

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE AERAÇÃO POR DIFUSOR POROSO DE BOLHA FINA INSTALADO NO REATOR BIOLÓGICO AERÓBIO (RBA) DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE DEJETOS SUÍNOS (ETDS) DA EMBRAPA

Letícia Severo Fagundes Pereira⁽¹⁾

Estudante de graduação do curso de Gestão Ambiental da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA/Campus São Gabriel – RS

Ana Júlia Teixeira Senna

Professora Adjunta da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA/Campus São Gabriel – RS.

Airton Kunz

Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves/Concórdia – SC.

Endereço⁽¹⁾: Rua Professor Heitor da Graça Fernandes, nº 45, bairro Camobi, Santa Maria/RS, CEP: 97105170. Fone: (55) 3226-3065. E-mail: lesfp@yahoo.com.br.

RESUMO

Atualmente, o Brasil tem se destacado no agronegócio mundial, principalmente, pela elevada e qualificada produção de suínos. O Estado de Santa Catarina, primeiro estado produtor e exportador de carne suína do Brasil, possui a maior concentração de animais no território nacional. A suinocultura é reconhecida como uma atividade de alto poder poluidor, devido ao elevado número de contaminantes presentes nos seus efluentes, maximizado pelo modelo atual de produção intensiva. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho do sistema de aeração por difusor poroso de bolha fina instalado no Reator Biológico Aeróbio (RBA) da Estação de Tratamento de Dejetos Suínos, localizada na Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC, cujo funcionamento é baseado no processo de lodos ativados. Vários parâmetros físicos e químicos, com ênfase nas formas de nitrogênio foram monitorados diariamente e semanalmente. Verificou-se que a maioria dos parâmetros analisados mantiveram-se dentro dos padrões ideais para o bom funcionamento do sistema. Os dados de $N-NH_3$, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$ mostraram que o sistema é eficiente para oxidação da matéria nitrogenada.

PALAVRAS-CHAVE: Lodos ativados, reator biológico, suinocultura, tratamento de efluentes.

1. INTRODUÇÃO

A carne suína é a fonte de proteína animal mais importante no mundo, e representa, aproximadamente, a metade do consumo e da produção de carnes em âmbito mundial, quando comparada às carnes de origem bovina e de aves, com mais de 93 milhões de toneladas, e possuindo uma forte tendência ao crescimento. A China é a responsável por mais da metade da produção e do consumo desta carne suína, sendo a União Européia (UE) e os Estados Unidos da América (EUA) considerados as segundas maiores potências.

Atualmente, o Brasil é o quarto maior produtor e o sexto maior consumidor de carne suína, e tem se destacado no ramo do agronegócio mundial, principalmente, pela elevada produção de suínos, tendo abatido mais de 27,4 milhões de animais no ano de 2007. A região Sul do Brasil, onde estão localizados os estados do Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS), merece destaque com relação à suinocultura, pois concentra, aproximadamente, a metade da produção de carne suína, dos abates de animais, dos rebanhos e do alojamento de matrizes.

O Estado de Santa Catarina possui a maior concentração de suínos no território nacional, apresentando mais de 360 mil matrizes reprodutoras e gerando mais de oito milhões de abates por ano, o que representa aproximadamente 30% do total nacional. Além disso, a atividade suinícola nesta região apresenta grandes influências sociais, culturais e econômicas, pois além de gerar empregos diretos e indiretos, constitui uma importante fonte de renda para a economia local.

Os sistemas produtivos modernos apresentam características e tendências que utilizam um modelo de confinamento de suínos em unidades restritas, com aumento da escala de produção. A principal vantagem a ser considerada neste tipo de produção é a redução dos custos que envolvem a logística deste processo, principalmente, com relação à produção e a industrialização dos suínos.

Apesar das vantagens associadas a estes sistemas de produção de animais confinados (SPACs), à medida que a escala de produção aumenta, crescem também os problemas ambientais.

As perdas de grandes quantidades de poluentes pelos suínos, através das fezes, urina e de gases, demonstram que a sua eficiência no processo de digestão é limitada. Este fato contribui para que a suinocultura seja reconhecida como uma atividade extremamente poluidora, devido às características dos efluentes gerados por tal atividade, que estão, geralmente, na forma líquida e possuem elevada carga de matéria orgânica, nutrientes e metais pesados (ex.: Cu e Zn).

Assim, os dejetos dos animais, não tratados, lançados no solo e nos mananciais de água, podem causar desequilíbrios ambientais, como por exemplo, a dispersão de patógenos, eutrofização de águas superficiais, desequilíbrio de macro e micro nutrientes no solo e impactos por antibióticos e desinfetantes sobre a comunidade microbiana do solo.

