



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

REDUÇÃO DE DQO E TURBIDEZ DE EFLUENTE DE UMA UNIDADE SUÍNÍCOLA EMPREGANDO REATOR ANAERÓBIO COMPARTIMENTADO (RAC) SEGUIDO DE FILTRO BIOLÓGICO E FILTRO DE AREIA

Euzebio Beli¹; Gilberto José Hussar²; Débora Helena Hussar³

RESUMO

A crescente produção suinícola está constantemente em conflito com o meio ambiente devido à inexistência de gestão ambiental direcionada ao ciclo da produção animal e ao setor industrial, mormente, devido ao manejo incorreto dos dejetos produzidos. Associados as grandes concentrações de animais confinados aparecem enormes despejos de matéria orgânica, nutrientes inorgânicos e emissões gasosas, que requerem cuidados especiais para sua disposição ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o uso de um reator anaeróbio compartimentado (RAC) ligado em série a dois filtros biológicos de fluxo descendente, seguidos de um filtro de areia como tratamento de polimento. Foram analisados a redução de DQO e turbidez, bem como o comportamento do pH em todas as etapas do tratamento. A remoção da DQO no sistema conjugado, ocorrida durante o tratamento, variou de 74,55% a 94,41%, verificando-se uma remoção média de 84,24%. Por sua vez a remoção de turbidez ocorrida no período variou de 53,07% a 96,11%, verificando-se uma remoção média de 85,49%. No trabalho ora discutido, o pH variou de 5,66 a 8,40. Este sistema mostrou ser eficiente na remoção da DQO e da turbidez das águas residuárias da suinocultura.

Palavras-chave: DQO, turbidez, efluente de suinocultura, RAC.

REDUCTION OF COD AND TURBIDITY OF EFFLUENT IN THE SWINE PRODUCTIONS UNIT EMPLOYING ANAEROBIC BAFFLED REACTOR (ABR) FOLLOWED BY BIOLOGICAL FILTERS AND SAND FILTER

ABSTRACT

The growing swine production is constantly in conflict with the environment due to the lack of environmental management directed to the cycle of animal production and the industrial sector, mainly due to the mishandling of slurry produced. In association with large concentrations of confined animals appear huge dumps of organic matter, inorganic nutrients and gaseous emissions, which require special care for its disposal to the environment. The aim of this study was to evaluate the use of an anaerobic baffled reactor (ABR) in series with two downflow biological filters, followed by a sand filter as a polishing treatment. It were analyzed the reduction of COD and turbidity, and the behavior of pH in all phases of treatment. The removal of COD in the conjugated system, which occurred during treatment ranged from 74.55% to 94.41% with an average removal of 84.24%. In turn, the removal of turbidity from the period ranged from 53.07% to 96.11% with an average removal of 85.49%. In the studied period the pH changed from 5,6 to 8,4. This system was efficient in the removal of COD and turbidity of swine wastewater.

Keywords: COD, turbidity, swine wastewater, ABR

Trabalho recebido em 8/11/2009 e aceito para publicação em 20/02/2010.

¹ Engenheiro Ambiental, Professor dos Cursos de Engenharia Ambiental e Administração do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal. Unipinhal. Av. Helio Vergueiro Leite, 01 Jardim Universitário, Espírito Santo do Pinhal – SP CEP 13990-000. email: beli@unipinhal.edu.br.

² Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor dos Cursos de Engenharia Ambiental e Agronomia do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal. Unipinhal. Av. Helio Vergueiro Leite, 01 Jardim Universitário, Espírito Santo do Pinhal – SP CEP 13990-000. email: gjhussar@unipinhal.edu.br.

³ Discente do curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia da Unicamp, campus de Limeira. e-mail: deborahussar@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura, no Brasil, é uma atividade predominante de pequenas propriedades rurais. Cerca de 82 % dos suínos são criados em unidades de até 100 hectares. Essa atividade se encontra presente em 46,5% das 5,8 milhões de propriedades existentes no país, empregando mão-de-obra tipicamente familiar e constitui uma importante fonte de renda e de estabilidade social (OLIVEIRA, 1993).

A sua importância no contexto nacional reside não só no grande contingente de produtores envolvidos, como também no volume de empregos diretos e indiretos gerados. São 2,5 milhões somente na região Sul e nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Além da capacidade de produzir grande quantidade de proteína de alta qualidade em reduzido espaço físico e curto espaço de tempo, quando comparada com outras espécies animais de médio e grande porte (OLIVEIRA, 1993).

