

TRATABILIDADE DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA DE CARNES EM TERMOS DE TOXICIDADE AGUDA COM *Daphnia magna*

Eduardo Borges Lied⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental. Mestrando em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste de Paraná.

Leon Maximiliano Rodrigues

Biólogo. Doutorando em Ecologia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Endereço⁽¹⁾: Av. Brasil, 1318, Caixa Postal 56, Centro, Foz do Iguaçu/Paraná, CEP 85.857-970. Fone: (45) 3578-7220. e-mail: lied.eduardo@gmail.com

RESUMO

A carga intensa de efluentes industriais sobre os recursos hídricos tem conferido grande toxicidade a estes ecossistemas. Seu monitoramento químico, face à enorme diversidade de substâncias, tem se mostrado insuficiente no diagnóstico do problema, necessitando de uma abordagem mais sistêmica. Neste trabalho foi avaliada a eficiência de um sistema de tratamento na redução da toxicidade aguda do efluente líquido de abatedouro frigorífico utilizando o microcrustáceo *Daphnia magna* como bioindicador dos efeitos tóxicos. Os resultados foram expressos em termos de fator de toxicidade para *Daphnia magna* (FTd), bem como em CE(I)50, concentração efetiva inicial que causa efeito agudo a 50% dos organismos. Foi constatado que as amostras de todas as fases do tratamento apresentaram toxicidade aguda, sendo que a Lagoa Aerada e o Flotador Físico-Químico obtiveram os maiores valores, FTd de 32 e 64, e CE(I)50 de 13,57% e 3,12%, respectivamente. A eficiência total do sistema em termos de FTd foi de 75%; para CE(I)50 a eficiência foi de 71,57%.

PALAVRAS-CHAVE: abatedouro frigorífico, eficiência, **tratamento de efluentes**, toxicidade.

INTRODUÇÃO

O objetivo de se tratar efluentes líquidos, sejam domésticos ou industriais, é de se reduzir os danos potenciais a níveis aceitáveis para a proteção do ambiente. Um efluente líquido tem potencial para causar impacto quando a sua carga poluidora está acima da capacidade assimilativa do rio (ZAGATTO et al., 1992).

De uma maneira geral, segundo Goldstein (1988), duas abordagens tem sido normalmente utilizadas para avaliação e controle de agentes tóxicos presentes em efluentes industriais, que são: controle através de substâncias específicas; e controle do efluente como um todo.

Sabe-se que o controle de efluentes através de substâncias específicas está sendo realizado através das determinações estabelecidas pela legislação em vigor, tanto estadual quanto a nível federal. No entanto, segundo McKean (1980) citado por Goldstein (1988), ao se considerar a grande quantidade de substâncias passíveis de serem lançadas no ambiente aquático por atividades industriais, verifica-se que o número para as quais foram estabelecidos padrões através de legislação está muito aquém do que seria necessário para um controle efetivo, de modo que a abordagem pelo controle como um todo assume papel fundamental nessa lacuna.

De forma sucinta, a prática de controle do efluente como um todo se desenvolve através de testes de toxicidade nos quais os organismos aquáticos representativos são expostos a várias concentrações do efluente, sendo verificados os efeitos que os efluentes causam aos organismos-teste, os quais já traduzem o resultado final das ações aditivas, antagonicas e sinérgicas das substâncias biodisponíveis que os compõem sobre os organismos.

Assim, a toxicidade torna-se, nessa abordagem, a única variável a ser controlada (USEPA, 1985 citado por GOLDSTEIN, 1988).

Com a Resolução CONAMA 357/05 – que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes – o monitoramento da qualidade das águas no Brasil passou a ter uma nova dimensão. Nesta resolução, os testes ecotoxicológicos (incluindo os testes de toxicidade ou ecotoxicidade), são expressivamente indicados como métodos para avaliação da qualidade de corpos hídricos e efluentes (CASTRO, 2008).

Apesar disso, tradicionalmente, o controle de substâncias tóxicas não tem se constituído em objetivo importante na construção e operação de estações de tratamento de esgotos. Tem-se dado atenção quase que exclusiva a remoção de DBO, sólidos e outros poluentes convencionais.

Goldstein et al. (1983) alerta que a presença de agentes tóxicos em estações de tratamento de esgotos preocupa por várias razões, tais como: a atividade biológica pode se deteriorar, resultando em uma redução da eficiência do tratamento; agentes tóxicos podem passar inalterados através dos sistemas convencionais de tratamentos podendo comprometer a vida aquática no corpo receptor.

