

II-545 - USO DA RESPIROMETRIA PARA DEFINIÇÃO DE LIMITES DE POLUENTES A SEREM TRATADAS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS – A EXPERIÊNCIA DA CETREL

José Gilson Santos Fernandes⁽¹⁾

Químico Industrial, Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal da Paraíba – Responsável pela Estação de Tratamento de Efluentes da Cetrel-Camaçari.

Mauro Freitas Salatiel da Silva

Engenheiro Químico pela Universidade Federal da Bahia – Gerente da Área de Efluentes da ETE/Cetrel.

Eduardo Pedroza da Cunha Lima

Químico Industrial, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba – Responsável pela Área de Negócios e Água.

Endereço⁽¹⁾: Via Atlântica, km 9 - Pólo Industrial - Camaçari - BA - CEP: 42810-000 – Brasil -Tel.:+55 (0**71) 3634-6888 – Fax: +55 (0**71) 3634-6949 - e-mail: fernandes@cetrel.com.br ou jgsfernandes@terra.com.br

RESUMO

A tecnologia de tratamento de efluentes utilizada na Cetrel é predominantemente por processo biológico por lodos ativados. Entretanto para a estabilidade operacional tornam-se necessárias atividades de monitoramento e controle de poluentes específicos. Alguns poluentes em determinadas concentrações podem inibir o processo biológico de tratamento prejudicando a qualidade do efluente final tratado.

O órgão ambiental estabelece na Portaria Nº 12.064/09, nos anexos II e III, os limites de recebimento dos poluentes no sistema de tratamento de efluentes da ETE da Cetrel.

Neste artigo, descreve-se a experiência obtida pela Cetrel a mais de vinte anos com a técnica da respirimetria para avaliar os limites de recebimento na planta de poluentes potencialmente inibidor-tóxicos que podem afetar a estabilidade operacional do sistema de tratamento e comprometer a qualidade do efluente tratado final.

Neste artigo são apresentados alguns estudos de caso com efluentes contaminados com o poluente 1,2 Dicloroetano, efluentes provenientes de Sulfonação e efluentes contaminados com Cloreto. De acordo com Blum e Speece (1991) o 1,2 dicloroetano promove a inibição das atividades microbianas de nitrificação. No caso da Cetrel a nitrificação exerce papel fundamental, pois consiste no principal mecanismo da ETE para a remoção de amônia.

PALAVRAS-CHAVE: Toxicidade, efluentes, respirometria, lodos ativados, 1,2 dicloroetano.

OBJETIVO

Identificar a concentração e/ou carga máxima de recebimento de poluentes como o 1,2 dicloroetano, efluente de sulfonação e efluentes com Cloreto na Estação de Tratamento de Efluentes da Cetrel, de modo a não prejudicar a qualidade do efluente tratado final.

Quantificar a toxicidade aguda do 1,2 dicloroetano e efluentes com Cloreto no processo de nitrificação e remoção da carga orgânica.

METODOLOGIA

A respirometria consiste em uma técnica que avalia o desempenho dos processos biológicos a partir da taxa de consumo de oxigênio dos organismos. Os principais processos biológicos existentes no sistema de tratamento da Cetrel são: a biodegradação aeróbia do material orgânico e a nitrificação da amônia.

Por apresentar maior sensibilidade a efeitos de toxicidade, o processo de nitrificação é o mais indicado para estudos de toxicidade. Esses estudos são realizados a partir da avaliação da atividade metabólica do organismo,

antes, durante e após seu contato com uma concentração específica de poluente. No caso da respirometria a atividade metabólica das bactérias é avaliada a partir de variações nas taxas de consumo de oxigênio (TCO). Os gráficos gerados no equipamento denominados de respirograma possibilitaram quantificar os efeitos de toxicidade, a taxa de crescimento relativo das bactérias e a sua taxa de decaimento natural. Na Figura 1 abaixo se verifica a ilustração fotográfica do respirômetro utilizado nos testes, as principais unidades periféricas e respirograma típico.

