

Tratamento de efluentes de hospital veterinário por meio do uso de biodiscos

Angélica Fiori¹, Anna Carolina Maldaner Angnes², Daniel Schwantes³, Giovanni Bordiguini Bordin⁴, Jéssica Cristina Poppi⁵

¹Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PUCPR- Campus Toledo- Escola Politécnica- Engenharia Ambiental –Graduação- Toledo-PR.

fiori.angelica@hotmail.com, anna.angnes@hotmail.com, daniel.schwantes@pucpr.br,
giovanni.bordin@hotmail.com, tec.poppi@hotmail.com

Resumo: O Hospital Veterinário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo, apresenta um sistema de esgoto contendo fossas sépticas para os efluentes oriundos de banheiros, cozinha, lavagem de salas, centro cirúrgico, lavagem do piso onde ficam alguns animais e onde acontecem aulas práticas. Todas as substâncias químicas são descartadas em recipientes específicos para cada tipo. Com tudo, o objetivo do estudo é avaliar o desempenho de um protótipo de biodiscos aplicado no tratamento dos efluentes. Diante disso o trabalho foi realizado no laboratório de Análises Ambientais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná Campus Toledo-PR onde foi desenvolvido um sistema de tratamento de efluente com reator de biodiscos, em escala laboratorial. A unidade piloto consiste em um recipiente contendo um conjunto de discos de policloreto de vinila (PVC), dispostas em paralelo, formando um cilindro, que, suportadas por um eixo central, são ligadas a um motor de 12 W que promove a rotação do conjunto. O mesmo ficou em operação constante durante 8 dias, e não apresentou falhas construtivas. Os materiais escolhidos para os discos foram manta abrasiva e PVC, os quais se mostraram eficientes, entretanto a manta abrasiva destacou-se na avaliação da maioria dos parâmetros como N, P e DQO. No tratamento com PVC, apresentou boa remoção em alguns parâmetros, apesar de não visualizar presença de microrganismos e bactérias (biofilme) aderidas no mesmo.

Palavras-chave: biofilme, protótipo, reator.

Treatment veterinary hospital waste through the use of biodiscs

Abstract: The Pontifícia Veterinary Hospital Catholic University of Paraná, campus Toledo, has a sewer system containing septic tanks for wastewater coming from bathrooms, kitchen, rooms laundering, operating room, floor washing where are some animals and which hosts practical classes. All chemicals are disposed of in specific containers for each type. In all,

the objective of the study is to evaluate the performance of a prototype biodiscs applied in the treatment of effluents. Thus the work was done in the Environmental Analysis Laboratory of the Catholic University of Paraná Campus Toledo-PR where we developed a wastewater treatment system with biodiscs reactor at laboratory scale. The pilot plant consists of a container containing a set of polyvinyl chloride disks (PVC) arranged in parallel, forming a cylinder, which, supported by a central shaft, are connected to a 12 watt motor that promotes the rotation of the set. The same was in constant operation for 8 days, and showed no constructive failures. The materials chosen for the discs were abrasive blanket and PVC, which proved to be efficient, however the abrasive blanket stood out in the evaluation of most of the parameters as N, P and COD. In the treatment with PVC, it showed good removal in some parameters, despite not seeing the presence of microorganisms and bacteria (biofilm) adhered to it.

Key words: biofilms, prototype reactor.

Introdução

A preocupação com a qualidade da água e dos seus mananciais vem ganhando atenção no decorrer dos últimos anos. Devido à falta de tratamento dos efluentes gerados por diversas fontes, o meio em que vivemos acaba recebendo essa carga poluidora e pondo em risco a saúde de todos aqueles que o habitam (SANTOS et. al., 2015).

As águas residuais do setor agropecuário apresentam elevada carga orgânica. Esta matéria orgânica presente é composta por grande quantidade de sangue, alto teor de gorduras, fragmentos de tecidos, esterco, conteúdo estomacal não digerido e conteúdo intestinal (PARDI et al., 2006). A descarga destes compostos biodegradáveis é responsável pela redução na quantidade de oxigênio dissolvido dos corpos d'água que recebem os efluentes, o que ocasiona a diminuição das atividades e até mesmo a morte dos seres aquáticos, fator que culmina com forte impacto ambiental (VINATEA, 1997).

Existem inúmeros processos para o tratamento desses efluentes, individuais ou combinados, e para a escolha do processo a ser empregado, devem-se levar em consideração, principalmente, as condições do curso d'água receptor (estudo de autodepuração e os limites definidos pela legislação ambiental) e da característica do esgoto bruto gerado. É necessário certificar-se da eficiência de cada processo unitário e de seu custo, além da disponibilidade de área (SCARASSATI et. al., 2003).

Uma das alternativas para o tratamento de efluentes é o uso de biodiscos, que consistem numa série de discos regularmente dispostos no mesmo eixo rotativo. Estes discos funcionam como meio de suporte para o crescimento natural de microrganismos formando assim o biofilme, que são responsáveis pelo tratamento do esgoto. São projetados para girar

com rotação lenta, o que faz com que o biofilme prolifere por toda a superfície dos discos, condições aeróbica e anaeróbica (ASSAN, 2006).

Com tudo, o objetivo do estudo é avaliar o desempenho de um protótipo de biodiscos aplicado no tratamento dos efluentes.

