

III-183 - TRATAMENTO COMBINADO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO POR PROCESSO PACT®: AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MISTURA LIXIVIADO/ESGOTO

Barbara Costa Pereira⁽¹⁾

Graduanda de Engenharia Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Thyago Kessons Neres Honorato

Graduando de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Daniela Aparecida Gama Sousa

Graduanda de Engenharia de Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Leonardo Duarte Batista da Silva

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Alexandre Lioi Nascentes

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Endereço⁽¹⁾: UFRRJ. Rodovia BR-465, Km 7 Seropédica – Rio de Janeiro/RJ – CEP: 23.890-000

E-mail: barbaracosta16@yahoo.com.br

RESUMO

O crescimento populacional e industrial é acompanhado pelo aumento da geração de resíduos. Além do incremento em volume, esses resíduos tem adquirido composição cada vez mais complexa e variável, tornando seu tratamento um grande desafio. Os aterros sanitários, são amplamente empregados na disposição final de resíduos sólidos, entretanto, têm como subprodutos de seu processo, o biogás e o lixiviado. O lixiviado de aterro sanitário apresenta características muito variáveis, que dependem da localização geográfica do aterro, do tempo de operação do mesmo, da natureza dos resíduos dispostos, e das condições climáticas. Diversas ETE's (estações de tratamento de esgoto) recebem lixiviado para tratamento combinado, porém, o lixiviado possui compostos de baixa biodegradabilidade e sua introdução nessas estações de tratamento podem implicar em choques de carga bastante significativos. O processo PACT® combina o uso do CAP com o processo de lodos ativados e dentre as vantagens do processo estão a estabilidade do sistema, a remoção de matéria orgânica recalcitrante, além do aumento da resistência a choques de carga. Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da mistura lixiviado/esgoto sobre o tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico por processo PACT®. O aparato experimental constituiu-se de 8 reatores com volume de 1000 mL, em batelada, em escala de bancada. Foram empregadas misturas lixiviado/esgoto de 0%, 2%, 5% e 10% e concentrações de CAP de 0 g/L, 2 g/L, 4 g/L e 6 g/L. Os reatores foram inoculados com lodo biológico adaptado, operando com tempo de residência de 23 horas e idade de lodo de 28 dias. Para o controle da idade do lodo, foi feito o descarte diário de 35 mL do licor misto e para que não houvesse diminuição da concentração de CAP, fez-se a reposição do mesmo. Foi possível observar que a presença do CAP melhorou a remoção de cor. As misturas lixiviado/esgoto de 5% e 10% tiveram os menores resultados de OUR, indicando que a presença do lixiviado influenciou negativamente a atividade biológica nos reatores.

PALAVRAS-CHAVE: Cotratamento, chorume, carvão ativado em pó.

INTRODUÇÃO

O lixiviado gerado nos aterros sanitários deve ser tratado antes de seu lançamento no ambiente, no entanto, Ferreira (2001) e Mannarino (2010) apontam que a grande variabilidade da composição do lixiviado ao longo da operação de um aterro e a presença de substâncias recalcitrantes ao tratamento nesse efluente fazem com que muitas técnicas de tratamento utilizadas sejam pouco eficientes ou demasiadamente caras em relação ao custo de operação dos aterros.

Recentemente, têm sido observadas experiências bem sucedidas de tratamento combinado de lixiviado em estações de tratamento de esgoto, demonstrando que essa técnica surge como uma alternativa promissora (DEL BORGHI et al, 2003).

Segundo Bocchiglieri (2010) a sobrecarga causada pela presença do lixiviado pode causar alterações significativas nas condições operacionais do sistema de tratamento, podendo comprometer sua eficiência.

O processo PACT® combina o uso do CAP (carvão ativado em pó) com o processo de lodos ativados, onde o CAP é adicionado diretamente ao tanque de aeração, e a oxidação biológica e a adsorção física ocorrem simultaneamente.

Dentre as vantagens do processo PACT® estão a estabilidade do sistema, a remoção de matéria orgânica recalcitrante, cor, odor e nitrogênio amoniacal (ECKENFELDER, 1989; METCALF & EDDY, 1991).

De acordo com Bornhardt et al. (1997), o aumento de eficiência resultante da introdução do CAP no reator de lodos ativados é obtido pela combinação adsorção física no carvão ativado e dos mecanismos biológicos de oxidação da matéria orgânica.