Possuindo o quarto maior rebanho mundial de suínos, com aproximadamente 36 milhões de cabeças, o Brasil ocupa a quarta posição no ranking produtivo mundial, com 2,82 milhões de toneladas equivalentes de carcaças produzidas em 2006, de acordo com estimativas da

Associação Brasileira das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Carne Suína (ABIPECS, 2007).

Os sistemas confinados constituem a base de expansão e da maior produtividade da suinocultura, porém, induzem a adoção de manejo de dejetos na forma líquida, favorecendo o lançamento de efluentes na natureza sem tratamento prévio, ocasionando intenso processo de degradação ambiental (OLIVEIRA, 2003).

Os dejetos suínos, até a década de 70, não constituíam fator preocupante, pois a concentração de animais era pequena e os resíduos eram utilizados como adubo orgânico e solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-los. Porém o desenvolvimento da suinocultura trouxe a produção de grandes quantidades de dejetos, que pela falta de tratamento adequado, se transformou na maior fonte poluidora dos mananciais de água na zona rural. Um suíno de 60 quilos é capaz de produzir uma carga orgânica de $0,136 \text{ Kg.dia}^{-1}$ de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que é o indicador do potencial poluidor ao meio ambiente. Isto representa quatro vezes o equivalente populacional humano (CAMPAGANRO *et al.*, 2007).

A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas apontam para uma tendência

de um aproveitamento racional desse precioso recurso, com o mínimo de dano ao meio ambiente.

Diante dessas evidências, torna-se importante a proposição de um sistema de tratamento de efluentes oriundos de granjas de suinocultura, a fim de minimizar os efeitos maléficos aos ecossistemas aquáticos e a patogenicidade desse material.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a eficiência de um reator anaeróbio compartimentado (RAC) seguido de filtro biológico de britas e com polimento através de filtro de areia. Para cada uma das unidades de tratamento foi avaliada a redução de DQO e Turbidez, além do comportamento do pH.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A atividade suinícola é considerada pelos órgãos ambientais potencialmente causadora de degradação ambiental, sendo enquadrada como de grande potencial poluidor. Pela Legislação Ambiental

(Lei 9.605/98 - Lei de Crimes Ambientais. Artigo 2º) o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais (BRASIL, 1998).

Campaganro *et al.*, (2007) classificaram os efluentes da suinocultura em sistema intensivo de criação em duas etapas (unidade produtoras de leitões - UPL) e unidade de terminação. As unidades somadas apresentavam um plantel de 1031 cabeças sendo 218 fêmeas, 800 leitões e 13 reprodutores. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Os sistemas anaeróbios de tratamento de efluentes são bastante apropriados como primeira etapa, e eventualmente a única etapa, no tratamento de efluentes com elevadas concentrações de matéria orgânica, como é o caso de efluentes da agroindústria. Uma satisfatória remoção de DBO ocorre sem o gasto de energia elétrica, e com a utilização de reduzidas áreas de implantação (VON SPERLING, 1998).

Tabela 1 – Caracterização dos efluentes da suinocultura.

<i>Parâmetro</i>	<i>Efluente da UPL</i>	<i>Efluente da Terminação</i>
pH	6,35	7,98
Turbidez (NTU)	7384	35520
DBO (mgL ⁻¹)	15.000	32.000
DQO (mgL ⁻¹)	13.364,36	52.975,50
Nitrogênio amoniacal (mgL ⁻¹)	1.064,45	2.900,62
Nitrato (mgL ⁻¹)	247,67	185,91
Fósforo (mgL ⁻¹)	495,02	573,50
Sólidos totais (mgL ⁻¹)	10900	52100

Fonte: CAMPAGANRO *et al.*, (2007) (modificado)

Dentre os vários sistemas naturais existentes, destaca-se o uso do reator anaeróbio compartimentado utilizado como um tratamento secundário. O Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) apresenta uma configuração simples, presença de divisões internas (câmaras), que possibilitam um maior contato entre microrganismos, substratos e baixo custo de construção quando, comparado com os demais reatores anaeróbios (NOUR, 1996).

