

UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, EXTENSÃO E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO Microbiologia – ênfase Industrial e Ambiental

**EFICIÊNCIA DE BIODEGRADADORES NATURAIS NO TRATAMENTO DE
EFLUENTES DA SUINOCULTURA PROVENIENTE DE UMA PROPRIEDADE
RURAL DO MUNICÍPIO DE VIDEIRA – SC.**

Bruna Rodrigues

VIDEIRA – SC

2011

Bruna Rodrigues

**Eficiência de biodegradadores naturais no tratamento de efluentes da suinocultura
proveniente de uma propriedade rural do Município de Videira – SC.**

Artigo científico apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Microbiologia como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Microbiologia Industrial e Ambiental.

Orientador: Prof^ª. Estela de Oliveira Nunes

Co-Orientador: Prof^º. Jean Carlo Salome dos Santos Menezes

VIDEIRA – SC

2011

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO.....	5
POTENCIAL POLUIDOR DOS DEJETOS SUÍNOS	6
SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DEJETOS SUÍNOS	7
BIOAUMENTAÇÃO NO TRATAMENTO DOS DEJETOS SUÍNOS.....	8
METODOLOGIA	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
RESULTADOS DO SISTEMA DE TRATAMENTO ANAERÓBIO	12
RESULTADOS DO SISTEMA DE TRATAMENTO AERÓBIO	19
CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Biorreatores anaeróbios alimentados com dejetos suínos tratados com duas marcas comerciais de biodegradadores naturais distintas por 90 dias.	10
Figura 2. Biorreatores aeróbios alimentados com dejetos suínos tratados com duas marcas comerciais de biodegradadores naturais distintas por 30 dias.	11
Figura 3. Remoção de DQO de dejetos suínos em sistema anaeróbio através de biorreatores de bancada utilizando biodegradadores naturais (controle, Marca “A” e Marca “B”) em 90 dias de experimento.	13
Figura 4. Eficiência de remoção de DBO de dejetos suinícolas em sistema anaeróbio através de biorreatores de bancada utilizando biodegradadores naturais (controle, Marca “A” e Marca “B”) em 90 dias de experimento.	14
Figura 5. Comparação entre os biorreatores controle, Marca “A” e Marca “B” na remoção de fósforo reativo de dejetos suínos em sistema anaeróbio através de biorreatores de bancada em 90 dias de experimento.	15
Figura 6. Comparação entre os biorreatores controle, Marca “A” e Marca “B” na eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal de dejetos suínos em sistema anaeróbio através de biorreatores de bancada em 90 dias de experimento.	16
Figura 7. Eficiência de remoção de DBO de dejetos suinícolas em sistema aeróbio através de biorreatores de bancada utilizando biodegradadores naturais (controle, Marca “A” e Marca “B”) em 30 dias de experimento.	19
Figura 8. Remoção de DQO de dejetos suínos em sistema aeróbio através de biorreatores de bancada utilizando biodegradadores naturais (controle, Marca “A” e Marca “B”) em 30 dias de experimento.	20
Figura 9. Comparação entre os biorreatores controle, Marca “A” e Marca “B” na remoção de fósforo reativo de dejetos suínos em sistema aeróbio através de biorreatores de bancada em 30 dias de experimento.	21
Figura 10. Comparação entre os biorreatores controle, Marca “A” e Marca “B” na eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal de dejetos suínos em sistema aeróbio através de biorreatores de bancada em 30 dias de experimento.	22

EFICIÊNCIA DE BIODEGRADADORES NATURAIS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA SUINOCULTURA PROVENIENTE DE UMA PROPRIEDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE VIDEIRA – SC.

Bruna Rodrigues¹, Estela de Oliveira Nunes^{2,3}, Jean Carlo S. S. Menezes³

¹Programa de Pós-graduação em Microbiologia ênfase Industrial e Ambiental (Unoesc - Videira)

²Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde (Unoesc - Videira)

³Departamento de Ciências Exatas e da Terra (Unoesc - Videira)

EFFICIENCY OF NATURAL BIODEGRADADORES IN SWINE WASTEWATER TREATMENT ORIGINATES FROM A RURAL PROPERTY ON THE CITY OF VIDEIRA-SC.

RESUMO

No Meio Oeste Catarinense, a atividade suinícola move grande parte da economia local. O sistema de confinamento aumentou o risco de poluição ambiental, que tem sido uma grande preocupação nas últimas décadas. Os modelos atuais de tratamento dos dejetos têm grande dificuldade em alcançar os padrões exigidos pela legislação com o intuito de não causar poluição. Novas tecnologias vêm sendo utilizadas a fim de promover melhoria na qualidade dos efluentes, sendo o uso de produtos comerciais a base de micro-organismos biodegradadores naturais uma delas, que promete melhoria considerável do efluente a ser tratado. Assim, este estudo tem por objetivo avaliar a eficiência de biodegradadores naturais no tratamento de efluentes da suinocultura, quanto a melhoria da qualidade dos parâmetros biológicos avaliados e assim determinar a relação custo/benefício para o produtor. Foram estudados dois sistemas de tratamento em escala piloto, um anaeróbio com tempo de detenção de 90 dias e outro aeróbio com detenção de 30 dias, avaliando duas marcas comerciais distintas de biodegradadores naturais. Os sistemas receberam doses indicadas pelos fabricantes dos biodegradadores. Os parâmetros avaliados neste estudo foram DBO, DQO, fósforo reativo, nitrogênio amoniacal, pH e coliformes totais e fecais. De modo geral, não houve melhora significativa da qualidade dos parâmetros biológicos avaliados; sendo que somente a Marca “B” teve redução significativa nos parâmetros DQO e fósforo reativo no sistema anaeróbio. E no sistema aeróbio nenhuma das marcas comerciais apresentou significativa redução dos parâmetros analisados. Assim, o custo/benefício pelo uso destes produtos não é viável para o produtor, havendo a necessidade do desenvolvimento de estudos mais específicos por parte dos fabricantes no que diz respeito a remoção de determinados nutrientes em particular de acordo com o sistema (aeróbio/anaeróbio) ao qual será aplicado.

Palavras-chave: Dejetos suínos, biodegradadores naturais, sistema anaeróbio e aeróbio.

ABSTRACT

In the middle west of Santa Catarina, the swine production moves a large amount of the local economy. The confinement system increased the risk of environmental pollution that has been a major concern in recent decades. The current treatment waste models have great difficulty in achieving the standards required by the legislation in order to not cause pollution. New technologies are being used to promote improvements on the effluent quality, with the use of commercial products based on

natural biodegraders micro-organisms one of these, which promise considerable improvement of the effluent to be treated. This study aims to evaluate the efficiency of natural biodegraders in the treatment of the swine wastewater, as well as improving the quality of the biological parameters evaluated and determine the cost / benefit to the producer. Were studied two treatment systems on a pilot plant, the first a pilot scale anaerobic with a detention time of 90 days and aerobic detention to 30 days, evaluating two commercial brands of natural biodegraders. The systems received doses of biodegraders indicated by the manufacturers. In general, there was not improves significant of the quality of the evaluated biological parameters; And only the Mark "B" had significant reduction in the parameters DQO and reactive phosphorous removal on t anaerobic system. While, in the aerobic system none of the commercial marks presented significant reduction of the analyzed parameters. This way, cost/benefit by the use of these products is not viable for the producer, existing the need to development of more specific studies by the manufacturers in the that says respect to the removal of determined nutrients in particular according to the system (aerobic/anaerobic) to which will be applied.

Keywords: swine waste, biodegraders natural, anaerobic and aerobic system.

INTRODUÇÃO

A qualidade do meio ambiente tem sido uma grande preocupação nas últimas décadas, e apesar de toda a capacidade científico-tecnológica disponível, ainda há grandes limitações para elucidar os problemas que assolam o planeta (CORRÊA, 2007; SANTOS, 2004).

No estado de SC, onde a economia é fortemente influenciada pelo setor agroindustrial, a questão ambiental está ainda mais enfatizada. A suinocultura é uma atividade importante do complexo agro-industrial brasileiro, por ser desenvolvida em pequenas propriedades rurais com limitações topográficas (BELLI FILHO et al., 2001a). O estado possui um grande complexo agroindustrial de suínos e aves, com um plantel de cerca de 8,17 milhões de suínos (ROPPA, 2002 apud KUNZ, HIGARASHI e OLIVEIRA, 2005).