Material e métodos

O presente trabalho foi realizado no laboratório de Análises Ambientais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná Campus Toledo-PR. O efluente utilizado no tratamento foi coletado no Hospital Veterinário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo-PR. Primeiramente foi desenvolvido um sistema de tratamento de efluente com reator de biodiscos, em escala laboratorial. A unidade piloto é constituída de um reator de biodiscos contendo um tubo de PVC de 50 cm de comprimento e 21cm de diâmetro, cortado ao meio transversalmente ao longo de todo o seu comprimento formando uma calha, fixada em duas placas retangulares de polietileno de alta densidade (PEAD), nas suas extremidades. Uma haste de aço inox foi apoiada nestas extremidades retangulares servindo como suporte aos biodiscos e como eixo giratório. A Figura 1 apresenta um desenho esquemático do reator.

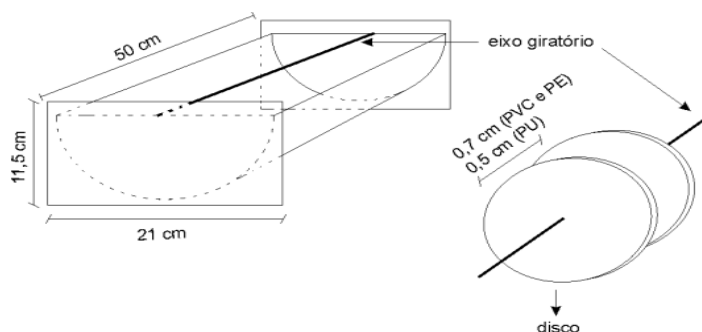


Figura 1. Desenho esquemático de um Reator de Biodiscos.

Para a rotação do eixo um motor de limpador de para-brisas de carro, foi acoplado através de um sistema de redução com engrenagens e correntes, fixados a extremidade do eixo para atingir a rotação desejada, de 3 rpm no módulo 1, e 6 rpm no módulo 2, e um cooler de computador foi posicionado embaixo do motor para resfria-lo.

Para compor o conjunto de discos foram selecionados dois tipos de materiais, primeiramente foi o policloreto de vinila (PVC). As placas de PVC foram cortadas em formato circular, com 17 cm de diâmetro, em seguida, lixadas, tornando a superfície deste material mais áspera, a fim de conferir-lhe uma maior rugosidade permitindo aos

microrganismos uma melhor adesão, ao serem dispostos no eixo, 40% ficou submerso no efluente. Posteriormente, outro material foi selecionado para complementar o segundo reator, a manta abrasiva ou fibra verde como também é conhecida, é um material constituído de fibras sintéticas entrelaçadas, e interligadas por resina resistente, e é á prova d'água. A manta abrasiva foi cortada em formato circular, com 17 cm de diâmetro, e fixadas sobre o eixo do modulo 2 utilizando silicone líquido.

A Figura 2 apresenta uma fotografia do reator de biodiscos. A diferença está no material suporte utilizado na confecção dos discos. No módulo 1 os discos são de policloreto de vinila (PVC), no módulo 2 discos de manta abrasiva.

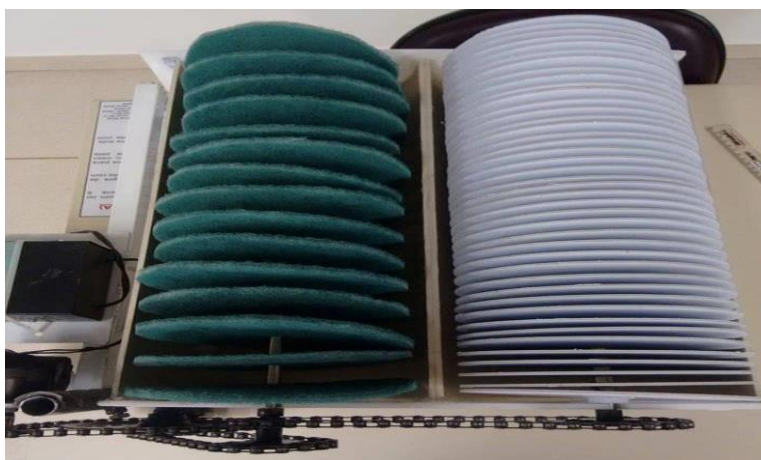


Figura 2. Foto do sistema de Reator de Biodiscos com policloreto de vinila e manta abrasiva.

O protótipo de reator de biodiscos ficou posicionado em bancada, no Laboratório de Análises Ambientais da PUCPR. O mesmo foi abastecido com 6 litros de efluente líquido coletados no hospital veterinário. Após oito dias de funcionamento do equipamento de forma contínua, o mesmo não apresentou falhas construtivas.

Para a coleta de dados, foi realizada a caracterização física e química do efluente contido no sistema, com medidas de temperatura, pH, oxigênio dissolvido - OD, turbidez, condutividade elétrica, demanda química de oxigênio - DQO, fósforo, nitrogênio total e sólidos totais dissolvidos de acordo com procedimentos descritos no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association - APHA, 2012). As determinações foram realizadas diariamente, totalizando 5 amostragens, no período de 8 dias, em duplicada, e após a coleta de dados, os mesmos foram computados, e realizado a separação de médias, plotados em gráficos e tabelas.

Resultados e discussão

A construção do protótipo de sistema de tratamento de biodiscos foi de maneira simples, pois utilizou-se materiais de fácil acesso, e que podem ser reutilizáveis. O mesmo ficou em operação constante durante 8 dias, e não apresentou falhas construtivas. Os materiais escolhidos para os discos, manta abrasiva e PVC, se mostraram eficientes.

O PVC apresentou boa remoção em alguns parâmetros, apesar de não visualizar presença de microrganismos e bactérias (biofilme) aderidas no mesmo. A formação de biofilme pode ter sido influenciada pelo tempo, pois foram apenas 8 dias de tratamento, e Há também os fatores externos, como clima, que influencia tanto na formação de biofilme, evaporação do efluente, temperatura e pH.