Em virtude dos problemas ambientais causados pela atividade suinícola, faz-se necessário o desenvolvimento de formas mais eficazes de tratamento dos dejetos suínos, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar o desempenho do sistema de aeração por difusor poroso de bolha fina, instalado no Reator Biológico Aeróbio (RBA) da Estação de Tratamento de Dejetos Suínos (ETDS) da Embrapa Suínos e Aves.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A problemática dos dejetos suínos

A atividade suinícola vem se destacando pela sua qualidade técnica e elevada produtividade, gerando boas relações econômicas na indústria, comércio, prestação de serviço e meio científico. Contudo, a viabilidade da atividade fica ameaçada quando se refere ao meio ambiente, pois esta atividade é considerada, pelos órgãos de controle do meio ambiente, como de baixa qualidade ambiental e com um alto potencial poluente, resultantes da grande produção de resíduos, que possuem características altamente poluidoras, causando sérios problemas ambientais e de saúde pública.

O crescimento acelerado e desordenado das criações intensivas de suínos, muitas vezes torna difícil o seu planejamento e o tratamento dos seus efluentes. Assim, com os elevados volumes de dejetos produzidos nas instalações suinícolas, tanto os médios quanto os grandes produtores têm excedente de resíduos que precisam ser tratados eficientemente para eliminar ou, pelo menos, minimizar os problemas de degradação ambiental gerados por esta atividade.

Um importante fator que contribui para a problemática do despejo dos efluentes suinícolas são os processos utilizados para o tratamento dos dejetos suínos, os quais são construídos sem critérios científicos, com operação deficiente, trazendo conseqüentes problemas ambientais. Além do mais, a qualidade do efluente tratado não passa por monitoramento periódico, apresentando, em sua maioria, apenas a eficiente remoção de carga orgânica, existindo poucas preocupações com relação à remoção dos nutrientes, dos metais pesados e dos microorganismos patogênicos presentes nos dejetos suínos.

Aliado a isto, para agravar os problemas ambientais da suinocultura, alguns parâmetros de projetos empregados são copiados da literatura estrangeira ou adaptados de outros resíduos para a suinocultura, muitas vezes sem as necessárias adequações. Outros fatores contribuem para este quadro, tais como: falta de formação de pessoal, de orientação técnica dos produtores e ausência de controle ambiental pelos órgãos responsáveis, apesar da disponibilidade de legislação avançada. Neste contexto, as principais conseqüências são: a

degradação ambiental pela contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a alteração das características dos solos, a poluição do ar pela emissão de maus odores e a presença de insetos.

Os dejetos, quando lançados sem tratamento aos mananciais, enriquecem estes locais com nutrientes, e assim, estimulam o crescimento e a multiplicação de algas e de outros vegetais aquáticos ocasionando como principais conseqüências a diminuição do oxigênio e a mortalidade acentuada dos peixes devido ao processo de eutrofização destas águas.

Essas contaminações não ficam restritas apenas ao município onde são lançados, uma vez que os mananciais podem atravessar vários territórios. Com relação aos odores indesejáveis, provenientes das instalações de criação de suínos, devido à grande quantidade de dejetos acumulados, a amônia é a principal responsável, além do que, a mesma contribui para a acidificação do solo, sendo tóxica para organismos específicos.

Outro aspecto com relação à poluição no solo, utilizado como meio receptor de adubos orgânicos advindos dos resíduos suínos, é a sua capacidade de suporte, na medida em que este é utilizado sem plano de aplicações de fertilizantes e destinado para fins de produção agrícola não integrada como alternativa de seu tratamento e controle da poluição, ocasionando a intoxicação de plantas e animais devido ao excesso de nutrientes adicionados ao solo.

2.2. Tecnologias para o tratamento dos dejetos provenientes da suinocultura

2.2.1. Camas Sobrepostas

O sistema de criação de suínos em cama sobreposta representa uma tecnologia de manejo de dejetos de suínos na fase sólida, onde utiliza-se um leito profundo composto por um substrato (maravalha, palha, casca de arroz, entre outros) que é utilizado em substituição ao piso convencional para a alocação dos animais e para absorver os dejetos produzidos pelos mesmos, durante o período de permanência destes na unidade.

A cama possui altura variável (em média 0,50 m) mantida através da reposição de material (substrato) durante a permanência dos animais no local. Sua manutenção é possível por um período de até 18 meses. Este sistema de cama sobreposta é o mais empregado na fase de crescimento e terminação dos suínos onde os animais estão com peso inicial entre 18-25 kg, permanecendo na cama até os 105 kg.

Uma vantagem de se utilizar sistemas de cama sobreposta é a redução substancial do mau odor e da proliferação de vetores nas unidades produtoras, visto que os dejetos absorvidos e o substrato sofrem uma fermentação aeróbia, ou seja, uma degradação na presença de oxigênio, o que resulta em um material que poderá ser, posteriormente, utilizado ou comercializado como adubo orgânico.

