

Avaliação da redução de cor e turbidez no tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico por processo PACT®**Evaluation of color and turbidity reduction in the combined treatment of landfill leachate and domestic sewage by PACT® process**

DOI:10.34115/basrv4n5-020

Recebimento dos originais:04/09/2020

Aceitação para publicação:06/10/2020

Barbara Costa Pereira

Mestra em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFRRJ)
Doutoranda em Saúde Pública e Meio Ambiente (ENSP/FIOCRUZ)
Endereço:Rua Leopoldo Bulhões, 1480, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ
E-mail: barbaracp90@gmail.com

Daniela Aparecida Gama Sousa

Engenheira Agrícola e Ambiental (UFRRJ)
Endereço:Rod. BR 465, km 07, Seropédica, RJ
E-mail: danielagama18@hotmail.com

Ágatha Silva Monteiro Barros Ferreira

Engenheira Agrícola e Ambiental (UFRRJ)
Endereço:Rod. BR 465, km 07, Seropédica, RJ
E-mail: agathamoner@gmail.com

Alex Brzeski Barbosa

Engenheiro Agrícola e Ambiental (UFRRJ)
Endereço:Rod. BR 465, km 07, Seropédica, RJ
E-mail: alexbarbosa.ambiente@gmail.com

Thayza Oliveira Macena de Santana

Engenheira Agrícola e Ambiental (UFRRJ)
Endereço:Rod. BR 465, km 07, Seropédica, RJ
E-mail: thayzah.oliveira@gmail.com

Thyago Kessons Neres Honorato

Discente de Engenharia Civil (UFF)
Endereço:Rua Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói, RJ
E-mail: thyagokessons@gmail.com

Alexandre Lioi Nascentes

Doutor em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ)
Professor Adjunto do Departamento de Engenharia da UFRRJ
Endereço:Rod. BR 465, km 07, Seropédica, RJ
E-mail: alexandrelioi@gmail.com

RESUMO

O tratamento de lixiviado de aterro sanitário consiste num grande desafio para a engenharia em virtude da grande variabilidade, tanto em termos de composição quanto de vazão, que este efluente pode apresentar ao longo do tempo. Diversas estações de tratamento de esgoto recebem lixiviado para tratamento combinado, porém, o lixiviado possui compostos de baixa biodegradabilidade e sua inserção em processos biológicos pode interferir na atividade microbiana e representar choques de carga ao sistema de tratamento. O processo PACT® combina o uso do carvão ativado em pó com o processo de lodo ativado. Nesta pesquisa avaliou-se a redução de cor e turbidez no tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico por processo PACT®. Para tal, foram utilizados 2 reatores em bateladas sequenciais alimentados com misturas de 2% (v/v) de lixiviado/esgoto, com tempo de retenção hidráulica de 30 horas, idade de lodo de 28 dias e inoculados com lodo biológico adaptado. O reator R1 funcionou como PACT® e o reator R2 como lodo ativado. No R1, as eficiências de remoção de cor e turbidez foram de 77,8% e 68,2%, enquanto no R2 foram 68,1% e 72,3%, respectivamente. O processo PACT® apresentou melhor desempenho em termos de remoção de cor, embora não tenha influenciado na remoção de turbidez.

Palavras chave: chorume, carvão ativado, cotratamento.

ABSTRACT

Landfill leachate treatment is a great challenge for engineering because of the great variability, both in terms of composition and flow, that this effluent can present over time. Several sewage treatment plants receive leachate for combined treatment, however, the leachate has low biodegradability compounds and its insertion in biological processes can interfere with microbial activity and represent load shocks to the treatment system. The PACT® process combines the use of powdered activated carbon with the activated sludge process. In this research we evaluated the reduction of color and turbidity in the combined treatment of landfill leachate and domestic sewage by PACT® process. For this, 2 reactors were used in sequential batches fed with mixtures of 2% (v/v) of leachate/sewage, with hydraulic retention time of 30 hours, sludge age of 28 days and inoculated with adapted biological sludge. The reactor R1 worked as PACT® and the reactor R2 as activated sludge. At R1, color removal and turbidity efficiencies were 77.8% and 68.2%, while at R2 they were 68.1% and 72.3%, respectively. The PACT® process showed better performance in terms of color removal, although it did not influence turbidity removal.