A temperatura (Figura 4) do efluente bruto apresentou média de 21 °C, e decresceu nos dias 1 e 3, voltando a subir no dia 4. No dia 7, a temperatura do efluente tratado com discos de manta abrasiva teve resultado de 18,8 °C, e o efluente tratado com discos de PVC, 20 °C. Os resultados de temperatura apresentados na Figura 4 tiveram uma variação, que podem ter sido influenciadas pelas condições climáticas no período de amostragem.

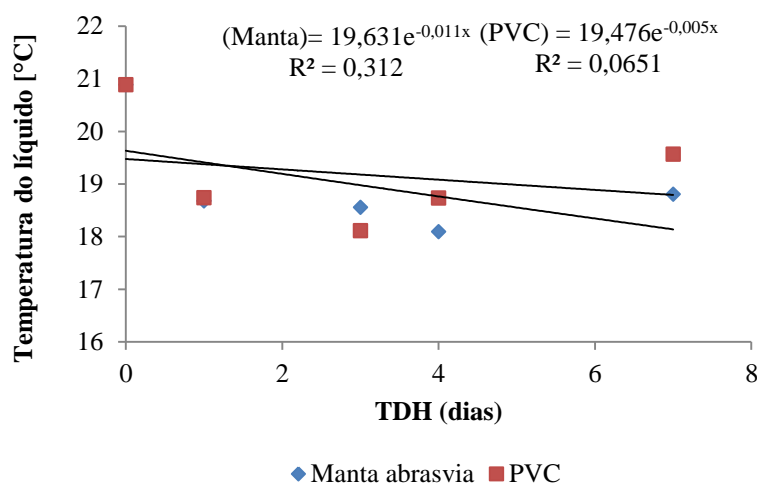


Figura 4. Valores médios referentes a temperatura (°C) do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR, em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

A temperatura ideal do sistema depende das características do efluente a ser tratado, dos parâmetros a serem avaliados, pois cada microrganismo tem uma função e uma faixa de temperatura ideal para o seu desenvolvimento. Temperaturas entre 18 a 38 oC são consideradas ótimas para o balanço entre o oxigênio dissolvido e a atividade biológica (JORDÃO e PESSOA, 2005).

De acordo com Brouwer et al. (1996), em relação à velocidade específica de crescimento de biofilme, apenas em temperaturas acima de 25 °C é possível que as bactérias oxidadoras de amônio vençam a competição com as bactérias oxidadoras de nitrito, no entanto, o oposto ocorre para temperaturas abaixo de 15 °C. Peng e Zhu (2006), comentam que, em outras palavras, não é necessário elevar excessivamente a temperatura para estabelecer nitrificação parcial, mesmo quando a temperatura é o único parâmetro para controle da nitrificação.

O pH médio apresentado na Figura 5, no esgoto bruto foi de 6,87, e elevou-se após o tratamento por biodiscos, ficando próximo a 9,00 tanto na manta abrasiva, como no PVC. Assan (2006), utilizou um sistema de reator de biodiscos semelhante, com discos de PVC, no tratamento de efluente de indústria sucroalcooleira, e obteve medidas de pH entre 6,00 e 7,00.

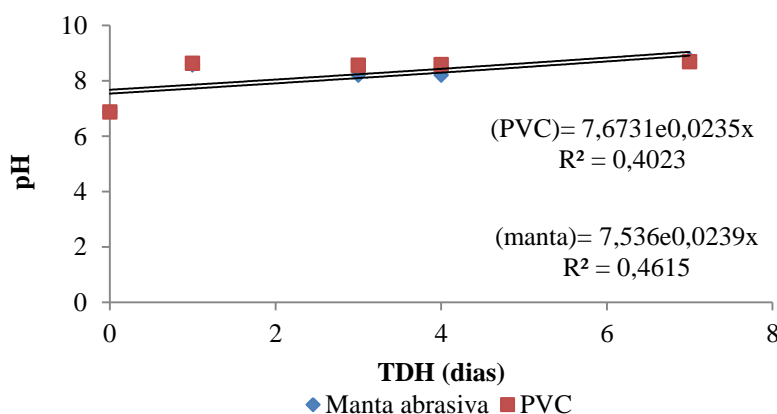


Figura 5. Valores médios referentes ao pH do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR, em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

Em temperaturas mais altas, acima de 20 °C, e pH acima de 7,00 em biodiscos, as bactérias oxidadoras de nitrito podem ser seletivamente lavadas do sistema. No período de amostragem a temperatura média nos reatores encontrava-se em torno de 19 °C e o pH médio de 8,00 (DONGEN et al., 2001).

Para Von Sperling (1996), águas que apresentam baixos valores de pH (condição ácida), podem potencializar a solubilização e liberação de metais adsorvidos em sedimentos, influenciando as concentrações de fósforo e nitrogênio e cessando a decomposição de matéria orgânica carbonácea. Salienta-se a importância do equilíbrio químico entre íons hidróxidos e ácidos orgânicos para a manutenção da vida aquática, sendo essencial a manutenção do equilíbrio carbonato/bicarbonato ($\text{CO}_3^{2-}/\text{HCO}_3^-$).

A Resolução N° 430/2011 – CONAMA dispõe das condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários. O Art. 21 refere-se ao lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, que deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos: a) pH entre 5 e 9; b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura (CONAMA, 2001).

