

AVALIAÇÃO DA LEGISLAÇÃO PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES EM RELAÇÃO À ECOTOXICIDADE.

Edna dos Santos Almeida (*), Edson Valmir Cordova Rosa, Joana Fidelis da Paixão

* Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

RESUMO

A preocupação com os poluentes e seus impactos é permanente. Atualmente, milhares de compostos químicos são desenvolvidos e estão presentes nos resíduos industriais e também em águas sanitárias, porém pouco se conhece o potencial tóxico desses contaminantes. A crescente preocupação com o controle da poluição e qualidade das águas levou ao desenvolvimento de técnicas mais eficazes para a análise ambiental, a exemplo de testes de biotoxicidade. Assim alguns países desenvolvidos aplicam essas técnicas conjuntamente com as análises químicas onde os mesmos conseguiram controlar e recuperar ambientes poluídos. Este trabalho tem por objetivo avaliar a legislação para o lançamento de efluentes em relação aos critérios e tipos de testes de ecotoxicidade no Brasil. Para isto, realizou-se um levantamento das legislações que tratam dos critérios para avaliar a toxicidade de efluentes. Observa-se que as normas estaduais diferem um pouco nos seus critérios, porém todas com o mesmo objetivo de redução da toxicidade e de assegurar a qualidade ambiental do ecossistema onde o efluente é lançado. Ressalta-se que os estudos mais detalhados dos critérios podem ser visualizados nas respectivas normas. Entretanto, fica evidente que, para atender a legislação vigente, as empresas necessitam, além de realizar o monitoramento dos parâmetros para a avaliação dos padrões regulamentados para o lançamento de efluentes, realizar também a avaliação da toxicidade dos efluentes ditados pela Resolução CONAMA 430/2011. Algumas medidas podem ser tomadas quando a empresa não consegue enquadrar seus lançamentos, exemplo: identificar toxicidades das correntes de geração de efluentes antes, separar essa corrente do fluxo total de lançamento, tratar separadamente, tentar identificar através de uma estratégia prática como AIT ou TIE para identificar qual é o poluente ou a classe de poluentes responsáveis pela toxicidade. Este trabalho permitiu avaliar o avanço no controle ambiental dos efluentes industriais no Brasil. Somente 5 estados promulgaram legislação para lançamento de efluentes anteriores à Resolução CONAMA 430/2011, estabelecendo critérios que devem ser seguidos pelas empresas para avaliação do lançamento de efluentes em ecossistemas hídricos, de forma a garantir que não haverá alteração qualidade ambiental dos corpos d'água. Percebe-se, portanto, que a maioria dos estados brasileiros ainda não possui legislação específica, contudo as empresas devem seguir, se adequar e atender os critérios da Resolução CONAMA nº 430/2011.

PALAVRAS-CHAVE: Poluentes, Ecotoxicidade, Legislação, Efluentes, Controle Ambiental.

INTRODUÇÃO

O controle ambiental tem sido cada vez mais severo em relação ao grande número de poluentes que surgem no cotidiano. Atualmente cerca de 11 milhões de substâncias são mencionadas na literatura científica. Estima-se que cerca de 70 mil são de uso cotidiano, sendo que 1 a 2 mil novas substâncias são adicionadas na lista anualmente, e pelo menos 2 mil dessas substâncias tem seus efeitos tóxicos conhecidos.

Em virtude do grande número de compostos químicos que potencialmente podem chegar às águas e a presença de inúmeras substâncias que ocorrem em rios mediantemente poluídos, faz-se necessário uma avaliação ecotoxicológica com organismos representantes do nível trófico aquático juntamente com a avaliação química para se obter uma real avaliação da qualidade das águas e efluentes. Essa avaliação conjunta é necessária devido ao efeito do sinergismo ou antagonismo de substâncias químicas presentes na água, os quais só podem ser avaliados por testes ecotoxicológicos, sendo os efeitos agudo ou crônico, pois somente as análises químicas não nos quantificam os efeitos dos poluentes. A quantificação de uma substância química (micropoluentes) em uma amostra não nos indica a forma na qual esta substância se encontra (especificação), pois ela pode estar na forma iônica ou livre, pode estar complexada ou ainda na forma de um composto insolúvel. É a especificação quem condiciona a biodisponibilidade, sendo que a biodisponibilidade é um dos principais parâmetros que condicionam a toxicidade. Além do mais, os efluentes sempre são misturas complexas de micropoluentes que interagem entre si e com o meio receptor; estas interações podem gerar substâncias mais tóxicas do que seus precursores. Assim, uma análise ecotoxicológica é necessária e complementar a análise físico-química na avaliação do impacto ambiental causado por uma mistura complexa (ROSA et al, 1999).

