



## **II-401 - COMPORTAMENTO DO ORGANOCOLORADO DICOFOL NO SISTEMA DE PÓS-TRATAMENTO DE LODO POR BIODIGESTORES ANAERÓBIOS**

**Jaime L. da M. Oliveira<sup>(1)</sup>**

Biólogo, mestre e doutor em ciências biológicas (microbiologia), técnico em saúde pública do Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental/ENSP/Fiocruz.

**Tomaz Langenbach**

Engenheiro agrônomo, doutor em biologia pela Universidade Ludwig Maximilian e professor adjunto do Instituto de Microbiologia/CCS/UFRJ.

**Márcia Dezotti**

Química, doutora em química pela UNICAMP, professora adjunta do Programa de Engenharia Química/COPPE/UFRJ.

**Edir M. Ferreira**

Técnico do Instituto de Microbiologia/CCS/UFRJ.

**Denise da P. Silva**

Bióloga, mestranda do Instituto de Química da UERJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 – Manguinhos – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21041-210 - Brasil - Tel: +55 (21) 2598-2512 - Fax: +55 (21) 2270-7352 - e-mail: [jaimel@ensp.fiocruz.br](mailto:jaimel@ensp.fiocruz.br).

### **RESUMO**

Vários textos da literatura citam que a presença de micropoluente como agrotóxicos e metais pesados podem ser interferentes no processo de tratamento anaeróbio devido à sensibilidade das arqueas metanogênicas. A presença desses contaminantes na rede de esgoto pode prejudicar o tratamento anaeróbio do lodo excedente gerado pelos processos aeróbios e comprometer o reuso do lodo final. Em um estudo prévio observou-se que o organoclorado dicofol não foi mineralizado pelo tratamento aeróbio de esgoto e a maior parte de seus resíduos ou metabólitos ficou presente no lodo excedente. Neste trabalho se estudou o comportamento desses resíduos no tratamento anaeróbio deste lodo incluindo a capacidade de sua mineralização. Foram desenvolvidos biodigestores em escala laboratorial que permitiu trabalhar com moléculas radiomarcadas e que mostrou boa eficiência no processo anaeróbio. O dicofol provocou um efeito negativo após 28 dias de processo provavelmente devido à inibição das enzimas da metanogênese. Não houve mineralização e a radioatividade remanescente ficou distribuída entre as fases líquida e sólida do lodo sugerindo uma degradação parcial desses resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** lodo, tratamento anaeróbio, dicofol