Outra vantagem deste sistema de cama sobreposta refere-se aos baixos custos de implantação e operacionalização dos mesmos, o que diminui a necessidade de estruturas de processos complementares de tratamento, haja vista que a estabilização do dejetos já se inicia na própria cama e é acelerada pelo revolvimento dela realizado pelos próprios animais. Porém, existem algumas limitações do processo, que impedem uma maior difusão da tecnologia, que dizem respeito a aspectos de sanidade animal, principalmente relacionados ao aparecimento de linfadenite (lesões granulomatosas causadas pelo *Micobacterium* do complexo *avium*).

2.2.2. Lagoas

A modernização dos sistemas de confinamento de suínos é responsável pela geração de efluentes com elevadas concentrações orgânicas, resultante dos resíduos sólidos e líquidos gerados através da suinocultura. A quantidade de excrementos produzida diariamente e o teor de umidade variam, de acordo com diversos fatores, como por exemplo, o desenvolvimento corporal dos suínos, o tipo de alimentação e com a quantidade de água ingerida pelos animais. Além disso, o aumento do volume dos resíduos líquidos está ligado à quantidade de água utilizada na higienização dos locais de criação.

O uso das lagoas de estabilização como uma alternativa para tratar os dejetos provenientes da suinocultura vem sendo estudado como uma forma de manejo de baixo custo e que não exige grandes cuidados operacionais.

As lagoas de estabilização são bacias projetadas a partir de critérios técnicos e científicos com o objetivo de tratar águas residuárias brutas ou efluentes pré-tratados. Além disso, seu funcionamento é controlado por diversas condições ambientais. Os efluentes suínos são submetidos à degradação biológica natural, envolvendo principalmente bactérias e algas, de maneira a estabilizar, o máximo possível seu teor de matéria orgânica e destruir microorganismos patogênicos e não patogênicos existentes.

Estas lagoas de estabilização são controladas e manejadas para conter os efluentes até que os mesmos adquiram as características desejáveis para a sua disposição final.

Estes sistemas de lagoas têm sido considerado como sendo uma das soluções mais convenientes para o tratamento de efluentes, no caso de médios e grandes produtores, em virtude de sua alta eficiência. Quando bem manipulada, possui custos de operação muito inferiores aos das estações convencionais de tratamento de águas residuárias e simplicidade operacional.

Apesar da elevada eficiência do sistema, este necessita de um pós-tratamento, para atender aos padrões de emissões de efluentes líquidos. Além do mais, ressalta-se que as lagoas de estabilização para o tratamento de dejetos provenientes da suinocultura, sempre trabalham sobrecarregadas, e sendo assim, podem gerar problemas de odores, agravados com o manejo inadequado.

2.2.3. Fertilizantes

A grande quantidade de dejetos suínos, originada principalmente dos modernos sistemas produtivos de confinamento de animais em áreas restritas, necessita de uma destinação adequada para minimizar os danos ambientais causados pelos resíduos da suinocultura. Em geral, as propriedades, não possuem áreas extensas para a disposição de todo o dejetos gerado pela produção suinícola e nem recursos financeiros suficientes para o tratamento dos mesmos.

Entre as alternativas mais utilizadas pelos agricultores está a utilização dos dejetos suínos como fertilizante, por ser uma prática mais antiga e de fácil operacionalização na propriedade. Os dejetos provenientes da suinocultura contém altos teores de matéria orgânica e nutrientes e, quando adicionados ao solo, podem favorecer o desenvolvimento das plantas.

A utilização dos resíduos orgânicos, provenientes das atividades suinícolas, como fertilizante do solo é preconizada por dois fatores: primeiramente, porque os dejetos são recursos internos e; segundo, porque adicionam matéria orgânica ao solo, melhorando a fertilidade intrínseca do mesmo, estrutura, porosidade, entre outros efeitos.

Existem inúmeras pesquisas demonstrando os benefícios e o potencial do uso de dejetos de animais como fertilizantes no solo. Entretanto, ao contrário dos fertilizantes químicos, que podem ser formulados especificamente para cada tipo de cultura e de solo, os dejetos de animais possuem, simultaneamente, vários minerais que se encontram em proporções desequilibradas em relação à capacidade de absorção das plantas. Em razão disso, o uso prolongado e, ou, excessivo poderá resultar em desequilíbrios químicos, físicos e biológicos do solo, sendo que vários desses impactos já foram comprovados tanto no Sul quanto em outras regiões do Brasil.

Assim, para que qualquer sistema agrícola, adubado com dejetos suínos, possa ser produtivo e lucrativo, causando mínimos danos ambientais, é necessário que a quantidade de nutrientes adicionada, não seja maior do que aquelas requeridas pela planta. Se forem maiores, no entanto, haverá um acúmulo de nutrientes no solo, resultando, a médio e longo prazo, numa série de inconvenientes com impacto econômico e ambiental, como queda na produtividade e intoxicação dos animais devido ao excesso de nutrientes adicionados ao solo. Além do mais, como as aplicações se repetem periodicamente, haverá, com o passar do tempo, um grande acúmulo dos nutrientes não absorvidos pelas plantas no solo, prejudicando todo o ecossistema do entorno.