Além disso, O RAC apresenta as seguintes vantagens: não há necessidade de equipamentos como agitadores; adotam-se pequenas profundidades para o reator; não há necessidade de dispositivos de separação gás/líquido/sólido; em virtude de sua configuração o arraste de microorganismos é reduzido sendo favorecida a formação de grânulos; possuem tempo de detenção hidráulico (TDH) relativamente baixo; podem ser operados durante longos períodos de tempo sem descarte do lodo; suportam dejetos com altas e baixas concentrações de DBO; elevado volume útil; baixo consumo de energia elétrica; não utilização de equipamentos onerosos; alta capacidade de retenção de sólidos biológicos ativos; retenção de biomassa sem o uso de meio fixo; obtenção de ótimo desempenho mesmo com lodo não granular; possuem elevada estabilidade e reabilitação a choques orgânicos e hidráulicos; podem

funcionar a baixas temperaturas; a seqüência ascendente/descendente de escoamentos reduz a lavagem da biomassa; podem apresentar remoção de DBO até 95%; possibilidade de separação das fases do processo, hidrólise e acidogênese na primeira câmara e metanogênese nas seguintes e possibilidade de operação intermitente (POVINELLI, 1994; NOUR, 1996; BARBER & STUCKEY, 1999; CHERNICHARO, 2001).

Por outro lado, os mesmos autores citados no parágrafo anterior apresentam as seguintes desvantagens: produção de efluente com baixa qualidade visual; possibilidade de produção de odores; necessidade de pós tratamento; partida lenta; efluente com baixa quantidade de oxigênio dissolvido; remoção insatisfatória de nitrogênio, fósforo e organismos patogênicos. Estas desvantagens são inerentes ao próprio processo anaeróbio.

Diante destas desvantagens, pode-se adotar algumas alternativas de tratamento de polimento, tais como, o uso de filtro anaeróbio e de filtro de areia após o RAC. O uso do filtro anaeróbio justifica-se devido à possibilidade da remoção de sólidos bem como de parte da DQO remanescente em virtude da formação de biofilme em torno do meio suporte. O filtro de areia é aplicado com intuito de remover ovos de helmintos, bem como reduzir

bactérias patogênicas (GONÇALVES *et al.*, 2001).

Os filtros anaeróbios são utilizados para tratamento de esgotos pelo menos desde a década de 1950, mas constituem ainda uma tecnologia em franco desenvolvimento. A busca de alternativas para o material de enchimento, que é responsável pela maior parcela dos custos e pelo volume, e o aperfeiçoamento de detalhes construtivos, incluindo o sentido do fluxo e a facilidade da remoção de do excesso são os aspectos que merecem maior atenção no desenvolvimento tecnológico dos filtros anaeróbios (GONÇALVES *et al.*, 2001).

Os filtros anaeróbios podem ter fluxo ascendente ou descendente. Consistem basicamente de leito espesso de pedras, ou outro material inerte confinado em um tanque fechado (ANDRADE NETO, 1997).

Nos filtros de fluxo ascendente é basicamente uma unidade de contato, onde o líquido penetra pela base, através de um fundo falso ou tubos perfurados, flui através da camada de material de enchimento, ocorrendo o contato do esgoto por uma massa de sólidos biológicos contida dentro do reator, sendo posteriormente descarregado pelo topo. Nos sistemas de fluxo descendente, o caminho é inverso, trabalhando afogados

(ANDRADE NETO, 1997; CHERNICHARO, 2001).

No filtro de areia, o tratamento ocorre quando da passagem do esgoto pela camada de areia, onde se processa a depuração por meio físico (retenção) e bioquímico (oxidação), devido aos microrganismos fixos na superfície dos grãos de areia. Sua utilização é recomendada como uma forma de pós-tratamento quando: o solo é praticamente impermeável o saturado de água; o solo ou as condições climáticas do local não recomendam o emprego de sumidouro e de vala de infiltração, ou a instalação da vala exige uma extensa área não disponível; a legislação sobre as águas dos corpos receptores exige alta remoção dos poluentes do sistema tanque séptico-filtro anaeróbio ou outra técnica de tratamento de esgotos; por diversos motivos, foi considerado vantajoso o aproveitamento do efluente tratado, sendo adotado como uma unidade de tratamento dos processos anteriores; e quando o lençol freático estiver próximo à superfície (CORAUCCI FILHO *et al.*, 2003).

Segundo Imhoff (1996), a eficiência dos filtros de areia é muito elevada, a redução da DBO pode atingir valores em torno de 90% e da contagem de bactérias de 95%. Apresenta como

vantagem a produção de um efluente hialino.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O trabalho foi realizado no Campus I, do Curso de Engenharia Agrônômica, do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal, mais especificamente nas proximidades da granja de suinocultura ali existente. A referida granja tem capacidade para 50 animais, sendo dotada de 8 baias, das quais estão sendo utilizadas apenas quatro, cujos dimensionamentos são de 5,20 metros por 2,00 metros.

