objetivando o controle e a proteção dos recursos hídricos (Umbuzeiro *et al.*, 2010).

Com base na Lei 9433/97, Política Nacional dos Recursos Hídricos, que norteia as diretrizes para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, foram estabelecidos alguns instrumentos de gestão. Um dos principais instrumentos de planejamento relacionados a garantir a disponibilidade qualitativa de água é o enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo seus usos preponderantes. Porém a ideia de enquadrar os corpos hídricos em classes é anterior a lei nacional. A gestão da qualidade das águas teve seu primeiro instrumento nacional publicado em 18 de junho de 1986, a Resolução CONAMA 020 (Pizella e Souza, 2008). Esta Resolução trouxe a primeira divisão das águas superficiais em classes, os parâmetros físicos e químicos necessários para o seu enquadramento e também as limitações de substâncias para os lançamentos de efluentes. Com isso, de certa forma, foram desprestigiados os pesquisadores que naquela época já apoiavam, baseados nas experiências de outros países, a introdução dos testes ecotoxicológicos (Branco, 1989).

Com o passar dos anos foi constatado que a resolução n° 20 do CONAMA continha diversas incoerências com relação aos padrões de qualidade, sendo alguns considerados muito restritivos para ser analisados com a capacidade tecnológica de controle da poluição existente no país e outros muito permissivos perante a qualidade ambiental requerida (Ferreira *et al.*, 2008). Assim esta resolução foi substituída, em 17 de março de 2005, pela resolução n° 357 do CONAMA, que teve algumas alterações significativas no que tange a qualidade dos corpos de água. Foram estipulados princípios mais protetores de qualidade hídrica; inclusão dos princípios de função ecológica da propriedade, da prevenção e precaução, além da necessidade de se manter o equilíbrio ecológico aquático; e alterou-se o número possível de classes para o enquadramento dos rios.

As maiores modificações na Resolução se deram em relação aos padrões de qualidade química, com adição de 19 parâmetros, além da flexibilização e aumento da exigência de alguns em

específico. Além dos padrões de qualidade da água, outra importante e esperada mudança realizada foi à exigibilidade de bioensaios para se investigar as interações entre as possíveis substâncias químicas presentes no meio aquático, como é mostrado no seguinte trecho da resolução: “as possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos” (artigo 8º, §4º).

Esta resolução acrescenta ainda que no caso de lançamento de efluentes líquidos industriais provenientes de indústrias químicas, petroquímicas e siderúrgicas, poderão ser estabelecidas exigências adicionais para cada caso específico, em termos de toxicidade crônica. Mesmo tendo a presença dos ensaios ecotoxicológicos, ainda sim a resolução determina que os órgãos ambientais estaduais serão responsáveis pela indicação da realização ou não destes testes. Esse fato ainda deixa as análises ecotoxicológicas como um fator de não obrigatoriedade em qualquer que for a condição ambiental, sendo apenas para ser usado em casos que já se espera uma toxicidade no efluente ou ambiente.

Outras resoluções do CONAMA também apontam para a realização de testes de ecotoxicologia, como é o caso do CONAMA 430/11, que é uma alteração/complementação do CONAMA 357/05 com relação aos efluentes líquidos, o qual atesta em seu artigo 18 que “O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.”. Isto fez com que os estados brasileiros, que ainda não possuíam critérios ecotoxicológicos, pudessem avaliar a qualidade dos efluentes. As resoluções CONAMA 344/04 e 393/07, também trazem à tona a importância da realização dos ensaios ecotoxicológicos.

Estas resoluções do CONAMA são legislações federais e por isso permitem a formulação de leis estaduais ou municipais mais restritas, de acordo com a necessidade de cada estado ou cidade brasileira, ficando livres para estabelecerem seus próprios limites de toxicidade. No Brasil a Companhia Estadual de Tecnologia Ambiental (CETESB-SP), a Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA-SC), a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA-RJ), a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM-RS), o Instituto Ambiental do Paraná (IAP-PR) e a Companhia Pernambucana de Meio Ambiente (CPRH-PE) sugerem a realização de análises de toxicidade com utilização de organismos padronizados internacionalmente, como um importante instrumento para a avaliação do impacto gerado por substâncias químicas ou efluentes lançados (Magalhães e Ferrão Filho, 2008).

No caso do estado do Paraná, no ano de 2010 foi publicada a resolução CEMA 081, que dispõe sobre critérios e padrões de ecotoxicidade para o controle de efluentes líquidos lançados em águas superficiais no presente Estado. Em seu primeiro artigo a resolução trata sobre “Fixar critérios e padrões de emissão relativos a ecotoxicidade de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas doces, salinas e salobras no estado do Paraná, para fins de licenciamento e automonitoramento exigido pelo órgão ambiental competente e Instituto das Águas do Paraná na outorga e cobrança sobre o lançamento de efluentes”. Essa resolução atribui fatores de toxicidade aos efluentes e impõe limites a cada tipo de indústria geradora de efluentes tóxicos, possibilitando a melhoria gradual da qualidade do efluente lançado. Outro fator destoante da legislação estadual para as legislações federais é a imposição do tipo de análise ecotoxicológica que cada segmento industrial deve fazer, ou seja, que organismo deve ser utilizado para realização das análises.