Machado (2010) avaliou o processo PACT® no tratamento de efluente de refinaria e concluiu que a adição de carvão ativado propiciou maior estabilidade quanto a cargas de poluentes com elevada toxicidade, resultando em maior eficiência do processo. Em seus estudos, a autora obteve os melhores resultados (98% de remoção de DQO) para um tempo de residência de 24 horas, idade do lodo de 30 dias e concentração de CAP de 4,5 g/L.

Abu-Salah et al. (1996) compararam o desempenho de um reator biológico com CAP e outro com areia (suporte inerte) no tratamento de efluentes contendo compostos tóxicos aromáticos e poliaromáticos e observaram que o PACT® foi capaz de adsorver altas concentrações de compostos tóxicos, enquanto no sistema com areia a atividade biológica foi inibida por estes compostos.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo avaliar o tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico pelo processo PACT®, bem como a influência da mistura lixiviado/esgoto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foi utilizado lixiviado proveniente do Aterro Sanitário Dois Arcos, localizado no município de São Pedro da Aldeia, no estado do Rio de Janeiro. O lodo foi coletado numa estação de tratamento de águas residuais de grande porte do Estado do Rio de Janeiro.

O esgoto utilizado foi esgoto sintético produzido com base nas recomendações de Reis (2007) e Holler e Trösch (2001), tendo sido feitas algumas adaptações quanto à quantidade de cada reagente, visando atingir as características físico-químicas compatíveis com as faixas típicas dos principais parâmetros descritos por Von Sperling (2002) para o esgoto doméstico. Recorreu-se a este artifício para evitar as grandes variações das características físico-químicas inerentes ao esgoto oriundo de estações de tratamento. A composição do esgoto sintético pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição do esgoto sintético.

Componentes	Concentração (mg/L)
Peptonas de caseína	360
Extrato de carne	250
Ureia	100
Fosfato monobásico de potássio	26
Cloreto de sódio	14
Cloreto de cálcio di-hidratado	8
Sulfato de magnésio hepta-hidratado	4

Fonte: adaptado de Reis (2007) e Holler e Trösch (2001)

O carvão utilizado foi o Carbomafra (Tipo: 118 CB AS nº170), que é de origem vegetal (madeira) e de fabricação nacional. As principais características deste carvão são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características do carvão Carbomafra

Parâmetros de Caracterização	Resultados
Área BET	726,68 m ² /g
Área de microporo	560,59 m ² /g
Área externa	166,08 m ² /g
Volume de microporo	0,266 cm ³ /g
Tamanho de microporo	25,6 Å

Fonte: Machado (2010).

Foram montados 8 reatores em batelada, em escala de bancada, com 1000 mL, inoculados com 200 mL de lodo adaptado e completou-se o volume de 1000 mL com esgoto sintético, conforme é mostrado na Figura 1.

