



II-346 - COMPORTAMENTO DO ORGANOCOLORADO DICOFOL NO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR LODO ATIVADO

Jaime L. da M. Oliveira⁽¹⁾

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⁽¹⁾: 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.

RESUMO

Muitos micropoluentes orgânicos são detectados no sistema de esgotamento sanitário no mundo e esse fato prejudica no reuso dos resíduos gerados por uma estação de tratamento de esgotos. No Brasil existem poucos estudos sobre o comportamento desses compostos nesses sistemas de tratamento. Acompanhou-se o organoclorado dicofol na concentração de 1mg/L em um sistema aeróbio de tratamento de esgoto em escala laboratorial com o reuso de lodo por 7 dias consecutivos. Foram utilizadas moléculas radiomarcadas permitindo rastrear os seus resíduos nas diversas fases do processo e medir diretamente o produto da mineralização ($^{14}\text{C-CO}_2$). Pelas análises de DQO e IVL nas sucessivas bateladas foi possível avaliar a interferência deste composto no processo. O dicofol reduziu o desempenho do tratamento em relação à remoção de DQO. Foi medido menos que 1% da radioatividade como $^{14}\text{C-CO}_2$ e cerca de 65% ficaram adsorvidos no lodo decantado após os 7 dias de processo. Estes resultados mostraram que, além de ser afetado por este poluente, este processo não foi eficaz em sua eliminação. Dessa forma, como a maior parte de seus resíduos ou metabólitos foi detectada no lodo biológico, é importante avaliar se o pós-tratamento deste lodo pode ajudar na biodegradação deste composto.

PALAVRAS-CHAVE: esgoto, dicofol, lodo.

INTRODUÇÃO

Vários estudos em países da Europa e dos Estados Unidos têm alertado sobre a ocorrência de poluentes orgânicos em seus sistemas de esgotamento sanitário. Suas origens podem ser desde o uso agrícola e industrial até as práticas de jardinagem e de controle de pragas urbanas, como mostra a Figura 1. Dessa forma os processos de tratamento de resíduos podem representar uma barreira no descarte direto desses compostos ou ainda uma alternativa na biodegradação dessas substâncias. Katsoyiannis e Samara (2004) mediram uma remoção acima de 65% de vários organoclorados e propuseram uma degradação parcial de alguns compostos. Esses trabalhos mediram esses compostos nas diferentes fases de estações de tratamento de esgoto por lodo ativado e não analisam sobre a sua interferência nesses processos. Além disso, não se sabe se ocorre a mineralização dessas substâncias nessas estações de tratamento.