Este tipo de imposição de análise é importante em um planejamento de gestão hídrica em uma bacia hidrográfica, pois com a padronização das análises é possível comparar os resultados obtidos e assim escolher qual o melhor uso para determinado corpo aquático. A falta de padronização das análises ecotoxicológicas mostrada pelas resoluções do CONAMA é um fator de enfraquecimento

na utilização dos bioensaios. Um gestor de recursos hídricos deve ter como comparar os resultados qualitativos de áreas distintas para conseguir tomar a melhor decisão possível.

A ecotoxicologia na legislação de outros países

Historicamente os Estados Unidos sempre foram marcados pelo seu pioneirismo em diversas áreas, inclusive na preservação do meio ambiente (Umbuzeiro *et al.*, 2010). Em 1972, a Agência de Proteção Ambiental Norte americana (USEPA) promulgou o “*Clean Water Act*”, legislação norteadora da gestão hídrica no país. Essa lei define como critérios para a caracterização da água parâmetros químicos, físicos e biológicos, sendo eles numéricos ou narrativos. Na determinação dos padrões de qualidade, todos os componentes do corpo hídrico são considerados (água, sedimentos e ecossistemas adjacentes), sob uma abordagem ecossistêmica. Com relação às análises biológicas, bioensaios, a USEPA permite a particularização, pelos Estados, dos parâmetros sugeridos por ela, porém é necessária uma avaliação das condições do corpo de água em questão, fazendo uma análise comparativa de sua biota aquática com a de um local tido como referência, por meio de observações na composição, diversidade e organização funcional das comunidades aquáticas. Os parâmetros selecionados auxiliam na avaliação do impacto ambiental do corpo hídrico, permitindo uma análise mais integrada do que a fornecida apenas pelas análises químicas, podendo influenciar o enquadramento da utilização do corpo aquático quando aos seus futuros usos. De uma forma geral a USEPA recomenda a utilização de abordagens multimétricas que informem a riqueza de espécies, a composição trófica e a abundância e biomassa das diversas categorias biológicas (USEPA, 1990).

A Austrália e a Nova Zelândia também possuem um instrumento federal que auxilia na proteção dos recursos hídricos local e que é baseado nas pesquisas desenvolvidas pelos seus próprios órgãos ambientais (Pizella e Souza, 2007). Esses países tem como um de seus principais instrumentos o “*Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality (Water Quality Guidelines)*” (ANZECC, 2000). Apesar de não possuir caráter mandatário, o instrumento funciona como um guia para que os estados e territórios na Austrália e os conselhos regionais na nova Zelândia, de forma integrada e cooperativa, estabeleçam seus próprios objetivos e padrões de qualidade hídrica, tendo em vista a proteção dos usos antrópicos e dos ecossistemas aquáticos. Para tanto, adota-se uma abordagem ecossistêmica que considere todos os elementos da bacia hidrográfica e inclua tanto as águas doces quanto às costeiras e subterrâneas (ANZECC, 2000). Todos os fatores que influenciam a qualidade hídrica são avaliados na elaboração dos objetivos e padrões de qualidade, tais como os elementos físicos, químicos e biológicos da água, sedimentos, características hidromorfológicas e usos do solo. Os elementos biológicos possuem grande ênfase (estrutura e funcionamento das comunidades), como forma de identificar os impactos e também para a análise da eficácia de estratégias tomadas para recuperação de regiões. Um fator importante apresentado é a preocupação com a correlação entre os parâmetros químicos relevantes e suas máximas concentrações a nível de proteção desejada às comunidades biológicas, ou seja, os valores estipulados para as substâncias químicas devem estar de acordo com o proposto por meio de testes de toxicidade com indicadores biológicos. Da mesma forma que a lei americana, esse instrumento permite a particularização dos parâmetros estabelecidos, para cada região a ser aplicado.

A Comissão Europeia promulgou em 23 de setembro de 2000 uma política de águas, o *Water Framework Directive* (WFD), documento de caráter mandatário que tem por objetivo a proteção de todas as águas da Comunidade, por meio da prevenção da degradação e da melhoria ou manutenção do bom estado ecológico e químico das águas superficiais e o bom estado químico e hidrológico das águas subterrâneas (EC, 2005). O objetivo deste documento é garantir a qualidade das águas superficiais da U.E e alcançar o “bom estado ecológico” e o “bom estado químico da água”, com

um prazo fixado para 2015 (Pizella e Souza, 2007). Ainda nesse documento é feita a escolha dos tipos de elementos que devem ser determinados no processo de avaliação dos corpos hídricos, subdivididos em três grandes grupos: biológicos, hidromorfológicos e físicos e químicos. De acordo com os resultados obtidos é feito o enquadramento dos corpos hídricos em uma das classes especificadas no documento. A definição da classe de qualidade é dada pelo menor valor obtido pelas avaliações biológicas ou químicas, bastando apenas a determinação de um desses elementos para o enquadramento final. Esse fato reforça a importância da caracterização biológica no processo de enquadramento e posterior gestão dos recursos hídricos da U.E..