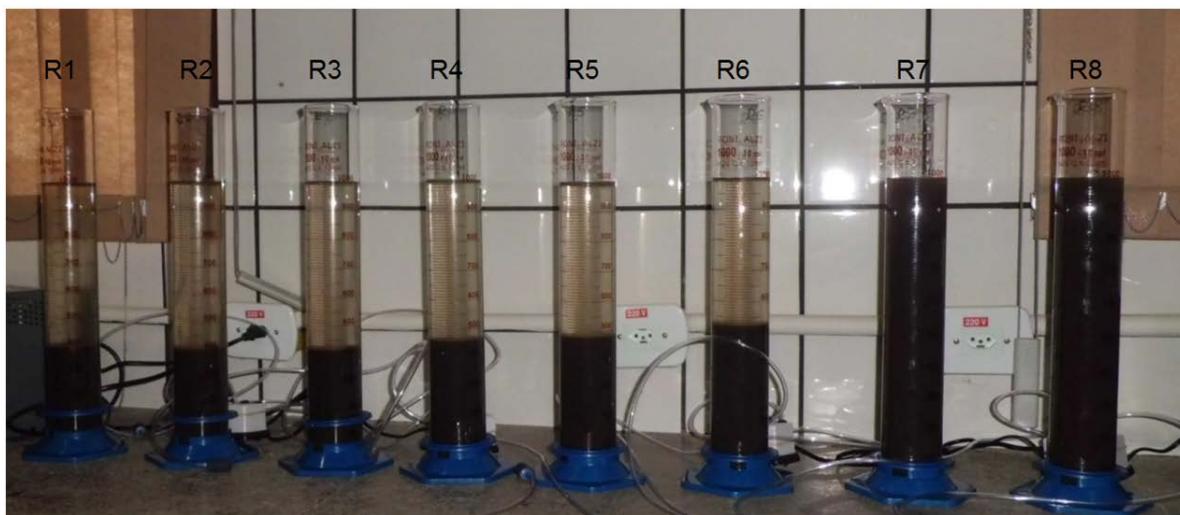


Figura 1 – Aparato experimental com reatores no início da aclimatação.

A aeração foi realizada por meio de compressores de aquário conectados a pedras porosas para a difusão de ar. Os reatores foram mantidos em aclimatação por um período de nove dias.

A alimentação dos reatores ocorreu diariamente. Após 23 horas de aeração, os compressores eram desligados para que houvesse a sedimentação do lodo e a retirada de 600 mL do sobrenadante. Em seguida ocorria novamente a alimentação dos reatores com 600 mL do esgoto sintético.

MISTURAS LIXIVIADO/ESGOTO E PROCESSO PACT®

Terminada a fase de aclimatação, foram aplicadas as misturas lixiviado/esgoto de 0% e 2% (1^a Bateria de experimentos), 5% e 10% (2^a Bateria de experimentos) e as concentrações de CAP de 0 g/L, 2 g/L, 4 g/L e 6 g/L (1^a e 2^a Baterias de experimentos). O arranjo experimental foi concebido mantendo sempre dois reatores funcionando apenas como lodos ativados, ou seja, sem a adição do carvão ativado.

A alimentação dos reatores continuou sendo realizada diariamente, interrompendo a aeração a cada 23 horas, para a sedimentação do lodo e retirada do efluente tratado. Com o objetivo de controlar a idade do lodo, foi feito o descarte diário de 35 mL de licor com a aeração funcionando. Ao promover o descarte, perdia-se massa de carvão, o qual era reposto de maneira a manter constante sua concentração nos reatores. Na Tabela 3 estão apresentados os volumes de lodo excedente (descarte) e a massa de carvão de reposição.

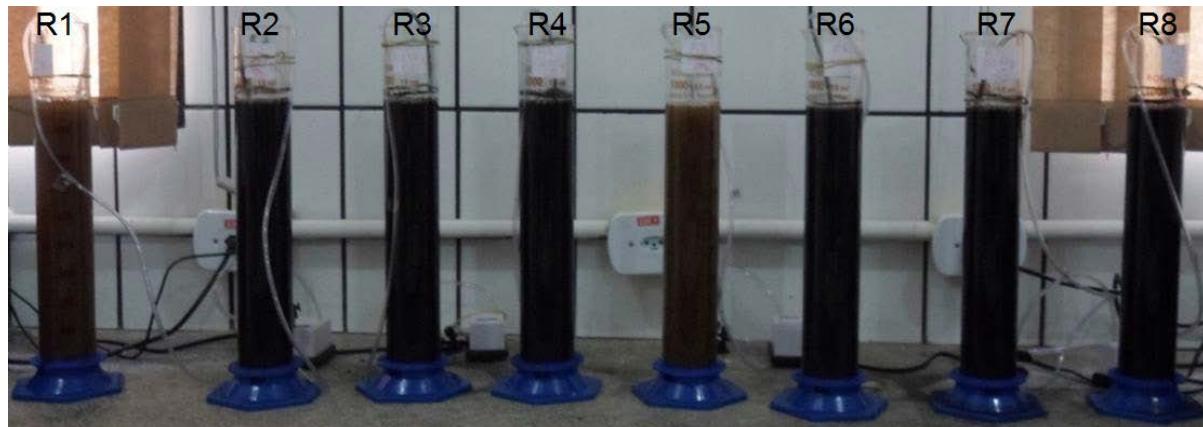
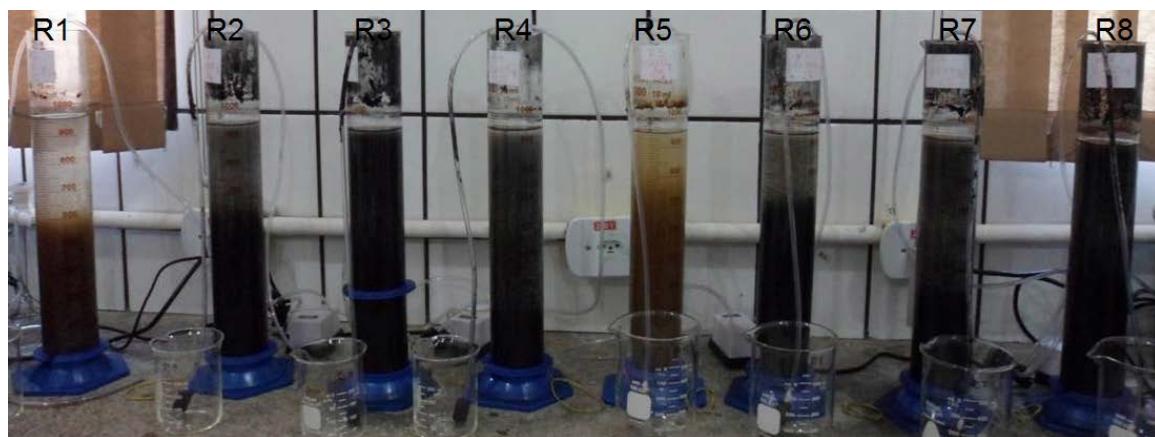
Tabela 3 - volumes de lodo excedente (descarte) e a massa de carvão de reposição, por reator.