A região Oeste Catarinense concentra 75% do plantel e 90% do abate de suínos inspecionado do estado, contribuindo para a formação de renda de milhares de pequenos produtores (95,3% possuem até 50 hectares), onde predomina a mão-de-obra familiar (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2005; INSTITUTO CEPA, 2002 apud MIRANDA, 2005). No município de Videira, o fato de o setor agroindustrial ser o berço do desenvolvimento da região, essas atividades caracterizam a história local. A agroindústria ainda é qualificada como um setor com baixa qualidade ambiental, pelo alto risco de poluição das águas, dos solos, pela emissão de odores, e pela proliferação de insetos, ocasionando desconforto ambiental às populações (RODRIGUES et al., 2004).

POTENCIAL POLUIDOR DOS DEJETOS SUÍNOS

A suinocultura é reconhecidamente uma atividade de grande potencial poluidor, por produzir grandes quantidades de resíduos com altas cargas de nutrientes (fósforo e nitrogênio), matéria orgânica, sedimentos, patógenos, metais pesados (cobre e zinco utilizados nas rações como promotores de crescimento, por exemplo), hormônios e antibióticos (USDA/USEPA, 1999).

O modelo de produção atual, caracterizado pela criação intensiva e em confinamento, concentra grande número de animais em áreas reduzidas, o que aumenta ainda mais os riscos de contaminação ambiental. Só no Estado é gerado 10 milhões de m³ de dejetos ao ano (BELLI FILHO et al, 2001b). Em termos comparativos, a característica dos resíduos da suinocultura com alta concentração de matéria orgânica, quando comparada a demanda bioquímica de oxigênio total (DBO_T) dos esgotos domésticos é em torno de 260 vezes superior. A nova realidade do mercado consumidor, exigindo produtos de qualidade, preços competitivos e oriundos de sistemas não poluidores do ambiente, passou a exercer pressão para a reciclagem desses resíduos, dentro de padrões aceitáveis sob o ponto de vista sanitário, econômico e ambiental (RODRIGUES, 2008). Desta maneira torna-se importante o adequado manejo dos dejetos, através de técnicas que minimizem o impacto ambiental, assim como o seu reaproveitamento na própria propriedade (BELLI FILHO et al., 2001a).

A alta geração de resíduos provenientes da suinocultura tem como preferencial destino, a simples disposição no solo. Esta prática faz com que, em muitas situações, tenha-se excesso de nutrientes, metais e patógenos no solo, tornando difícil a absorção na mesma taxa em que estas substâncias são aplicadas, acarretando lixiviação e/ou percolação destes resíduos para os corpos d'água superficiais e subterrâneos, causando poluição (PERDOMO, OLIVEIRA e KUNZ, 2003). Em regiões em que a geração de efluentes supera a capacidade de suporte do solo e/ou as recomendações dos órgãos de fiscalização ambiental, alternativas de tratamento ou exportação de nutrientes precisam ser adotadas (KUNZ et al., 2009 apud VIVAN et al., 2010).

Existem fortes evidências do comprometimento da qualidade das águas na região oeste-catarinense. Estudos bacteriológicos realizados em rios do oeste e extremo oeste do Estado de Santa Catarina, enquadrados nas classes 1 e 2 (CONAMA, 1986), apresentaram resultados que excedem, em grande parte deles, a concentração de coliformes totais permitida (NMP/100mL = 5.000,0) (VOTTO, 1999 apud KUNZ, OLIVEIRA e HIGARASHI, 2005).

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DEJETOS SUÍNOS

Os sistemas de tratamento dos resíduos suínos normalmente empregados são esterqueiras e bioesterqueiras com posterior aplicação em lavouras ou pastagens, havendo necessidade de procurar alternativas que sejam eficientes na remoção dos poluentes, de baixo custo de implantação e manutenção, e de preferência que possibilitem o aproveitamento econômico de seus subprodutos (RODRIGUES, 2008).

O processo mais empregado para o tratamento dos dejetos de suínos em Santa Catarina é ainda o sistema de esterqueiras, que possuem a função principal de armazenar e estabilizar os dejetos antes de aplicá-los ao solo. Esses reatores biológicos proporcionam redução da fração orgânica associada à sua liquefação, preservando o potencial de fertilização deste produto (BELLI FILHO et al., 2001b). O tempo de detenção recomendado para uma certa estabilização da matéria orgânica e inativação de patógenos gira em torno de 120 dias (as legislações estaduais apresentam variações com relação à exigência e ao período de retenção). O dejetos sofre certa degradação anaeróbia podendo ocorrer liberação de gases responsáveis pela geração de odores, principalmente nos meses de verão, quando o aumento da temperatura ambiente favorece a atividade biológica e a volatilização de gases (KUNZ, OLIVEIRA e HIGARASHI, 2005).

A digestão anaeróbia também pode ser aplicada como alternativa no tratamento desses resíduos para a redução do poder poluente e, ao mesmo tempo, terá aplicação direta de seus subprodutos (biogás e efluente estabilizado) na propriedade rural (CHERNICHARO, 2007 apud RODRIGUES, 2008). Vários modelos de biodigestores têm sido desenvolvidos e adaptados, visando a aumentar tanto a eficiência desses sistemas quanto a redução de custos dos equipamentos (KUNZ, OLIVEIRA e HIGARASHI, 2005).

Apesar das suas grandes vantagens, os reatores anaeróbios dificilmente produzem efluentes que atendem aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental, tornando-se necessária a adoção de pós-tratamento dos efluentes dos reatores anaeróbios, como uma forma de adequar o efluente tratado aos requisitos de legislação ambiental e propiciar a proteção dos corpos d'água receptores dos lançamentos dos efluentes líquidos (CHERNICHARO, 2007 apud RODRIGUES, 2008).

BIOAUMENTAÇÃO NO TRATAMENTO DOS DEJETOS SUÍNOS

Uma alternativa para melhorar as características do dejetos para uso agrícola é a utilização de micro-organismos promotores de degradação de resíduos orgânicos (RODRIGUES et al, 2004). Esta tecnologia denominada bioaugmentação constitui-se em uma das técnicas mais utilizadas de biorremediação, que baseia-se na adição de micro-organismos selecionados para degradação dos compostos orgânicos, além de macro e micronutrientes indispensáveis para uma boa atividade biológica. Para Macêdo (2000) “a bioaugmentação é definida como a suplementação de micro-organismos externos de ocorrência natural, tal como bactérias, bolores e leveduras”. Os aditivos bioquímicos para a bioaugmentação são produtos biotecnológicos compostos por *blends* de bactérias saprofíticas de ocorrência natural, não patogênicas, além de enzimas e nutrientes necessários à uma ótima atividade degradativa desses micro-organismos.

Como o ecossistema microbiano nos sistemas de tratamento (anaeróbio principalmente) não se instala imediatamente após a colocação dos resíduos no reator, há a necessidade de um tempo, muitas vezes consideravelmente elevado, para que as populações de micro-organismos possam crescer e levar o sistema a um ponto de equilíbrio. Por essa razão o uso de inóculo pode ser importante, tanto nos estudos sobre digestão anaeróbia quanto na partida de reatores, pois esta tecnologia está relacionada com a existência de uma população microbiana adaptada que é introduzida através da utilização de inóculos microbianos (STEIL, 2001 apud SANTOS, 2004).

Estes inóculos, comercialmente são conhecidos como biodegradadores naturais. Segundo fabricantes, os biodegradadores naturais são constituídos de micro-organismos que tem capacidade de produzir enzimas, que degradam materiais orgânicos sem emissão de odores, reduzindo parâmetros de avaliação biológica (como Demanda Química de Oxigênio [DQO], Demanda Bioquímica de oxigênio [DBO], nitrogênio amoniacal e coliformes fecais) e sem produzir detritos tóxicos ao meio ambiente.

O presente estudo tem por objetivo avaliar a eficiência de biodegradadores naturais no tratamento de efluentes da suinocultura, proveniente de uma propriedade rural do município de Videira – SC, quanto a melhoria da qualidade dos parâmetros biológicos avaliados e assim determinar a relação custo/benefício para o produtor.

METODOLOGIA

Efetuuou-se um estudo em escala piloto nos laboratórios do Núcleo Biotecnológico da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) Campus de Videira - SC, com o uso de biorreatores de bancada. Foram avaliados dois sistemas de tratamento distintos, sistema anaeróbio e aeróbio, entre outubro de 2010 a janeiro de 2011. Estes biorreatores foram alimentados por efluentes suinícolas com adição de dois diferentes biodegradadores naturais, a fim de avaliar o potencial de melhora nos tratamentos com o uso destes inóculos.

