

# ECOTOXICIDADE E LEGISLAÇÃO

Saiba o que é ecotoxicidade e conheça quais são os órgãos regulamentadores e os parâmetros exigidos para as indústrias no tratamento de seus efluentes

O setor tem buscado rastrear em seus processos fontes de toxicidade desde a matéria-prima até os insumos empregados na produção

**R**eduzir custos e otimizar processos, cuidar da operação e do controle. Essas são etapas indispensáveis na gestão do tratamento de efluentes da produção de papel e celulose para que seja possível alcançar bons resultados. Tais assuntos, já discutidos nos dois capítulos anteriores da Série Seminário Meio Ambiente, são completados nesta edição com as determinações e os avanços que devem ser seguidos para cumprir a legislação vigente e que dizem respeito ao controle ecotoxicológico desse mesmo efluente.

O que é ecotoxicidade? Por definição, é a equação das condições ambientais *versus* a atividade biológica, medidas pelos níveis requeridos no processo para proteger a vida aquática. “Trata-se dos níveis necessários nas etapas de reprodução, crescimento e sobrevivência e dos níveis requeridos para manter a população, o organismo e suas funções vitais”, explica Ana Luiza Fávoro, bióloga da empresa Acqua Consulting.

Nesse caso, há necessidade de se avaliar o que pode interferir nesse processo, ou seja, gerar toxicidade para o efluente nesse meio. Substâncias como metais pesados, compostos orgânicos voláteis, sólidos totais dissolvidos, orgânicos apolares e oxidantes levam toxicidade aos efluentes líquidos – tanto os gerados nos processos e quanto os tratados.

Nos efluentes resultantes do branqueamento podemos encontrar substâncias como tolueno, tetracloro guaiacol e tetracloro catecol. “Excetuando-se o tolueno,

as demais substâncias citadas apresentam átomos de cloro ligados a um núcleo benzênico (chamadas “substâncias organocloradas”). Já ficou comprovado por testes que, quanto maior o emprego de cloro no branqueamento, mais substâncias organocloradas serão geradas nos efluentes”, acrescenta Nei Lima, consultor ambiental.

Quais são, porém, os limites de toxicidade para esses materiais? Quais são os níveis considerados seguros? O Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) define que o efluente não deverá causar ou apresentar potencial para provocar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, conforme os critérios de ecotoxicidade. Atualmente, alguns Estados brasileiros adotam uma legislação descrita pelo seu respectivo órgão ambiental. **(Veja a tabela “Avanços na legislação” sobre os órgãos estaduais que avançaram no controle ecotoxicológico)**

A versão nacional da lei deverá ser aplicada apenas quando se verificar inexistência de legislação ou normas específicas. Nesse sentido, as exigências para o monitoramento dos efluentes mediante a utilização de ensaios de toxicidade passam, explicitamente, a vigorar em todos os Estados brasileiros.

É importante ressaltar que cada órgão tem a responsabilidade de especificar as vazões de referência **(Veja o exemplo da tabela “Padrões de lançamento de efluentes – Conama 430/2011 (Brasil)”)**, bem como os organismos e métodos de ensaio a serem utilizados e ainda a frequência desses testes.

## O processo de análise

O tipo de ensaio de toxicidade (agudo ou crônico) dependerá das exigências presentes na licença de operação da empresa ou na própria legislação ambiental. A princípio, uma amostra do efluente tratado deve ser coletada para atender à legislação (Art. 18 do Conama 430/2011) e encaminhada ao laboratório para análise.

Nessa etapa são realizados os ensaios da amostra do efluente. Organismos aquáticos pertencentes a diferentes níveis da cadeia trófica, ou seja, da cadeia



### Avanços na legislação

SMA 03/2000 (São Paulo)

Consema 129/2006 (Rio Grande do Sul)

Fatma 017/2002 (Santa Catarina)

Sema 081/2010 (Paraná)

Inea NT 202 (Rio de Janeiro)

Copam 1/2008 (Minas Gerais)

alimentar (como produtores – algas; consumidores primários – microcrustáceos; consumidores secundários – peixes e decompositores), são utilizados para esse fim. Mais frequentemente realiza-se o teste agudo com *Daphnia similis* e o crônico com *Ceriodaphnia dubia*. Os organismos – chamados de “organismos-teste” – são expostos a diferentes concentrações do efluente (por exemplo, 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, etc.) e mantidos durante o tempo predeterminado pelos métodos.

As seguintes diretrizes nacionais devem ser obedecidas para avaliar o efeito tóxico, de acordo com a Concentração do Efluente no Corpo Receptor (CECR), na ausência de ecotoxicidade estabelecida pelo órgão regional:

- Para efluentes lançados em corpos receptores de água doce, Classes 1 e 2; de águas salinas e salobras, Classe 1 – a concentração do efluente no corpo receptor (CECR) deve ser menor ou igual à concentração que não causa efeito crônico aos organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos;
- Para efluentes lançados em corpos receptores de água doce, Classe 3; de águas salinas e salobras, Classe 2 – a concentração do efluente no CECR deve ser menor ou igual à concentração que não causa efeito agudo aos organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos.