Atualmente, todo estudo ecotoxicológico compreende uma bateria de testes que utilizam diferentes organismos, representantes dos diferentes níveis tróficos dos ecossistemas. Como não existe um único organismo representativo para um ecossistema, a literatura descreve o uso de várias espécies de organismos vivos para poder avaliar impactos ambientais. Atualmente, predominam os Biotestes com quatro (4) organismos essenciais ao meio ambiente aquático como ex: bactérias, algas, dafnias e peixes, além destes, destacam-se o uso de plantas terrestres como bioindicadores e testes de genotoxicidade. A importância dos Biotestes pode ser depreendida quando se analisa o número de testes normalizados ou em vias de normalização nas diferentes instituições responsáveis pela gestão ambiental. Podemos citar como exemplos as normas desenvolvidas pela ISO - International Standard Organization (1990,1993 e 1994), ASTM - American Society For Testing And Materials (1994), USEPA - United States Environmental Protection Agency (1985a, 1994) e a AFNOR - Association Française De Normalisation (1982, 1986), (ROSA, et al, 1999).

Em termos práticos, existem várias abordagens com relação à aplicação dos Biotestes: a) abordagem regulamentadora: classificação do potencial tóxico das substâncias químicas; fixação de limites de rejeitos no ambiente. b) abordagem preditiva: previsão das consequências ambientais devidas aos rejeitos, proteção das espécies consideradas de maior interesse; proteção da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas. c) abordagem avaliativa: eficiência de um sistema de despoluição, controle da qualidade ambiental pré e pós rejeição de poluentes e ecotoxicomonitoramento.

A avaliação da toxicidade dos efluentes que chegam aos rios, bem como o monitoramento através de testes ecotoxicológicos padronizados, já são realidades nas legislações ambientais de países desenvolvidos como citado anteriormente e em desenvolvimento como Brasil, os quais utilizam na tomada de decisões ambientais para viabilizar ações corretivas apropriadas. No Brasil, é crescente o uso de biotestes nas legislações, principalmente nas etapas de licenciamento e aos pouco cresce no controle do lançamento dos efluentes. Como exemplo, o CONAMA 357/2005 já contempla exigências dessa natureza, mas sem muitos critérios. a CONAMA 430 vem a estabelecer critérios claros e objetivos de lançamento que podem ser utilizados por estados que ainda não possuem legislações próprias. Em 2011, foi promulgada a Resolução CONAMA N° 430, a qual estabelece padrões para lançamento de efluentes, substituindo e alterando os artigos das Resoluções CONAMA n°357/2005 e 396/2008 no que se refere a lançamento de efluentes em corpos hídricos. A Resolução CONAMA N° 430 estabelece critérios de ecotoxicidade para avaliar o efeito tóxico do lançamento do efluente no corpo receptor.

No que tange a avaliação ambiental é interessante ressaltar que avaliação da qualidade dos resíduos industriais ganha outra dimensão quando são realizados estudos conjuntos dessa natureza e podem ser ferramentas importantes para ajudar as indústrias na solução de problemas ambientais através da identificação de substâncias ecotóxicas, das correntes tóxicas e até mesmo identificar qual ou as classes de poluentes nos seus efluentes. Com estas informações é possível trabalhar na redução ou eliminação da toxicidade.

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento das legislações federal e estaduais vigentes relacionadas ao estabelecimento de critérios e padrões para avaliação da ecotoxicidade de efluentes. Este trabalho objetivou também discutir os métodos que as empresas devem adotar, no caso de não atenderem ao padrão de ecotoxicidade, visando identificar o agente tóxico e reduzir a toxicidade do mesmo, de forma a cumprir a legislação.

METODOLOGIA

Realizou-se um levantamento das legislações que tratam dos critérios para avaliar a toxicidade de efluentes. Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma análise comparativa em relação aos aspectos referentes à toxicidade de efluentes no que diz respeito aos critérios estabelecidos nas legislações federal e esta duas vigentes.