Nesse sentido, no âmbito do estado do Paraná, testes ecotoxicológicos utilizados pelo IAP (Instituto Ambiental do Paraná) respaldaram a avaliação do tratamento de efluentes de galvanizadoras e chorume de aterro sanitário na cidade de Curitiba (IAP, 1996 citado por KNIE, 1998).

Outros estudos mais recentes de avaliação da eficiência na redução de toxicidade em tratamentos convencionais de efluentes foram demonstrados por Nieto (2000), Hamada (2008) e Zagatto & Bertolotti (2006).

Diante disso, o corrente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho de um sistema de tratamento de águas residuárias de uma indústria de carnes na redução da toxicidade aguda para o microcrustáceo planctônico *Daphnia magna*.

METODOLOGIA UTILIZADA

O objeto de estudo é uma unidade de abatedouro frigorífico, situado na cidade de Medianeira, oeste do estado do Paraná. Essa unidade industrial é destinada para abate de suínos e seu processamento. Atualmente o tratamento de efluentes empregado é composto por: peneira estática + decantador + lagoa anaeróbia 1 + lagoa anaeróbia 2 + lagoa aerada de mistura completa + lagoa de decantação + flotor físico-químico.

Os ensaios de toxicidade foram realizados no Laboratório de Ecotoxicologia da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC (Santa Cruz do Sul, RS). Os métodos da rotina dos ensaios ecotoxicológicos seguem a NBR 12713 para *Daphnia magna* (ABNT, 2004) e os procedimentos descritos por Knie e Lopes (2004).

Estes ensaios consistem em expor indivíduos jovens do microcrustáceo *Daphnia magna* a várias diluições do efluente por um período de 48 horas, onde o efeito tóxico agudo é determinado através da perda de movimento dos organismos.

Para a realização dos testes de toxicidade, os neonatos com idade entre duas e 26 horas foram expostos a soluções contendo o efluente. A partir da amostra (efluente) é preparada uma série de diluições contendo água de diluição e a própria amostra. As amostras foram submetidas aos seguintes fatores de diluição: 1 (100%); 2 (50%); 4 (25%); 8 (12,5%); 16 (6,25%); 32 (3,125%) e 64 (1,562%). Os testes desenvolveram-se em duplicatas, conforme figura 1.

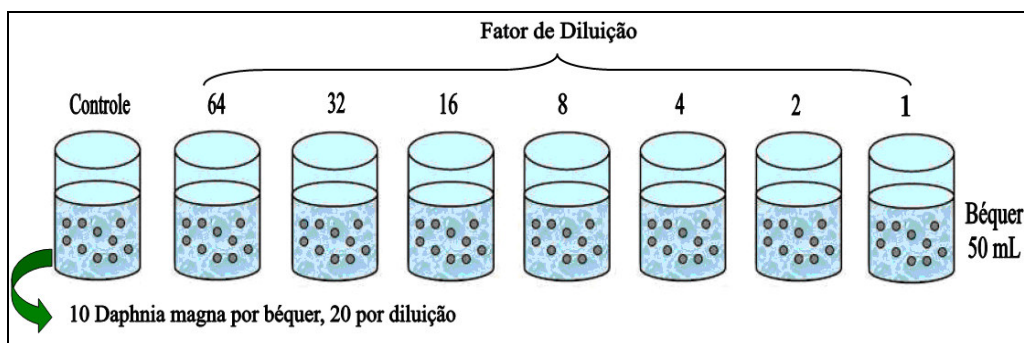


Figura 1: Teste de Toxicidade e seus Fatores de Diluição.

Fonte: Adaptado Brentano (2006).

Para a determinação da CE(I)50 foi utilizado um método estatístico computacional denominado *Trimed Spearman-Kärber for Calculation of EC50 and LC values in bioassays*, programa esse disponível no Laboratório de Ecotoxicologia da UNISC.

RESULTADOS OBTIDOS

Para efeitos de caracterização qualitativa dos resultados expressos em CE(I)50, Nieto (2000) propõe a consulta da Tabela 1 com o intuito de estabelecer a escala de toxicidade das amostras submetidas aos testes.

Tabela 1: Escala de Toxicidade.