Os efluentes foram obtidos de uma propriedade rural de Videira - SC, que possui um sistema de produção que está direcionado para a criação de suínos em terminação, confinados, por tempo médio de 90 dias, desenvolvido em quatro criadouros e contemplando um plantel de 4.000 suínos por ano. Os dejetos de cada criadouro são direcionados ao mesmo sistema de tratamento da propriedade no qual são tratados pelo sistema tradicional com o uso de esterqueiras. A coleta do efluente foi realizada na canaleta de homogeneização; em recipientes plásticos e imediatamente após a coleta, foram encaminhados até os laboratórios da UNOESC.

O teste de biodegradabilidade em sistema anaeróbio foi realizado no Laboratório de Microbiologia Ambiental e Industrial, no qual consistiu no uso de 05 biorreatores de acrílico, com volume total de 03 litros cada, em ambiente climatizado com temperatura média de 35°C (figura 1). Cada unidade foi fechada hermeticamente para a manutenção do ambiente anaeróbio. O experimento foi realizado em duplicata (para os reatores que receberam os biodegradadores), sendo que um biorreator serviu como sistema-controle (sem adição de biodegradador natural), e os demais receberam duas diferentes marcas comerciais de biodegradadores naturais. O tempo de retenção dos dejetos nos biorreatores foi de 90 dias.



Figura 1. Biorreatores anaeróbios alimentados com dejetos suínos tratados com duas marcas comerciais de biodegradadores naturais distintas por 90 dias.

Fonte: A autora

Há avaliação em sistema aeróbio foi alocado no Laboratório de Tratamento de Efluentes no qual utilizou-se 03 biorreatores, de vidro, com volume de dejetos de 05 litros cada, com aeração intermitente para a manutenção do ambiente aeróbio (figura 2). O experimento teve um reator para sistema-controle e outros dois com diferentes biodegradadores naturais. Foi usado nos experimentos um tempo de detenção hidráulica de 30 dias.



Figura 2. Biorreatores aeróbios alimentados com dejetos suínos tratados com duas marcas comerciais de biodegradadores naturais distintas por 30 dias.

Fonte: A autora

As duas marcas comerciais de biodegradadores naturais utilizadas neste experimento eram na forma líquida, no qual foram adicionados nos biorreatores na dose recomendada, conforme especificações do fabricante. Assim sendo, adicionou-se 100 μL para cada litro de efluente, consistindo portanto na inoculação de 300 μL para cada biorreator anaeróbio e 500 μL para os reatores aeróbios. Os biodegradadores foram inoculados no efluente no tempo 0 e depois a cada 07 dias, sempre após a coleta do efluente para análise. As duas marcas selecionadas para o presente estudo foram identificadas neste experimento como Marca “A” e Marca “B”.

As análises foram realizadas no 1º, 3º, 7º, 14º, 21º e 28º dias do início do experimento para o sistema de tratamento aeróbio e para o anaeróbio no 1º, 3º, 7º, 14º, 21º, 28º, 42º, 56º, 70º e 90º dias após o início do experimento. De cada biorreator coletou-se 25 mL de amostra homogeneizada (material decantado + superficial) em cada um destes períodos para serem realizadas as análises laboratoriais. Os parâmetros avaliados neste estudo foram DBO, DQO, fósforo reativo, nitrogênio amoniacal, potencial hidrogeniônico (pH) e coliformes totais e

fecais. A metodologia adotada para essas análises está descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21^o edition* (APHA, 2005).

Foi realizado um levantamento de custo/benefício a partir dos dados obtidos no experimento e das propostas de melhorias das marcas comerciais. A Marca “A” promete reduzir 80% de amônia, bem como DBO, DQO e coliformes fecais, A Marca “B” promete exclusão de bactérias patogênicas, como *Escherichia coli* (coliformes fecais), mais de 80% de redução amônia, e ainda adequar os parâmetros da legislação com o tratamento dos dejetos suínos.

Os resultados dos experimentos foram apresentados como média \pm erro padrão da média (EPM) e submetidos à análise de variância (ANOVA). Obtiveram resultados significativos os resultados de F maiores que o F crítico ($\alpha = 0,05$). Os dados obtidos foram organizados em gráficos e tabelas usando o programa Microsoft Office Excel 2007[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são apresentados e discutidos os resultados das análises dos parâmetros monitorados nestes experimentos: DQO, DBO, fósforo reativo, nitrogênio amoniacal, pH e coliformes totais e fecais.

RESULTADOS DO SISTEMA DE TRATAMENTO ANAERÓBIO

Nos biorreatores anaeróbios, quanto a análise de DQO, foi observado um aumento da concentração deste parâmetro até o 14^o dia do início do experimento em todos os reatores, demonstrando uma redução expressiva na última análise, aos 90 dias, como demonstrado no gráfico da figura 3.

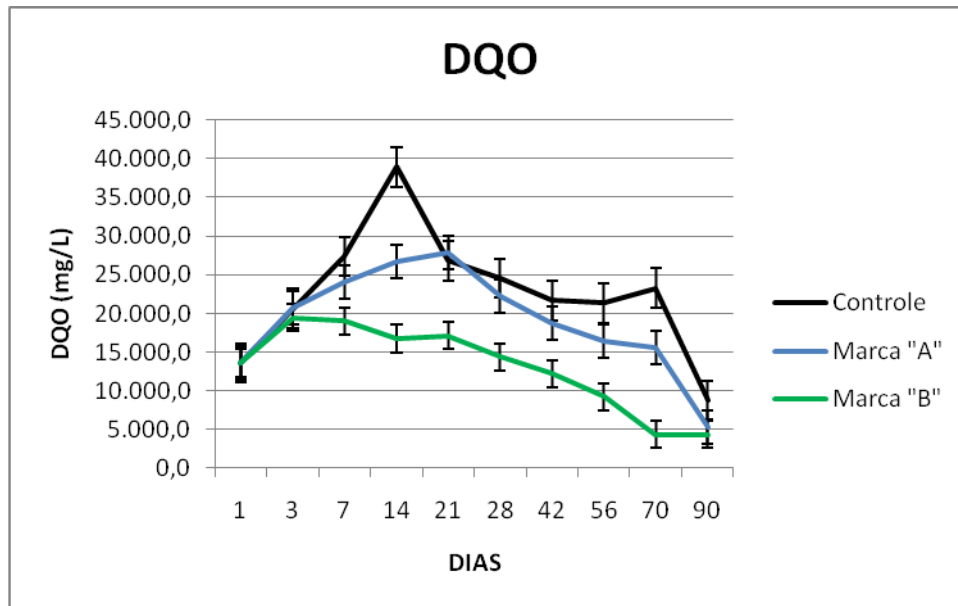


Figura 3. Remoção de DQO de dejetos suínos em sistema anaeróbio através de biorreatores de bancada utilizando biodegradadores naturais (controle, Marca “A” e Marca “B”) em 90 dias de experimento.

Fonte: A autora.

A eficiência de remoção foi de 35% para o controle, 53% para a Marca “A” e 70% para a Marca “B”. Resultados semelhantes foram obtidos por Di Domênico (et al., 2009) que removeram 53% e 57% de DQO em reatores anaeróbios de bancada. Apesar da Marca “A” e “B” se mostrarem mais eficientes que o controle, apenas a Marca “B” obteve valores significativos quando comparado ao controle, para um F crítico de 4,41.

Segundo um estudo conduzido por Medri (1997), lagoas anaeróbias para tratar dejetos de suínos demonstraram muitas vantagens, porém, necessitam de elevado tempo de retenção hidráulica. O mesmo pode ser observado neste estudo, no qual os níveis de DQO demoraram alguns dias para começar a baixar. Vários autores sugerem o uso de um tratamento anaeróbio seguido de um aeróbio; Vivan (et al., 2010) conseguiu 98% de remoção de DQO através do uso de biodigestores + lagoas de estabilização. O mesmo índice foi obtido por Medri (1997), que estudou o tratamento de efluentes da suinocultura com lagoas anaeróbias e facultativas.