Os valores obtidos para oxigênio dissolvido (OD) mantiveram-se abaixo de 5,0 mg.L⁻¹ (Figura 6), porém Brasil (2006), na Resolução do Conama n° 357, não regulamenta limite mínimo de OD para efluentes e, sim, apenas para corpos hídricos. Na Resolução do Conama n° 430 de 2011, também não existe padrão de OD para o lançamento de efluentes tratados em corpos hídricos (CONAMA, 2011).

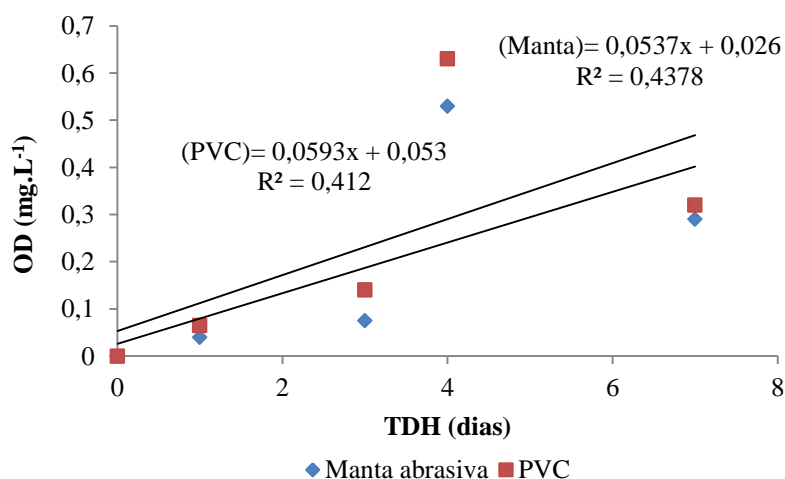


Figura 6. Valores médios referentes ao oxigênio dissolvido [mg.L⁻¹] do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR, em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

As médias referentes a OD variaram tendo um leve aumento no dia 4, indo de 0 para 0,53 mg.L⁻¹ no tratamento com discos de manta abrasiva, e 0,63 mg.L⁻¹ no tratamento com PVC. E no dia 7, houve uma queda, atingindo 0,29 mg.L⁻¹ para manta abrasiva, e 0,32 mg.L⁻¹ para PVC.

O aumento da salinidade diminui a solubilidade do O₂ na água. Assim, a quantidade de minerais ou a presença de elevadas concentrações de sais dissolvidos na água em decorrência de atividades potencialmente poluidoras podem, mesmo que em pequena

intensidade, influenciar o teor de OD na água. Desta forma, a salinidade é a principal causa do menor valor de OD nas águas (FIORUCCI e BENEDETTI, 2005).

Em comparação com os valores obtidos de OD, Reidel et al., (2005), obtiveram valores baixos ($1,35 \text{ mg.L}^{-1}$) em efluentes de aves e suínos tratados em sistema de lagoas de estabilização com lagoa de polimento. No mesmo trabalho, os autores obtiveram acréscimo até a concentração de $5,65 \text{ mg.L}^{-1}$ após tratamento adicional do efluente em tanque de macrófitas com tempo de detenção de dez dias.

A turbidez (Figura 7), apresentou redução, de 49,05 NTU para 4,1 NTU (91,64% de remoção) no tratamento com manta abrasiva, e para 17,35 NTU (64,62% de remoção) no PVC. Mesmo com a evaporação do efluente, obtiveram-se bons resultados na avaliação do parâmetro.

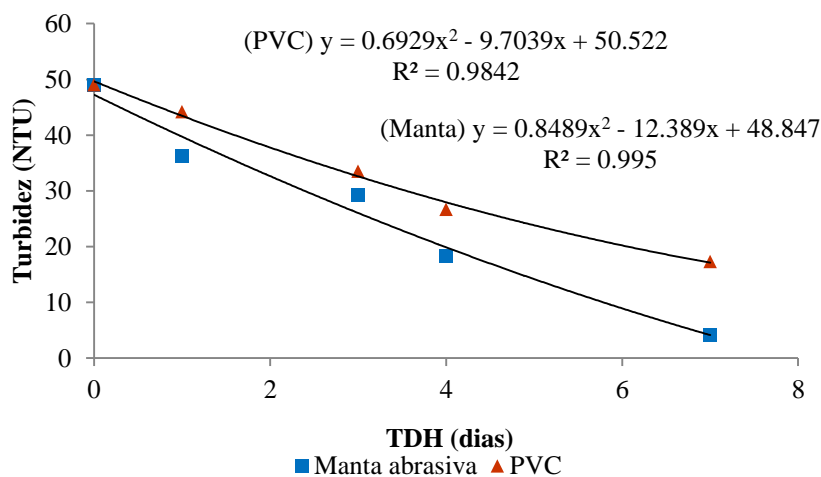


Figura 7. Valores médios referentes a turbidez (NTU) do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR, em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

Na pesquisa de May (2009), utilizando tratamento de biodiscos, a média da turbidez no final do tratamento foi de 1,7 NTU, remoção de 97,5%, e após filtração na saída do sistema, a média foi para 1,4, alcançando 98,2% de remoção total.

Na Figura 8, encontram-se os valores médios para Condutividade Elétrica do efluente tratado. No tratamento com discos de PVC houve uma redução de $881 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no dia 0, para $717 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no dia 3 (18,67% remoção), e $658 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no dia 7 (25,36% remoção). Na manta abrasiva, houve uma redução para $678 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (23% de remoção) no dia 3, e logo após ocorreu um aumento da CE para $1.241 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no dia 7. Pode ter ocorrido evaporação, que concentrou os sais em função de ser um reator de bancada, isto é, de

pequeno volume, tornando o sistema suscetível à evaporação, que pode influenciar o resultado.

