

II-471 - REATOR ANAERÓBIO OPERANDO EM BATELADA SEQUENCIAL PARA TRATAMENTO DE ESGOTO CONTAMINADO COM PARACETAMOL

Sabrina da Silva Corrêa⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental na Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

Kenia Kelly Barros da Silva⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco. Professora Associada do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco.

Isabela Carolina Lopes Coelho⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental na Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

Caroline Isabele Nepomuceno⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco– UFPE.

Ayane Aparecida da Silva Ribeiro⁽⁵⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco– UFPE.

Endereço⁽¹⁾: Rua Siqueira Campos, 282 – Centro - Cachoeirinha - PE - CEP: 55380-000 - Brasil - cel: (81) 99740-3800 - e-mail: sabrinna_s.c@hotmail.com

RESUMO

A ocorrência de fármacos em corpos hídricos tem grande interesse ambiental devido à toxicidade que esses compostos provocam a ecossistemas aquáticos e terrestres. Entre os impactos ambientais mais relevantes já detectados, está a capacidade que algumas substâncias têm de induzir alterações no material genético de organismos a elas expostos. De posse deste fato, esta pesquisa objetivou investigar a biodegradabilidade, em meio anaeróbio, de um efluente contaminado com paracetamol, através da eficiência da remoção da DQO e da medição da produção de metano. Os resultados alcançados neste experimento mostraram que a alta concentração de paracetamol (500 mg.L⁻¹) adicionada ao esgoto não inibiu a produção de metano, cuja produção máxima (≈ 500 mg DQO degradada.dia⁻¹) foi atingida aos 12 dias e que a remoção final de DQO foi de $237,2 \pm 87$ mg.L⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Biodegradação, Paracetamol, Produção de metano.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a presença de hormônios e fármacos em esgotos domésticos tem despertado o interesse de pesquisadores e de organizações pública em conhecer melhor esse problema e, assim, desenvolver formas de tratamento de águas residuárias que sejam capazes de minimizar o potencial de contaminação desses compostos, visto que os mesmos, quando presentes nos esgotos tratados, podem espalhar-se através do ciclo da água e atingir fontes hídricas potáveis, devido a sua baixa remoção em estações de tratamento de esgotos (KOSMA et al., 2014).

Diante desse cenário, a degradação e remoção de fármacos e seus metabólitos durante o tratamento de efluentes é uma tarefa cada vez mais importante. Analgésicos e antipiréticos estão na lista dos medicamentos mais consumidos no Brasil. Entre eles, atualmente, a ingestão de paracetamol tem aumentado no Brasil devido à epidemia de Dengue, febre Chikungunya e Zika, uma vez que este medicamento é recomendado para o tratamento dessas doenças.

Os mecanismos de remoção de fármacos presentes em esgotos são biodegradação, transformações abióticas e adsorção a biomassa ou a sólidos suspensos. Dentre os produtos farmacêuticos detectados em amostras de esgotos, estrogênios, psicoestimulantes e drogas anti-inflamatórias e não esteroides exibiram as maiores porcentagens de remoção em ETE monitoradas. Estrogênios, quando presentes em afluentes, foram 100%

removidos dos efluentes testados. Por outro lado, compostos como diclofenaco, propranolol, estradiol e gemfibrozil, foram mais persistentes ao tratamento biológico (J. MARTÍN, et al., 2012).

Com relação aos processos de remoção de compostos farmacêuticos presentes em águas residuárias, resultados de pesquisas relatam que os reatores anaeróbios têm sido largamente utilizados no tratamento de águas residuárias com alta concentração de poluentes de difícil remoção, devido a sua simplicidade operacional, baixo custo e capacidade de suportar sobrecargas orgânicas. Esses reatores vêm destacando-se no tratamento de águas residuárias industriais contendo compostos fenólicos tóxicos, 6-ácido aminopenicilânico (6-APA) e amoxilina.

A capacidade desses reatores em lidar com sobrecargas orgânicas é uma vantagem adicional para aplicação dessa tecnologia no tratamento de águas residuárias de composição complexa. Dentro deste contexto, os reatores anaeróbios que operam em batelada sequencial (RBSan) estão se tornando uma boa alternativa em substituição aos sistemas contínuos, isto porque esses reatores podem ser aplicados ao tratamento de águas residuárias com produção é intermitente ou quando o padrão de emissão desses resíduos for muito restritivo e em efluentes contendo compostos recalcitrantes, devido à boa retenção de biomassa ativa e flexibilidade e simplicidade operacional.