Valores de CE(I) 50	Classes das Amostras
< 25%	Muito Tóxica
25% - 50%	Moderadamente Tóxica
51% - 75%	Tóxica
> 75%	Levemente Tóxica
Não Tóxica	Não tóxica

Fonte: Nieto (2000).

Com base na Tabela 1, os resultados mostram que três amostras (bruto, aerada e flotador) estão enquadradas como efluentes “muito tóxicos”. Na categoria de efluentes “moderadamente tóxicos” situaram-se duas amostras (lagoas 1 e 2). Nenhuma das amostras ficou classificada como somente “tóxica”. A amostra da Lagoa de Decantação enquadrou-se como “levemente tóxica”.

No dia da coleta das amostras foi aferida a vazão de momento do sistema, indicando um valor de 150 m³/h (0,0417 m³/s). O conhecimento do valor da vazão é importante para fins de classificação das atividades poluidoras de acordo com a Portaria IAP n° 019/2006. Este tipo de classificação estabelece a frequência com que devem ser monitorados alguns parâmetros. Com esta vazão o abatedouro frigorífico é enquadrado como Classe E, classificação essa que estipula uma frequência mensal no monitoramento do parâmetro de toxicidade. A figura 2 mostra a toxicidade em termos de FTd (fator de toxicidade para *Daphnia*) para as 6 (seis) amostras.

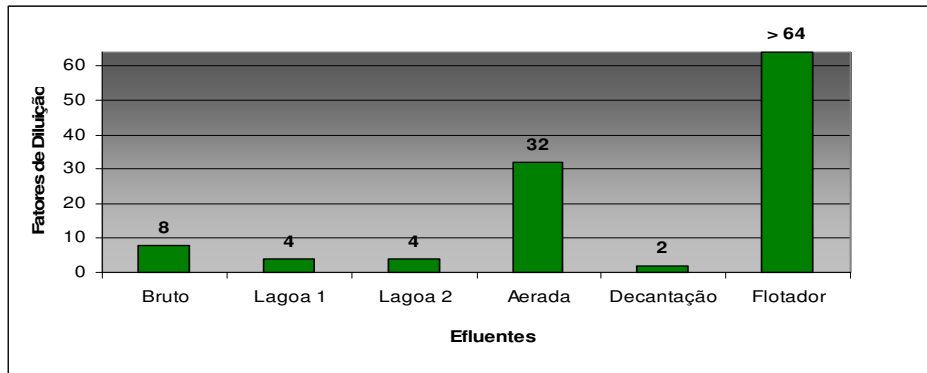


Figura 2: Resultados expressos em Fator de Toxicidade (ou fator de diluição) para *Daphnia magna* em cada amostra.

Entre o efluente bruto e da lagoa de decantação ocorre um redução global da toxicidade, no entanto, o efluente da lagoa aerada apresenta emergência de toxicidade (FTd = 32), haja vista o nível de toxicidade da lagoa precedente ser menor (FTd = 4).

Na figura 3 são apresentados os resultados das análises das mesmas amostras em termos de CE(I)50.

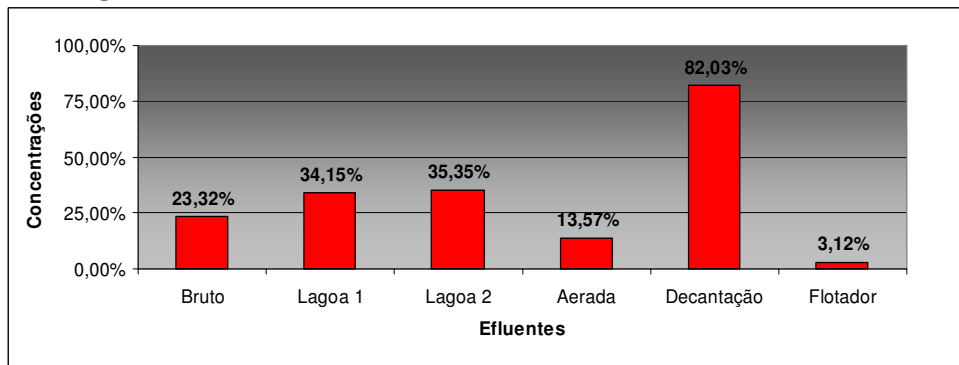


Figura 3: Resultados expressos em CE(I)50.

A discussão dos resultados é essencialmente idêntica aos resultados expressos em FTd, mas vale salientar que entre o efluente bruto e o da lagoa anaeróbia 2 o sistema de tratamento é dotado de capacidade de redução da toxicidade, condições essas ineficientes sob o ponto de vista da lagoa aerada e do flotador.