2.2.4. Biodigestores

A utilização dos biodigestores é um processo conhecido há muito tempo e direcionado, principalmente, para a produção de biogás, que é armazenado e convertido em energia de cozimento ou iluminação. Este processo é muito popular nos países asiáticos, a exemplo da China e da Índia.

Porém, a utilização de biodigestores no tratamento de dejetos suínos é um capítulo a parte na histórica tentativa de resolver os problemas ambientais desta atividade. Neste momento, o país vive a terceira onda desta história na qual a tecnologia de digestão anaeróbia tem sido destacada como a única tecnologia capaz de resolver os problemas ambientais provenientes da suinocultura e, além disso, gerar créditos de carbono.

Os dejetos advindos da suinocultura, quando submetidos a um biodigestor, ou seja, a uma digestão anaeróbica através dos microorganismos anaeróbios, perdem carbono na forma de metano (CH_4) e de dióxido de carbono (CO_2), o que resulta em um resíduo final mais estável e menos impactante para o meio ambiente.

O processo envolve a transformação da biomassa em metano. Esta conversão produz quantidade relativamente pequena de energia para os microorganismos, assim, as suas velocidades de crescimento são reduzidas e apenas uma pequena fração do resíduo é convertida em nova biomassa celular. Esta baixa produção de biomassa significa menor volume de dejetos suínos e menor custo para o tratamento.

O biogás, formado principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), gás amônia (NH_3), ácido sulfídrico (H_2S) e nitrogênio (N_2), obtido a partir da degradação da matéria orgânica dos dejetos suínos, tem sido usado com frequência, principalmente na Europa, em substituição ao gás natural que tem se tornado de difícil obtenção. Dentro dessas estruturas, as bactérias fermentam a matéria orgânica sob condições estritamente anaeróbias (ausência de oxigênio) e produzem o biogás. Considerando-se que os resíduos gerados pelos suínos constituem um grave problema ambiental, e ainda que recursos como o petróleo e o gás natural estão cada vez mais escassos, a alternativa da produção de biogás, através da biodigestão anaeróbia dos dejetos, representa uma opção relevante a ser considerada.

2.2.5. Lodos Ativados e o oxigênio deste processo

O processo biológico é muito utilizado para o tratamento de efluentes sanitários e industriais, os quais possuem grande teor de carga orgânica e produtos nitrogenados. Nas indústrias, o efluente tratado através deste processo pode ser reutilizado como água industrial, o que proporciona uma relação de custo/benefício favorável.

Os tratamentos baseados em processos biológicos permitem tratar maiores volumes de dejetos e possuem flexibilidade no controle operacional, sendo que para efluentes mais complexos, o processo biológico mais amplamente utilizado é o tratamento por lodos ativados, pois, além de necessitar de pouco espaço físico, seu nível de eficiência é elevado.

Este sistema consiste no desenvolvimento e na recirculação de uma cultura microbiológica, na forma de flocos (lodos ativados) responsável pelas reações bioquímicas de remoção de matéria orgânica e nitrogênio, em condições aeróbias. A seguir será apresentado o fluxograma do funcionamento dos processos baseados em lodos ativados (Figura 1).

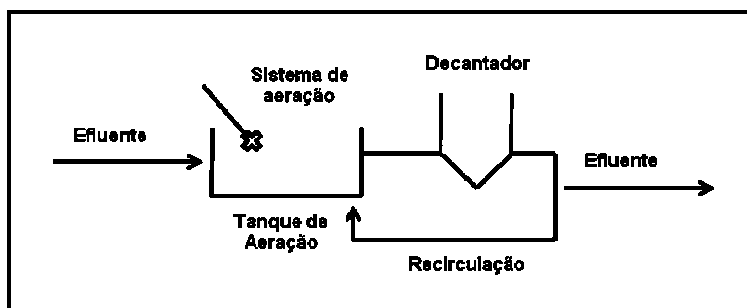


Figura 1: Fluxograma do funcionamento do processo de lodos ativados.

O lodo ativado permite o contato direto da matéria orgânica, presente nos dejetos suínos, com microorganismos por várias horas, em presença de oxigênio e agitação. Cada efluente gera um grupo específico de microorganismos que se adapta ao meio e ao alimento. O conjunto formado por bactéria e matéria orgânica chama-se lodo ativado. Uma propriedade importante deste processo é apresentar afinidade com sólidos em suspensão para a formação das associações biológicas responsáveis pela degradação dos dejetos.

