

II-560 - TOXICIDADE DO ARSÊNIO, COBALTO E NÍQUEL EM SISTEMAS DE TRATAMENTO AERÓBIO POR LODOS ATIVADOS – USO DA RESPIROMETRIA NO TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

José Gilson Santos Fernandes⁽¹⁾

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⁽¹⁾: 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 ou jgsfernandes@terra.com.br

RESUMO

No tratamento de efluentes industriais por processo biológico do tipo Lodos Ativados, alguns poluentes presentes nestes efluentes em determinadas concentrações podem inibir ou promover toxicidade no sistema de tratamento de efluentes. Consequentemente, a qualidade do efluente final tratado na estação de tratamento de efluentes pode ficar comprometida.

A presente avaliação de tratabilidade visa conhecer os aspectos qualitativos e quantitativos da capacidade de tratamento dos efluentes quando contaminado com Arsênio, Cobalto e Níquel 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, Arsênio, Cobalto, Níquel.

OBJETIVO

Busca-se estabelecer a concentração e/ou carga máxima de Arsênio, Cobalto e Níquel a ser tratada na estação de tratamento de efluentes que não proporcione impactos no desempenho do processo biológico de tratamento e consequentemente na qualidade do efluente tratado final. Avaliar também o impacto dos valores adicionais de Arsênio, Cobalto e Níquel na composição do lodo biológico gerado no processo de tratamento de efluentes.

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 expresso na forma de Cloreto de Amônia. Para determinar a taxa de consumo de oxigênio das bactérias heterotróficas foi utilizado o substrato padrão de Acetato de Sódio.

Princípios de Determinação da TCO

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.

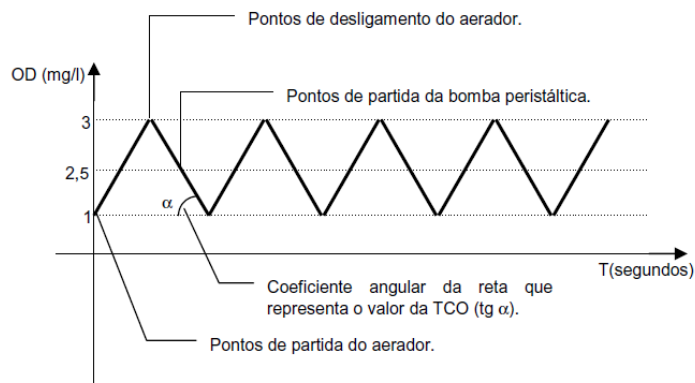


Figura 1 - Perfil do oxigênio dissolvido no cálculo da TCO.

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

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).

Δt = 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.

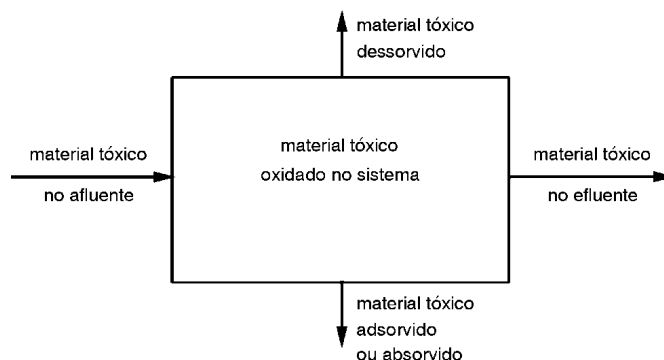


Figura 2 - Representação dos mecanismos de remoção de material tóxico.

Em geral um dos três mecanismos será predominante. Assim, por exemplo, no caso dos íons de metais o mecanismo de remoção invariavelmente será a de adsorção ou absorção no lodo.

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

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 de efluentes são:

- Biodegradação aeróbia do material orgânico e,
- Nitrificação de espécies químicas nitrogenadas.

Por apresentar maior sensibilidade a efeitos de toxicidade, o processo de nitrificação é o mais indicado para avaliação 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 denominados de respirogramas, apresentados a seguir, possibilitam quantificar os efeitos de toxicidade.

Testes de Toxicidade do Cobalto e Níquel com Bactérias Autotróficas

O respirograma de toxicidade do Cobalto e Níquel esta ilustrado na Figura 4.

