

## **II-352 - TOXICIDADE DO POLUENTE PRIORITÁRIO DICLOROMETANO EM SISTEMAS DE TRATAMENTO AERÓBIO POR LODOS ATIVADOS – RESPIROMETRIA DO DICLOROMETANO**

**José Gilson Santos Fernandes<sup>(1)</sup>**

Químico Industrial, Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba – Responsável pelo Tratamento de Efluentes da ETE 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.

**Paulo Victor Rocha Brandão**

Engenheiro Químico pela Faculdade Regional da Bahia.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Via Atlântica, km 9 - Polo Industrial - Camaçari - BA - CEP: 42810-000 – Brasil -Tel.:+55 (0\*\*71) 3634-6888 – Fax: +55 (0\*\*71) 3634-6949 - e-mail: [gilsonfernandes@odebrecht.com](mailto:gilsonfernandes@odebrecht.com) ou [jgsfernandes@terra.com.br](mailto:jgsfernandes@terra.com.br)

### **RESUMO**

Alguns poluentes presentes nos efluentes industriais em determinadas concentrações podem inibir ou promover toxicidade no sistema de tratamento de efluentes por lodos ativados. Consequentemente, a qualidade do efluente final tratado na estação pode ficar comprometida, podendo violar a legislação.

Especificamente no caso dos efluentes industriais contaminados com Diclorometano em altas concentrações demandam controle ambiental nos sistemas de tratamento biológico.

O presente trabalho visa conhecer os aspectos qualitativos e quantitativos da capacidade de tratamento dos efluentes quando contaminados com o composto Diclorometano, a partir de estudos específicos em planta piloto para avaliar a biodegradabilidade destes poluentes com uso da técnica de respirometria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Toxicidade, efluentes, respirometria, lodos ativados, Diclorometano.

### **OBJETIVO**

Avaliação de tratabilidade com diferentes concentrações do poluente Diclorometano e seus efeitos na Estação de Tratamento de Efluente.

Busca-se estabelecer a concentração máxima de Diclorometano a ser tratada na estação que não proporcione impactos no desempenho do processo biológico de tratamento e consequentemente na qualidade do efluente tratado final.

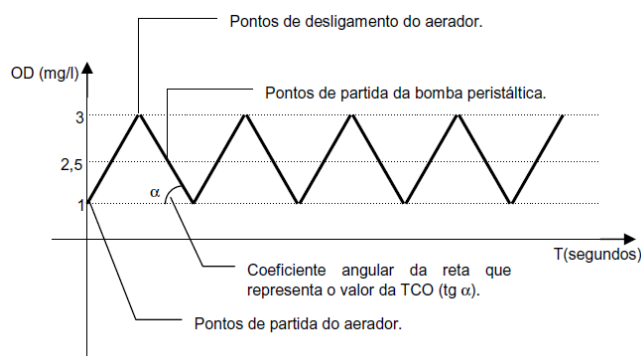
### **METODOLOGIA**

Para realização dos testes será utilizada a técnica de determinação da Taxa de Consumo de Oxigênio - TCO para as bactérias aeróbias autotróficas e heterotróficas.

Este método permite determinar a ocorrência de possível toxicidade aguda ou crônica, que promove a redução da atividade metabólica dos microrganismos autotróficos e/ou heterotróficos logo após a adição de poluentes específicos.

Para avaliar a taxa de consumo de oxigênio das bactérias autotróficas foi utilizada uma solução de Cloreto de Amônia com concentração de 4,0 g/L.

O princípio de funcionamento do Respirômetro baseia-se no consumo de oxigênio dissolvido conforme Figura 1 abaixo. A TCO representa a inclinação durante o consumo de oxigênio dissolvido entre 3 e 1 mg/L, assim o comportamento do gráfico assemelha-se a um “zig-zag” entre os valores 1 e 3.



**Figura 1 - Perfil do oxigênio dissolvido no cálculo da TCO.**

A finalidade do respirômetro neste estudo é principalmente detectar a variação de cargas tóxicas, cargas inibidoras e cargas de difícil biodegradabilidade.

Nos reatores em escala de bancada foi utilizado o licor misto proveniente do sistema de tratamento por lodos ativados em escala real, pois representam fielmente as condições de tratamento da estação.

A taxa de consumo de oxigênio é determinada através das variações das concentrações de OD no licor misto, ao longo do tempo, quando não se aplica aeração.

A agitação e aeração promovem a homogeneização e oxigenação, respectivamente, do licor misto, no caso, o poluente e/ou substrato + lodo ativado. O sensor de OD acompanha as variações de oxigênio dissolvido no meio, o qual indica o momento para adição do poluente e/ou substrato.