Keywords: slurry, activated carbon, coatings.

1 INTRODUÇÃO

O constante crescimento populacional e industrial implica na geração de grandes volumes de resíduos, os quais devem ser dispostos de forma adequada. A composição desses resíduos tem se tornado cada vez mais complexa em decorrência do estilo de vida da sociedade e das mudanças dos processos de produção industrial. Os aterros sanitários são uma técnica adequada para a disposição final dos resíduos. Este é um método fundamentado em princípios de engenharia, em que os resíduos sólidos são confinados à menor área possível e reduzindo seu volume. Os mesmos são cobertos com camadas de solo ao fim de cada jornada de trabalho ou em intervalos menores, de acordo com a necessidade (IPT, 1995).

Apesar de ser uma técnica economicamente viável e de ampla aplicabilidade, durante os processos bioquímicos que ocorrem nas células dos aterros, há a geração de um subproduto conhecido como lixiviado ou chorume. O lixiviado gerado em aterros sanitários é decorrente da percolação, através das camadas do aterro, de líquidos de origem externa: águas pluviais, escoamento superficial, águas subterrâneas, da água gerada no processo de decomposição dos resíduos orgânicos (catalisada por ação enzimática e por bactérias decompositoras) e da umidade presente nos próprios resíduos sólidos. Neste processo, substâncias orgânicas e inorgânicas são solubilizadas, conferindo ao líquido gerado uma composição muito variável (TCHOBANOGLIOUS et al., 1993). Sendo assim, diversos processos de tratamento para o lixiviado acabam por ser ineficientes ou demasiadamente onerosos.

Segundo Del Borghi et al. (2003), experiências de tratamento combinado de lixiviado em estações de tratamento de esgoto têm sido adotadas em vários países e têm obtido êxito, quanto ao atendimento aos padrões de lançamento.

Um dos tratamentos no qual o lixiviado pode ser incorporado é o de lodo ativado. O processo de lodo ativado compreende um reator onde ocorrem reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica, pois microrganismos (biomassa) consomem o substrato presente no esgoto bruto para se desenvolver. Em seguida, no decantador secundário ocorre a sedimentação dos sólidos (biomassa), resultando em um efluente final clarificado. Esse sistema confere elevadas eficiências, visto que parte dos sólidos sedimentados no fundo do decantador são recirculados para o reator, aumentando a concentração de biomassa no mesmo (VON SPERLING, 2002).

Segundo Ferreira et al. (2001), os tratamentos biológicos podem apresentar baixa eficiência com o tratamento combinado devido à presença de compostos pouco biodegradáveis no lixiviado, sobretudo naqueles que provém de aterros mais antigos, cujos sistemas de tratamento geralmente demandam uma etapa inicial com o objetivo de diminuir sua recalcitrância.

Além deste fator, a inserção de lixiviado em processos como o lodo ativado pode representar um grande choque de carga. O carvão ativado em pó associado ao processo de lodo ativado surge como um coadjuvante que pode oferecer maior eficiência ao processo, auxiliando na remoção de cor e de poluentes recalcitrantes, além de conferir estabilidade frente a choques de carga.

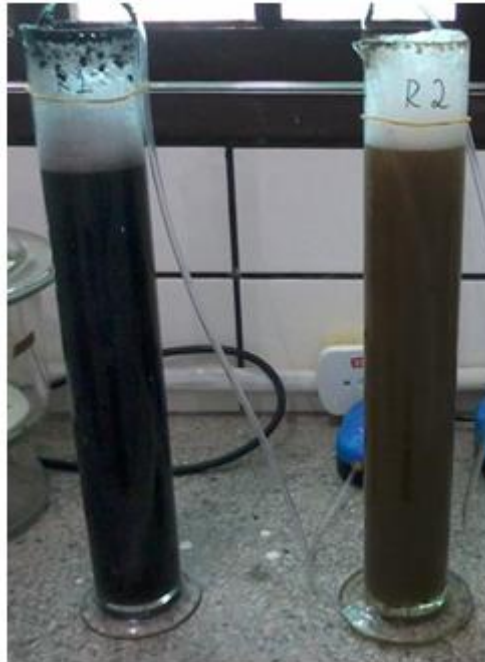
O processo PACT® (Powdered Activated Carbon Treatment) consiste na associação sinérgica entre a oxidação biológica promovida pelo processo de lodo ativado e a adsorção física inerente ao carvão ativado (BOU et al., 2015).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do processo PACT® na redução de cor e turbidez no tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram operados 2 reatores em bateladas sequenciais em escala de bancada, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Reatores R1 (PACT®) e Reator R2 (lodo ativado).