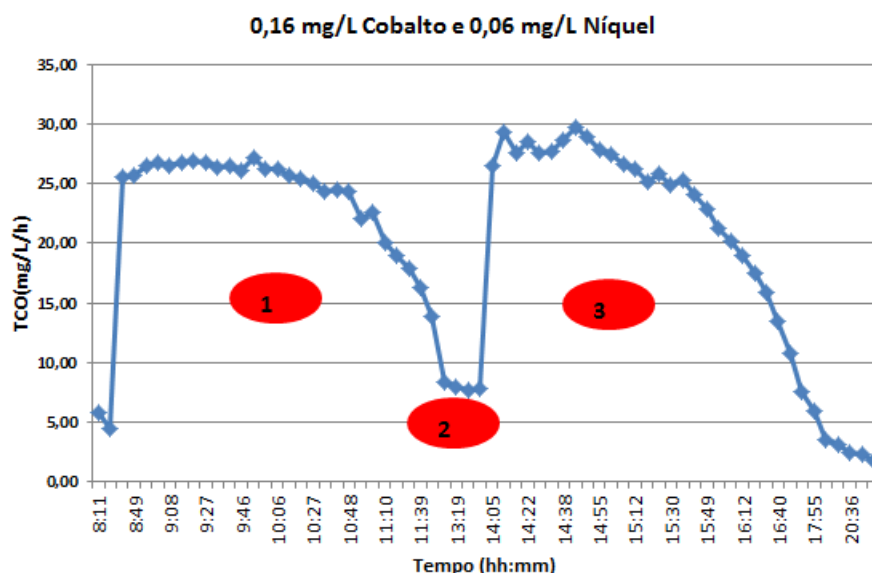


Figura 4 – Respirograma correspondente à dosagem dos poluentes Cobalto e Níquel.

Considerações:

- Ponto 1 – Oxidação do Cloreto de Amônia.
- Ponto 2 – Adição do poluente Cobalto e Níquel.
- Ponto 3 – Adição do Cloreto de Amônia.

- Não foi evidenciada toxicidade para 0,16 mg/L de Cobalto e 0,06 mg/L de Níquel para os organismos autotróficos.

Testes de Toxicidade do Arsênio com Bactérias Autotróficas

O respirograma de toxicidade do Arsênio está ilustrado na Figura 5.

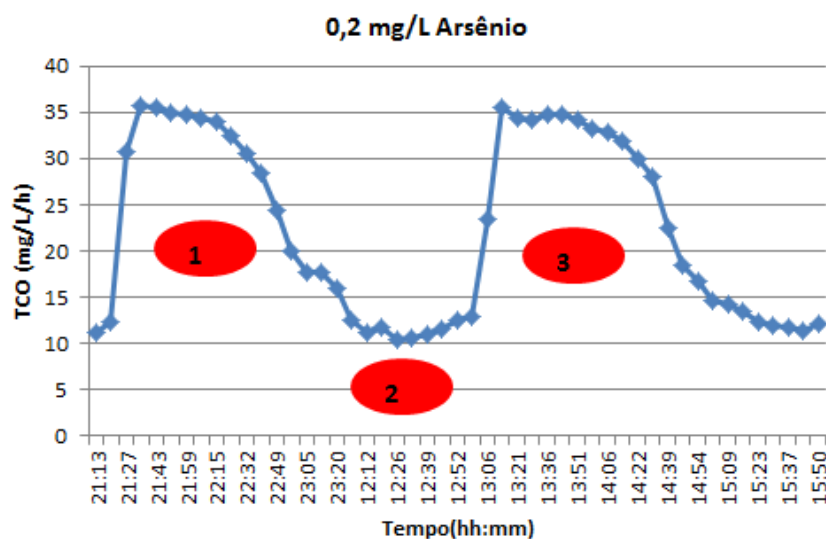


Figura 5 – Respirograma correspondente à dosagem do poluente Arsênio.

Considerações:

- Ponto 1 – Oxidação do Cloreto de Amônia.
- Ponto 2 – Adição do poluente Arsênio.
- Ponto 3 – Adição do Cloreto de Amônia.
- Não foi evidenciada toxicidade para 0,2 mg/L de Arsênio para os organismos autotróficos.

O substrato avaliado com concentração acima de 0,2 mg/L de Arsênio, apresentou toxicidade para os organismos autotróficos.

Foram realizadas ensaios para avaliar a carga adicional máxima de Níquel, Cobalto e Arsênio para avaliar o potencial de retenção desses poluentes no lodo biológico. As avaliações mostraram que esses poluentes permanecem no efluente e não são retidos de forma significativa no lodo nas concentrações estudadas. Os testes revelaram que cerca de 0,35 % do Níquel e 0,29 % do cobalto ficam retidos no lodo.

Nos testes a concentração de Arsênio na fase líquida máxima foi de 0,04 mg/L. Para a fase sólida denominada de lodo a concentração de Arsênio máxima foi de 2,2 mg/kg.

Considerando o CONAMA 375 que admite uma concentração de 41 mg/kg de Arsênio, os resultados de Arsênio foram bem menores.

Considerando a regulamentação americana, - “ Part 503 do Clean Water Act CFR” , EPA - Environmental Protection Agency a concentração limite de Arsênio para biossólidos é de 75 mg/kg.

Considerando a Norma CETESB P.4.230 - São Paulo, Agosto/1999, que estabelece normas para aplicação de lodo de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas, a concentração limite de Arsênio para biossólidos também é de 75 mg/kg.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, foi possível fazer as seguintes considerações:

O substrato avaliado com concentração acima de 0,2 mg/L de Arsênio, apresentou toxicidade para os organismos autotróficos.

O substrato avaliado com concentração até 0,16 mg/L de Cobalto e 0,06 mg/L de Níquel, não apresentou toxicidade para os organismos autotróficos.

Não foi evidenciado acúmulo significativo do Arsênio, cobalto e Níquel no lodo nas concentrações estudadas.

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).