Inicialmente, são estabelecidos limites superiores e inferiores para a concentração de OD. Períodos com aeração são seguidos de períodos sem aeração. Durante os períodos com aeração a concentração de OD sobe até atingir seu valor máximo  $OD_{sup}$ , quando, então, a aeração é interrompida, havendo redução na concentração de OD pelas bactérias, até chegar à concentração de OD mínima  $OD_{inf}$ , pré-estabelecida. O decaimento de OD com o tempo permite o cálculo da TCO através da variação de tempo entre os dois pontos do OD e é reiniciada a aeração no licor misto. A Equação abaixo resume o cálculo da TCO.

$$TCO = (OD_{sup} - OD_{inf})/(\Delta t)$$

onde:

TCO = Taxa de Consumo de Oxigênio (mg/L/h).

$OD_{sup}$  = Oxigênio Dissolvido superior (mg/L).

$OD_{inf}$  = Oxigênio Dissolvido inferior (mg/L).

$\Delta t$  = Variação de tempo.

A concentração de OD superior deve ser escolhida de maneira que seja atingida em um curto espaço de tempo. Já a concentração de OD inferior deve ser escolhida com atenção, para que não seja um fator limitante na respiração das bactérias autotróficas e heterotróficas.

A remoção do material tóxico no sistema de lodo ativado em princípio pode ocorrer por três mecanismos distintos:

- Destruição: oxidação biológica da substância tóxica.
- Dessorção: a transferência do material tóxico do licor misto para o ar.
- Adsorção ou absorção: a transferência do material tóxico da fase líquida para o lodo, denominado de fase sólida.

A Figura 2 mostra esquematicamente os três mecanismos. Se nenhum dos mecanismos ocorrerem, o material será lançado no efluente tratado final.

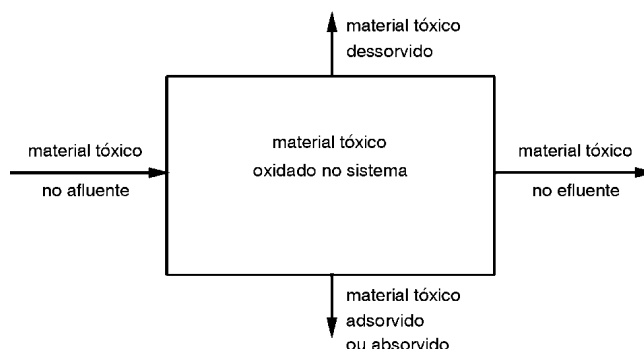


Figura 2 - Representação dos mecanismos de remoção de material tóxico.

Em geral um dos três mecanismos será predominante. Assim, por exemplo, na remoção de substâncias voláteis a dessorção é mais importante que os outros mecanismos, enquanto que no caso dos íons de metais pesados o mecanismo de remoção invariavelmente será a de adsorção ou absorção no lodo. No caso de aromáticos leves a tendência será a de ser remoção por oxidação porque estes materiais são biodegradáveis.

Inicialmente se determinava a respiração endógena dos microrganismos, a partir do fato que não havia substrato extracelular disponível, o que era verificado pela não variação da TCO quando esta atingia o menor valor.

Após a utilização do substrato e o retorno à TCO endógena, adicionava-se o composto em estudo em concentração conhecida e em seguida o substrato.

O composto em estudo era adicionado aos reatores alguns minutos após a adição do substrato, para que se tornasse mais evidente qualquer indício de inibição, o que seria observada pela queda no valor da TCO.

A Figura 3 mostra a planta piloto utilizada para realização da avaliação de tratabilidade. Foram utilizadas duas unidades piloto de modo a permitir análise em duplicata.



Figura 3 – Planta Piloto.

Inicialmente se determinava a respiração endógena dos microrganismos, a partir do fato que não havia substrato extracelular disponível, o que era verificado pela não variação da TCO quando esta atingia o menor valor.

Em seguida, adicionava-se substrato, por exemplo, para as bactérias heterotróficas foi utilizado o Acetato de Sódio e para as autotróficas o sal Cloreto de Amônio.

Sem interromper aeração ou agitação, antes e logo após a adição do poluente, coletavam-se alíquotas dos reatores.