Para o parâmetro DBO, nenhuma das marcas comerciais utilizadas atingiu resultados significativos quando comparados ao controle, apesar de a eficiência ter sido maior comparada a DQO, que foi de 67%, 80% e 84% para o controle, Marca “A” e Marca “B”, respectivamente. Lazzaretti (2002) aplicando bioaditivos comerciais semelhante aos utilizados neste experimento em bioesterqueiras atingiu 75% de remoção de DBO, valor inferior ao obtido com estes biodegradadores. Os dados obtidos deste parâmetro são apresentados no gráfico (figura 4). Assim como ocorreu com o parâmetro DQO, houve um aumento da

concentração no início do experimento (até o sétimo dia de análise) na DBO. Segundo Rodrigues (2008), esse aumento no biorreator, comparado a DBO inicial, pode ser explicada pela ocorrência de hidrólise da carga orgânica do efluente devido ao baixo tempo de retenção hidráulica.

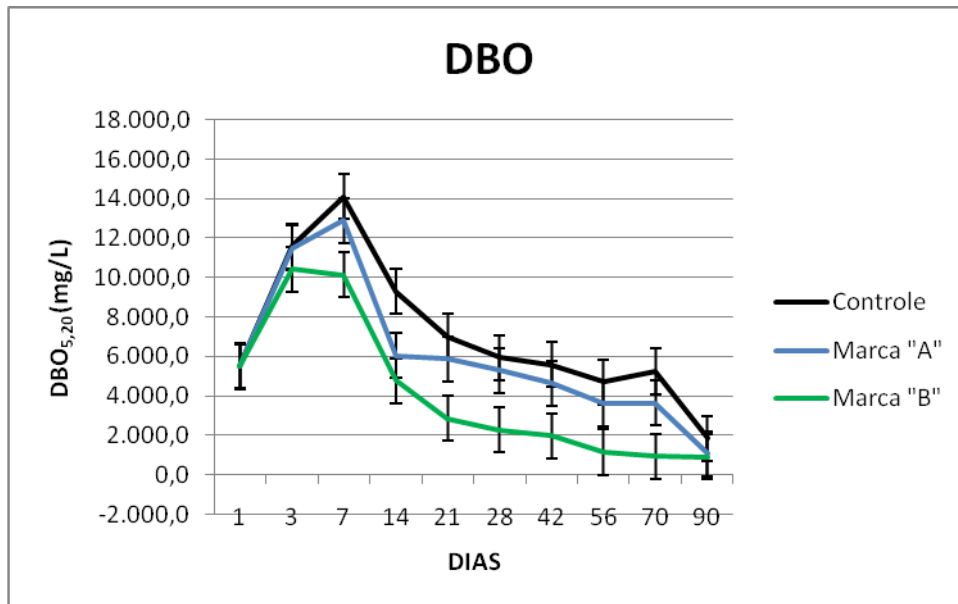


Figura 4. Eficiência de remoção de DBO de dejetos suinícolas em sistema anaeróbio através de biorreatores de bancada utilizando biodegradadores naturais (controle, Marca "A" e Marca "B") em 90 dias de experimento.

Fonte: A autora.

Quanto ao fósforo reativo, observou-se aumento deste parâmetro em todos os biorreatores até em torno do 21º dia, para somente depois começar a redução, e decair muito aos 90 dias. Lazaretti (2002) obteve um aumento de quase 20% no fósforo total após aplicação de bioaditivos. De acordo com Marchetto, Campos e Reali (2003) o fósforo faz parte da composição celular e é necessário para o crescimento microbiano; é também um constituinte importante no sistema de produção de energia. A remoção biológica de fósforo é obtida mediante a seleção de bactérias capazes de armazenar polifosfato. Sob condição anaeróbia as bactérias que acumulam fósforo em excesso, usam a energia derivada da hidrólise de polifosfatos, para apreender substratos orgânicos, que são armazenados na forma de poli-b-hidroxibutirato (PHB) ou poli-b-hidroxivalerato (PHV).

O biodegradador natural Marca "B" mostrou-se significativo, e sua maior redução da carga comparada ao biorreator controle e Marca "A" são nitidamente notadas no gráfico (figura 5).

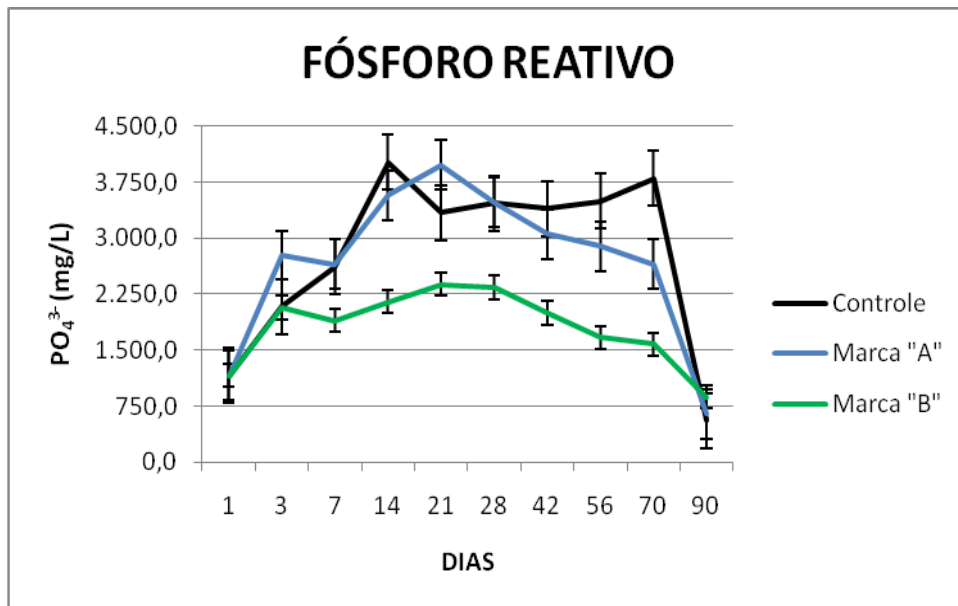


Figura 5. Comparação entre os biorreatores controle, Marca “A” e Marca “B” na remoção de fósforo reativo de dejetos suínos em sistema anaeróbio através de biorreatores de bancada em 90 dias de experimento.

Fonte: A autora.

Mas esta significância do biorreator Marca “B” foi uma significância negativa, pois apesar de os resultados se manterem em nível bem abaixo dos obtidos com o biorreator controle e Marca “A”, a Marca “B” não teve uma eficiência considerável, sem grandes níveis de redução durante todo o experimento. O controle teve 52% de eficiência, Marca “A” 44% e Marca “B” apenas 25%. Isso se deve a brusca queda destes valores aos 90 dias de experimento para o controle e a Marca “A”, enquanto a Marca “B” não teve muita redução. Para Medri (1997), que avaliou um sistema de tratamento de dejetos suínos composto por série de lagoas (anaeróbia, facultativa e de aguapés) obteve redução de fósforo total em 93% em 125 dias, sendo que o melhor desempenho se deu nas lagoas anaeróbias que tiveram 64% de eficiência de remoção. Outro experimento que se assemelha aos resultados obtidos neste estudo foram realizados por Costa, Silva e Oliveira (1995) que constataram boas eficiências na remoção de fósforo total nas lagoas anaeróbias seguidas de aeróbia, com 87% e 42% , com tempo de detenção de 66,7 e 116,8 dias, respectivamente.

Von Sperling (1996) argumenta que remoções mais significantes podem ocorrer através da precipitação dos fosfatos com pH acima de 8,0, enquanto Somiya e Fuji (1984) indicaram um valor do pH de 9,0 para iniciar a reação por precipitação, mas não concluíram que este mecanismo é o mais importante para remoção do fósforo nas lagoas, já que a remoção também é dependente do tempo de detenção. Para este experimento, no qual o pH esteve estável na faixa de 9,0, não obtivemos remoção considerável comparado aos resultados

obtidos pelos demais autores, com pH na faixa do neutro. Porém, neste estudo, para a coleta de amostras para análise, o biorreator era completamente homogeneizado, assim o lodo precipitado era misturado ao sobrenadante. Este pode ser um dos motivos para a baixa eficiência de remoção do fósforo e pelo qual, obteve-se tal desproporção quanto a eficiência de alguns biorreatores e a sua significância.