3.2 Animais

Os animais foram introduzidos na granja, sendo distribuídos aleatoriamente, num total de 4 (quatro) baias, perfazendo um total de 35 cabeças, separadas por fase, nascimento e amamentação, desmama, crescimento e terminação, alimentados com ração comercial para recria e substituída após 30 dias para ração de engorda e manutenção.

3.3 Tratamento

O material utilizado para o tratamento foi água resultante da limpeza das baias, misturada a restos de ração, urina e fezes. A limpeza foi realizada duas vezes por dia. A captação do material foi

feita por gravidade, em tubulação de PVC com diâmetro de 100 mm.

Inicialmente foi removida a parte sólida do dejetos. Esta separação se deu por limpeza manual, utilizando-se rodo de ferro, retirando-se assim fezes e restos de rações que caem dos comedouros. O restante do dejetos (ração, esterco e urina) que a limpeza seca não removeu, foi retirada através da limpeza úmida com auxílio da água que serve a granja, através de uma mangueira de borracha com diâmetro de meia polegada (½’’) com pressão.

A água residuária proveniente da limpeza das baias foi conduzida até uma caixa de sedimentação cujo objetivo é reter a maior parcela de sólidos, sendo posteriormente enviado por gravidade para uma caixa para separação de sólidos, através de peneiramento, composta por peneiras estáticas com malhas de 500 µm. A seguir, o material foi encaminhado até um tanque de equalização, cujo objetivo é servir como depósito para regular a vazão do material, e a seguir o material foi conduzido até o reator anaeróbio compartimentado.

Do tanque de equalização a água residuária seguiu para um reator compartimentado, dimensionado para receber carga em relação à vazão de água correspondente a limpeza das baias e do tanque de equalização.

O sistema operou com um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 5 dias, sendo avaliado em dois períodos: de 03/09/2007 à 31/10/2007 e, de 13/08/2008 a 24/09/2008 compreendendo 58 e 49 dias de operação, respectivamente. As amostras foram coletadas semanalmente, sempre mantendo-se o mesmo dia da semana.

3.4 Separador de fases

O separador de fases tem com finalidade obter duas frações distintas dos dejetos, a líquida e a sólida, visando facilitar o tratamento do efluente, bem como proporcionar eficiente controle da vazão no abastecimento do reator anaeróbio. O abastecimento do separador foi realizado por tubulação de PVC, com diâmetro de 100 mm, em lado oposto, tubulação semelhante para o abastecimento do tanque de equalização.

3.5 Tanque de equalização

A finalidade do tanque de equalização foi de manter a vazão constante, bem como promover certa retenção de sólidos, face ao tempo que o resíduo permanece na referida caixa. Este tanque apresenta-se construído em alvenaria, com 1,20 m por 1,20 m, com altura para líquido de 1,10 m, tendo uma capacidade para 1584 litros.

O abastecimento do tanque foi realizado por tubulação de PVC, com

diâmetro de 100 mm, em lado oposto, tubulação semelhante, provida de um registro para controle de fluxo, sistema este destinado ao abastecimento do reator compartimentado. A parte inferior central foi dotada de um sistema de descarga de fundo para limpeza quando necessário, utilizando-se tubulação de PVC com diâmetro de 100 mm.

O controle de vazão de abastecimento do reator anaeróbio deu-se através de regulagem feita por meio de um registro de gaveta de duas polegadas.

3.6 Reator Anaeróbio Compartimentado

O reator anaeróbio ompartimentado foi projetado baseado em indicação de VALENTIM (1999), com quatro câmaras em série, cuja principal característica era a entrada do afluente localizada a 20 cm do fundo nos quatro compartimentos, para que houvesse maior contato entre o resíduo e a biomassa a ser formada, obtendo-se assim maior eficiência na remoção da carga poluidora com menor tempo de detenção.

O reator foi montado, aproveitando-se uma caixa de alvenaria, construída em tijolos e base de concreto armado, já existente no local do experimento. As paredes (divisórias) das câmaras foram construídas utilizando-se blocos de cimento (40 x 20 cm), argamassa com Vedacit e revestidas com Neutrol®.

Os compartimentos foram fechados com placas de concreto para tornar o meio anaeróbio, sendo alimentados pelo tanque de equalização que recebe inicialmente as águas residuárias.

A alimentação para o primeiro compartimento do reator foi feita através de cano de PVC de diâmetro de 75 mm, colocados à 20 cm do piso da câmara. Esse procedimento visa promover uma distribuição homogênea do esgoto e um contato maior entre os microrganismos e substrato.

O primeiro compartimento teve como objetivo reter a maior parcela possível de sólidos, promover a digestão parcial dos sólidos sedimentáveis e promover certa redução da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) solúvel.