Foi feito ainda um levantamento dos métodos de identificação da toxicidade de efluentes como forma de indicar os passos a serem seguidos no caso do não atendimento dos padrões relacionados à toxicidade de efluentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Resolução CONAMA N° 430/2011 estabelece que: “... Na ausência de critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental para avaliar o efeito tóxico do efluente no corpo receptor...”. Desta forma mantém a diretriz de que os

estados podem estabelecer critérios para avaliar a toxicidade de efluentes, os quais podem ser mais restritivos que os das legislações estaduais.

Tabela 1. Compilação das legislações estaduais e federais

Ano	Legislação	Tipo de Ensaio	Critério
1990	NT-213.R-4 SET/1990- FEEMA (Rio de Janeiro)	Toxicidade aguda frente ao <i>Brachydanio rerio</i>	Unidade de Toxicidade - UT (vedado o lançamento de efluente com UT superior a 8)
2000	RESOLUÇÃO SMA Nº 03, de 22/02/2000 (São Paulo)	Agudo ou crônico, pelo menos três espécies de organismos aquáticos, variabilidade da toxicidade ao longo do tempo e, dispersão do efluente no corpo receptor	D.E.R = Diluição do Efluente no Corpo Receptor em função da Concentração Letal Mediana (CL50) para efeito agudo e do Efeito Não Observado- CENO para efeito tóxico; limites e organismos serão definidos pela CETESB para cada tipo de efluente
2002	PORTARIA Nº 017/02 – FATMA DE 18/04/2002. (Santa Catarina)	Toxicidade aguda dos efluentes de diferentes origens	Fator de Diluição para microcrustáceos – <i>Daphnia magna</i> e bactérias bioluminescentes de acordo com o tipo de efluente
2006	RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 129/ 2006 (Rio Grande do Sul)	Aguda em pelo menos três níveis tróficos; Crônica em pelo menos dois níveis tróficos; genotoxicidade	Fator de toxicidade (FT) em função da vazão
2010	RESOLUÇÃO 081/2010 – CEMA (Paraná)	Crônico ou agudo; pelo menos dois níveis tróficos; em função da classe do corpo receptor e do tipo de efluente Organismos: <i>Daphnia Magna</i> , <i>Vibrio Fisher</i> e Misidáceos para teste agudo; <i>Ceriodaphnia</i> <i>dúbia</i> , Ouriço-do-mar: <i>Scenedesmus subspicatus</i> , <i>Echinometra lucunter</i> ou <i>Lytechinus variegatus</i> ; <i>Skeletonema costatum</i> para teste crônico.	Efluente industrial: Fator de toxicidade (FT) Crônico - Concentração de efluente no Corpo Receptor-CECR ≤ Efeito Não Observado-CENO; Agudo: CECR ≤ valor da Concentração Letal Mediana (CL50) dividida por 10; ou ≤ a 30 dividido pelo Fator de Toxicidade (FT)*
2011	Resolução CONAMA nº 430 (Brasil)	Crônico ou agudo; pelo menos dois níveis tróficos; em função da classe do corpo receptor	Crônico - Concentração de efluente no Corpo Receptor- CECR ≤ Efeito Não Observado-CENO; Agudo: CECR ≤ valor da Concentração Letal Mediana (CL50) dividida por 10; ou ≤ a 30 dividido pelo Fator de Toxicidade (FT)*

* para corpos d'água classes 1 e 2

Observa-se que as normas estaduais diferem um pouco nos seus critérios, porém todas com o mesmo objetivo de redução da toxidade e de assegurar a qualidade ambiental do ecossistema onde o efluente é lançado.

A primeira regulamentação que surgiu estabelecendo critérios e padrões para ecotoxicidade de efluentes industriais foi a NT-213.R do estado do Rio de Janeiro em 1990, sendo que esta indicou o peixe *Brachydanio rerio* como organismo-teste para os ensaios de ecotoxicidade. Já a legislação de São Paulo, promulgada em 2000, estabelece testes com pelo menos três organismos-testes e traz como critério a Diluição do Efluente no Corpo Receptor em função da Concentração Letal Mediana (CL50) - D.E.R para efeito agudo e o Efeito Não Observado - CENO para efeito tóxico. Tanto esta legislação quanto a de Santa Catarina, PORTARIA Nº 017/02 – FATMA DE 18/04/2002, consideram a importância de estabelecer os limites em função do tipo de efluente industrial.