Neste experimento, foram realizadas análises de fósforo reativo ao invés de fósforo total por duas razões: Primeiramente, o fósforo inorgânico é facilmente extraível e prontamente disponível para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões às formas mais simples. Grande parte do fósforo presente no lodo está na forma inorgânica, destas mais de 40%, aproximadamente, são ortofosfatos, também conhecido como fósforo reativo (KIRKHAM, 1982 apud COSTA, 2008). Quando este parâmetro se encontra acima dos limites de lançamento, expressa que o fósforo total também está acima dos padrões aceitáveis pela legislação.

Quanto ao nitrogênio amoniacal, houve instabilidade do sistema durante todo o experimento, e aos 90 dias, houve queda considerável nos resultados. O ligeiro incremento na concentração de amônia ($N-NH_3$) após passagem pelo biodigestor se deve à degradação de nitrogênio ligado covalentemente a estruturas complexas presentes em solução ou no material particulado (WIESMANN, CHOI e DOMBROWSKI, 2007). Os reatores no qual inoculou-se os biodegradadores naturais se comportaram semelhante ao sistema controle (figura 6).

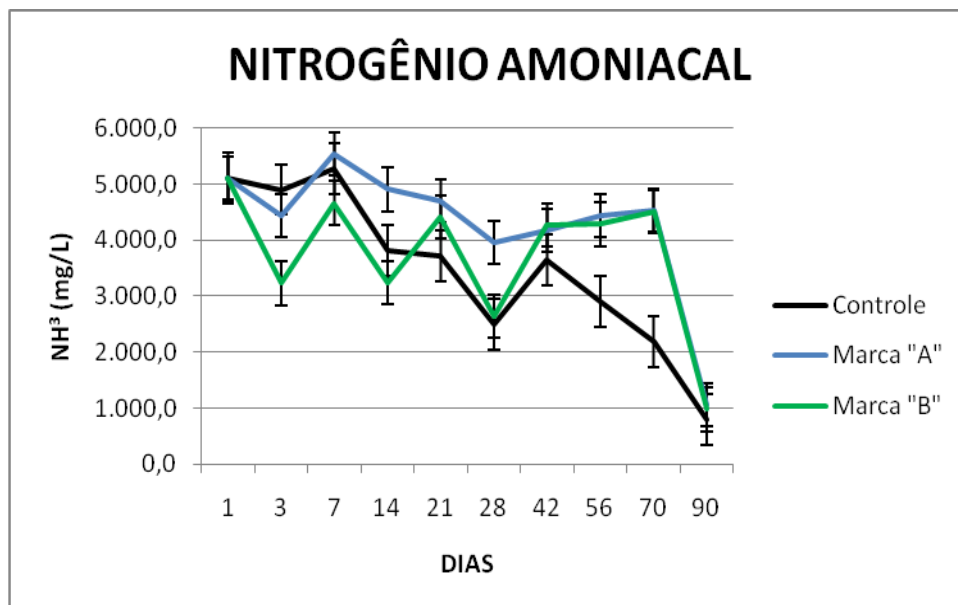


Figura 6. Comparação entre os biorreatores controle, Marca "A" e Marca "B" na eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal de dejetos suínos em sistema anaeróbio através de biorreatores de bancada em 90 dias de experimento.

Fonte: A autora.

Assim, nenhuma das marcas comerciais demonstraram significância comparada ao controle. O sistema controle teve maior eficiência de redução, com 85%, enquanto o biorreator Marca “A” e Marca “B” tiveram 80 e 81% de eficiência, respectivamente. Diferente do que se observou neste experimento, Santos (et al., 2007), estudando a remoção de matéria carbonácea e nutrientes de bioesterqueiras, obteve apenas 32,6% de remoção de amônia (sendo 24% por volatilização e 8,6% pelo processo de nitrificação e nitrificação). Já Henn (et al., 2002) que também estudou o comportamento de esterqueiras, em 120 dias, obteve remoção de 75% da amônia. Lazarreti (2002) observou uma redução de 83% da amônia com adição de bioaditivos em esterqueiras, o que vai de encontro ao observado neste estudo, a porcentagem de remoção com uso de produtos comerciais foi praticamente a mesma.

As duas marcas comerciais prometem redução de 80% da amônia e cumprem este propósito aos 90 dias de retenção. Porém, o sistema controle reduziu 85% da amônia, mais que as duas marcas comerciais. Além destes dois biodegradadores não terem uma redução significativa, também não são eficientes comparado ao biorreator sem adição de biodegradador comercial.

O parâmetro pH não sofreu grandes alterações durante o experimento (tabela 01), já sendo bastante alcalino no tempo 0 de experimentação (pH =9,0), diminuindo a partir do 14° e 21° dia, voltando a subir ao 28° dia e permanecendo praticamente sem alterações até o 90° dia.

TABELA 1. Valores de pH verificados durante os 90 dias de experimentação no biorreator controle, Marca “A” e Marca “B”

Dias de Experimentação	Biorreator Controle	Média Biorreatores Marca “A”	Média Biorreatores Marca “B”
1°	8,9	8,9	8,9
3°	8,9	9,0	9,0
7°	8,3	8,5	8,8
14°	8,6	8,3	8,3
21°	8,3	8,2	8,2
28°	9,0	8,8	8,9
42°	9,5	8,9	8,8
56°	8,9	8,7	8,7
70°	8,9	8,6	8,7
90°	8,7	8,7	8,8

Fonte: A autora

Em estudos prévios realizados por Medri (1997); Rodrigues (2008), Vivan (et al. 2010) diferente do que ocorreu neste estudo, os valores de pH em sistema anaeróbio de tratamento de dejetos suínos esteve próximo a neutralidade. Para Maunoir (1991 apud HENN,

et al., 2002) os valores de pH dentro de biodigestores devem ficar próximos à neutralidade, faixa ótima para que ocorra a digestão anaeróbia. O pH alcalino neste experimento, nos biorreatores no qual receberam inóculos, não deveria causar alterações pois segundo os fabricantes dos biodegradadores naturais o pH ideal fica na faixa de 5 e 9, e neste experimento ficou dentro desta faixa. O biorreator controle teve funcionamento semelhante aos outros biorreatores.

Este experimento tinha o propósito de avaliar como parâmetro microbiológico a quantificação de coliformes totais e fecais, mas não foram obtidos resultados precisos, possivelmente devido a interferência no método de análise, impossibilitando a apresentação de resultados. Essa interferência iniciou após a primeira análise (tempo 0), no 3º dia de experimentação, tanto no biorreator controle quanto nos biorreatores que receberam adição de biodegradadores naturais. O método analítico descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21º edition* (APHA, 2005) utilizado para este experimento, COLILERT®, é um método colorimétrico-enzimático, que consiste basicamente na ligação dos coliformes em um substrato específico e quando começam a metabolizar este nutriente produzem coloração (coliformes totais) e fluorescência (coliformes fecais). Acredita-se que outras bactérias se ligaram a este substrato, devido a competição microbiana. Guimarães (et al., s.d.) em cama de aviários com o uso de um biodegradador natural, o Enzilimp®AV, percebeu que o modo de ação deste produto em relação as *Urease* positivas é de competição pelo substrato. Chama a atenção para a uniformidade dos fatores ambientais medidos em ambos os tratamentos durante o experimento, o que demonstra que um outro fator influenciou a população de bactérias urease positivas, que crescem em Ágar McConkey com menos competição como no Ágar Sangue e Ágar PCA, e que a sua população foi deprimida por uma competição exclusiva. No início do experimento (tempo 0), nos dejetos constavam mais de 2.419.600,0 NMP/100mL de coliformes fecais.

De modo geral, ao longo destes 90 dias, mudanças nos aspectos visuais dos efluentes contidos nos reatores anaeróbios foram observadas. Já nos primeiros dias pode-se perceber que os dejetos que receberam os biodegradadores naturais possuíam consistência mais líquida comparado ao biorreator controle e após 30 dias de experimento houve redução do odor, se tornando quase imperceptível no fim do experimento. Estudos realizados com bioaditivos Bio-Systems® (ROSALES, 2000 e 2001) mostraram que, quando aplicados nas esterqueiras, estes produtos produziam um resíduo mais solúvel, de consistência mais líquida, menos viscosa, o que facilitou o bombeamento com bombas de baixa potência, além de facilitar a

homogeneização dos dejetos e seu manejo. Outro benefício observado pelo autor foi a diminuição do mau cheiro e redução no número de insetos atraídos para a esterqueira.