Reator	Mistura lixiviado/esgoto (%)		Concentração de CAP (g/L)	Descarte de lodo (mL)	Reposição de carvão (g)
	1 ^a Bateria	2 ^a Bateria			
R1	0	5	0	35	0
R2	0	5	2	35	0,068
R3	0	5	4	35	0,137
R4	0	5	6	35	0,205
R5	2	10	0	35	0
R6	2	10	2	35	0,068
R7	2	10	4	35	0,137
R8	2	10	6	35	0,205

Após 1 hora de decantação, era feita a alimentação dos reatores com 800 mL das respectivas misturas lixiviado/esgoto. Uma alíquota de 50 mL de efluente tratado de cada reator e da alimentação era coletada para a realização das análises.

Os reatores operaram com idade do lodo de 28 dias e tempo retenção hidráulica de 23 horas, em conformidade com a classificação de sistemas de lodos ativados descrita por Von Sperling (2002).

Nas Figuras 2, 3 e 4, está representada a sequência de operação dos reatores em três diferentes momentos: com a aeração funcionando (Figura 2); instantes iniciais da decantação (Figura 3); após 30 minutos de decantação (Figura 4).


Figura 2 – Reatores com aeração funcionando.

Figura 3 – Reatores nos instantes iniciais da decantação.

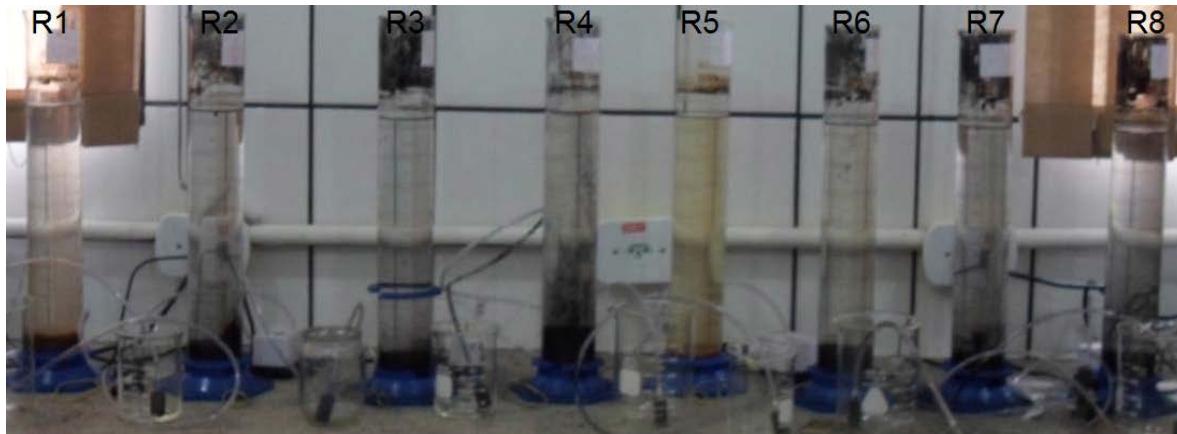


Figura 4 – Reatores após 30 minutos de decantação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 5, estão representados os valores de eficiência de remoção de cor para as duas baterias de experimentos realizadas.