A norma do Rio Grande do Sul aparentemente apresenta critérios mais restritivos que as outras, pois a mesma apresenta critérios de genotoxicidade e exigência de testes para o mínimo de três organismos de diferentes níveis tóxicos. Por outro lado, a RESOLUÇÃO 081/2010 – CEMA (Paraná) estabelece os tipos de organismos-teste indicados para realização do ensaio de ecotoxicidade para cada tipo de efluente industrial, ou seja, considera a sensibilidade de espécie de organismos-testes frente a determinados agentes potencialmente tóxicos presente nos efluentes industriais de fontes distintas.

Os critérios, de modo geral, seguem dois tipos de estudos como o da Europa que usa o fator de diluição (FD) e do estilo americano de percentual de diluição, porém com o mesmo interesse de cálculo do Fator de Toxicidade. Após o reconhecimento dos efeitos tóxicos do efluente sobre os organismos descritos nesta norma, o órgão ambiental competente poderá, ao seu critério ou mediante solicitação, reavaliar a necessidade de manter todos os organismos, escolhendo o (s) organismo (s) mais sensível (is) para a continuidade do automonitoramento (RESOLUÇÃO 081/2010 – CEMA, PR).

A Resolução CONAMA n° 430/2011 estabelece que: “... Na ausência de critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental para avaliar o efeito tóxico do efluente no corpo receptor...”. Desta forma mantêm a diretriz de que os estados podem estabelecer critérios para avaliar a toxicidade de efluentes, os quais podem ser mais restritivos que os das legislações estaduais.

Ressalta-se que os estudos mais detalhados dos critérios podem ser visualizados nas respectivas normas. Entretanto, fica evidente que, para atender a legislação vigente, as empresas necessitam, além de realizar o monitoramento dos padrões de emissão dos parâmetros para a avaliação dos padrões regulamentados para o lançamento de efluentes, realizar a avaliação da toxicidade dos efluentes ditados pela Resolução CONAMA 430/2011.

Mas o que a empresa deve fazer no caso de não atender ao padrão estabelecido para toxicidade do seu efluente? Bem, neste caso a empresa deve tomar medidas para redução da toxicidade do efluente. Para isto necessitará saber qual agente (ou agentes, considerando a possibilidade de haver efeito sinérgico) presente no efluente causa a toxicidade do mesmo.

Para a identificação dos agentes responsáveis pelos efeitos tóxicos em efluentes industriais foram elaborados protocolos para a execução de estudos de Avaliação e Redução da Toxicidade - AIT ou TIE, do inglês “*Toxicity Identification Evaluation*” (USEPA, 1992; BURATINI, 2007).

Estes protocolos consistem em ensaios para isolar os agentes tóxicos presentes em uma amostra, em função de sua reação a uma série de manipulações físicas e químicas, abrangendo três fases progressivas:

- Fase 1 - Procedimentos para caracterização da toxicidade: fase de caracterização onde a amostra é dividida em alíquotas e cada uma destas é submetida a uma manipulação física ou química diferente, de modo a remover, alterar ou tornar biologicamente não disponível determinado grupo de agentes tóxicos
- Fase 2 - Procedimentos para identificação da toxicidade: com as sub-amostras resultantes de cada manipulação, realizam-se os teste de toxicidade para detectar ausência, redução ou continuidade dos efeitos, gerando informações sobre a natureza do agente tóxico.
- Fase 3 - Procedimentos para a confirmação da toxicidade: fase de confirmação visando à identificação do agente tóxico.

Na fase 1, amostras de efluente são submetidas à aeração (para eliminar compostos orgânicos voláteis), filtração (para remover os sólidos em suspensão), ajuste de pH (para provocar liberação de amônia e interagir com metais) adição de ETDA (para complexar metais e removê-los do efluente), adição de tiosulfato (para reagir com oxidantes), extração em coluna C18 (para avaliação de compostos orgânicos não-polares). Cada um destes ensaios gera amostras que são na fase 2 submetidas aos ensaios de toxicidade (BURATINI, 2007).

Assim, visando à redução dos custos, já que os ensaios de toxicidade são relativamente caros, com o histórico do efluente em questão, realiza-se primeiro o ensaio para avaliar uma hipótese de qual substância está causando a toxicidade do efluente (metais pesados ou composto orgânico, por exemplo). Com a informação da causa da toxicidade do efluente, devem-se tomar medidas para a redução da toxicidade do efluente, seja no controle do contaminante na fonte geradora ou melhoria do processo de tratamento do mesmo.