CONCLUSÕES

O avanço das legislações brasileiras perante o uso das análises ecotoxicológicas é notória e importante em um contexto de planejamento dos recursos hídricos. Os bioensaios trazem uma confiabilidade de resultados de qualidade hídrica muito relevante para um tomador de decisões. As análises químicas também são importantes neste contexto, pois conseguem mostrar o que de fato está interferindo no meio, porém somente os testes ecotóxicológicos mostram o real impacto de um contaminante. Além do que, um teste ecotóxicológico pode substituir diversas análises químicas, o que torna o monitoramento dos corpos hídricos muito mais viável para regiões com escassez de recursos financeiros. Porém para que esse tipo de análise torne-se frequente na gestão hídrica, é preciso de um impulso por parte das legislações federais, pois somente elas podem sentenciar o uso dessas análises e também padronizá-las.

As informações resultantes dos bioensaios tornam-se muito importante em um contexto de elaboração de um plano de gestão hídrica em uma baía hidrográfica, pois auxiliam na definição do enquadramento e posterior monitoramento dos corpos de água. Muitos países já aderirão a utilização das análises ecotoxicológicas, pela sua importância ambiental e principalmente pela rápida resposta da qualidade ecológica do meio ambiente. Para os tomadores de decisão das bacias hidrográficas, esse tipo de resultado é essencial no planejamento do futuro a ser dado para um recurso hídrico que poderá ser utilizado pela população da região.

REFERÊNCIAS

- ANZECC (2000). An introduction to the Australian and New Zealand Guidelines for fresh and marine water quality. ANZECC, Canberra, 24 p.
- BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D.; STRIBLING, J.B. (1999) Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2 ed. EPA 841-B-99-002, U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- BERTOLETTI, E. (2012) A Presunção Ambiental e a Ecotoxicologia Aquática. *Revista das Águas*. ano 6, n. 12
- BRANCO, S.M. (1989) Considerações sobre a Nova Legislação Brasileira de Qualidade de Águas. *Revista DAE*, v. 157, n. 49, pp. 185-187.
- BRASIL. (1997) Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília.
- BRASIL. (2004) Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 344 de 2004, Brasília.
- BRASIL. (2005) Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 357 de 2005. Brasília.

- BRASIL. (2007) Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n°. 393 2007. Brasília.
- BRASIL. (2011) Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n°. 430 de 2011. Brasília.
- CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (2010). CEMA n° 081 de 2010, Curitiba.
- COSTA, C. R.; OLIVI, P.; BOTTA, C .M. R.; ESPINDOLA, E. L. G. (2008) A Toxicidade em Ambientes Aquáticos: Discussão e Métodos de Avaliação. *Química Nova*, v. 31, n. 7, 1820-1830.
- DE ZWART, D. (1995) *Monitoring Water Quality in the Future*. Biomonitoring. National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM). Ithoven, The Netherlands, 92p.
- EUROPEAN COMISION (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. E.U., 72p.
- FERREIRA, M.I.P.; SILVA, J.A.F.; PINHEIRO, M.R.C. (2008) Políticas Públicas e gerenciamento de recursos hídricos. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, v. 2 n. 2, pp. 133-167.
- GOULART, M.; CALLISTO, M. (2003) Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, ano 2, n. 1, pp. 1-9.
- MAGALHAES, D.P.; FERRAO FILHO, A.S. (2008) A Ecotoxicologia como ferramenta no Biomonitoramento de Ecossistemas Aquáticos. *Oecol. Bras.*, v. 12, n.3, pp. 355-381.
- ODUM. E. P. (1988) *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 434 p.
- PIZELLA, D. G.; SOUZA, M. P. (2007) Sustentabilidade e classificação das águas doces superficiais. *Engenharia Sanitária Ambiental*. v. 12, n. 2, pp. 139-148.
- SCHVARTSMAN, S. (1991) *Intoxicações agudas*. São Paulo: Editora Sarvier, 355p.
- UMBUZEIRO, G. A.; KUMMROW, F.; REIS, F. F. C. (2010) Toxicologia, Padrões de Qualidade de Água e a Legislação. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*. v.5, n.1, pp. 1-15.
- USEPA. The Conceptual Framework. In: *Biological Criteria: National Program Guidance for Surface Waters*. USEPA-440/5-90-004, cap.3