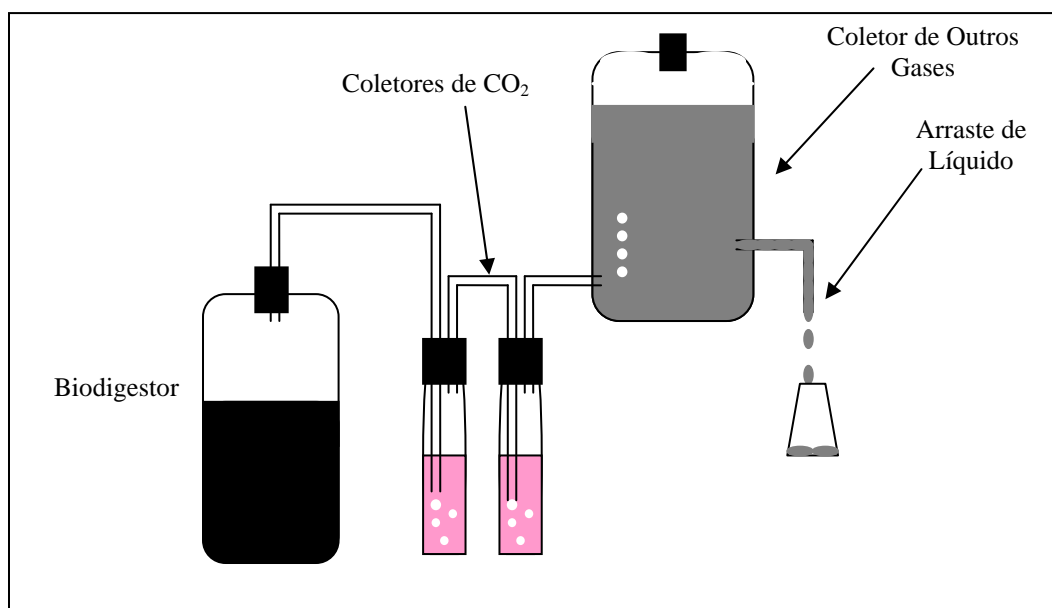
### **INTRODUÇÃO**

Um dos maiores problemas no uso de processos anaeróbios de tratamento é a sua sensibilidade a substâncias tóxicas, dentre as quais se destacam os pesticidas e os metais pesados (von Sperling, 2002). Provavelmente tais efeitos ocorrem em função da inibição enzimática provocada por esses compostos nas vias bioquímicas de metanogênese que ocorrem na etapa final do processo pelas arqueas (Duncan and Nigel, 2003). Porém o processo anaeróbio é um dos responsáveis pela estabilização do lodo gerado pelo tratamento de esgoto por lodos ativados e o reuso deste lodo pode ficar comprometido em função da quantidade de micropoluentes tóxicos que possam vir a carrear.

Este estudo simulou biodigestores anaeróbios em escala laboratorial que tratou o lodo gerado por uma estação em escala laboratorial de tratamento de esgoto contendo 1 mg/L do organoclorado dicofol com marcação isotópica. Os organoclorados são muito conhecidos pela sua alta toxicidade e portanto foi acompanhado o comportamento deste composto no processo de tratamento do lodo comparado a um controle sem dicofol que também foi gerado pela estação de tratamento de esgotos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Frascos de vidro âmbar de 300 mL com uma única saída foram usados para simular os biodigestores anaeróbios. Esses frascos foram alimentados com lodo bruto (não tratado) gerado por um processo de tratamento de esgoto em escala laboratorial com e sem dicofol radiomarcado (1 mg/L). Este lodo foi primeiramente analisado quanto aos teores de sólidos totais (ST) e de sólidos totais voláteis (STV) e de radioatividade. Cada biodigestor recebeu 100 mL deste lodo e, em seguida, foram selados com rolha e cola de silicone e colocados em um agitador rotatório para completa homogeneização e digestão. O processo de tratamento anaeróbio do lodo foi avaliado por 10 períodos fixos de 7, 11, 14, 18, 21, 25, 28, 32 e 40 dias. Após cada um destes períodos foram retirados 1 biodigestor com dicofol e outro sem dicofol do agitador e foram colocados em um sistema para captura dos gases gerados como mostra o esquema da Figura 1. Após 7 dias de captura dos gases estes reatores foram abertos para a determinação do pH, dos teores de ST e de STV e de radioatividade. A quantidade de gás carbônico gerada foi medida pela análise gravimétrica do carbonato de bário formado e de outros gases (inclusive metano) pelo arraste de líquido (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema mostrando o biodigestor acoplado ao sistema de captura de gases. O  $\text{CO}_2$  foi capturado pela solução 1 mol/L de hidróxido de sódio saturado por cloreto do bário com o indicador de fenofaleína (tubos na cor rosa). Os outros demais gases gerados pelo processo foram medidos pelo arraste de água em um frasco coletor. O volume de  $\text{CO}_2$  foi calculado pela equação 1 e o volume de outros gases foi numericamente igual ao volume de água arrastado.