RESULTADOS DO SISTEMA DE TRATAMENTO AERÓBIO

Os biorreatores aeróbios apresentaram altas taxas de remoção para todos os parâmetros, com grande diminuição dos valores já no 3º dia de experimentação, tanto nos biorreatores que receberam os biodegradadores naturais, como no controle. Em todos os parâmetros analisados obtivemos valores próximos de eficiência entre os sistemas, mostrando claramente que o uso dessa concentração de biodegradadores não favoreceu o processo de biodegradação, como aludem os fabricantes. Em nenhum dos parâmetros, as marcas comerciais estudadas apresentaram remoção significativa comparado ao sistema controle.

Quanto ao parâmetro DBO, o sistema controle foi o que teve a maior taxa de remoção comparada ao sistema Marca "A" e Marca "B", com 92%, 89% e 88% respectivamente (figura 7). Um estudo conduzido por Doile (2009), com uso de bactérias comerciais em diferentes concentrações, em biorreatores para tratamento de esgoto doméstico foi semelhante ao aqui estudado, pois a eficiência do controle foi análogo ao sistema que recebeu as bactérias. A remoção de DBO foi de 79,3% no biorreator que recebeu o produto e 75,4% no sistema controle.

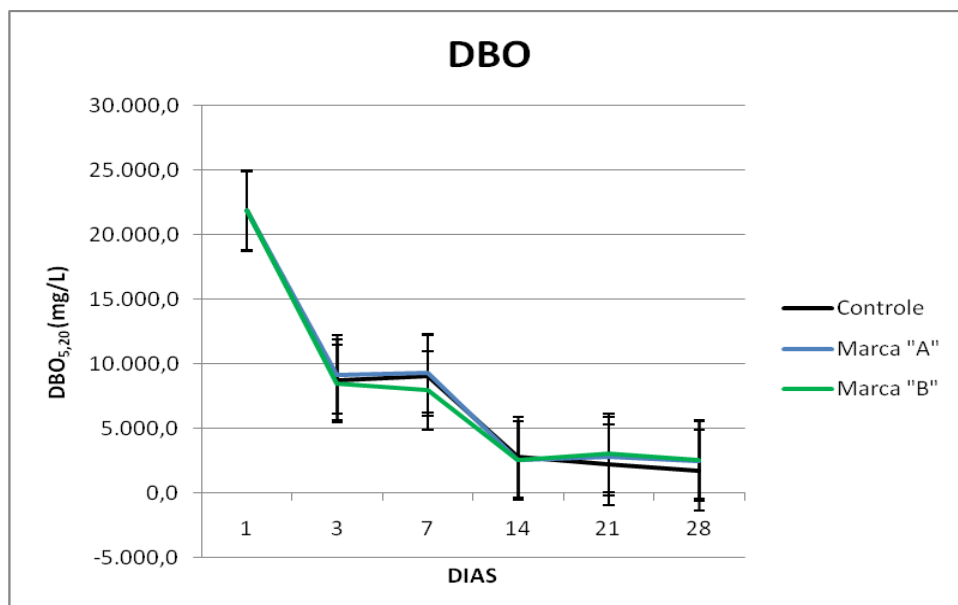


Figura 7. Eficiência de remoção de DBO de dejetos suínicos em sistema aeróbio através de biorreatores de bancada utilizando biodegradadores naturais (controle, Marca "A" e Marca "B") em 30 dias de experimento.

Fonte: A autora.

O que se refere ao parâmetro DQO, a Marca “A” foi mais eficiente que o sistema controle e Marca “B”, com 84%. O controle obteve 83% de eficiência e a Marca “B” 76% (figura 8).

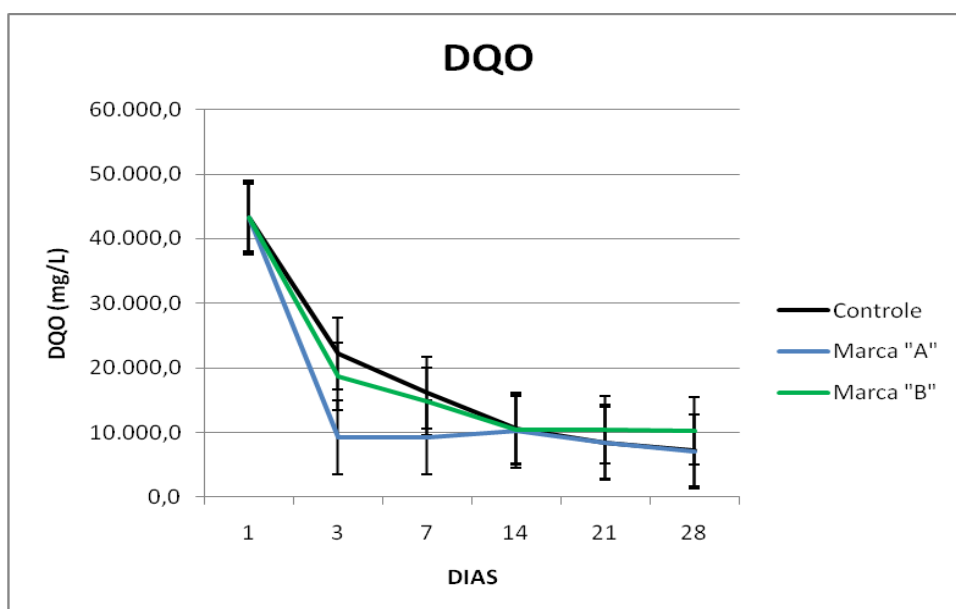


Figura 8. Remoção de DQO de dejetos suínos em sistema aeróbio através de biorreatores de bancada utilizando biodegradadores naturais (controle, Marca “A” e Marca “B”) em 30 dias de experimento. Fonte: A autora.

A diferença entre os biorreatores é muito pequena, e não pode-se afirmar se essa diferença é devido ao uso ou não dos produtos testados, devido ao erro padrão. Doile (2009), no que se refere a DQO, teve 60% de remoção com o uso de bactérias comerciais no tratamento de esgoto doméstico. Pujol (et al., 2006) tratando dejetos suínos em reator aeróbico de biogrânulos teve 94% de remoção de DQO, resultado semelhante aos obtidos neste estudo.

Quanto ao fósforo reativo, a Marca “A” teve maior porcentagem de remoção, com 85%, seguido do controle e Marca “B”, com 82% e 73%, respectivamente (figura 9). Assim como ocorreu com o parâmetro DQO, a diferença de remoção entre os sistemas testados foi muito pequena, não sendo significativa. Bontoux e Picot (1994) ressaltam que a remoção do fósforo em lagoas é alcançada quando o pH atinge valores iguais ou superiores a 9,0, ocorrendo a sua precipitação. Neste estudo, onde o pH ficou na faixa de 9,0, podemos admitir esta hipótese. Zordan, Saléh e Mendonça (2008) tiveram 90% de eficiência em lagoas de estabilização com relação ao fósforo total, com pH variando entre 7,8 e 8,7, porcentagem semelhante a obtida neste experimento.

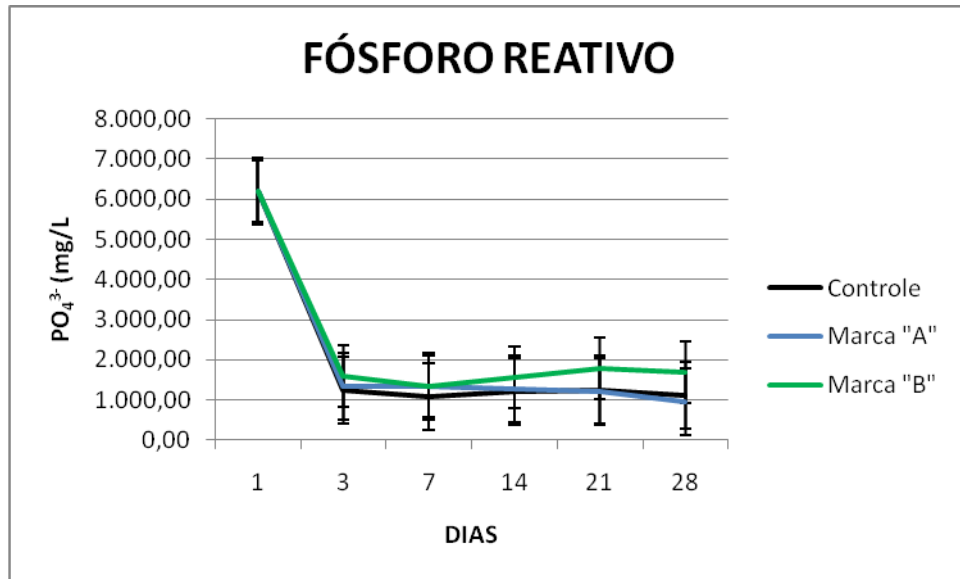


Figura 9. Comparação entre os biorreatores controle, Marca "A" e Marca "B" na remoção de fósforo reativo de dejetos suínos em sistema aeróbio através de biorreatores de bancada em 30 dias de experimento.