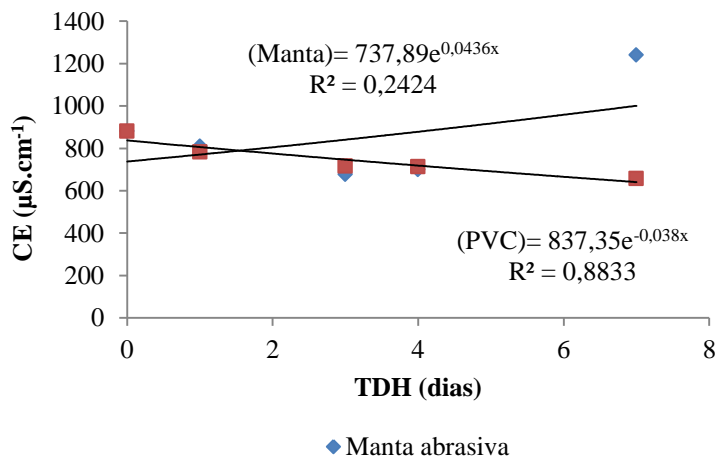


Figura 8. Valores médios referentes a condutividade elétrica [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$] do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR, em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

De acordo com Matos (2004), com a degradação do material orgânico, muitos íons são liberados para a solução em tratamento, o que proporciona o aumento na condutividade elétrica. Essa degradação do material orgânico ocorreu com mais eficiência no tratamento com manta abrasiva, o que explica o aumento da condutividade elétrica. O mesmo ocorreu com o trabalho desenvolvido por Luiz (2007), ao testar reatores anaeróbios de leito fixo no tratamento de águas residuais da lavagem de frutos de cafeeiro, no qual houve degradação do material orgânico de 60% e valores muito elevados de CE.

Nos resultados relativos à Demanda Química de Oxigênio (Figura 9) nota-se que para a manta abrasiva houve uma redução na DQO, de $195 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para $173 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (11,13% de remoção), e no material de PVC podemos verificar um aumento do parâmetro avaliado, que foi de $273 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no dia 1, no dia 4 houve uma diminuição, $166 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, e no dia 7 a DQO elevou-se a $348 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

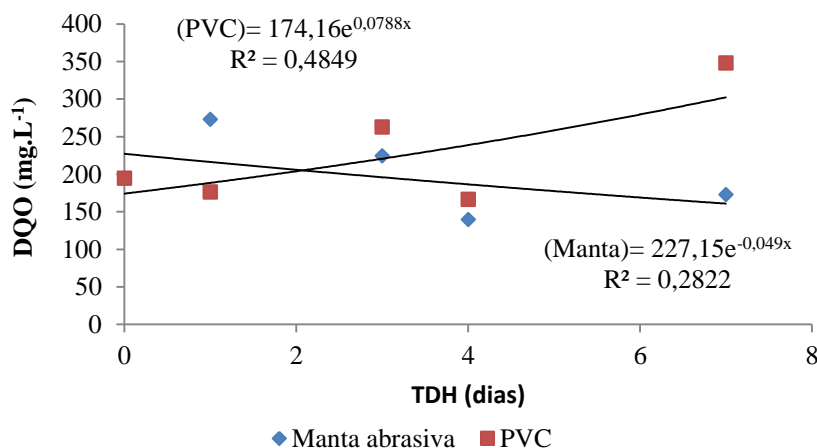


Figura 9. Valores obtidos para DQO (mg.L⁻¹) do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

Tal comportamento (Figura 9), se deve ao fato do sistema adotado ser em batelada, sem reposição do efluente, ocorrendo sensível evaporação do meio líquido pelas altas temperaturas nos dias em que foram realizadas as análises. Essa variação de temperatura pode ter influenciado nos resultados, fazendo com que a quantidade de efluente contido no protótipo diminuísse, ocasionando a concentração da DQO. O mesmo aconteceu para a manta abrasiva, que mesmo com a evaporação do efluente se mostrou mais eficiente que o PVC na remoção da DQO.

Kist et al., (2005), utilizou o sistema de biodiscos no tratamento de efluente hospitalar e obteve uma redução da DQO de 1180 mg.L⁻¹ para 375 mg.L⁻¹. Concluíram que esse processo é uma técnica válida uma vez que houve uma expressiva redução na concentração de microrganismos e aumento da biodegradabilidade do efluente após tratamento.

Praytino et al., (2013), realizaram um trabalho sobre tratamento de efluentes de lavanderia hospitalar, utilizando três processos (biofilme aerado, lodos ativados e a tecnologia de aeração prolongada) objetivando a desinfecção. No efluente bruto a concentração de DQO, apresentou valores de 100 a 350 mg.L⁻¹, atingindo remoção de 80% deste parâmetro.

Pode-se observar na Figura 10, os resultados das análises de Fósforo. No efluente tratado com manta abrasiva, houve uma diminuição de 94 mg.L⁻¹, no dia 0, para 75 mg.L⁻¹, no dia 1 (19,85% de remoção). Nos dias seguintes os resultados mantiveram-se com valores muito próximos. Ocorreu uma alteração significativa do dia 4 para o dia 7, onde o efluente ficou em tratamento contínuo, com redução de 72 mg.L⁻¹ para 59 mg.L⁻¹, totalizando

36,93% de remoção. O mesmo aconteceu para o efluente tratado com discos de PVC, com 94 mg.L⁻¹ no dia 0, nos dias seguintes os valores mantiveram-se na casa dos 80 mg.L⁻¹. No dia 4, 88 mg.L⁻¹, e no dia 7, 71 mg.L⁻¹, totalizando 24,09% de remoção. A manta abrasiva foi mais eficiente para o parâmetro P.