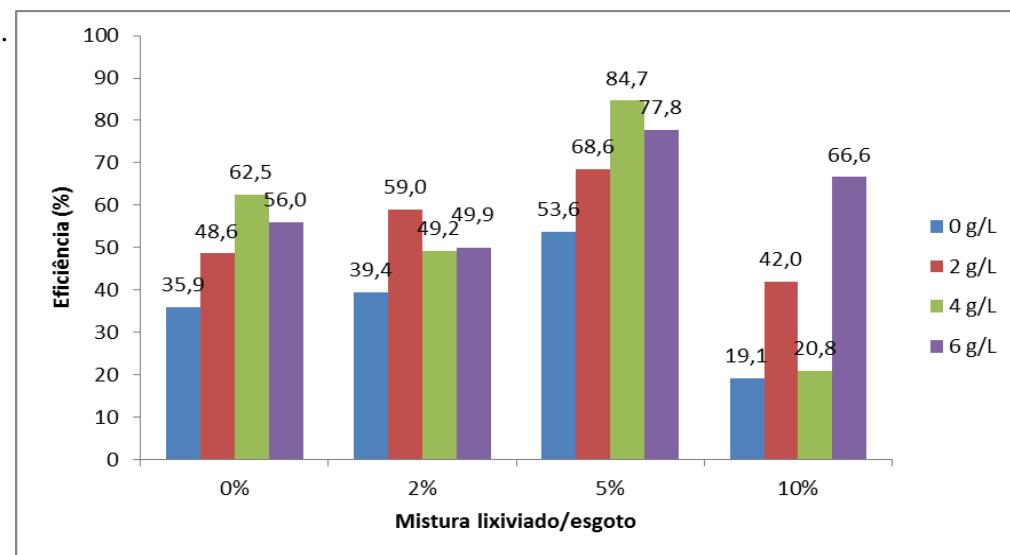


Figura 5 – Eficiência de remoção de cor.

Os reatores que operaram somente como lodos ativados (0 g/L de carvão ativado) apresentaram menor eficiência de remoção de cor, que aqueles que operaram com o processo PACT®, recebendo a mesma concentração de lixiviado. A dosagem de 5% de lixiviado forneceu maior eficiência, esta concentração parece ter proporcionado nutrientes que beneficiaram os microrganismos. Com esta dosagem de lixiviado, a concentração de 6 g/L de carvão foi a que provedeu melhor eficiência de remoção de cor. No entanto, a dosagem de 10% de lixiviado teve efeito prejudicial aos reatores, provavelmente por seu caráter tóxico. Neste caso, a concentração de carvão de 6 g/L conferiu maior estabilidade ao sistema, tornando o efeito tóxico menos pronunciado.

A Figura 6 apresenta os valores de Sólidos Suspensos Totais (SST) dos reatores da 1^a e 2^a baterias de experimentos.