As análises de ST e STV foram feitas de acordo com a APHA (2000). O pH foi determinado em um potenciômetro DM2 da Digimed. A radioatividade como  $^{14}\text{C-CO}_2$  foi medida diretamente colocando o carbonato de bário no vial contendo 10 mL de solução cintiladora (mistura de 4g de PPO, 0,25g de POPOP, 333mL de Triton X100 e 667mL de tolueno). A radioatividade no lodo bruto e digerido foi medida queimando 2 mL da amostra em um biological oxidizer modelo OX 500 marca Harvey e o  $\text{CO}_2$  gerado por essa queima foi captado em um vial contendo 15 mL de solução aquasolv (mistura de 480 mL de solução cintiladora, 320 mL de metanol e 200 mL de monoetanolamina). A radioatividade de todos os vials foi medida em um cintilador líquido modelo Tricarb 100 marca Packard.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A remoção da ST do lodo e a produção gasosa no processo de biodigestão estão mostradas na Figura 2. Os biodigestores com 18 dias de processo foram os de que melhor desempenho com uma remoção média de 30% no teor de ST, 40% na remoção de STV e a maior produção gasosa ao longo de todo o período. Após este ponto a produção de gases foi reduzindo. A proporção gasosa gerada por estes biodigestores foi de 30% de gás carbônico e 70% para os demais gases.

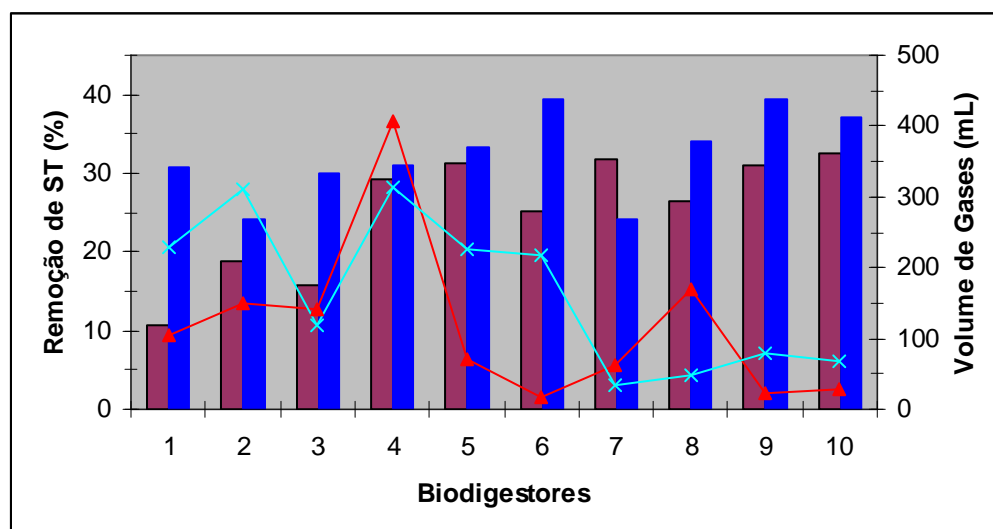


Figura 2. Remoção percentual de sólidos totais (ST) e produção gasosa total (mL) nos diferentes períodos do processo de biodigestão do lodo. O período correspondente ao 1 refere-se a 7 dias de processo, o 2 a 11 dias, o 3 a 14 dias e assim sucessivamente até o 10 que é o 40º dia. (▲) volume de gases gerados nos biodigestores controle e (X) nos biodigestores com dicofol e (■) remoção no teor de ST nos biodigestores controle e (■) nos biodigestores com dicofol.

Estes resultados mostram que o dicofol na concentração de 1 mg/L não afetou a biodigestão anaeróbia com 18 dias de processo comparado ao controle. Porém nos biodigestores com dicofol que operaram acima dos 28 dias, o pH do lodo digerido foi alcalino característico da sucção para dentro do reator da solução básica de captura de CO<sub>2</sub>. Este resultado mostrou que este poluente pode apresentar um efeito negativo ao processo anaeróbio em longo tempo de processo. Provavelmente este efeito ocorreu em função da inibição às enzimas importantes associadas à metanogênese (Thauer et al, 2008), uma vez que este processo bioquímico primeiramente incorpora o CO<sub>2</sub> e o H<sub>2</sub> gerados na etapa acetogênica (Duncan and Nigél, 2003).