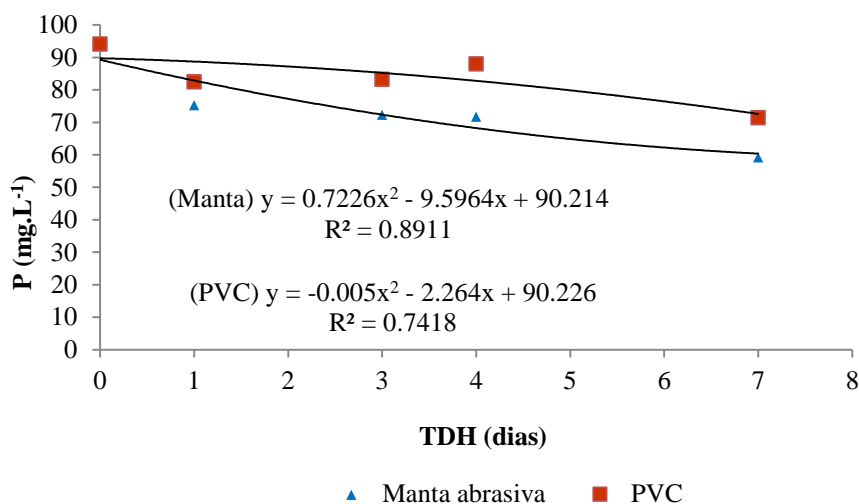


Figura 10. Valores médios referentes ao fósforo (mg.L⁻¹) do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR, em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

Essa baixa remoção pode ser explicada considerando que para haver remoção efetiva de fósforo e seus compostos o sistema operacional precisa trabalhar em condições anaeróbias e aeróbias simultaneamente (METCALF e EDDY, 1991). O que pode ocorrer com o P, é precipitação e absorção por microrganismos, pois o mesmo não volatiliza. De forma que a remoção ocorre por absorção microbiana ou precipitação na forma de complexos insolúveis. Alguns autores apontam valores de pH acima de 8,2 para que haja precipitação.

Em outro estudo sobre a utilização de um reator de leito fluidizado em escala piloto, no tratamento de esgoto sanitário, realizado por Gebara (2006), atingiu-se a concentração mínima (efluente) de 7 mg.L⁻¹ de fósforo, partindo de uma concentração inicial (afluente) de 11 mg.L⁻¹. Para haver a efetiva remoção de fósforo precisa haver um sistema aeróbio/anaeróbio. O fósforo solúvel em meio aquoso assume diferentes formas (PO₄³⁻, H₂PO₄⁴⁻, HPO₄²⁻), em função do pH do meio (ESTEVEZ,1998). Segundo Fonseca (2005) e Metcalf e Eddy (1991), a remoção de fósforo ocorre apenas no tratamento terciário. Sua remoção no tratamento secundário só ocorre quando o sistema é adaptado para funcionar em condições aeróbia e anaeróbia, simultaneamente.

Na avaliação do N obteve-se uma redução de quase 100% (Figura 11). Na manta abrasiva o total de N no dia 0, era de 480,9 mg.L⁻¹, e foi para 1,4 mg.L⁻¹ no dia 7. Já no efluente tratado com PVC, obteve-se um resultado de 3,4 mg.L⁻¹ no dia 7, uma redução significativa para ambos, configurando remoção total de 99,70% e 99,34% de N no sistema durante os dias de tratamento, para manta abrasiva e PVC, respectivamente.

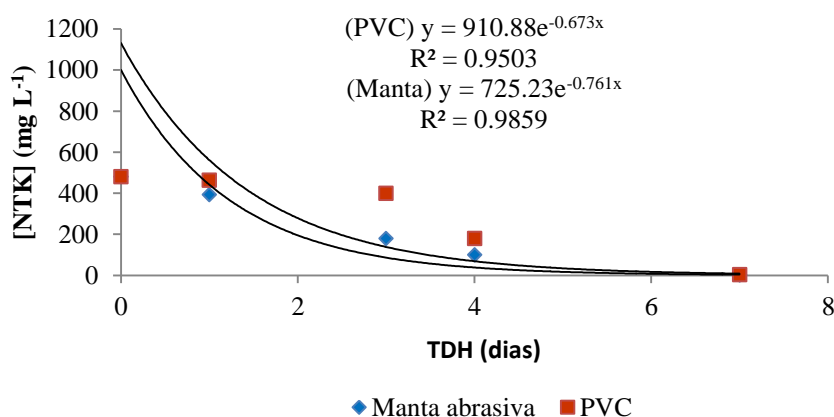


Figura 11. Valores médios referentes a concentração de Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) (mg.L⁻¹) do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR, em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

No entanto, em termos dos constituintes relacionados às formas de nitrogênio e fósforo, de acordo com a Resolução Conama 357/05, não há padrões de lançamento para nitrito, nitrato e fósforo, existindo apenas o padrão de lançamento para nitrogênio amoniacal (20 mg.L⁻¹) e nitrogênio total (30 mg.L⁻¹) (CONAMA, 2005). O NTK se apresenta nos resíduos domésticos e industriais em diversas formas, incluindo nitrogênio orgânico (na forma de proteínas, aminoácidos e ureia), amônia, nitrito e nitrato (VON SPERLING, 1996).