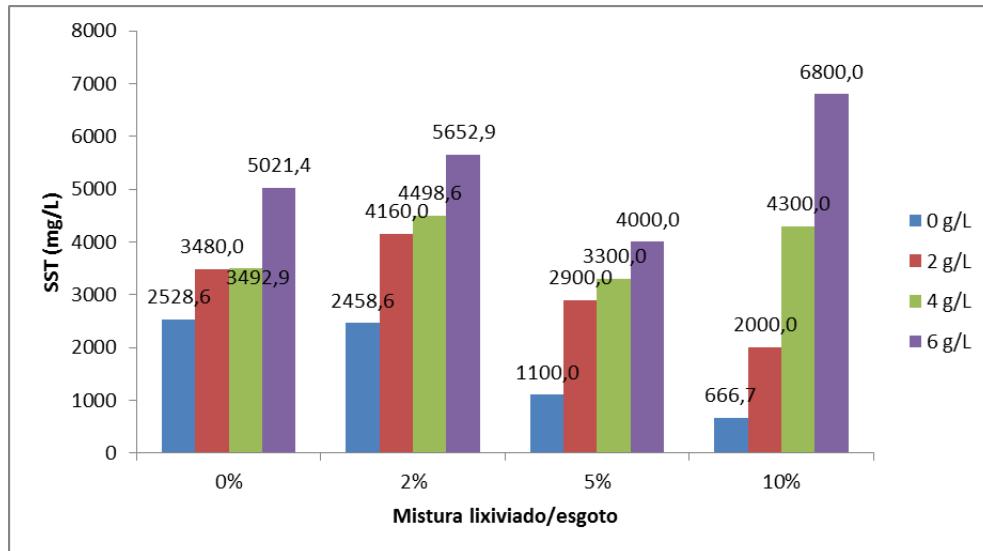


Figura 6 – Sólidos Suspensos Totais.

Os valores de sólidos suspensos totais (SST) sofreram aumento conforme a concentração de carvão ativado também aumentou. Houve redução de SST com o emprego de concentrações de 5% e 10% de lixiviado, por outro lado, a adição de carvão ativado propiciou o aumento do teor de sólidos em todos os casos analisados, visto que suas propriedades adsorptivas promovem a preservação dos microrganismos.

A Figura 7 fornece os valores de Taxa de Consumo de Oxigênio (OUR) obtidos ao longo dos experimentos.

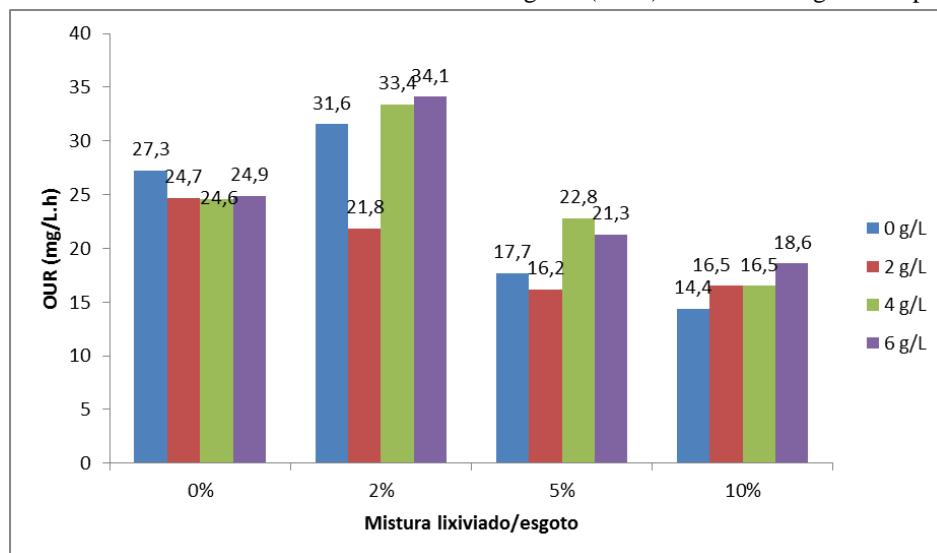


Figura 7 – Taxa de Consumo de Oxigênio.

É possível observar que a atividade biológica teve aumento com a adição de 2% de lixiviado, tendo a adição de carvão pouco efeito sobre este parâmetro, em todos os casos.

Houve decréscimo da OUR com o emprego de maiores concentrações de lixiviado, sugerindo perda de microrganismos em virtude à sua exposição a doses maiores de compostos tóxicos presentes no lixiviado.

Os valores de eficiência de remoção de Demanda Química de Oxigênio (DQO) obtidos nas duas baterias de experimentos estão representados na Figura 8.

