

Francisco Rafael Martins Soto¹, Caroline Alves de Oliveira Xavier², Rosa Rodrigues da Silva³
^{1,2,3}Instituto Federal de São Paulo, Câmpus São Roque

Contagem de coliformes no efluente suíno com a utilização do *Bacillus subtilis*

Coliform count in swine wastewater using *Bacillus subtilis*

Resumo. Este trabalho teve por objetivo avaliar a contagem de coliformes totais e termotolerantes no efluente suíno (ES) com a utilização do *Bacillus subtilis* como bioremediador. Foram feitos dois tratamentos com três repetições em cada um, do tipo fatorial 6x3x2, na forma de lagoas de estabilização experimentais durante sete semanas. O ES foi originário de uma granja de suínos onde o mesmo foi submetido previamente a biodigestão anaeróbia e decantação. O grupo controle foi sem adição de *Bacillus subtilis* e o grupo tratado foi adicionado *Bacillus subtilis*. As coletas para a análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes e pH ocorreram nos dias zero, sete, 14, 21 e 28, 35 e 49. Os resultados revelaram que a utilização do *Bacillus subtilis* como bioremediador foi incapaz de influenciar nas contagens de coliformes totais e termotolerantes nas lagoas experimentais de estabilização. **Palavras-chave:** Suinocultura, Bactérias, Lagoas de estabilização, Bioremediação.

Abstract. This study aimed to evaluate the total and fecal coliform count in swine wastewater (SW) with the use of *Bacillus subtilis* as bioremediator. Two treatments were made with three replications in each of the factorial 6x3x2, in the form of experimental stabilization ponds for seven weeks. The SW was originated in a swine farm where it was previously subjected to anaerobic digestion and decanting. The control group without addition of *Bacillus subtilis* and the treated group was added *Bacillus subtilis*. Sampling for microbiological analysis of total and fecal coliforms and pH occurred on days zero, seven, 14, 21 and 28, 35 and 49. The results showed that the use of *Bacillus subtilis* as bioremediator was unable to influence the counts of total coliforms and the experimental stabilization ponds. **Keywords:** Swine farm, Bacteria, Stabilization ponds, Bioremediation.

Introdução

Os efluentes de suínos (ES) (fezes, urina, restos de ração e água) eliminados pelas granjas apresentam potencial poluidor devido, principalmente, à alta carga de matéria orgânica e a grande quantidade que é gerada por matriz instalada (BALOTA, et al., 2012). Silva, et. al. (2012) estabeleceram uma comparação entre a quantidade de ES gerados com a quantidade gerada pelos seres humanos. Nesta relação, um suíno defeca, em média, a quantidade equivalente a dejetos de cinco pessoas; assim, em um confinamento de 1.000 animais, há geração de ES equivalentes ao de uma cidade de 5.000 habitantes (SILVA, et. al., 2012).

Os ES podem apresentar diferentes formas de poluição no meio ambiente, tanto do ponto de vista ambiental como sanitário. Eles são utilizados na maioria das vezes na adubação de lavouras, devido ao alto teor de matéria orgânica. Porém esta ação muitas vezes é realizada de forma inadequada, sem o devido tratamento desta matéria orgânica (MOTTERAN, et al., 2013). Há risco de poluição ambiental em regiões de produção intensiva devido, principalmente, à infiltração do nitrogênio no solo e ao escoamento superficial do fósforo, e muitas vezes, há o lançamento direto do ES nos corpos receptores (KUNZ, et. al., 2010; MEDEIROS, et. al. 2011). Este procedimento poderá levar a mortandade de peixes e comprometimento do recurso hídrico por meio da eutrofização, devido às altas concentrações de matéria orgânica e de nitrato, além de outros componentes presentes (NETO, OLIVEIRA, 2009; PEREIRA, et. al., 2011).