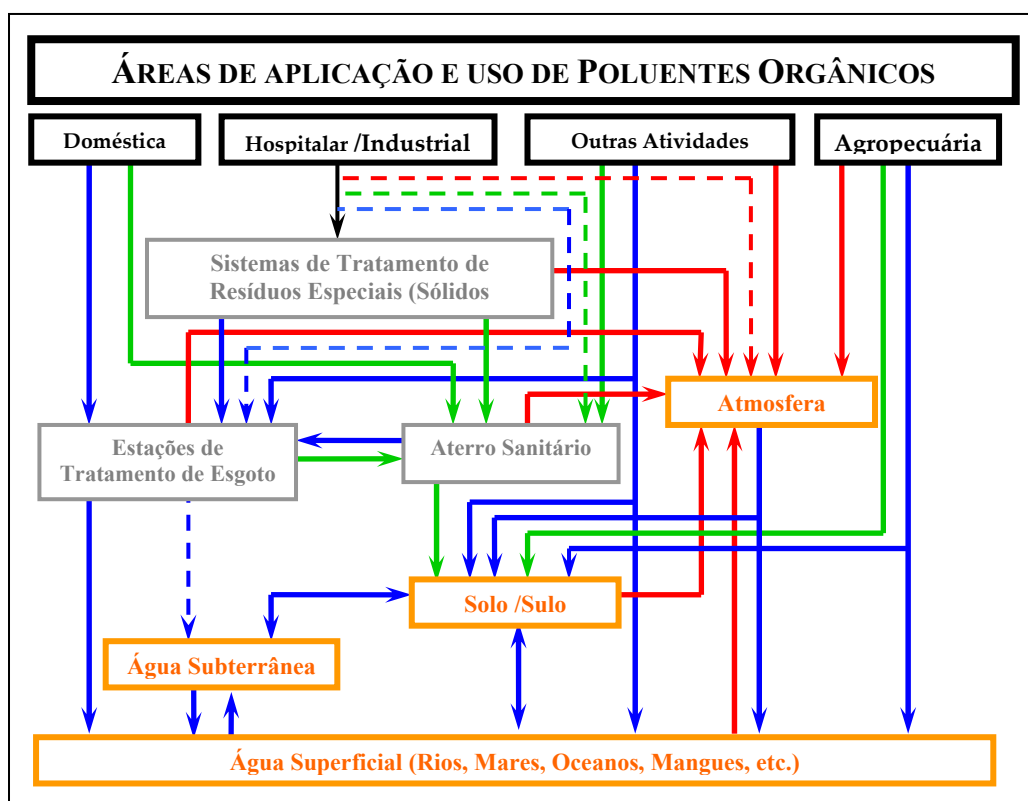


Figura 1. Fluxo de poluentes orgânicos nos diferentes sistemas (Oliveira, 2008). Onde azul – mobilidade na fase líquida, verde – mobilidade na fase sólida, vermelha – mobilidade na fase gasosa e preta – resíduos nas três fases; e a caixa preta – áreas de uso e aplicação, cinza – sistemas de tratamento e laranja – sistemas abióticos do ambiente.

Nota: Este fluxo de poluentes pode ser alterado em função dos componentes bióticos do sistema.

Este estudo logrou-se simular um reator aeróbio por lodo ativado em escala laboratorial de forma representativa que permitisse rastrear o organoclorado dicofol. Com a marcação isotópica neste composto foi possível medir o resultado da mineralização ($^{14}\text{C-CO}_2$) e rastrear diretamente os resíduos e seus metabólitos ao longo do processo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Reatores de 4,0 litros com duas entradas e uma saída foram utilizados nos experimentos. Foram adicionados inicialmente aos reatores 2,5 L de esgoto e 1,0 L de lodo biológico coletados da estação de tratamento de esgotos da Ilha do Governador – RJ (ETIG). Nos reatores-teste foram adicionados 3,5 mg de dicofol com $1,0 \times 10^5$ Bequerels de ^{14}C -dicofol pré-dissolvidos em etanol. A saída dos reatores foi conectada a vidrarias especiais contendo soluções de dietilenoglicol-monobutyléter e monoetanolamina misturados na proporção de 1:1. Os reatores foram aerados por uma bomba peristáltica regulada a uma vazão de ar de 15L/h e a homogeneidade do processo foi favorecida por agitador orbital. A primeira batelada do processo ocorreu por 24 horas e após este período os reatores foram desligados para a retirada do esgoto tratado. Em seguida foram adicionados 2,5 L de esgoto bruto ao lodo remanescente e uma nova batelada foi reiniciada. Outras 5 bateladas sucessivamente foram executadas da mesma forma. O dicofol foi adicionado somente à primeira batelada. No início de cada batelada foram retiradas amostras de mistura e esgoto bruto para medir a radioatividade e a DQO inicial, e no final, amostras de lodo decantado e esgoto tratado para medir a radioatividade e a DQO final e as soluções de captura foram trocadas. Foi medido ao final de cada batelada o volume ocupado pelo valor lodo decantado e o teor de SSV para efeito de cálculo do IVL final.



As análises de DQO, SSV e IVL foram feitas de acordo com a APHA (2000). Foram realizadas ainda análises de DQO e DQO filtrada através de uma membrana de 0,45 µm das amostras de esgoto tratado.