Fonte: A autora.

A remoção do nitrogênio amoniacal, teve ótima eficiência, com 98%, 96% e 98% de redução no sistema controle, Marca "A" e Marca "B", respectivamente (figura 10). A amônia foi decaindo gradualmente durante estes 30 dias, sem quedas bruscas nos resultados como observado nos demais parâmetros estudados. Resultados semelhantes ao obtido neste estudo foram demonstrados por Barthel (2007), que teve 99% e 98% de remoção de amônia com serie de lagoas (alta taxa, maturação e aguapés). Pereira, Senna e kunz (2004), analisando o desempenho de um sistema de aeração por difusor poroso de bolha fina em sistema de tratamento de efluente suinícola obteve 80,6% de eficiência.

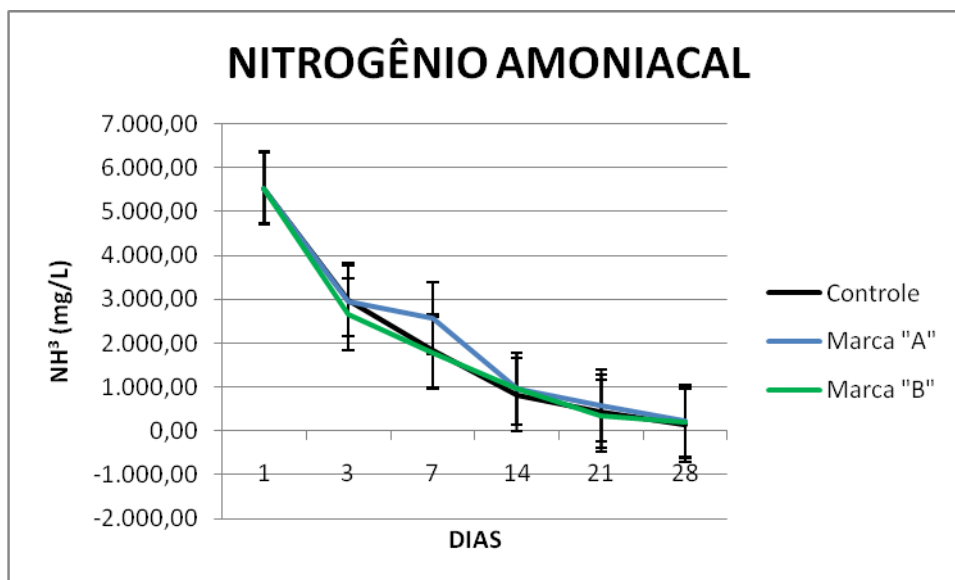


Figura 10. Comparação entre os biorreatores controle, Marca “A” e Marca “B” na eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal de dejetos suínos em sistema aeróbio através de biorreatores de bancada em 30 dias de experimento.

Fonte: A autora.

O pH do efluente suinícola no início do experimento estava em 9,0, mesmo valor inicial do experimento anaeróbio. E assim continuou nos três reatores até o sétimo dia, logo após sofreu uma leve queda (0,2 no sistema controle e Marca “A” e 0,3 no sistema Marca “B”), e a partir daí, permaneceu estável até o trigésimo dia. Para a metodologia utilizada neste estudo, com uso de biodegradadores, segundo Lazaretti (2002) condições mínimas devem ser fornecidas aos micro-organismos adicionados, como a manutenção do pH na faixa entre 5,0 e 9,0, temperatura entre 20 - 35° C.

Assim como ocorreu no experimento anaeróbio, o parâmetro microbiológico para a quantificação de coliformes totais e fecais, sofreu interferência analítica, e assim não obteve-se resultados precisos. Só foi possível realizar esta quantificação no tempo 0 de experimentação, no qual encontramos 24.196.000,0 NMP/100mL de coliformes totais e 7.270.000,0 NMP/100mL de coliformes fecais. Já no terceiro dia foi observada claramente esta imprecisão no método, e os resultados apresentaram-se inconclusivos, e assim foram descartados devido a esta incerteza gerada.

A baixa eficiência dos biodegradadores naturais, tanto no sistema anaeróbio quanto aeróbio, diferente do que era esperado e prometido pelos fabricantes, pode ter ocorrido devido a necessidade de uma aplicação de “choque”, em maior quantidade, quando do início do programa de bioaugmentação, para posterior diminuição gradativas para dosagens de manutenção (ROSA, 1995 apud MACÊDO, 2000). Mas essa dosagem “choque” não foi nos

orientada no início do experimento, aplicando-se somente conforme as recomendações de cada produto utilizado. Lazaretti (1998) destaca que esta tecnologia necessita de bons conhecimentos do efluente a ser tratado, bem como do processo biológico que ocorre no sistema, para assim definir a quantidade e a forma de aplicação, uma vez que cada sistema apresenta características próprias. Acrescenta ainda que a correta recomendação e o acompanhamento do processo é a chave do sucesso desta tecnologia, a qual se apresenta como um meio barato de aumentar a eficiência de tratamentos biológicos.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados das análises dos parâmetros monitorados nestes experimentos (anaeróbio e aeróbio), conclui-se que:

1. Na avaliação da eficiência dos biodegradadores naturais utilizados nestes experimentos, no tratamento de efluentes da suinocultura, de modo geral, não houve melhora significativa da qualidade dos parâmetros biológicos avaliados;
2. No sistema anaeróbio, a Marca “B” teve redução significativa no parâmetro DQO e enquanto para o parâmetro fósforo reativo, demonstrou significância negativa; enquanto a Marca “A” não apresentou significância em nenhum dos parâmetros avaliados quando comparados ao controle.
3. No sistema aeróbio nenhuma das marcas comerciais apresentou significância na redução dos parâmetros analisados neste experimento;
4. As duas marcas comerciais cumprem o propósito de redução de 80% da amônia, tanto no experimento anaeróbio, quanto aeróbio, mas o sistema controle anaeróbio se mostrou mais eficiente que os demais; e no aeróbio, a Marca “A” teve menor eficiência de remoção que o controle, que se igualou a Marca “B”;
5. O custo/benefício pelo uso dos produtos avaliados não é viável para o produtor, pois não houve melhora significativa do efluente comparado ao sistema controle, somente gerando mais custo ao produtor, e não beneficiando diretamente o meio ambiente.
6. A necessidade do desenvolvimento de estudos mais específicos por parte dos fabricantes é bastante evidente, principalmente no que diz respeito ao aprimoramento da remoção de determinados nutrientes em particular de acordo com o sistema (aeróbio/anaeróbio) ao qual será aplicado.