O efluente do primeiro compartimento foi coletado em tubulação de PVC, com diâmetro de 75 mm em forma de cachimbo a 10 cm abaixo da parte superior da câmara, sendo lançado em seguida, no segundo compartimento, também a 20 cm do fundo, e assim sucessivamente até o quarto compartimento.

Da última câmara, o efluente foi lançado para tratamento de polimento nos sistemas subseqüentes compostos por dois filtros biológicos.

3.7 Filtros anaeróbios

A fim de proporcionar uma melhor eficiência na remoção da DQO remanescente e de nutrientes e de materiais sólidos, o efluente oriundo do reator anaeróbio compartimentado foi conduzido através de tubulação de PVC até um tanque de alvenaria impermeabilizado com Vedacit, com as seguintes dimensões: 1,42 m de largura, por 2,99 m de comprimento e 0,99 m de altura, cujo interior foi preenchido por britas número 3, que funcionou como meio suporte para o filme bacteriano. O efluente oriundo do RAC foi distribuído na região superior através de uma rede de distribuição composta por tubulação de PVC de diâmetro de 75 mm com perfurações de aproximadamente 0,2 mm, espaçadas de 2 cm.

A captação do efluente para o segundo filtro biológico foi realizada por uma rede de captação localizada na região inferior do filtro, composta por tubulações em PVC de diâmetros de 75 mm (em forma de espinha de peixe) com perfurações de aproximadamente 0,2 mm, espaçadas de 2 cm, funcionando no sistema de vasos comunicantes. A seguir, o líquido desloca-se até a tubulação de PVC com diâmetro de 75 mm, em sistema de vasos comunicantes.

O segundo filtro biológico foi construído em tijolos, com base de concreto armado com as seguintes

dimensões: 1,42 m de largura, por 2,99 m de comprimento e 0,71 m de altura.

Na parte anterior e superior do filtro, foram instalados drenos com tubos de PVC com diâmetro de 75 mm, com furos de 10 mm de diâmetro espaçados de 10 em 10 cm, locados nas laterais, voltados para frente do sistema, de forma a distribuir o líquido de maneira uniforme.

A caixa foi preenchida com pedras britadas de nº 3, destinadas à retenção dos sólidos biológicos, arrastados do interior do RAC e do primeiro filtro.

A captação do efluente para o filtro de areia foi realizada por uma tubulação em PVC com diâmetro de 50 mm, funcionando no sistema de vasos comunicantes. A seguir, o líquido deslocou-se até a tubulação de PVC com diâmetro de 50 mm, com furos de 10 mm de diâmetro espaçados de 10 cm, posicionada na parte posterior do ponto de saída do efluente. O filtro descedente tem como objetivos a retenção de helmintos e patógenos e redução da DQO remanescente.

3.8 Filtro de areia

Este sistema foi construído em tijolos, com base de concreto armado com as seguintes dimensões: 1,42 m de largura, por 1,50 m de comprimento e 0,71 m de altura. Foram instalados drenos com tubos de PVC com diâmetro de 50 mm, com

furos de 10 mm de diâmetro espaçados de 10 em 10 cm, locados nas laterais, voltados para frente do filtro, de forma a distribuir o líquido de maneira uniforme.

A caixa foi preenchida com areia seguindo as recomendações quanto a granulometria. O filtro de areia teve como principal função a remoção de ovos de helmintos e de coliformes fecais, bem como reduzir a turbidez. A captação do efluente do filtro de areia é realizada por uma tubulação em PVC posicionada no fundo da caixa, com diâmetro de 50 mm, funcionando no sistema de vasos comunicantes, sendo a seguir direcionada para um reservatório do tipo caixa de fibra plástica com capacidade de 500 litros.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas na água residuária bruta gerada nas instalações da suinocultura, indicaram a necessidade de um tratamento para a redução na quantidade da DQO, sendo que para isto foi utilizado o RAC em sistema conjugado com filtro biológico e filtro de areia para polimento.

A Tabela 2 ilustra a remoção da DQO no sistema conjugado ocorrida durante o tratamento, sendo que esta remoção variou de 74,55 a 94,41%, verificando-se uma remoção média de 85,51%.

Conforme é possível observar na tabela, de um sistema para outro, foram verificadas situações de acréscimo de DQO, tal situação é explicada pela variação constante da carga orgânica gerada no interior das baias. A Tabela 3 ilustra a remoção da turbidez no sistema conjugado, ocorrida durante o tratamento,

sendo que esta remoção variou de 53,07% a 96,11%, verificando-se uma remoção média de 86,81%.