A radioatividade como $^{14}\text{C-CO}_2$ foi medida misturando 5 mL da solução de captura com 10 mL da solução cintiladora (mistura de 4g de PPO, 0,25g de POPOP, 333mL de Triton X100 e 667mL de tolueno) em um vial. A radioatividade no lodo, no esgoto tratado e no mistura foram medidas queimando 1 a 2 mL de cada amostra em um biological oxidizer modelo OX 500 marca Harvey e o CO_2 gerado 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 DQO nos reatores controle (sem dicofol) durante os sete dias de processo foi acima de 90% e o valor do IVL medido foi em média de 190 mL/g. Porém nos reatores-teste (com dicofol) a remoção média de DQO foi de 70% e o IVL médio foi de 160 mL/g. Não houve diferença significativa entre os resultados dos reatores controle e os recomendados para este tipo de processo, porém os reatores-teste tiveram um desempenho menor que o esperado, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Cálculo estatístico usando t-Student comparando os valores de a remoção percentual de DQO, a DQO do efluente tratado e o IVL obtidos nos ensaios controle e com dicofol com os valores recomendados pela literatura para este tipo de processo.

Parâmetro	N	Meta	t	Controle		Dicofol	
				média	t ₀	média	t ₀
Remoção de DQO	21	> 85%	1,725	95%	15	73%	-8,4
DQO efluente	21	< 100 mg/L	1,725	76,3 mg/L	-2,917	222,9 mg/L	11,360
IVL	21	< 200 mL/g	1,725	190,1 mL/g	-1,240	157,7 mL/g	-6,472

Nota: P = 90%; N – número de amostragens; t₀ – t crítico; t – valor de t-Student tabelado; meta – valores esperados para este tipo de processo.

Este resultado mostra que o dicofol na concentração usada reduziu o desempenho do processo em relação à remoção de DQO, provavelmente pelo efeito tóxico do composto à comunidade de bactérias que formam o lodo. O fato do valor de IVL não ter sido afetado corrobora com a não alteração no aspecto microbiológico do lodo (dados não mostrados) e ambos estão associados à boa separação do lodo ao efluente tratado (sedimentação do lodo).

O radioatividade percentual em relação ao aplicado na primeira batelada durante os 7 de processo é mostrada na Figura 2. A mineralização (CO_2) do dicofol foi menor que 1%. A maior parte da radioatividade foi medida no lodo decantado, mas 5% em média foram arrastados diariamente com o efluente tratado. Ao longo do processo, a radioatividade medida no efluente tratado foi medida na fase solúvel como mostra a Tabela 2.

Estes resultados mostram que o dicofol reduziu a eficiência do processo, mas não afeta na sedimentação do lodo. O processo aeróbio não foi capaz de mineralizar este poluente, mas a maior parte dele foi removida no lodo sedimentado. Além disso, parte da radioatividade adsorvida no lodo foi arrastada pelo efluente tratado e, apesar disso, ela foi medida na forma solúvel. Como o dicofol é insolúvel em água, é provável que ele tenha sido transformado em outros compostos mais solúveis ao longo do processo. As vias de degradação de compostos orgânicos principalmente os organoclorados torna as substâncias mais polares e, portanto mais solúveis em água.

Tabela 2. Radioatividade total e associada ao material particulado do efluente tratado no ensaio com dicofol.