O processo de tratamento de esgotos em RBSan é realizado em 4 etapas: alimentação, reação, sedimentação e descarte. Na etapa de reação, a intensidade e duração da agitação são aspectos de grande importância no tratamento de esgotos em RBSan, uma vez que promovem bem a distribuição do substrato e microrganismos através do reator. Alguns autores afirmam que ao suspenderem a etapa de agitação de um RBSan, a eficiência de remoção da DQO total caiu de 68% para 33%, isto devido ao baixo contato alimento/microrganismos causado pelo desligamento do sistema de agitação (GOMES, 2008).

OBJETIVOS

Investigar a biodegradabilidade, em meio anaeróbio, de um efluente contaminado com paracetamol, através da eficiência da remoção da DQO e da medição da produção de metano.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no LEA (Laboratório de Engenharia Ambiental) do Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco. O sistema de tratamento foi constituído por um reator anaeróbio, dimensionado em escala de laboratório, operando em batelada sequencial. A alimentação do sistema foi realizada por gravidade, através de um reservatório elevado, e o fluxo do esgoto era ascendente (Figura 1).

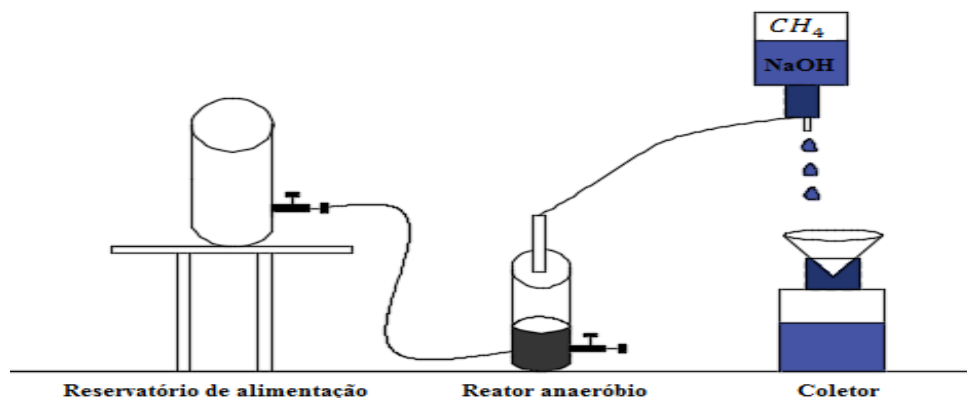


Figura 1: Aparato experimental

O volume total (VT) do reator era de 1,65 L. Os volumes para acumular lodo (VB) e biogás (VG) foram determinados de acordo com SARTI et al. (2006). Desta forma, o VB foi estimado como sendo 1/3 do VT (0,55L) e o VG era 10% do VT (0,17L). A respeito do volume de acumulação do líquido (VL), este foi

calculado pela Equação (1), e seu valor era de 0,94 L. As vazões afluentes e efluentes do reator eram, aproximadamente, 0,52 mL.s⁻¹.

$$VL = VT - (VB + VG) \quad \text{equação (1)}$$

Neste experimento, optou-se por operar o reator anaeróbio sem a fase de agitação, com o intuito de avaliar se apenas a produção de gases seria capaz de promover uma agitação interna e melhorar o contato Alimento/Microrganismo dentro do reator.

O esgoto a tratar foi coletado no campus da universidade. Após coletado, o esgoto era contaminado com uma solução de paracetamol de 500 mg.L⁻¹. Como fonte de biomassa, utilizou-se um lodo granular proveniente de um sistema anaeróbio de tratamento de água residuária industrial, com concentração de sólidos totais voláteis de 7.3 ± 0.2 mg.L⁻¹. Antes da montagem do reator, o lodo passou por um processo de adaptação as condições experimentais (aclimação do lodo), por 7 dias.

Para monitorar o sistema de tratamento, foram realizadas análises físico-químicas do afluente e do efluente tratado, cujos parâmetros estão descritos na Tabela 1.

A medição do metano foi realizada segundo a metodologia descrita por AQUINO *et al.* (2007), através da medição direta do volume do metano desprendido do sistema. O experimento durou 7 dias e o tempo de detenção hidráulica do sistema era 24 horas.

Tabela 1: Parâmetros e Técnicas Analíticas Utilizadas.