Ainda na mesma tabela verifica-se a ocorrência de aumento de Turbidez, possivelmente ocasionada pela variação constante da carga orgânica gerada no interior das baias.

Tabela 2. Concentração de DQO (mg/L) da água residuária bruta, dos efluentes do reator anaeróbio compartimentado, dos filtros biológicos e do filtro de areia, nos dois períodos de amostragem.

Datas amostragem	Equalizador	RAC	Filtro Biológico	Filtro de Areia	Redução (%)
26/09/2007	4800	998	1350	924	79,20
03/10/2007	1350	209	106	155	88,52
10/10/2007	3200	962	338	383	88,03
17/10/2007	3300	2000	1100	626	81,03
24/10/2007	6100	1040	454	341	94,41
31/10/2007	1328	602	466	339	74,55
13/08/2008	3300	567	529	365	88,94
27/08/2008	3100	565	468	433	86,03
03/09/2008	4000	803	659	493	87,67
10/09/2008	3900	752	619	393	89,92
17/09/2008	1800	526	436	388	78,44
24/09/2008	3400	598	589	361	89,38

Tabela 3 - Valores de turbidez (NTU) da água residuária bruta, dos efluentes do reator anaeróbio compartimentado, dos filtros biológicos e do filtro de areia, nos dois períodos de amostragem.

Datas amostragem	Equalizador	RAC	Filtro Biológico	Filtro de Areia	Redução (%)
26/09/2007	130	220	117	61	53,07
03/10/2007	265	119	29,8	10,3	96,11
10/10/2007	278	218	16,9	20,09	92,77
17/10/2007	223	201	98	22,4	89,96
24/10/2007	183	95,5	30,6	17,9	90,22
31/10/2007	167	51,5	93,5	15,4	90,78
13/08/2008	253	302	111	17	93,28
27/08/2008	248	246	75	31	87,5
03/09/2008	232	150	126	26	88,79
10/09/2008	156	84	169	20	87,18
17/09/2008	123	11	160	24	80,49
24/09/2008	260	79	85	22	91,53

Dejetos de suínos foram tratados com sucesso através de lagoa anaeróbia com tempo de detenção hidráulica de 5 dias. A camada gordurosa formada na superfície conservou a temperatura acima de 26,6°C durante todo o período com um máximo de 34,4°C, durante o verão. Foi adotada uma taxa de aplicação de dejetos de 0,23 kg DBO₅/m³/dia e obteve-se uma redução de 78% do DBO₅ e 90% da remoção de sólidos suspensos (LOERH, 1974).

Chin & Ong (1993) utilizando lagoa anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos, aplicando cargas orgânicas volumétricas de 0,08 DBO₅/m³/dia, obtiveram reduções de 64% de DBO, e remoção de 78% de sólidos para cargas de 0,11 kg SVT/m³/dia.

Costa *et al.* (1995) trataram dejetos de suínos utilizando lagoas anaeróbias em escala real, com tempo de detenção hidráulico de 66 dias e cargas orgânicas volumétricas entre 0,03 e 0,12 kg DBO₅/m³/dia. No referido experimento obtiveram remoções de 85% de DQO, 86% de Sólidos Totais, 77% de Nitrogênio Total e 87% de Fósforo Total.

Carmo Junior (1998), utilizando um sistema piloto, pesquisou o uso do Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) no tratamento de dejetos de suínos. O sistema apresentava um volume de 136 litros sendo dotado de alimentação contínua e operando

entre as temperaturas de 25 a 30 °C. O reator foi operado com tempo de detenção hidráulico de 72 e 36 horas. Os resultados mostram uma evolução na redução da DQO e sólidos totais (ST), sendo que após 150 dias de operação com TDH de 36 horas, verificou-se uma redução de 85% e 60% destes parâmetros.

Estrada & Hernandez (2002) também estudando o comportamento de lagoas de facultativas, aplicando carga orgânica entre 200 e 470 Kg DBO₅/ha.dia, obtiveram uma remoção de 83% de DBO₅, 50% de DQO, 31% de Sólidos Suspensos Totais. Outro resultado importante obtido foi à remoção de 2 unidades logarítmicas

Medri (1997), utilizando lagoas de aguapés como tratamento de polimento, operando com tempo de detenção hidráulico de 20 dias, obteve uma remoção de 58% de DQO, 47% de Sólidos Totais, 47% de Sólidos Voláteis, 59% de Nitrogênio Total e 54% de Fósforo Total.