No processo, uma parte do lodo (biomassa) está sempre retornando ao tanque de aeração para se misturar com mais cargas de matéria orgânica, mantendo a degradação no sistema. Após este tratamento, o efluente flui para um tanque de decantação, onde o lodo é decantado, para separar a biomassa bacteriana do despejo tratado, produzindo assim, um efluente mais clarificado e menos impactante para o meio ambiente.

No tanque de aeração, devido à entrada contínua dos dejetos suínos, as bactérias crescem e se reproduzem continuamente, o que pode dificultar a transferência de oxigênio a todas as células. Para manter o equilíbrio do processo, é necessário que se retire a mesma quantidade de biomassa que é aumentada por reprodução. Este é, portanto, o lodo biológico excedente que deve ser retirado do reator ou da linha de recirculação, devendo sofrer tratamento adicional, na linha de tratamento de lodo.

A presença da aeração, neste processo, é de fundamental importância para o crescimento e o metabolismo destes microorganismos e, conseqüentemente, para o bom funcionamento de todo sistema. Assim, devido à demanda de oxigênio prevista no processo, são necessários aeradores de alta eficiência que garantam o fornecimento de oxigênio aos microorganismos biodegradadores de matéria orgânica e nitrogênio, evitando, com isso, que o sistema seja prejudicado.

O oxigênio dos reatores biológicos aeróbios (RBA), principalmente com relação ao tratamento de efluentes, pode ser introduzido através de vários tipos de mecanismos artificiais de aeração. Entre os sistemas de aeração mais utilizados, nos processos com lodos ativados, estão os chamados aeradores por ar difuso, cuja introdução de ar atmosférico ou oxigênio puro no efluente ocorre através de vários meios, como por exemplo, tubulações ou sopradores. Este sistema está subdividido em sistemas de aeração por aspiração, onde a sucção de ar ocorre devido à presença de uma hélice, que permite a passagem deste oxigênio, através de uma fenda localizada na sua extremidade superior; e sistema de aeração por difusores porosos, onde há uma membrana, que ao receber ar oxigênio, infla-se, permitindo o alargamento de minúsculas aberturas por onde passa o oxigênio. Este sistema, ainda pode ser classificado, de acordo com o diâmetro da sua bolha formada, em bolha grossa (diâmetro superior a 6 mm), bolha média (diâmetro entre 3 e 6 mm) e bolha fina (diâmetro inferior a 3 mm).

3. METODOLOGIA UTILIZADA

Este trabalho foi realizado no período de janeiro a março de 2010, na Estação de Tratamento de Dejetos Suínos (ETDS) da Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC (Figura 2).



Figura 2: Estação de Tratamento de Dejetos Suínos (ETDS) da Embrapa Suínos e Aves - Concórdia/SC.

A seguir, é apresentado o fluxograma do funcionamento da ETDS da Embrapa Suínos e Aves (Figura 3).

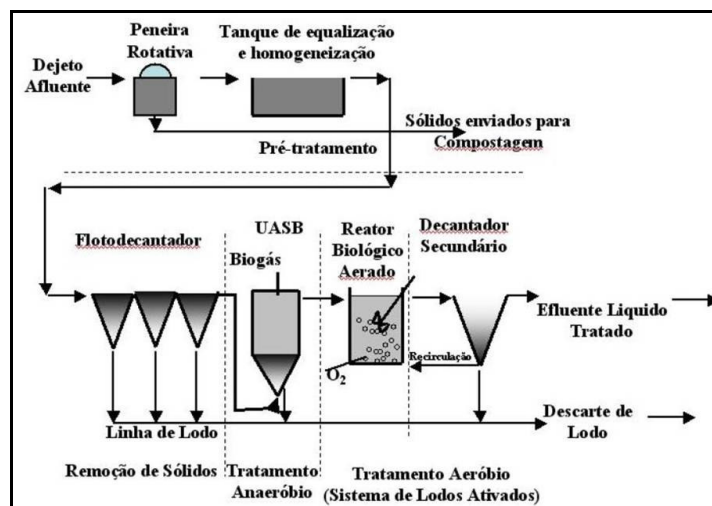


Figura 3: Fluxograma do funcionamento da ETDS da Embrapa Suínos e Aves.