Assim, pode-se observar que com o pH próximo a neutralidade, o N apresenta-se praticamente na forma de NH₄⁺ que gera consequências ambientais, pois o NH₃ é tóxico aos peixes. A temperatura do líquido influi também nesta distribuição. Na temperatura de 25 °C, a proporção de NH₃ em relação à NH₃ + NH₄⁺ (amônia total) é aproximadamente o dobro em relação à temperatura de 15 °C.

Para a redução da concentração de nitrato (desnitrificação) ocorre preferencialmente em condições anóxicas, ou seja, os microrganismos utilizam o N-NO₃⁻ e o N-NO₂⁻ como fonte de oxigênio no lugar do oxigênio do ar (GEBARA, 2006), e, pelos resultados obtidos na Figura 11, que remetem as concentrações de OD, observam-se condições próximas destas no presente experimento. Garrido et al. (1996), encontram que a velocidade de oxidação do

amônio, assim como o acúmulo de NO_2^- alcançou o máximo quando a concentração de OD era de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$. Abaixo de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de OD ocorreu acúmulo de NH_3 . Comenta-se também que baixas concentrações de OD diminuem a velocidade da nitrificação e propicia o crescimento de bactérias filamentosas (PENG et al., 2004).

Sirianuntapiboon e Tondee (2000), utilizaram o sistema de biodiscos rotativos para tratamento de esgoto doméstico com altas concentrações de N, chegando a remoções de 98,97% e 67,07% de N-amoniaco e N-total, respectivamente. Em comparação com os estudos feitos por Philips (2008), este obteve uma eficiência de remoção de 29% de N.

Os sólidos totais dissolvidos (Figura 12), tiveram uma pequena remoção durante o tratamento com manta abrasiva até o dia 3, com resultado de 350 mg.L^{-1} (23,04% de remoção) e no dia 7 houve um aumento, chegando a 620 mg.L^{-1} . Esse resultado pode ser explicado, devido à evaporação do efluente, concentrando os STD. No tratamento com PVC, a concentração era de $440,5 \text{ mg.L}^{-1}$ no dia 0, e houve remoção, obtendo o valor de $328,5 \text{ mg.L}^{-1}$ no dia 7 (25,42% de remoção).

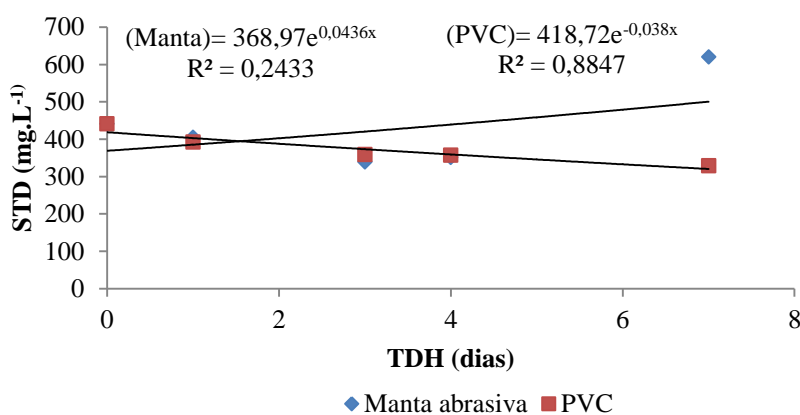


Figura 12. Valores médios referentes a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (mg.L^{-1}) do efluente do Hospital Veterinário da PUCPR, em função do tratamento por biodiscos, Toledo, 2016.

Segundo Tundisi e Matsumura Tundisi (2008), os sólidos totais dissolvidos (STD) incluem todos os sais presentes na água e os componentes não iônicos; compostos orgânicos dissolvidos contribuem para os sólidos totais dissolvidos. Os valores de sólidos totais dissolvidos (STD) tem correlação direta e proporcional com a condutividade elétrica devido à concentração de íons presente nas amostras. A correlação detectada entre a CE e o STD da água nos pontos analisados deve-se ao nível de solubilidade de sais e outros compostos encontrados.

A construção do protótipo de sistema de tratamento de biodiscos foi de maneira simples, pois utilizou-se materiais de fácil acesso, e que podem ser reutilizáveis. O mesmo ficou em operação constante durante 8 dias, e não apresentou falhas construtivas. Os materiais escolhidos para os discos, manta abrasiva e PVC, se mostraram eficientes. Em relação ao PVC apresentou boa remoção em alguns parâmetros, apesar de não visualizar presença de microrganismos e bactérias (biofilme) aderidas no mesmo. A formação de biofilme pode ter sido influenciada pelo tempo, pois foram apenas 8 dias de tratamento, e há também os fatores externos, como clima, que influencia tanto na formação de biofilme, evaporação do efluente, temperatura e pH.

Por ter ocorrido a evaporação do efluente no decorrer do trabalho, alguns parâmetros não apresentaram bons resultados, como a DQO, CE e sólidos totais dissolvidos, pois os sais e a matéria orgânica presentes no efluente acabaram concentrando, elevando os resultados dos últimos dias de análises, que também estão ligadas ao baixo índice de OD.

Considerações finais

O efluente tratado com a manta abrasiva destacou-se na avaliação da maioria dos parâmetros, como N, P e DQO. O pH permaneceu em um valor ideal para a precipitação do fósforo (acima de 9,00). No tratamento com PVC, apresentou boa remoção em alguns parâmetros, apesar de não visualizar presença de microrganismos e bactérias (biofilme) aderidas no mesmo.

De modo geral o reator de biodiscos é um sistema de tratamento eficiente para locais com baixa carga poluidora, ou baixa concentração de pessoas, como em condomínios e escolas de pequeno porte. Pode servir também como um tratamento secundário, para complementar outros tipos de tratamentos.