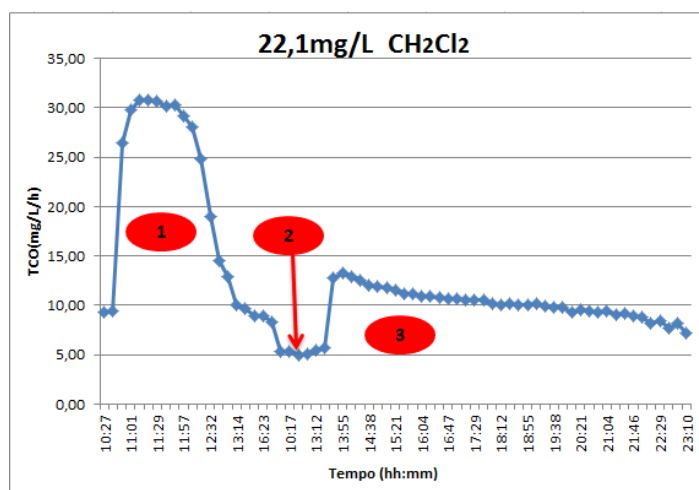
## RESULTADOS

### Testes de Toxicidade do Diclorometano com Bactérias Autotróficas

Nos ensaios a temperatura do licor misto foi mantida abaixo dos 39 °C para preservar a saúde dos organismos autotróficos.

As concentrações dos testes realizados com o Diclorometano testado variaram de 1,1 mg/L até 22,1mg/L.

Inicialmente foi testada a concentração de 22,1 mg/L que apresentou o respirograma ilustrado na Figura 4 abaixo.

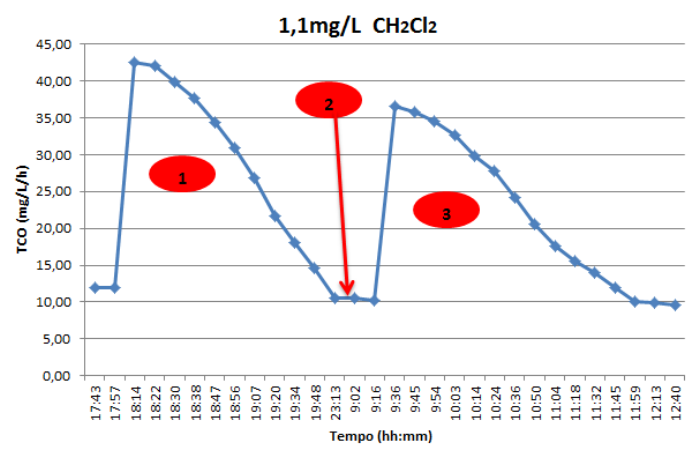


**Figura 4 – Respirograma correspondente à dosagem de 22,1 mg/L.**

Considerações:

- Ponto 1 – Oxidação do Cloreto de Amônia.
- Ponto 2 – Adição do poluente Diclorometano e,
- Ponto 3 – Adição do Cloreto de Amônia.
- A concentração de 22,1 mg/L adicionada no reator foi suficiente para promover toxicidade aguda severa nos organismos autotróficos.

Diante do cenário de toxicidade aguda severa evidenciada para os organismos autotróficos na concentração de 22,1 mg/L, foram testadas concentrações inferiores, sendo a menor concentração possível de ser avaliada de 1,1 mg/L, conforme o respirograma ilustrado na Figura 5 abaixo.



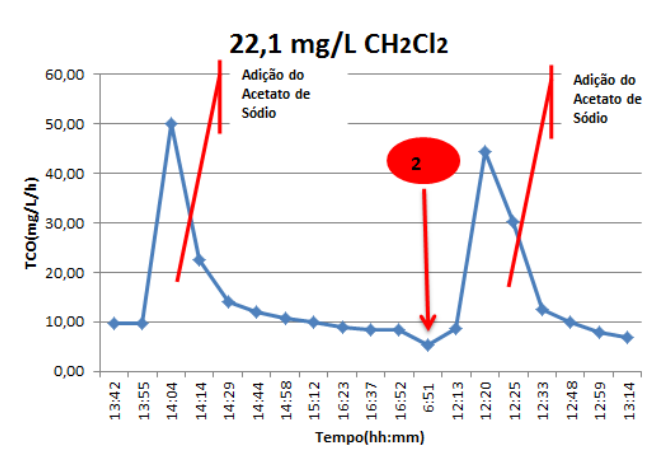
**Figura 5 – Respirograma correspondente à dosagem de 1,1 mg/L (5 µL).**

Considerações:

- Ponto 1 – Oxidação do Cloreto de Amônia.
- Ponto 2 – Adição do poluente Diclorometano e,
- Ponto 3 – Adição do Cloreto de Amônia.
- A concentração de 1,1 mg/L foi suficiente para promover uma toxicidade de 14 % nos organismos autotróficos.