Amostra	Radioatividade (Bequerels)	
	Total	Material Particulado
Efluente tratado da 1ª batelada do reator contendo dicofol	7877	3178 (40%)
Efluente tratado da 2ª batelada do reator contendo dicofol	5552	1334 (24%)
Efluente tratado da 4ª batelada do reator contendo dicofol	3632	641 (18%)

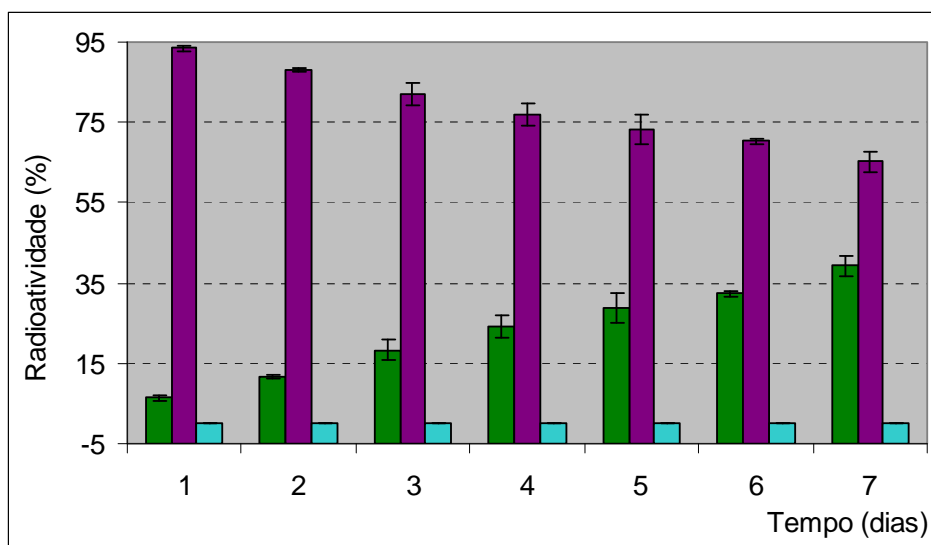


Figura 2. Distribuição percentual da radioatividade relativo ao aplicado inicialmente no efluente tratado (■), no lodo decantado (■) e em forma de CO₂ (■) ao longo de todo o processo

A distribuição de radioatividade acompanhada neste estudo em relação ao dicofol foi diferente ao modelo proposto por Byrns (2001). Este modelo é capaz de prever o destino de um poluente orgânico persistente em um processo contínuo por lodo ativado convencional com reuso de lodo por 5 dias (idade do lodo de 5 dias). Para aplicação desse modelo bastam saber os valores de solubilidade em água, o coeficiente octanol-água ($\log K_{ow}$) e a pressão de vapor do composto em teste. Logo 95% do dicofol deveriam ter sido adsorvidos no lodo sedimentado após o reuso de 5 dias por este modelo. Esta diferença demonstra que as características do esgoto a ser tratado e do lodo biológico usado no processo podem interferir na distribuição desses compostos. Através deste estudo foi possível mostrar que o dicofol afetou o processo que o seu esgoto tratado apresentou pouca quantidade de seus resíduos. Além disso, o lodo sedimentado ainda possuiu grande quantidade destes resíduos ou seus metabólitos podendo afetar o tratamento anaeróbio deste lodo que comumente se segue. Dessa forma, para que o lodo seja reutilizado, deve ser conhecido o teor residual das moléculas poluentes.

CONCLUSÕES

- O processo de simulação em escala laboratorial do tratamento aeróbio de esgoto foi representativo em relação aos parâmetros recomendados para este tipo de processo;
- O dicofol não foi mineralizado pelo processo de tratamento aeróbio do esgoto;
- A maior parte dos resíduos de dicofol ficou adsorvida no lodo sedimentado.

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. BYRNS, G. (2001). The fate of xenobiotic organic compounds in wastewater treatment plants. Water Research 35(10):2523-2533.
3. KATSOYIANNIS, A. and SAMARA, C. (2004). Persistent organic pollutants (POPs) in the sewage treatment plant of Thessaloniki, northern Greece: occurrence and removal. Water Research 38:2685-2698.
4. OLIVEIRA, J. L. M. (2008). Comportamento do dicofol e da atrazina nos processos de tratamento de esgoto por lodos ativados e de pós-tratamento de lodo por biodigestores anaeróbios. Tese de Doutorado. UFRJ/RJ. 138 p.