Os reatores foram alimentados com misturas de 2% (volume/volume) de lixiviado/esgoto. Foi utilizado esgoto sintético, preparado conforme recomendações de Bou et al. (2015) e Bou et al. (2018). Na Tabela 1 está descrita a composição do esgoto sintético.

Tabela 1 - Composição do esgoto sintético

Reagente	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

O tempo de retenção hidráulica, definido pela Equação (1), utilizado ao longo do trabalho foi de 30 horas.

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad (1)$$

O volume dos reatores utilizados foi de 1000 mL e a vazão foi de 800 mL/dia. Assim, substituindo esses valores na Equação (1), temos TRH=1,25 dia ou 30 horas.

Brazilian Applied Science Review

Segundo von Sperling (2002), para o processo de lodo ativado operando com aeração prolongada, recomenda-se manter a idade do lodo entre 18 e 30 dias. Os reatores foram inoculados com lodo biológico e permaneceram em aclimatação pelo período de uma semana. O lixiviado utilizado foi coletado no Aterro Sanitário Dois Arcos, localizado no município de São Pedro da Aldeia, Rio de Janeiro.

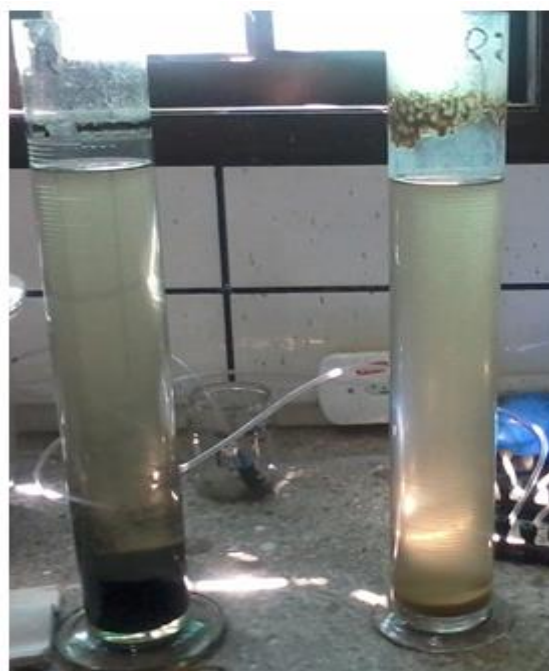
O carvão empregado foi de origem vegetal da marca nacional Carbomafra. Suas características são apresentadas na Tabela 2.

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

O reator 1 (R1) funcionou como PACT® e o reator 2 (R2) como lodo ativado. No R1 foi feita a reposição diária do carvão ativado em pó CAP (0,05 g) para manter sua concentração constante, pois havia perda de carvão juntamente com o volume do lodo descartado (15 mL). Também diariamente, era feita a interrupção da aeração durante o período de uma hora para a decantação e 800 mL do sobrenadante eram retirados dos reatores sendo substituídos por 800 mL de alimentação. Na Figura 2 é possível observar os reatores com uma hora de decantação

Figura 2 - Reatores ao final da etapa de decantação.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram monitorados os parâmetros cor e turbidez da alimentação e do efluente dos reatores. Na Tabela 3 é apresentada a caracterização da alimentação.

Tabela 3 - Caracterização do esgoto sintético utilizado para alimentação dos reatores

Parâmetro	Resultado
DQO (mg/L)	535,7
pH	7,42
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	921,7
Cor (uH)	1.444
Turbidez (uT)	70

Os valores médios de cor e turbidez observados no efluente bruto foram de 1444 uH e 70 uT, respectivamente. No R1, os valores médios de cor e turbidez obtidos no efluente tratado foram de 133,3 uH e 4,1 uT, enquanto no R2 foram de 171,7 uH e 4,3 uT, respectivamente. Estes resultados foram representados na forma de gráficos Box Plot, como mostrado nas Figura 3 e 4.