#### Testes de Toxicidade do Diclorometano com Bactérias Heterotróficas

A Figura 6 apresenta o perfil respirométrico do licor misto com Diclorometano e o Acetato de Sódio.



**Figura 6 – Respirograma correspondente à dosagem de 22,1 mg/L + Acetato de sódio.**

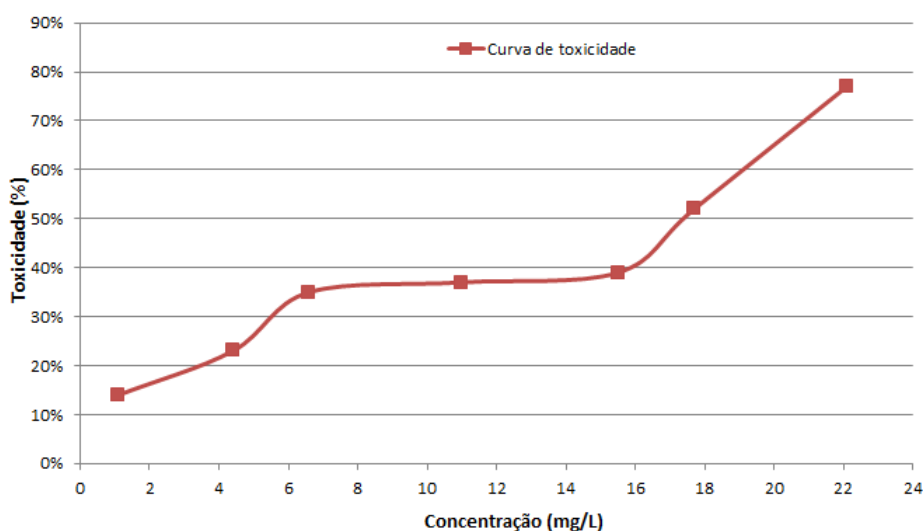
A partir dos respirogramas obtidos das diversas concentrações testadas de Diclorometano foi construída a Tabela 1 e uma curva de toxicidade apresentada na Figura 7.

Testes	Concentração Diclorometano (mg/L)	Efeito da Toxicidade (%)
T-1	1,1	14%
T-2	4,4	23%
T-3	6,6	35%
T-4	11,0	37%
T-5	15,5	39%
T-6	17,7	52%
T-7	22,1	77%

**Tabela 1 – Tabela de concentração e efeito da toxicidade.**

A curva de toxicidade foi obtida mediante a redução percentual da taxa máxima de consumo de oxigênio dos organismos nitrificantes. Esta redução está associada à exposição dos microrganismos autotróficos com o poluente Diclorometano.

**Curva de Toxicidade X Concentração de Diclorometano**



**Figura 7 – Perfil da curva de toxicidade para o Diclorometano.**

## CONCLUSÕES

Não foi evidenciada toxicidade significativa para os organismos heterotróficos nas concentrações testadas.

O teste evidenciou que, quando adicionado o substrato padrão de Acetato de Sódio dopado de 22,1 mg/L de Diclorometano não ocorriam mudanças significativas no tempo de oxidação do efluente, significando que a capacidade metabólica das heterotróficas não era alterada pela adição de Diclorometano.

O efluente com concentração mínima de 1,1 mg/L de Diclorometano, apresentou toxicidade aguda de 14% para os organismos autotróficos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dold, P.L., Ekama, G.A. e Marais, G.v.R. (1980). " A General Model for the Activated Sludge Process", Prog.Wat.Tech., 12, 47-77.
2. 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.
3. Spanjers H. Vanrolleghem P Olsson G e Dold P.L (1998).: Respirometry in control of the activated sludge process, Scientific and Rechnical Reports no7: IWA London Reino Unido.
4. Stenstrom, M.K. e Poduska, R.A. (1980). " The Effect of Dissolved Oxige Concentration on Nitrification". Water Research, 14, 6 pp 645-650.
5. Monod, J. (1948): La technique de culture continue: Theorie et applications. Ann. Inst. Pasteur, 79, 390 (en Frances).
6. Van Haandel A.C. e Lettinga G.: Tratamento anaeróbio de esgoto em regioes de clima quente. Ed EPgraf Campina Grande, Pb, Brasil (1994).
7. Van Haandel A. C. e Marais G.v.R.: O Comportamento do sistema de lodo ativado: Teoria e aplicações para operação e projetos Ed Epgraf Campina Grande PB (1999).
8. Van Haandel A.C. and Van der Lubbe J (2012) Handbook Biological waste water treatment - second edition: Design and Optimisation of Activated Sludge Systems, IWA Publishing of Alliance House, London-UK ISBN: 9781780400006 (816 pag).