Referências

ASSAN, M. A. C. **Avaliação do desempenho de um reator biológico de discos rotativos (biodisco) no tratamento de efluentes da indústria sucroalcooleira**, 2006. 113f. Dissertação (Mestrado) - Universidade De Ribeirão Preto, Tecnologia Ambiental, Ribeirão Preto, Brasil, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria N° 518**, de 25 de março de 2004.

BRASIL. Ministério do meio Ambiente. Conselho nacional do meio ambiente – Conama. **Resolução nº 358**. Diário Oficial da União, 29 abr. 2005.

BRASIL. Ministério do meio Ambiente. Conselho Nacional do meio Ambiente – Conama. **Resolução n. 430**. Diário Oficial da União, 16 Mai. 2011.

BROUWER, M.; Van LOOSDRECHT, M.C.M.; HEIJNEN, J.J. **One reactor system for ammonium removal via nitrite**. STOWA Report. 96-01. STOWA, Utrecht: The Netherlands, 1996.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n. 357**. Brasília, DF: MMA, mar. 2005.

DONGEN, U.; JETTEN, M.S.M.; van LOOSDRECHT, M.C.M. The SHARON-ANAMMOX process for treatment of ammonium rich wastewater. **Water Sci Technol.**, n. 44, p. 153-160, 2001.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Alternative Disinfectants and oxidants guidance manual**. A Methods Manual. Office of Water. United States: EPA 815 – R-99-014, abr. 1999.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 602p.

FONSECA, P.W. **Avaliação do Desempenho e Caracterização de Parâmetros em Lagoas Facultativa e de Maturação**. 2005. 124f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Engenharia Civil, Rio de Janeiro, Brasil, 2005.

FIORUCCI, A. R. A.; BENEDETTI FILHO, E. importância do oxigênio dissolvido em Ecossistemas Aquáticos. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 22, p. 1-7, 2005.

GARRIDO, J. M.; BENTHUM, W. A. J.; LOOSDRECHT, M. C. M; HEIJNEN, J. J. Influence of dissolved oxygen concentration on nitrite accumulation in a biofilm airlift suspension reactor. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 53, p. 168-178, 1996.

GEBARA, D. **Desempenho de um Reator Aeróbio de Leito Fluidizado no Tratamento de Esgoto Sanitário**. 2006. 400f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, Brasil, 2006.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

KIST, L.T.; MACHADO, E. L.; HOEHNE, L.; SCHNEIDER, R. C. S. Caracterização e gestão do efluente de lavanderia hospitalar. In: Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23., 2005. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABES, 2005.

LUIZ, F. A. R. **Desempenho de reatores anaeróbios de leito fixo no tratamento de águas residuárias da lavagem dos frutos do cafeeiro**. 2007. 132f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MATOS, A. T. **Manejo e tratamento de resíduos agroindustriais**. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2004. 69p.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. 223f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

METCALF; EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse**. 3.ed. New York: McGraw-Hill: International Editions, 1991.

PENG, Y.Z.; LI, Y.Z.; PENG, C.Y.; WANG, S.Y. Nitrogen removal from pharmaceutical manufacturing wastewater with high concentration of ammonia and free ammonia via partial nitrification and denitrification. **Water Sci Technol**, n. 50, v.6, p. 31–36, 2004.

PENG, H.; ZHU, L. X.; MIAO, B. Q. On Sliced Inverse Regression with large dimensional covariates. **Journal of American Statistical Association**, v. 101, n. 474, p.630-643, 2006.

SANTOS, dos N.; CARVALHO, F.L.; CATELAN, B.V.; SILVEIRA, D. D. Estudo do desempenho do rotating biological contact (rbc) na remoção de carga orgânica de efluentes líquidos hospitalares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11., 2015, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, jul. 2015.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2.ed. Goiânia: UFG; 2006. v.1, 624 p.

PHILIPS, A. M. de L. **Utilização de reator de biodiscos para tratamento de efluentes com altas Concentrações de nitrogênio**. 2008. 178f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, fev. 2008.

PRAYTINO; KUSUMA; YANUWIADI; LAKSMONO. Study of Hospital Wastewater Characteristic in Malang City. **International Journal Of Engineering And Science**, Indonesia, p. 13-16. jan., 2013.

REIDEL, A.; DAMASCENO, S.; ZENATTI, D. C.; SAMPAIO, S. C.; FEIDEN, A. QUEIROZ, M. M. F. Utilização de efluente de frigorífico, tratado com macrófita aquática, no cultivo de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.181-185, 2005.

SCARASSATI, D.; CARVALHO, R.F.; DELGADO, V.L.; CONEGLIAN, C.M.R.; BRITO, N.N.; TONSO, S.; DRAGONI SOBRINHO, G.; PELEGRINE, R. Tratamento de efluentes de matadouros e frigoríficos. In: 3 FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 2003, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: Faculdades Integradas Claretianas, 2003.

SIRIANUNTAPIBOON, S., TONDEE, T., Application of packed cage RBC system for treatment of high nitrogen containing wastewater. **Thammasat International Journal of Science and Technology** 5. 2000, p38 - 39.

SPERLING, M. V. Critérios de dados para uma seleção preliminar de tratamento de resíduos de esgotos. **Revista Bio**, São Paulo, v.3, n.1, p.7-21, 1994.

SPERLING, M. V. **Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte, UFMG. v.2, p.58-93, 1996.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

VINATEA, A. L. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis, Ed. UFSC, 1997. 166 p.

Recebido para publicação em: 16/11/2016

Aceito para publicação em: 18/11/2016