Em geral, as indústrias de celulose dispõem de um bom histórico de dados, embora fabricantes de papel de pequeno porte não costumem medir toxicidade, segundo Ana Luiza, da Acqua Consulting. “Já as empresas de celulose raramente apresentam toxicidade aguda em seu efluente tratado, mas apresentam toxicidade crônica, geralmente CENO\* entre 25% e 100%.” Em função disso, o setor tem buscado rastrear em seus processos fontes de toxicidade desde a matéria-prima até os insumos empregados na produção. “É importante salientar que muitos corpos receptores apresentam níveis de toxicidade elevados em função da disposição de efluentes municipais sem tratamento, o que tem mostrado a boa prática das empresas de verificarem os níveis de toxicidade do corpo receptor a montante do lançamento de seus efluentes”, acrescenta Lima. Antigamente, a principal fonte de geração de toxicidade no setor estava localizada na etapa do branqueamento, em função do emprego de seqüências desse processo que utilizavam cloro molecular. “Com o desenvolvimen-

to de tecnologias, como pré-designificação com oxigênio e seqüências de branqueamento ECF (Elemental Chlorine Free), ou seja, isentas de cloro molecular, os níveis de toxicidade foram reduzidos drasticamente”, destaca o consultor ambiental. Além do desenvolvimento tecnológico, segundo Lima, o monitoramento dos insumos mostrou-se uma prática eficiente para identificar e reduzir a toxicidade.

Feito isso, as empresas recebem um laudo e novos prazos para coletar outras amostras, valendo lembrar novamente que os valores de referência no Brasil variam de Estado para Estado, bem como sua regularidade. “Nossa legislação é muito coerente; o único problema que vejo refere-se à falta de clareza quanto à frequência com que as indústrias devem monitorar a toxicidade. Por isso, muitas indústrias monitoram apenas uma vez ao ano ou às vezes nem monitoram esse índice”, comenta a bióloga.

Caso a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) tenha sido diagnosticada com toxicidade – aguda ou crônica que seja –, existem vários tratamentos para remoção dos compostos tóxicos. **(Confira quais são na tabela “Tecnologias que removem a toxicidade”)** Para saber qual tratamento deve ser dado para remover a toxicidade, antes se deve detectar o composto ou os compostos responsáveis por essa toxicidade.

Tais avaliações podem basear-se no estudo Avaliação e Identificação da Toxicidade (AIT), que associa técnicas de fracionamento de amostras e testes de toxicidade (Fase I), análises químicas (Fase II) e confirmação da toxicidade (Fase III), fornecendo uma ideia mais precisa do tipo de composto envolvido na toxi-

Ana Luiza Fávoro: “Nossa legislação é muito coerente; o único problema que vejo refere-se à falta de clareza quanto à frequência com que as indústrias devem monitorar a toxicidade”

## Tecnologias que removem a toxicidade

Contaminante	Tratamento
Inorgânicos solúveis	Precipitação química
Inorgânicos insolúveis	Clarificação
Orgânicos insolúveis (biodegradáveis)	Flotação ou clarificação
Orgânicos coloidais (não biodegradáveis)	Métodos avançados; carvão ativado; membranas
Orgânicos solúveis (biodegradáveis)	Tratamento biológico

Fonte: Apresentação do Seminário Meio Ambiente – Ana Luiza Fávoro (2012) – Acqua Consulting

cidade para o ambiente aquático, como metais, ânions inorgânicos, compostos orgânicos polares e não polares, voláteis, oxidantes, etc.

Com os resultados obtidos nesse estudo, é possível tomar ações para reduzir ou até eliminar a toxicidade do efluente com melhorias na ETE ou adoção de soluções bem simples, como troca de matéria-prima.

A profissional da Acqua Consulting sugere uma boa operação no tratamento primário, a utilização do tanque pulmão, quando se tratar de efluentes conhecidamente tóxicos; monitoramento dos microrganismos e ensaios de respirometria, além da conscientização ambiental para uma produção mais limpa. ■

**Tabela - Padrões de lançamento de efluentes – Conama 430/2011 (Brasil):**

Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (não se aplica ao lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr+6
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr+3
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5mg/L C6H5OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

Fonte: Resolução CONAMA N° 430/2011

\*CENO (Concentração de Efeito Não Observado): maior concentração de agente tóxico que não causa efeito deletério estatisticamente significativo nos organismos no tempo de exposição e nas condições do teste.

**Nota:** a próxima edição apresentará o quarto e último capítulo da Série Seminário Meio Ambiente, com mais informações sobre o ozônio como tecnologia para tratamentos terciários e, ainda, alternativas de disposição final do lodo