Figura 3 - Box Plot com o parâmetro cor dos reatores R1 e R2

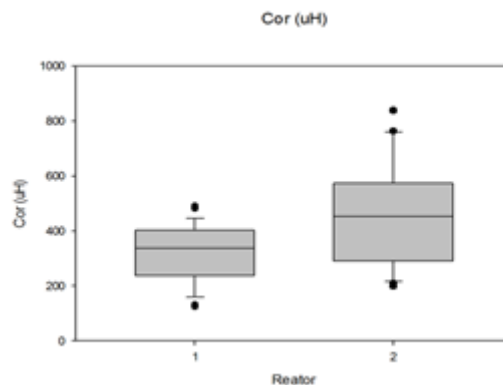
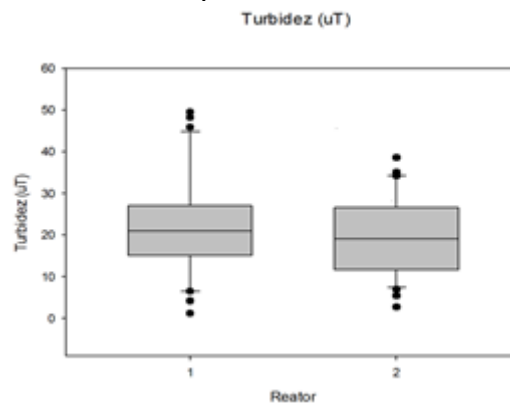


Figura 4 - Box Plot com o parâmetro turbidez dos reatores R1 e R2



Para o parâmetro cor foi obtida eficiência de 77,8% com o uso do PACT® e 68,1% com o reator que operou como lodos ativados. Para o parâmetro turbidez, as eficiências foram de 68,2% com o uso do PACT® e 72,3% com lodos ativados.

4 CONCLUSÕES

O processo PACT® obteve melhor desempenho na remoção de cor, mas não influenciou de maneira significativa na remoção de turbidez. Tal resultado se justifica pelo fato de que o carvão adsorve preferencialmente os sólidos dissolvidos, que são os responsáveis por conferir cor à amostra. A adição de carvão ao sistema pode representar um aporte de sólidos em suspensão, reflexo disso é a diminuição na eficiência de remoção de turbidez.

NOMENCLATURA

BET – Brunauer, Emmett e Teller

CAP – Carvão Ativado em Pó

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

PACT® – Powdered Activated Carbon Treatment

pH – Potencial Hidrogeniônico

Q – Vazão Volumétrica

R1 – Reator 1

R2 – Reator 2

TRH – Tempo de Retenção Hidráulica

uH – Unidade Hazen

uT – Unidade de Turbidez

V – Volume

AGRADECIMENTOS

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

REFERÊNCIAS

- BOU, A.S.F.; NASCENTES, A.L.; PEREIRA, B.C.; BATISTA DA SILVA, L.D.; FERREIRA, J.A.; CAMPOS, J.C. Mathematical modeling of COD removal via the combined treatment of domestic wastewater and landfill leachate based on the PACT process. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, v.50, p.378-384, 2015.
- BOU, A.S.F.; PEREIRA, B.C.; BATISTA DA SILVA, L.D.; FERREIRA, J.A.; CAMPOS, J.C.; NASCENTES, A.L. Remoção da cor no tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico via processo PACT®. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.23, n.2, p.385-393, 2018.
- DEL BORGHI, A.; BINAGHI, L.; CONVERTI, A.; DEL BORGHI, M. Combined Treatment of Leachate from Sanitary Landfill. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, v. 17, n. 4, p. 277-283, 2003.
- 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.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995. 278p.
- TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S.A. *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*. McGraw Hill, 1993.
- VON SPERLING, M., 2002, *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias*, v. 4-Lodos Ativados, DESA, UFMG, Belo Horizonte, Brasil.