REFERÊNCIAS

- APHA, A.WQF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21^a ed. Washington, 2005.
- BARTHEL, L. **Lagoas de alta taxa, maturação e aguapés em sistema de tratamento de dejetos suínos: avaliação de desempenho e dinâmica planctônica**. 2007. 175f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis – SC, 2007.
- BELLI FILHO, P.; CASTILHOS J. R. A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.166-170, 2001b.
- BELLI FILHO, P.; CAZARRÉ, M. M.; CASTILHOS J.R. A. B.; OLIVEIRA, P. A.; COSTA, R. H. R. **Tratamento de dejetos de suínos em lagoas anaeróbias**. 21^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Trabalhos Técnicos. ABES, p. 10, 2001a.
- BONTOUX, J. ; PICOT, B. **Possibilités et limites des bassins lagunaires dans l'épuration des eaux usées**. Water Poll. Res. J. Canada, v. 29, n. 4, p .545-556, 1994.
- CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores Anaeróbios**. 2 ed. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 380 p. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 5, 2007. *In*: RODRIGUES, L. S. **Concepção e avaliação de sistema de tratamento com Reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) e lagoa de Polimento para águas residuárias de suinocultura**. 2008. 151f. Tese – (Doutorado em Ciência Animal) Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 20** de 18 de julho de 1986. Publicado no D.O.U. de 30/07/1986.
- CORRÊA, E. K. **Estudo dos processos de compostagem no sistema de produção de suínos sobre cama**. 2007. 108 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2007.
- 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**. 3rd. Iawq International Specialist Conference And Workshop. Waste Stabilization ponds: Technology an Applications. João Pessoa: IAWQ, 1995.
- DI DOMÊNICO, J.; TONETTA, D.; BENTO, A. P.; SEZERINO, P. H. **Avaliação da produção de biogás em biodigestores de bancada alimentado com dejetos brutos e dejetos pós-tratamento preliminar**. 2009. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/avaliacao-da-producao-de-biogas-em-biodigestores-de-bancada-alimentados-com-dejeto-bruto-e-dejeto-a47381.html> Acesso em: 20 jan./2011.
- DOILE, M. M. **Uso de bactérias *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* e *B. Pumilus* no tratamento de esgoto sanitário**. 2009. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, Joinville, 2009.
- GUIMARÃES, G. I.; LOPES, M.; SGARBOSSA, A. N; DIAS, S. C.; SILVA, M. S. **Efeito do uso de ENZILIMP® AV como biodegradador de resíduos orgânicos em cama de aviários**. Universidade Estadual de Londrina - UEL. Londrina – P.R. s.d. Disponível em: www.enzilimp.com.br/.../pesquisa%20uel%20-%20londrina.pdf Acesso em: fev./2011.
- HENN. A.; PHILIPPI, L. S.; GOSMANN, H. A.; WALTER, L.; BELLI FILHO, P. **Planejamento ambiental e adequação à legislação ambiental de uma pequena propriedade suinícola com relação à geração, tratamento e destino dos dejetos suínos em Braço do Norte/SC**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, 2001/2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2003. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/sidra> Acesso em : 05 de abr. de 2004. *In*: MIRANDA, C. R. **Ordenamento sustentável da suinocultura em Santa Catarina**. Florianópolis, 2005.
- INSTITUTO CEPA/SC. **Avaliação do valor bruto da produção agropecuária nas microrregiões geográficas de Santa Catarina**. Florianópolis, 2002. *In*: MIRANDA, C. R. **Ordenamento sustentável da suinocultura em Santa Catarina**. Florianópolis, 2005.

- KIRKHAM, M. B. Agricultural use of phosphorus in sewage sludge. **Advances Agronomy**. v. 35. p. 129-163. 1982. *In*: COSTA, F. L. **Formas de fósforo e seu transporte pela enxurrada num latossolo que recebeu lodo de esgoto**. 2008. 105f. Dissertação – (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Campinas: Instituto Agrônômico, 2008.
- KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set./dez. 2005.
- KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; RAMME, M. A.; COLDEBELLA, A. Effect of storage time on swine manure solid separation efficiency by screening. **Bioresource Technology**, v.100, n.5 p.1815-1818, 2009. *In*: VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.; TECHIO, V. H. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande - PB. v.14, n.3, -p.320-325, ago. 2010.
- LAZZARETTI, E. Tratamento de Esterqueiras Através da Aplicação de Bioaditivos (bioaumento). **Suinocultura Industrial**. Anuário 2002, 157(1):p.18-20, 2002.
- MACÊDO, J. A. B. Programa de Bioaugmentação (bioaugmentation), uma tecnologia avançada para tratamento de efluentes laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.55, n.315, p. 47-52, jul/ago 2000.
- MARCHETTO, M. CAMPOS, J. R.; REALI, M. A. P. Remoção de fósforo de efluente de reator anaeróbio em reator com aeração intermitente seguido por flotação por ar dissolvido. **Engenharia sanitária e ambiental**. v. 8, n. 2, p. 77-83, abr/jun. 2003.
- MAUNOIR, S. Influence d'additifs minéraux sur la digestion anaérobie-biodégradation de cellulose et acétate. Thèse de Doctorat de l'Université de Montpellier II, France. 1991. *In*: HENN, A.; PHILIPPI, L. S.; GOSMANN, H. A.; WALTER, L.; BELLI FILHO, P. **Planejamento ambiental e adequação à legislação ambiental de uma pequena propriedade suinícola com relação à geração, tratamento e destino dos dejetos suínos em Braço do Norte/SC**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, 2001/2002.
- MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. 1997. 205p. Tese – (Doutorado). Florianópolis: UFSC, 1997.
- PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P. A. V.; KUNZ, A. **Sistemas de tratamento de dejetos de suínos: inventário tecnológico**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p. 83, 2003.
- PEREIRA, L. S. F.; SENNA, A. J. T.; KUNZ, A. **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**. I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Bauru – SP. p. 01-12; nov. 2004.
- PUJOL, S. B.; HÜBNER, A. P.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; LEAL, A. J.; BALLEM, A.; LUZ, L. P. **Eficiência do tratamento de dejetos líquidos de suínos em reator aeróbico de biogrânulos na remoção de DQO e N**. FertiBio; Bonito - MS, 2006.
- RODRIGUES, L. S. **Concepção e avaliação de sistema de tratamento com Reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) e lagoa de Polimento para águas residuárias de suinocultura**. 2008. 151f. Tese – (Doutorado em Ciência Animal) Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- RODRIGUES, L.S.; SILVA, I.J.; OLIVEIRA, P.R.; CAMPOS, C.M.M.; SILVA, F.L. Avaliação *in vitro* da eficiência de inóculos no tratamento anaeróbio de efluentes líquidos de suinocultura. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.5, p.647-652, 2004.
- ROPPA, L. Tendências da suinocultura mundial e as oportunidades brasileiras. **Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo, p. 281-284, 2002. *In*: KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set./dez. 2005.
- ROSA, J. Programa de “bioaugmentação para aplicação em processos biológicos de tratamento de águas e resíduos orgânicos em geral. **Revista Nacional da Carne**, n. 223, p. 48-50, set. 1995. *In*: MACÊDO, J. A. B. Programa de Bioaugmentação (bioaugmentation), uma tecnologia avançada para tratamento de efluentes laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.55, n.315, p. 47-52, jul/ago 2000.

- ROSALES, L. **Manejo de Purines**. Cooprinforma 57. Casilla, Chile, fev/mar. 2001, p.20-21.
- ROSALES, L. **Nuevo Concepto em el Manejo de Purines**. Cooprinforma 53. Casilla, Chile, abr/mai. 2000, p. 8-10.
- SANTOS, J. H. T. **Avaliação de um sistema de aquecimento do substrato na biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos**. 2004. 82f. Tese (“Magister Scientiae”) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.
- SANTOS, M. A. A.; SCHMIDT, V.; BITENCOURT, V. C.; MAROSO, M. T. D. Esterqueiras: avaliação físico-química e microbiológica do dejetos suíno armazenado. **Eng. Agríc. Jaboticabal**, v.27, n.2, p.537-543, maio/ago. 2007.
- SOMIYA, I.; FUJII, S. Material balances of organics and nutrients in an oxidation pond. **Water Research**, v. 18, n. 3, p. 325-333, 1984.
- STEIL, L. **Avaliação do uso de inóculo na digestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos**. 108 p. Dissertação (Mestrado em Química - Biotecnologia) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001. *In*: SANTOS, J. H. T. **Avaliação de um sistema de aquecimento do substrato na biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos**. 2004. 82f. Tese (“Magister Scientiae”) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.
- USDA/USEPA. **Unified National Strategy for Animal Feeding Operations**. Washington, March 9, 1999. Disponível em: <http://www.epa.gov/npdes/pubs/finafost.pdf>. *In*: KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set./dez. 2005.
- VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.; TECHIO, V. H. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande - PB. v.14, n.3, p.320-325, ago. 2010.
- VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. DESA-UFMG, 1996, 134p.
- VOTTO, A. G. **Zoneamento da Poluição Hídrica Causada por Dejetos Suínos no Extremo Oeste de Santa Catarina**. 1999. 201 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.1999. *In*: KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set./dez. 2005.
- WIESMANN, U.; CHOI, I. S.; DOMBROWSKI, E. M. **Fundamentals of biological wastewater treatment**. Weinheim: Willey-VCH Verlag GmbH & Co. 2007, 355p.
- ZORDAN, M. S.; SALÉH, B. B.; MENDONÇA, A. Monitoramento da eficiência na remoção de nutrientes em lagoas de estabilização da granja escola FESURV. **Global Science e Technological**, v. 01, n. 06, p.40 - 49, dez/mar. 2008.