Nesta estação, o dejetos oriundo das granjas de criação de suínos é recebido em um tanque com volume de aproximadamente 6 m^3 . A seguir, passa por uma peneira de escovas rotativas, que tem por objetivo fazer a separação de sólidos grosseiros ($> 2 \text{ mm}$). Após a peneira, o dejetos segue por gravidade até o Tanque de Equalização, onde ocorre a homogeneização do material residual. Posteriormente, o dejetos é bombeado para o Flotodecantador onde ocorre o seu tratamento físico-químico através da adição de agentes flocculantes (tanino e poliácridamida). O sobrenadante do processo de flocculação é conduzido, por gravidade, até o reator biológico anaeróbio com manta de lodo de fluxo ascendente – UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket); e os gases gerados neste processo são armazenados e queimados na Câmara de Biogás. O efluente do reator UASB alimenta o Reator Biológico Aeróbio (RBA) cuja capacidade é de 80 m^3 e seu funcionamento é baseado em lodos ativados, sendo sua principal função degradar biologicamente a matéria orgânica remanescente sob condições aeróbias e oxidar o nitrogênio amoniacal. Após a passagem pelo RBA, o efluente se desloca para o Decantador Secundário (DS) onde ocorre a separação sólido-líquido, com a deposição do lodo no fundo do decantador e a saída da fração líquida tratada para o corpo receptor.

Todo sistema baseado em lodos ativados, como o utilizado na ETDS da Embrapa Suínos e Aves, possui as seguintes unidades como partes integrantes da etapa biológica deste processo:

- Reator Biológico Aeróbio (RBA): local onde ocorrem os processos de biodegradação aeróbia dos dejetos suínos;
- Sistema de aeração: equipamento responsável pelo fornecimento de oxigênio aos microorganismos degradadores do material;
- Decantador Secundário (DS): tanque de decantação cujo objetivo é separar a biomassa do efluente tratado;
- Recirculação do lodo: processo pelo qual a biomassa é recirculada do DS para o RBA, para aumentar sua concentração dentro do reator aeróbio.

A seguir ilustra-se as partes integrantes do processo de lodos ativados da ETDS da Embrapa Suínos e Aves (Figura 4).



Figura 4: Partes integrantes do processo por lodos ativados da ETDS da Embrapa Suínos e Aves.

Devido ao desgaste e aos problemas apresentados pelo antigo sistema de aeração (tipo aspiração) do RBA da ETDS da Embrapa Suínos e Aves (Figura 5), instalou-se, neste mesmo RBA, no início de 2010, um novo sistema de aeração, cuja transferência de oxigênio ocorre através de difusores porosos de bolha fina. Assim, neste trabalho, foi monitorado este novo sistema de fornecimento de oxigênio, do tipo difusor poroso de bolha fina (diâmetro da bolha inferior a 3 mm), modelo fixo, com eixo horizontal e com vazão de ar entre 0,020 - 0,120 m³/min (Figura 6).



Figura 5: Aerador por aspiração do RBA da ETDS da Embrapa Suínos e Aves.



Figura 6: Aerador por difusor poroso de bolha fina do RBA da ETDS da Embrapa Suínos e Aves.

Na seqüência, após a implantação do sistema de aeração, foram realizadas as coletas em frascos, diárias e semanais de material (dejetos suínos), em horário fixo às 14 horas, durante o período de um mês. A coleta do material para análise foi realizada em 3 pontos específicos do Reator Biológico Aeróbio (RBA) da ETDS da Embrapa Suínos e Aves: entrada do RBA; meio do RBA; saída do RBA. Foram realizadas análises físico-químicas no efluente, *in loco*, no RBA da ETDS; ou no Laboratório de Experimentação e Análises Ambientais (LEAA) da Embrapa Suínos e Aves. Ambos os estudos foram desenvolvidos com equipamentos adequados para cada tipo de parâmetro avaliado, e calibrados sempre que necessário.

As análises foram realizadas de acordo com a APHA (American Public Health Association - 1998). Os parâmetros analisados, *in loco*, foram:

- No meio do RBA: Foram analisados diariamente o Oxigênio Dissolvido (OD), o potencial Redox (ORP), o potencial Hidrogeniônico (pH) e a Temperatura (T);
- Na entrada e na saída do RBA: Foram analisados semanalmente o Nitrogênio Amoniacal ($N-NH_3$), o Nitrito ($N-NO_2^-$) e o Nitrato ($N-NO_3^-$).

4. RESULTADOS OBTIDOS

O oxigênio é um fator fundamental para o manejo adequado de processos que se baseiam em lodos ativados. Seu fornecimento é necessário ao crescimento e ao metabolismo dos microorganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e da matéria nitrogenada, sendo este o objetivo principal desses processos.

Durante o período estudado, observou-se que as concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) no meio do Reator Biológico Aeróbio (RBA) foram satisfatórias, com média de 3,60 mg/L (Figura 7). Esta concentração, segundo Sperling (2002), é considerada ótima com relação aos valores ideais de OD (1,5 a 3 mg/L) para a atuação dos microorganismos responsáveis pelo processo de degradação.

Sendo assim, o potencial redox (ORP), no interior do RBA, apresentou resultados em sua maioria, na faixa positiva, devido aos altos níveis de OD, evidenciando, com isso, que o reator encontra-se em condições aeróbias de operação, fundamentais ao bom funcionamento do processo (Figura 7).