Bavaresco (1998) utilizou lagoas com aguapés no tratamento terciário de dejetos de suínos, obtendo os seguintes resultados: remoção de DQO entre 40 à 100%, de nitrogênio Total de 40 a 95%, Fósforo Total de 20 a 50%, metais (Fe, Cu, Mn e Zn) de 40 a 100% e Coliformes Fecais de 4 a 7 unidades logarítmicas. Estes resultados variaram em função da estação do ano (inverno ou verão).

A Embrapa Suínos e Aves de Concórdia Santa Catarina, operou um sistema combinado de decantador seguido de duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa e uma lagoa de aguapé, no tratamento de dejetos de suínos. Os pesquisadores relatam uma eficiência combinada do decantador, das duas lagoas anaeróbias e da facultativa de 89% na remoção dos Sólidos Totais, 97% da carga orgânica (DBO₅), 81% de Nitrogênio e 93% do Fósforo Total. Por sua vez, a lagoa de aguapé removeu do efluente da lagoa facultativa cerca de 45% da carga orgânica (DBO₅), 31% do Nitrogênio e 37% do Fósforo Total (SCOLARI, 2002).

Ramirez *et al.* (2003) avaliaram um sistema biológico misto (aeróbio e anaeróbio) utilizando um reator do tipo UASB, um filtro anaeróbio e um reator biológico aerado na remoção de carbono, NTK e Coliformes fecais dos dejetos líquidos de suinocultura. O sistema apresentou uma remoção de matéria orgânica de 97%, a remoção de NTK foi de 98%. A concentração final de Coliformes fecais foi de 1,0 UFC 100/mL.

Os resultados demonstram que as reduções da DQO e da Turbidez foram bastante satisfatórias, quando comparadas com os resultados obtidos por outros pesquisadores.

Tabela 4 - Valores de pH da água residuária bruta, dos efluentes do reator anaeróbio compartimentado, dos filtros biológicos e do filtro de areia, nos dois períodos de amostragem.

Datas amostragem	Equalizador	RAC	Filtro Biológico	Filtro de Areia
26/09/2007	6,91	7,62	7,70	7,58
03/10/2007	5,66	5,82	6,20	6,10
10/10/2007	6,97	7,22	7,83	7,66
17/10/2007	7,03	7,23	7,35	7,50
24/10/2007	7,00	7,19	7,50	7,70
31/10/2007	7,48	7,61	7,68	8,02
13/08/2008	7,09	7,45	7,73	7,33
27/08/2008	7,34	7,73	7,87	7,66
03/09/2008	7,60	7,43	7,73	7,41
10/09/2008	7,32	7,22	7,38	7,33
17/09/2008	7,52	7,43	7,70	7,31
24/09/2008	8,40	7,43	7,88	7,53

A concentração de íons hidrogênio ou pH influencia muitas transformações bioquímicas, pois ela afeta o equilíbrio das formas de ácidos e bases ionizadas e não ionizadas, além de controlar a solubilidade de muitos gases e sólidos (Kadlec & Knight, 1996). Muitas bactérias responsáveis pelo tratamento somente sobrevivem em ambientes com pH entre 4,0 e 9,5 (METCALF & EDDY, 1991).

No trabalho ora discutido, o pH variou de 5,66 a 8,40, assim sendo, o sistema operou com valores compatíveis com os recomendados e observados em experimentos realizados por outros pesquisadores.

5. CONCLUSÕES

Após as análises dos resultados obtidos, foi possível apresentar as seguintes conclusões:

- a) O sistema conjugado, ou seja, Reator Anaeróbio Compartimentado seguido de filtros biológicos e de filtro de areia apresentou um bom desempenho na remoção da DQO e da turbidez;
- b) Analisando isoladamente o sistema, verifica-se que as remoções de DQO e turbidez ocorrem com maior eficiência no RAC, sendo que os filtros biológicos e o filtro de areia apresentam um desempenho regular;
- c) Com relação aos valores de pH no sistema de tratamento, o mesmo comportou-se de forma bastante favorável ao funcionamento do mesmo;
- d) O uso do filtro de areia apresentou um bom desempenho, permitindo assim a realização de novos testes visando aplicar o seu uso no pós-tratamento de águas residuárias, para posterior uso agrícola em irrigação de plantas cultivadas.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE NETO, C. O. **Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários – experiência brasileira**. Rio de Janeiro: ABES, 1997. 299 p.
- ABIPECS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA - ABIPECS. 2003. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br/relatorios/abipecs_1_relatorio_ativ_2007.pdf> Acesso em 12 nov. 2007.
- BARBER, W. P.; STUCKEY, D. C., The Use of Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment: A Review. **Water Research**. v. 33, n. 7. p.1559-1578, 1999.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Artigo 2. Disponível em: <http://www.mp.pe.gov.br/uploads/w7n4z89ifZPiatL04N29Wg/55YXTcbTq2vKELjmveq2A/Lei_9605-98_Crimes_Ambientais.doc>. Acesso em: 15 nov. 2009.
- BAVARESCO, A. S. L. **Lagoas de aguapé no tratamento terciário**