Caso o custo da realização da metodologia AIT por laboratórios especializados seja muito elevado para a empresa ou esta necessite de um resultado em um tempo menor para tomada de medidas mitigadoras, já que a metodologia do AIT é

um serviço bastante especializado e que demanda tempo para obtenção dos resultados confiáveis, a empresa pode optar por uma avaliação criteriosa do seu processo produtivo, mapeando detalhadamente todas as correntes geradoras de efluente, quais são os insumos e substâncias passíveis de serem encontradas no efluente. Neste mapeamento, as Fichas de Segurança dos Produtos Químicos (FISPQs), informações da literatura, dados e condições do processo podem contribuir para a identificação da substância e corrente de efluente que está ocasionando a toxicidade do efluente. Outra possibilidade é realização dos testes de toxicidade nas correntes internas do processo produtivo visando identificar as cargas tóxicas. Uma vez identificado a origem da toxicidade do efluente em determinada corrente do processo, pode-se tratá-la separadamente, o que certamente terá um custo menor do que tratar todo o volume de efluente da Estação de Tratamento de Efluentes industrial.

De posse destas informações, a empresa pode tomar medidas para reduzir a toxicidade do efluente, o que deverá ser devidamente comprovada através dos ensaios de ecotoxicidade, e assim, atender aos padrões de toxicidade estabelecidos pela legislação vigente. Além da avaliação da toxicidade das correntes dentro da indústria, estudos acadêmicos que envolvem a identificação dos compostos ou classe de compostos responsáveis pela toxicidade, são importantes e necessários para as ações de controle, monitoramento e gestão dos recursos hídricos e ambientes degradados, servindo de suporte para medidas mitigadoras e de redução de toxicidade.

CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu visualizar o avanço no controle ambiental dos efluentes industriais no Brasil. Somente 5 estados promulgaram legislação para lançamento de efluentes anteriores à Resolução CONAMA 430/2011, estabelecendo critérios que devem ser seguidos pelas empresas para avaliação do lançamento de efluentes em ecossistemas hídricos, de forma a garantir que não haverá alteração qualidade ambiental dos corpos d'água. Percebe-se, portanto, que a maioria dos estados brasileiros ainda não possui legislação específica, contudo as empresas devem seguir, se adequar e atender os critérios da Resolução CONAMA nº 430/2011.

Pode-se verificar que as legislações federal e estadual visam estabelecer critérios para avaliar a toxicidade de efluentes industriais que devem ser seguidos pelas empresas, de forma a assegurar a qualidade ambiental do ecossistema onde o efluente é lançado. No caso de a empresa verificar que não está atendendo ao padrão de lançamento relacionado à ecotoxicidade, a mesma deve se responsabilizar por identificar o agente tóxico no efluente, lançando mão da metodologia AIT ou de uma avaliação criteriosa do seu processo produtivo, e assim, tomar medidas para redução da toxicidade do efluente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KNIE J. L. W E LOPES E. Testes ecotoxicológicos; métodos, técnicas e aplicações - Florianópolis; FATMA/GTZ, p 289. 2004.
2. ROSA, E. V. C., SIERRA, M. M. S., and RADETSKI, C. M. Use of plant tests in the evaluation of textile effluent toxicity. *Ecotoxicology And Environmental Restoration*, 2, 56 – 61. 1999.
3. BURATINI, S. V., ARAGÃO, M. A., ARAÚJO R. P. A., PRÓSPERI V. A. WERNER L. I., Avaliação e Identificação da Toxicidade no Rio Baquirivu-Guaçu (Alto Tietê); *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, v. 2, n. 3, 257-262, 2007.
4. USEPA - United States Environmental Protection Agency. Short-Term Methods For Estimating The Chronic Toxicity Of Effluents And Receiving Water To Freshwater Organisms. 3rd. EPA 600/4-91/002, Cincinnati, OH, 341 p. , 1994.
5. USEPA - Environmental Protection Agency. Toxicity Identification Evaluation: Characterization of Chronically Toxic Effluents, Phase I, EPA/600/6-91/005F. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Environmental Research Laboratory, Duluth, MN. 1992.