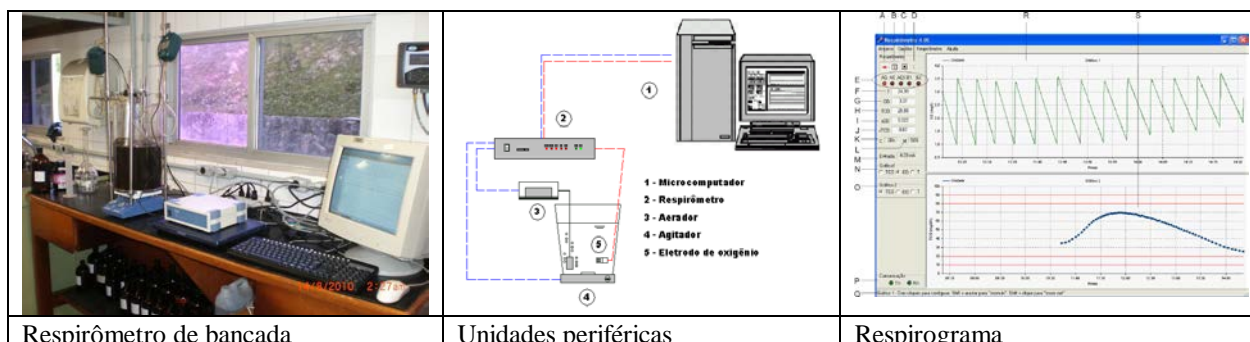


Figura 1 – Respirometro, principais unidades periféricas e respirograma típico.

O método consiste em submeter os microrganismos (licor misto do tanque de aeração da ETE) a um substrato padrão não tóxico. No caso específico o substrato utilizado foi cloreto de amônia. Posteriormente adicionava-se o poluente e em seguida repetia-se o teste com o substrato padrão. Comparando os gráficos antes e após a adição do poluente quantificavam-se os efeitos de toxicidade.

A toxicidade foi quantificada mediante a redução percentual da taxa máxima de consumo de oxigênio dos organismos nitrificantes. Redução ocasionada pela exposição dos microrganismos ao poluente. Para validar os testes respirométricos comparava-se a área obtida na curva da TCO com o correspondente teórico exigido para a remoção de 5 mg de amônia (Van Handel et al. 2005).

Com o objetivo de relacionar o efeito da toxicidade em função de variadas concentrações de 1,2 dicloroetano, buscou-se obter uma curva com no mínimo 10 pontos onde a concentração mínima proporcionasse toxicidade de 0% e a máxima 100%.

Este procedimento permitiu a construção da curva de toxicidade em função da concentração do efluente. Caso fosse identificada toxicidade no processo biológico de nitrificação repetia-se o teste avaliando se o mesmo efeito também ocorria com o processo de degradação do material orgânico. Bastando então repetir o procedimento, no entanto, adotando acetato de sódio como substrato padrão.

Os microrganismos apresentam uma taxa de crescimento populacional exponencial, assim como de decaimento natural. Especificamente para o grupo de bactérias nitrificantes o monitoramento do processo biológico da ETE da Cetrel a taxa de crescimento relativo tem variado entre 12%-40% ao dia e o seu decaimento natural em torno de 4% ao dia.

Dessa forma a dinâmica populacional pode ser interpretada de acordo com a equação 1:

$$P_1 = P_0(1+i)^d \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

P_0 : é a população inicial de microrganismos

P_1 : é a população futura de microrganismos

d : Tempo em dias.

i : é a taxa de crescimento líquido, obtido a partir do balanço entre a taxa de crescimento, taxa de decaimento natural, toxicidade e descarte do lodo, de acordo com a equação 2:

$$i = [\mu \times (1-t)] - b - q - l \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo:

μ : Taxa de crescimento relativo

b : Taxa de decaimento natural

t : Taxa de inibição do crescimento por toxicidade.

l : Taxa de decaimento por toxicidade.

q : Taxa de descarte do lodo. (Função inversa da idade de lodo $q = 1/IL$)

Para uma condição estável do processo de nitrificação, admiti-se que a taxa de decaimento por inibição e toxicidade não proporcione reduções significativas na população inicial das bactérias nitrificantes. Espera-se que a população inicial, seja após 20 dias de idade do lodo, seja igual à população final.

Assim temos: $P_1 = P_0$, logo, $(1 + i)^{20} = 1$. Para a solução desta equação o valor $i=0$.