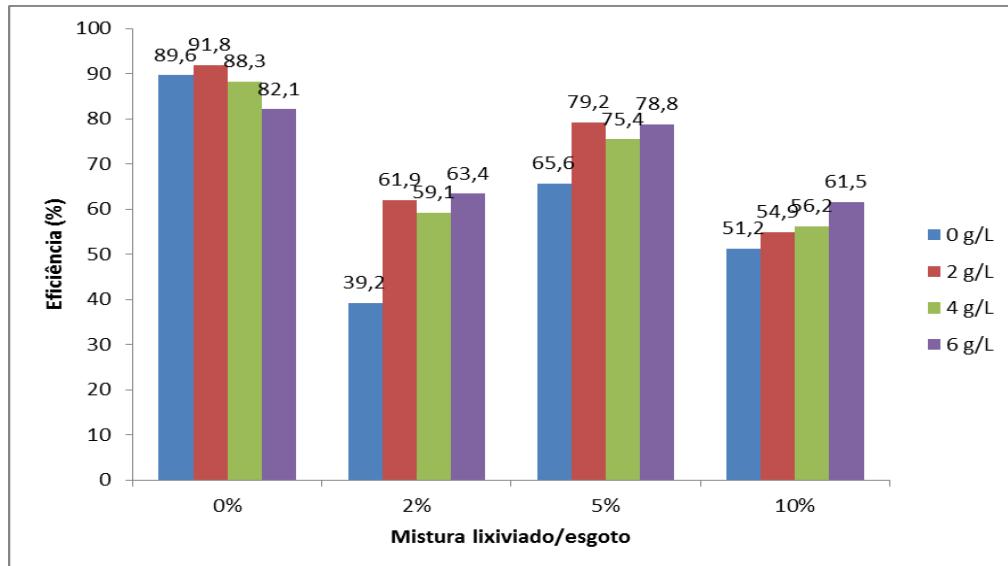


Figura 8 – Eficiência de remoção de DQO.

Tanto o sistema de lodos ativados quanto o processo PACT®, forneceram alta eficiência na remoção de DQO, quando não havia lixiviado presente. Observa-se que a aplicação de 2% de lixiviado, teve efeito negativo na eficiência de remoção de DQO. O lixiviado possui compostos que contribuem para o aumento da DQO, sendo assim, há mais matéria para ser degradada, comprometendo a eficiência do processo.

Com o uso de 5% e 10% de lixiviado, também são obtidas eficiências menores que àquelas alcançadas sem o uso do mesmo. No entanto nota-se que a presença do carvão ativado tende a reduzir o efeito prejudicial que as concentrações mais altas de lixiviado causam.

CONCLUSÕES

Os valores de SST apresentaram incremento conforme a concentração de carvão empregada aumentava. Além da massa de carvão ser contabilizada nesta análise, também há preservação dos microrganismos pelo carvão, mesmo com acréscimos de concentração de lixiviado.

A OUR, para os reatores alimentados com as maiores concentrações de lixiviado sofreu diminuição. Isso indica que para o primeiro caso, houve redução da atividade biológica, causada provavelmente pelos compostos tóxicos presentes no lixiviado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOCCHIGLIERI, M.M. O lixiviado dos aterros sanitários em estações de tratamento dos sistemas públicos de esgotos. Tese de Doutorado. Faculdade de Saúde Pública. USP, 2010.
- DEL BORGHI, A.; BINAGHI, L.; CONVERTI, A.; DEL BORGHI, M. Combined Treatment of Leachate from Sanitary Landfill. *Chem. Biochem. Eng. Q.* 17 (4) 277-283, 2003.
- ECKENFELDER, W.W. *Industrial Water Pollution Control*. Singapore: McGraw Hill, 1989.
- FERREIRA, J.A. et al. Uma revisão das técnicas de tratamento de chorume e a realidade do Estado do Rio de Janeiro. In: 21.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.
- HOLLER, S.; TROSCH, W. Treatment of urban wastewater in a membrane bioreactor at high organic loading rates. *Journal of Biotechnology*, 2001.
- MACHADO, C.R.A. Avaliação do processo de lodos ativados combinado com carvão ativado em pó no tratamento de efluente de refinaria de petróleo. 2010. 128 p. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. EQ/UFRJ, 2010.

7. MANNARINO, C.F. Avaliação do tratamento combinado de lixiviado de aterros de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico utilizando indicadores físico-químicos e biológicos. Tese de Doutorado. Fundação Oswaldo Cruz, 2010.
8. REIS, G.G. dos. Influência da carga orgânica no desempenho de reatores de leito móvel com biofilme (MBBR). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
9. SHER, M.I., ARBUCKLE, W.B., SHEN, Z., 2000. Oxygen Uptake Rate Inhibition with PACTTM Sludge. *Journal of Hazardous Materials*, v.B73, p. 129-142, 2000.
10. VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 4-Lodos Ativados, DESA, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, 2002.