PARÂMETRO	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
Temperatura	Direto, potenciômetro	°C
pH	Direto, potenciômetro	---
Potencial Elétrico	Direto, potenciômetro	mV
Condutividade	Direto, condutivímetro	μS.cm ⁻¹
DQO bruta e filtrada	Refluxo fechado (APHA, 2012)	mg.L ⁻¹
Sulfato	Turbidimétrico (APHA, 2012)	mg.L ⁻¹
Fósforo	Método molibato-vanadato (APHA, 2012)	mg.L ⁻¹

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da montagem do experimento, realizou-se uma caracterização do esgoto da universidade, cujos resultados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização do esgoto

PARÂMETRO	RESULTADO	UNIDADE
Temperatura	19,3	°C
pH	8,2	---
Salinidade	1947	μS.cm ⁻¹
Potencial Elétrico	-92,4	mV
DQO bruta	353 ± 19	mg.L ⁻¹
DQO filtrada	292 ± 16	mg.L ⁻¹
Sulfato	0,38	mg.L ⁻¹
Fósforo	6,1	mg.L ⁻¹

Os valores da temperatura, pH, condutividade e potencial elétrico da afluente (esgoto contaminado com a solução de paracetamol) e efluente tratado estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Características do afluente (esgoto contaminado com paracetamol) e do efluente tratado

BATELADAS	AMOSTRA	pH	TEMPERATURA (°C)	POTENCIAL ELÉTRICO (mV)	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)
1	A1	7,9	23	7,8	2213
	E1	7,0	25	-144,4	2226
2	A2	8,3	18	13	2194
	E2	7,7	23	-330,2	2293
3	A3	7,8	20	-91,3	2205
	E3	7,6	25	-58,3	2002
4	A4	8,0	20	-71,1	1904
	E4	7,8	25	-93,1	2075
5	A5	8,1	20	-77,7	1989
	E5	7,3	20	-33,7	2095
6	A6	8,2	20	-85,6	1957
	E6	7,5	25	-220,2	2027

Possivelmente, o aumento da condutividade elétrica ocorreu devido à formação de sais resultantes de alguma reação química devido à presença do paracetamol no esgoto afluente. O efluente tratado apresentou uma coloração avermelhada escura (Figura 2), o que poderia ter sido causada por oxidação do ferro. Porém, as concentrações de Fe permaneceram inalteradas, a cor do afluente é de $122 \pm 28 \text{ mg PtCo} \cdot \text{L}^{-1}$ e do efluente tratado é de $520 \pm 28 \text{ mg PtCo} \cdot \text{L}^{-1}$. Foram feitas algumas análises para verificar se estava ocorrendo oxidação do Ferro, porém as concentrações de Ferro II são as mesmas para o afluente e o efluente tratado, como citado anteriormente. No entanto, é possível que o sulfato adicionado tenha sido reduzido a sulfato de ferro, pela sua ligação com o Fe presente no afluente.

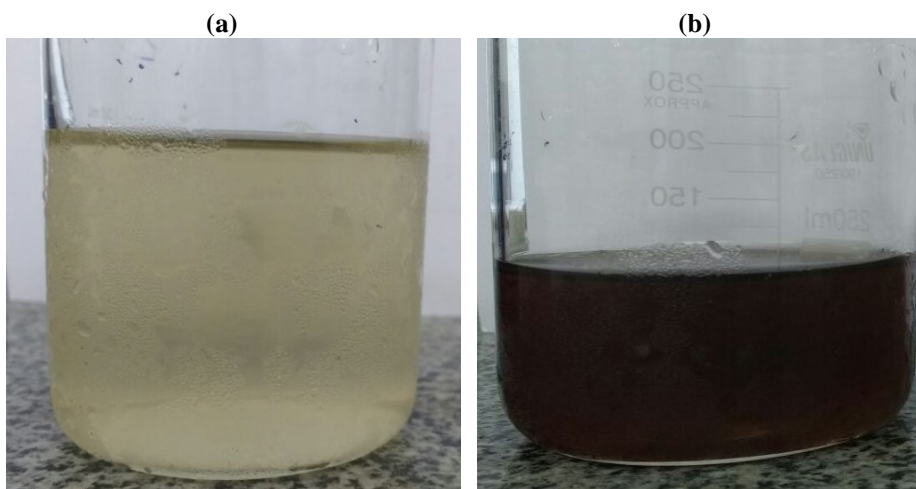


Figura 2: (a) Afluente, (b) Efluente tratado

Após o tratamento a remoção final de DQO do efluente tratado foi de $237,2 \pm 87 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Os resultados da produção de metano estão plotados no gráfico da Figura 3.