Substituindo na equação 3, adotando os valores já apresentados de decaimento natural e idade de lodo, temos:

$$0 = [\mu \times (1 - t)] - 4\% - 5\% - l \quad \text{Equação (3)}$$

Portanto de forma a estimar um referencial de toxicidade adotou-se que $[\mu \times (1 - t)]$ seja igual a 12%.

Logo substituindo na equação 3 calcula-se o valor de l sendo igual a 3%. A Correlação do aumento de l com o aumento em t , neste estudo considera-se a toxicidade de 3% um bom referencial para estabelecer os limites de recebimento de 1,2 dicloroetano.

De acordo com os testes de respirometria, para promover toxicidade nas nitrificantes na intensidade de 3% é necessário uma concentração de 24 mg/L. De acordo com Blum e Speece (1991), adotando outras metodologias, foi evidenciado que a exposição dos microrganismos nitrificantes (24 horas) a uma concentração de 29 mg/L de 1,2 dicloroetano ocasionou a inibição do consumo de amônia em 50%.

RESULTADOS

Efeito da toxicidade do 1,2 dicloroetano no processo biológico de tratamento de efluentes

A partir dos resultados dos respirogramas obtidos perante a ação de variadas concentrações de 1,2 dicloroetano foi construída a curva de toxicidade apresentada na Tabela 1 e Figura 2 abaixo. Importante ressaltar que o efeito de toxicidade refere-se à redução da taxa máxima de oxidação da amônia. Ação realizada por organismos nitrificantes, bastantes sensíveis à toxicidade.

Tabela 1: Efeito da toxicidade de diferentes de concentrações de 1,2 dicloroetano, no processo de nitrificação.

Concentração de 1,2 Dicloroetano (mg/L)	Efeito toxicidade (%)
13,992	0
18,656	0
23,320	0
24,108	3
27,984	15
34,980	20
46,641	24
58,301	34
65,297	38
74,625	58
83,953	78
93,281	100

Na Figura 2 observa-se o comportamento da curva de toxicidade construída a partir da tabela 1 acima.

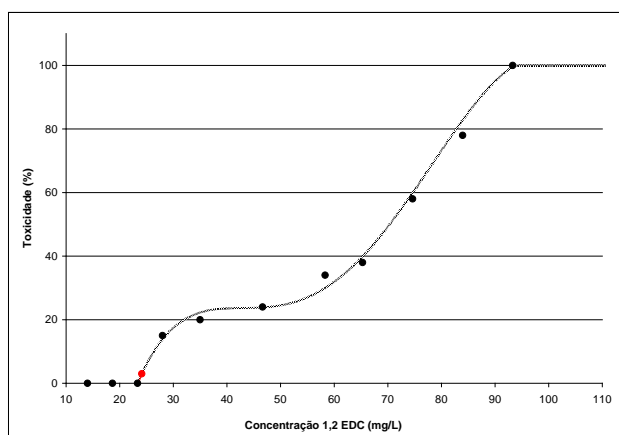


Figura 2 - Curva da toxicidade do 1,2 dicloroetano.

Efeito da toxicidade do efluente da Sulfonação

Na Figura 3 verifica-se que não houveram evidências de toxicidade promovidas pela efluente da Sulfonação. O desempenho dos organismos nitrificantes, sensíveis a toxicidade, não apresentaram mudanças após a presença dos efluentes industriais.

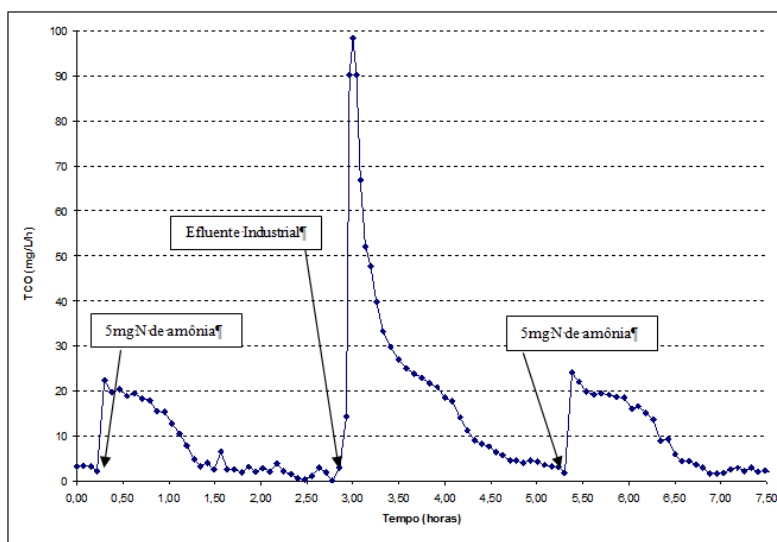


Figura 3 - Respirograma para avaliação de efeitos toxicidade do efluente da sulfonação nos organismos nitrificantes.