A radioatividade percentual reduzida em relação ao medido no lodo bruto é mostrada na Figura 3. A quantidade de radioatividade medida no CO<sub>2</sub> foi abaixo da sensibilidade do cintilador líquido, logo se pode afirmar que não houve mineralização desses resíduos pelo processo anaeróbio. Não foi medida uma redução significativa da radioatividade nos biodigestores após o processo, porém o percentual relativo à radioatividade adsorvida no lodo digerido foi menor ao longo do tempo de processo como mostra a Tabela 1. Este resultado sugere que a radioatividade deixa de ficar adsorvida no lodo bruto para fazer parte da fase sobrenadante (fase líquida), onde em torno de 35% da radioatividade remanescente no lodo digerido esta solúvel em água. Esta radioatividade não está associada ao dicofol uma vez que este composto é insolúvel, o que provavelmente sugere que pode estar havendo uma degradação parcial desta substância pelo processo anaeróbio.

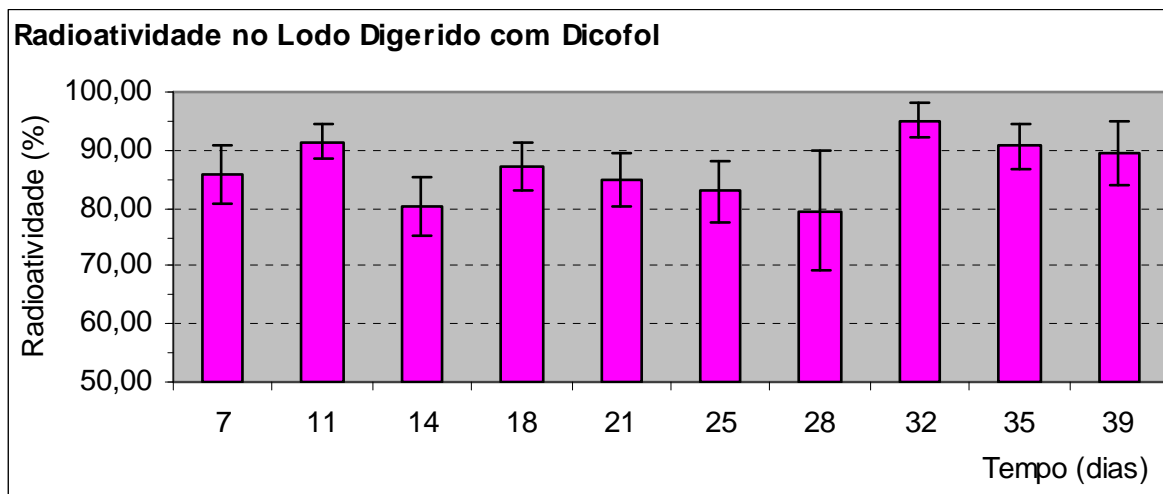


Figura 3. Distribuição percentual da radioatividade relativo ao medido no lodo bruto com dicofol.



**Tabela 1. Percentual de radioatividade associada a adsorção do lodo digerido com dicofol.**

Amostra	Percentual de Radioatividade adsorvido no lodo digerido
Lodo digerido com 7 dias de processo	91,6 %
Lodo digerido com 11 dias de processo	78,3 %
Lodo digerido com 14 dias de processo	64,2 %
Lodo digerido com 18 dias de processo	75,3 %

## CONCLUSÕES

- Os resíduos de dicofol afetaram o processo de biodigestão anaeróbia do lodo quando operado por um período acima de 28 dias;
- Os resíduos de dicofol não foram mineralizados pelo processo de tratamento anaeróbio do lodo;
- A maior parte dos resíduos de dicofol ficou no lodo tratado parcialmente associado à fase líquida (solúvel).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF (2000). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC: Amer. Public Health Assoc., Amer. Water Works Assoc., Water Poll. Control Fed. 20th. edition.
2. DUNCAN, M. and NIGEL, H.. 2003. Handbook of water and wastewater microbiology. Academic Press. England.
3. THAUER, R. K., KASTER, A-K, SEEDORF, H., BUCKEL, W. and HEDDERICH, R. 2008. Methanogenic archaea: ecologically relevant differences in energy conservation. Nature Reviews Microbiology 6(8):579-591.
4. von SPERLING, M.. 2002. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Vol. 4 - Lodos Ativados. Editora FCO. Belo Horizonte. 2ª ed. 428p.