- de dejetos de suínos.** Florianópolis: UFSC, 1998. Tese (Doutorado) – Engenharia de Produção. Universidade Federal Santa Catarina, 110p.
- CAMPAGANRO, V. F.; DAL BOSCO, T. C.; EVARINE, J. A.; IOST, C.; DALLAGO, R. C.; GOMES, S. D. Caracterização físico-química de dejetos suínos em sistemas de criação diferenciados e potenciais riscos ambientais relacionados. IN: XVI Semana de Biologia da Unioeste. 2007.
- CARMO JÚNIOR, G. N. R. Aplicabilidade do reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) para o tratamento de resíduos líquidos de suinocultura. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998, Tese (Mestrado), 79p.
- CHERNICHARO, C. A. L. **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.** 2ª ed.; Belo Horizonte, MG: UFMG: Projeto PROSAB; 2001, 544 p.
- CHIN, K. K.; ONG, S. L. A wastewater treatment system for an industrialized pig farm. **Water Science and Technology**, Great Britain, IAWQ, v. 28, n.73, p.217-222, 1993.
- CORAUCCI FILHO, B. et. al. Disposição no solo. Cap. 8. **In: GONÇALVES, R. F. (Org) Desinfecção de efluentes sanitários.** Vitória-ES, PROSAB, 2003, p. 378-380.
- COSTA, R. H. R.; SILVA, F. C. M.; OLIVEIRA, P. A. V. Preliminary studies on the use of lagoons in the treatment of hog waste products. **In: Iawq International Specialist Conference And Workshop: waste stabilization ponds: technology an applications**, 3., 1995, João Pessoa, PB. João Pessoa, PB: **IAWQ**, 1995.
- ESTRADA, V. E. E.; HERNÁNDEZ, D. E. A. Treatment of piggery wastes in waste stabilization ponds. **Water Science and Tecnology**, Great Britain, IAWQ, v. 45, n.1, p.55-60, 2002.
- GONÇALVES, C. F. et al. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por reatores de biofilme. Cap. 4. **In: CHERNICHARO, C. A. L. (Org) Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.** Belo Horizonte-MG, PROSAB, 2001, p. 254-270.
- IMHOF, K. R. **Manual de tratamento de águas residuárias.** Tradutor: Max Lothar Hess. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda, 1996.
- LOEHR, R. C. **Agricultural waste management: problems, processes, and approaches.** New York: Academic Prees, 1974, 576p.
- MEDRI, V. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos de suínos.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1997. Tese de Doutorado. 206p.
- METCALF & EDDY **Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse.** 3ª ed. New York: MacGraw Hill Inc, 3ª edição, 1991, 1334 p.
- NOUR, E. A. A. **Tratamento de esgoto sanitário empregando-se reator anaeróbio compartimentado.** São Carlos: EESC, USP, 1996. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1996, 148p.
- OLIVEIRA, P. A. V. de. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).
- OLIVEIRA, P. A. V. de. **Impacto ambiental causado pela suinocultura.** (2003). Disponível em

- <www.suino.com.br/meioambiente/noticia.asp?pf_id=15255&dept_id=8 - 20k> . Acesso em 20 nov. 2007.
- POVINELLI, S. C. C. **Estudo da hidrodinâmica e partida de reator anaeróbio com chicanas tratando esgoto sanitário.** São Carlos: EESC, USP, 1994. Tese (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1994. 181 p.
- RAMIREZ, P. O.; et. al. Alternativa para o tratamento de dejetos líquidos da suinocultura. **In: 2º Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental.** Itajaí –SC, 2003, p. 341.
- SCOLARI, T. M. G. Sistema de utilização e tratamento de dejetos. Sociedade Nacional de Agricultura. 2002. Disponível em: .
- <<http://www.sna.agr.br/artigos/artit ec-suino03.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2007.
- VALENTIN, M. A. A. **Uso de Leitões Cultivados no Tratamento de Efluente de Tanque Séptico Modificado,** Campinas: FEAGRI, UNICAMP, 1998, Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas, 1999, 113 p.
- VON SPERLIG, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** 2ª ed. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, Belo Horizonte, v. 2, 1998. 243p