Efeito da toxicidade do efluente Salino expresso em Cloreto

Na Figura 4 verifica-se que houve evidências de toxicidade promovidas pelo efluente com Cloreto. O desempenho dos organismos heterotróficos apresentaram mudanças após a presença de 4,4 g/L de Cloreto proveniente do efluente industrial. No respirograma abaixo foi evidenciada a queda da taxa de consumo máximo em função do tempo.

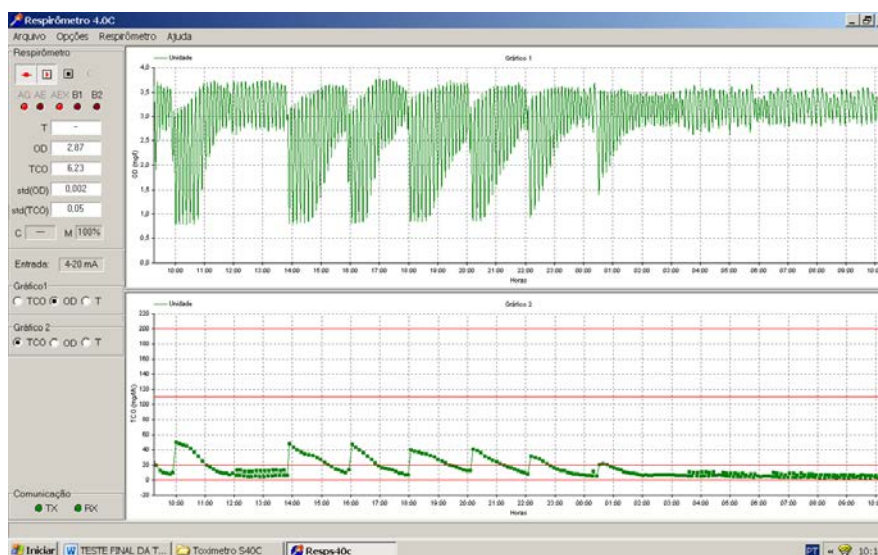


Figura 4 - Respirograma para avaliação de efeitos toxicidade do efluente com Cloreto nos organismos heterotróficos.

CONCLUSÕES

Os poluentes prioritários como o 1,2 dicloroetano, quando dispostos na estação de tratamento de efluentes da Cetrel em concentração superior a 24 mg/L, potencialmente promovem toxicidade ao processo biológico de remoção de amônia.

Os efluentes da sulfonação na apresentaram toxicidade em quaisquer concentração.

Os efluentes com Cloreto acima de 4,4 g/L apresentaram toxicidade

O uso da respirometria é uma importante ferramenta para prever distúrbios em um sistema de tratamento biológico quando concentrações significativas de poluentes prioritários são detectadas no afluente a Estação de Tratamento de Efluentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Downing A.L. Painter H.A e Knowles G (1964) "Nitrification in the activated sludge process J.Proc.Inst.Sew". Purif. 64,2 pp 130-158.
2. Eckenfelder W.W. Jr (1991) Berechnung einer Belebungsanlage zur Stickstoffelimination Institut für Siedlungswasserwirtschaft 50 Univ. de Braunschweig 33-45 (em alemão).
3. Marais G.vR. e Ekama G.A. (1976) The activated sludge process: Steady state behaviour Water S.A 2, (4) 193-200.
4. Stenström M.K. e Poduska R.A (1980): The effect of the dissolved oxygen concentration on Nitrification) Water Research 14, 6, pp 645-650.
5. van Haandel A.C. e Marais G.V. R (1999): O comportamento do sistema de lodo ativado Ed Epigraf Campina Grande PB.