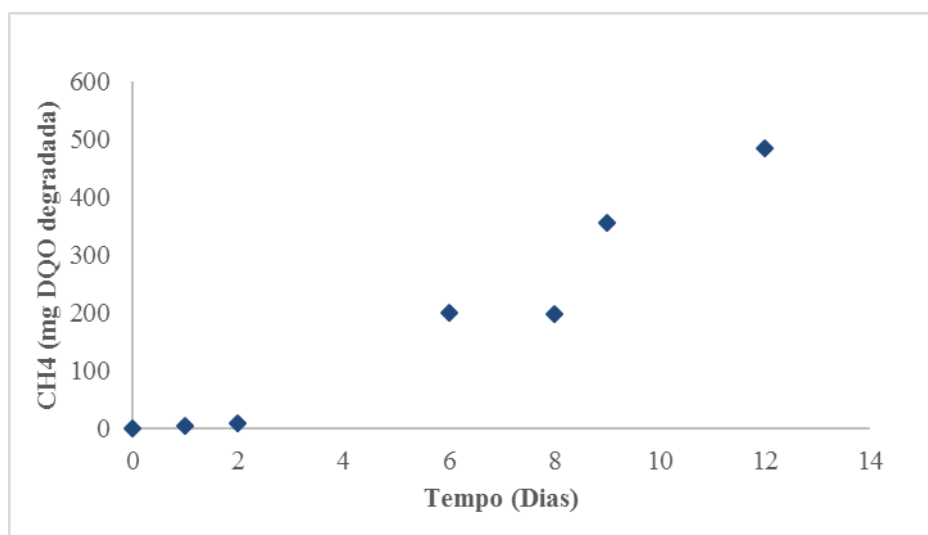


Figura 3: DQO Metano

Com relação à concentração de sulfato, os valores médios afluente e efluente foram $0,39 \pm 0,03 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,4 \pm 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente. Com relação às concentrações de fósforo total, os valores médios afluentes e efluentes foram $6,4 \pm 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ e $10 \pm 3 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente. Possivelmente o aumento da salinidade e a mudança de cor podem estar relacionados ao aumento da concentração de fósforo.

CONCLUSÕES

Os resultados alcançados neste experimento mostraram que a alta concentração de paracetamol (500 mg.L^{-1}) adicionada ao esgoto não inibiu a produção de metano, cuja produção máxima ($\approx 500 \text{ mg DQO degradada.dia}^{-1}$) foi atingida aos 12 dias e que a remoção final de DQO foi de $237,2 \pm 87 \text{ mg.L}^{-1}$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. Métodos Padrão para o Exame de Água e Esgoto, 22ª ed., Washington D.C, 2012.
2. Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
3. GIL, E. S.; MATHIAS, R. O. Classificação e riscos associados aos resíduos químicos – farmacêuticos. Revista Eletrônica de Farmácia, v.2(2), 87-93, 2005.
4. GOMES L. A. Desempenho de um reator anaeróbio em bateladas sequenciais no tratamento de lixiviado proveniente da degradação de resíduos sólidos urbanos. Dissertação de Mestrado. ENC/FT/UnB, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Distrito Federal. 2008. 104p.
5. J. MARTIN, CAMACHO-MUÑOZ, D., SANTOS, J. L., APARÍCIO, I., ALONSO, E. Ocorrência de compostos farmacêuticos em águas residuais e lodos de estações de tratamento de águas residuais: Remoção e impacto ecotoxicológico das descargas de águas residuais e eliminação de lamas. Jornal de Materiais Perigosos 239-240 (2012) 40-47.
6. KOSMAC. I., LAMBROPOULOU D. A., ALBANIS T. A. Investigação de PPCPs em estações de tratamento de águas residuais na Grécia: Avaliação de ocorrência, remoção e risco ambiental. Ciência do Ambiente Total, 466 – 467. p. 421 – 438, 2014.
7. S. AQUINO, C.A.L CHERNICHARO, E. FORESTI, L. FLORÊNCIO, MONTEGIA. Metodologias para determinação da Atividade Metanogênica Específica (AME) em lodos anaeróbios. Engenharia Sanitária e Ambiental (Brasil), v.12, n.2, p.192-201, abr./jun. 2007
8. SARTI, SAKAMOTO, VARESCHE, ZAIAT, FORESTI. Tratamento de esgoto sanitário utilizando reatores anaeróbios operando em bateladas sequenciais. Engenharia Sanitária e Ambiental (Brasil), v.11, n.1, p.73-82, jan./mar. 2006.