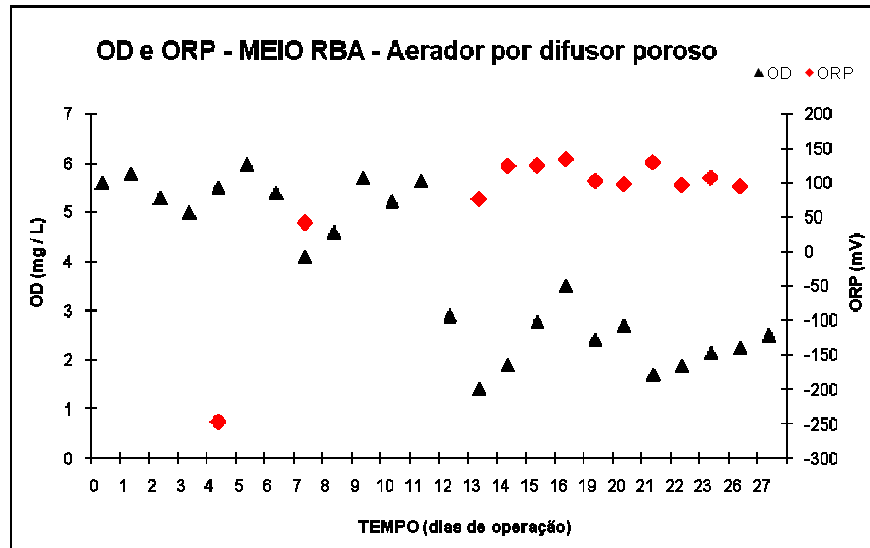


Figura 7: Comportamento do Oxigênio Dissolvido (OD) e do potencial Redox (ORP) no meio do Reator Biológico Aeróbio (RBA) da Estação de Tratamento de Dejetos Suínos (ETDS) da Embrapa Suínos e Aves.

A temperatura tem grande influência no crescimento e no metabolismo microbiano e afeta a velocidade das reações de oxidação das matérias carbonáceas e nitrogenadas. Em termos gerais, as taxas da maioria das reações químicas e biológicas aumentam com a temperatura. Porém, essa tendência de aumento permanece até uma determinada temperatura ótima.

A temperatura ideal para a melhor taxa de crescimento dos microorganismos na qual a maioria dos sistemas aeróbios deve estar situada é de 20 a 40°C. Sendo assim, a temperatura média do sistema, no meio do RBA, foi de 32,04 °C, apresentando-se dentro dos limites operacionais ideais do sistema de lodos ativados (Figura 8).

Outro fator analisado foi o potencial Hidrogeniônico (pH) do meio do RBA, sendo que este fator também influencia as taxas de remoção da matéria nitrogenada. Seus valores devem estar entre 6 e 8 para que não ocorra a inibição deste processo e, conseqüentemente, não prejudique o funcionamento de todo sistema. De acordo com o estudo, o pH monitorado apresentou-se dentro dos níveis desejáveis, uma vez que sua média ficou em 7, sendo este valor compatível e adequado para que ocorra a oxidação do nitrogênio amoniacal (Figura 8).

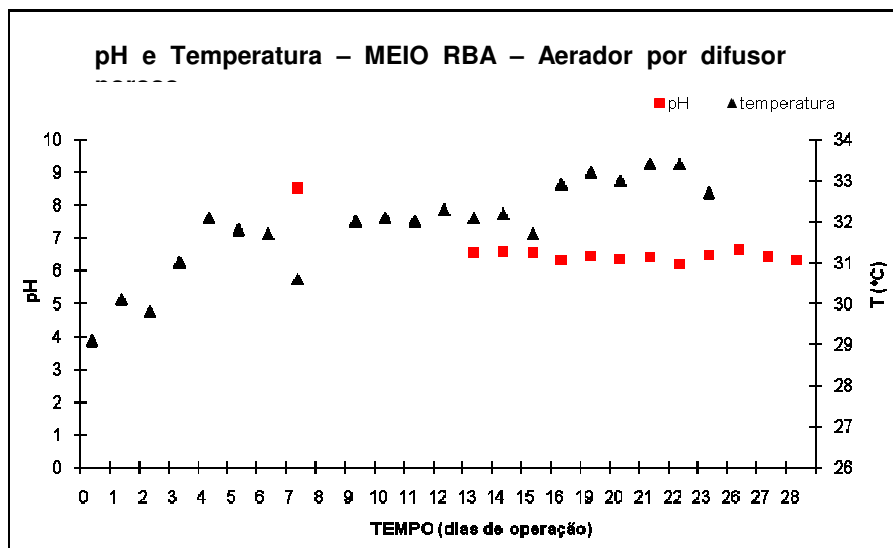


Figura 8. Comportamento da Temperatura (T) e do potencial Hidrogeniônico (pH) no meio do Reator Biológico Aeróbico (RBA) da Estação de Tratamento de Dejetos Suínos (ETDS) da Embrapa Suínos e Aves.