Para a análise da eficiência tomou-se como o efluente tratado do sistema aquele que sai da Lagoa de Decantação, tendo em vista que no período da pesquisa a estação de tratamento operou sem o uso do flotador, sendo a amostra deste fornecida por meio de teste de bancada. Em termos de FTd, considerando que os efluentes bruto e da lagoa de decantação apresentaram fatores de toxicidade de 8 e 2, respectivamente, conclui-se que o sistema foi capaz de reduzir a toxicidade em 75%. A análise da eficiência na redução da toxicidade para os resultados expressos em CE(I)50 resultou em uma remoção de 71,57%.

Destaca-se que o corpo receptor – rio Alegria, no município de Medianeira – do efluente é um rio que pertence a Classe 2, segundo Resolução 357/2005 do CONAMA. Para corpos d'água desta classe está previsto a preservação da flora e fauna aquáticas. Por esta razão, o controle da toxicidade deste efluente é necessário com o objetivo de enquadrá-lo a níveis aceitáveis, para que sejam evitados efeitos tóxicos agudos e possivelmente crônicos à biota aquática.

Zagatto e Bertolotti (2006) estudaram a eficiência da redução da toxicidade de sistemas de tratamento de abatedouros frigoríficos. Neste estudo, verificaram que dentre 4 indústrias analisadas somente uma não reduzia em nenhum percentual a toxicidade (indústria B), enquanto de outro abatedouro reduz muito pouco (indústria



II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental

A), apresentando uma eficiência na redução dos efeitos tóxicos de 50%. Nas demais indústrias (C e D), a toxicidade é praticamente removida pelo sistema de tratamento, efluente apresentando apenas indícios de efeitos tóxicos.

Nieto (2000) constatou que 66,7% dos efluentes, de várias categorias industriais, apresentavam efeitos tóxicos após o tratamento, sendo que muitos também apresentavam potencial para causar efeitos adversos nos recursos hídricos receptores.

No caso das galvanizadoras foi possível evidenciar uma toxicidade extrema do efluente depois do tratamento físico-químico. Os testes documentaram que o método de tratamento é inteiramente insuficiente. Foi examinado também o chorume do mais moderno aterro sanitário para lixo doméstico no Paraná (Cachimba, em Curitiba), depois de passar por uma estação de tratamento. Também aqui os testes revelaram um grau elevado de toxicidade, comprovando assim o insuficiente rendimento de purificação dessa estação (IAP, 1996 citado por KNIE, 1998).

No Brasil, segundo Hamada (2008), uma quantificação parcial no início dos anos 80 indicou que 79% dos efluentes domésticos e 62% dos efluentes industriais apresentavam efeitos tóxicos após os tratamentos para remoção de poluentes convencionais. Ainda, e mais relevante, foi o fato de que 43% dos efluentes domésticos e 46% dos efluentes industriais tinham potencial para causar efeitos tóxicos em diferentes recursos hídricos.

Em face dos resultados deste trabalho e de outras fontes de pesquisa é possível demonstrar que uma significativa redução da toxicidade pode ser obtida após o tratamento de efluentes em sistemas convencionais, embora exista uma toxicidade remanescente.

CONCLUSÕES

Os ensaios de toxicidade aguda realizados com *Daphnia magna* revelaram que todas as amostras apresentaram efeito tóxico, porém em níveis diferentes. Quanto aos efluentes da Lagoa Aerada e do Flotador Físico-Químico é recomendada a repetição do teste a fim de confirmar os resultados, e caso houver a recorrência de valores aproximados sugere-se a realização de um estudo de Avaliação e Identificação da Toxicidade (AIT) – protocolo disponibilizado pela USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) – com a finalidade de identificar os componentes tóxicos responsáveis pela emergência da toxicidade nessas etapas do tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). *NBR 12713: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com Daphnia spp (Crustácea, Cladocera)*. Rio de Janeiro, 2004.
2. Goldstein, E. G. *Testes de toxicidade de efluentes industriais*. In: *Revista Ambiente*, v.2, n. 2, p. 33-38, 1988
3. Knie, J. L. W.; Lopes, e. W. B. *Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações*. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2004. 289p.
4. Pacheco, J. W.; Yamanaka, H. T. *Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno)*. São Paulo: CETESB, 2006. 98p. (Série P + L).