O nitrogênio presente nos dejetos suínos está, usualmente, nas formas amoniacal e orgânica. Durante o tratamento por lodos ativados, é de fundamental importância que ocorra a oxidação desta matéria nitrogenada presente nos dejetos, através da nitrificação. Este processo ocorre em duas etapas. Na primeira o nitrogênio amoniacal é oxidado a nitrito (N-NO_2^-), através das bactérias do gênero *Nitrossomonas* sp, e na segunda, o nitrito é oxidado a nitrato (N-NO_3^-) pela ação das bactérias do gênero *Nitrobacter* sp. Esse processo ocorre na presença do OD e com valores específicos de T e pH.

A seguir, como demonstra a ilustração, a entrada de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) no Reator Biológico Aeróbico (RBA) tem valores superiores aos da saída de N-NH_3 do reator e há a formação das suas formas oxidadas (nitrito e nitrato). Isto significa que, pela ação dos microorganismos, este N-NH_3 está sendo oxidado através da nitrificação, exatamente como sugerem os processos aeróbios (Figura 9).

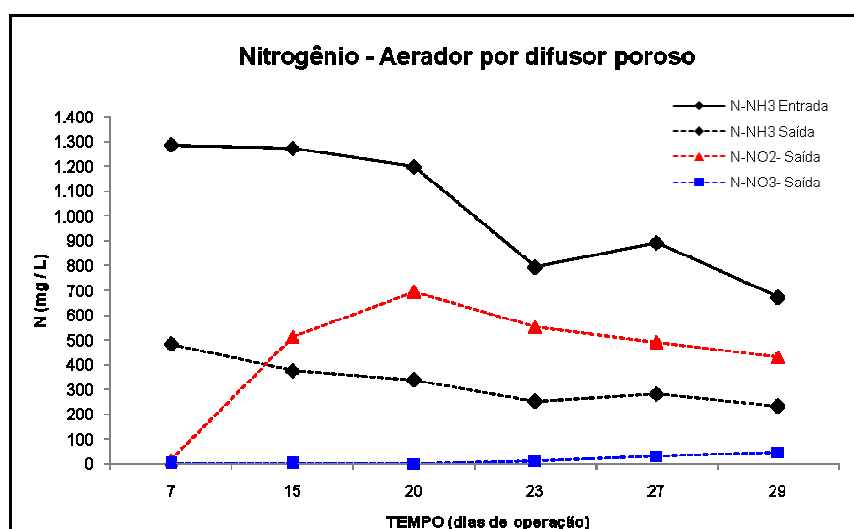


Figura 9. Comportamento do Nitrogênio amoniacal (N-NH_3) na entrada e na saída do RBA e do Nitrito (N-NO_2^-) e Nitrato (N-NO_3^-) na saída do RBA da Estação de Tratamento de Dejetos Suínos (ETDS) da Embrapa Suínos e Aves.

Porém, a saída de N-NO_2^- assumiu valores superiores à saída de N-NO_3^- , o que demonstra maior ocorrência da primeira etapa da nitrificação devido a maior ação das bactérias *Nitrossomonas* sp responsáveis pela formação de nitrito do que às responsáveis pela formação de nitrato. Isto possivelmente se deve ao pouco tempo de

funcionamento do sistema de aeração analisado. Assim, também é possível observar que, com o decorrer dos dias de operação do aerador, há uma tendência de diminuição das taxas de nitrito e aumento dos níveis de nitrato na saída do RBA, completando assim, as duas etapas da nitrificação e, conseqüentemente, concluindo a oxidação da matéria nitrogenada presente no efluente.

5. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos durante o período de avaliação do sistema de aeração, pode-se concluir que este foi extremamente eficiente quanto à manutenção do pH e da T dos dejetos suínos, mantendo-os dentro dos limites ideais para o funcionamento adequado de processos baseados em lodos ativados. Além do mais, o sistema de aeração por difusor poroso de bolha fina, como conseqüência dos níveis de oxigênio fornecidos ao RBA, apresentou bom desempenho com relação à oxidação da matéria nitrogenada contida nos efluentes advindos da suinocultura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA & WEF (American Public Health Association). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C. 15th ed., 1998.
2. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. EMBRAPA SUÍNOS E AVES – Concórdia, SC. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 3 jun 2010.
3. KUNZ, A.; SCHIERHOLT, G.; MENOZZO, G. F.; BORTOLI, M.; RAMME, M.; COSTA, R.. Estação de Tratamento de Dejetos de Suínos (ETDS) como Alternativa na Redução do Impacto Ambiental da Suinocultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 6p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 452. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 4 de jun 2010.
4. SPERLING, M. V. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Lodos Ativados. 2.ed., Belo Horizonte, DESA, UFMG, 428 p. 2002.