Além de contaminar os recursos hídricos, a disposição inadequada dos ES é responsável pela poluição e comprometimento do solo. Os principais componentes do ES que são responsáveis por este impacto são o nitrogênio, o fósforo e alguns microminerais, como o zinco e o cobre (SARDÁ, et al, 2010). A principal explicação para este fato é a aplicação intensa de ES contendo grande quantidade de nutrientes que resultam na saturação do solo, dificultando sua capacidade de absorção e retenção, tornando-os assim menos férteis (NUNES, et al., 2011; KUNZ, et. al., 2012).

Outro tipo de impacto que é causado pela disposição inadequada do ES é aquele que afeta o bem estar e a saúde humana, pois a decomposição não controlada destes resíduos contribui para a manutenção de bactérias do grupo coliforme, proliferação de moscas, ratos e outros vetores de doenças, e, além disto, durante o processo de degradação são produzidos compostos voláteis que emitem odores desagradáveis e outros elementos que contribuem para o aquecimento global, pela geração dos gases do efeito estufa (ORTIZ, et. al., 2014).

A biodigestão anaeróbia seguida do processo de decantação do ES contribui para a diminuição da poluição de solos, lençóis freáticos, outros corpos receptores e reduz a liberação de gases do efeito estufa (no caso o gás metano), o que implica no aspecto sanitário pelo fato de eliminar fontes de propagação de organismos patogênicos presentes nestes resíduos (LI, et. al., 2011; POESCHL, et. al., 2012). Entretanto, há de ser considerado que mesmo o ES ter passado por este processo biológico e físico referenciados, o mesmo ainda tem potencial poluidor, e deve ser tratado por sistemas biológicos aeróbios e/ou por lagoas de estabilização, para depois ser utilizado como água de reuso ou lançado em um corpo receptor (VIVAN et al., 2010).

Os bioremediadores são constituídos pela comunidade de micro-organismos encontrados naturalmente em solos férteis e em plantas, que coexistem quando em meio líquido e utilizados para diversas finalidades, como nos processos de depuração biológica. Entretanto há necessidade de trabalhos que investiguem o seu potencial de tratamento do ES com o uso de bioremediadores nas lagoas de estabilização quando o objetivo for a redução ou eliminação das bactérias do grupo coliforme.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a contagem de coliformes totais e termotolerantes no efluente suíno originário de biodigestão anaeróbia e decantação com a utilização do *Bacillus subtilis* como bioremediador.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo- Câmpus São Roque, durante sete semanas, no período compreendido entre 23 de maio a 07 de julho de 2016. Foram feitos dois tratamentos com três repetições em cada um, do tipo fatorial 6x3x2, na forma de lagoas de estabilização experimentais.

As lagoas foram constituídas de policloreto de vinil (PVC) com volume cada uma de 20 l (24 cm de diâmetro e 38 cm de altura), de efluente suíno originário de uma granja de suínos tecnificada do município de Ibiúna- SP, onde o mesmo foi submetido previamente a biodigestão anaeróbia e decantação. O grupo controle foi sem adição de *Bacillus subtilis* (água destilada) e o grupo tratado foi adicionado *Bacillus subtilis* com 150 unidades formadoras de colônias ativas diluídas em água destilada em quatro intervalos semanais.

As coletas para a análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes e pH ocorreram nos dias zero, sete, 14, 21 e 28, 35 e 49 totalizando 42 amostras para cada parâmetro investigado.

As análises bacteriológicas e o cultivo para a determinação de unidades formadoras de colônias (UFC) foram efetuadas com o uso da técnica utilizada por Vanderzant, Splittstoesser, 1992 e Silva et al. 2007.

Para a determinação do pH foi utilizado o método da reação em cloreto de cálcio (CaCl_2 0,01 mol.L⁻¹) (RAIJ, 2001).

Resultados e Discussão

Na tabela 1, estão apresentados os resultados em relação a pesquisa de coliformes totais no sistema de lagoas de estabilização experimentais.

Tabela 1- Resultados médios em relação a pesquisa de coliformes totais em UFC¹.mL⁻¹ no sistema de lagoas de estabilização experimentais com efluente suíno associado com *Bacillus subtilis* (tratado) ou não (controle), durante 42 dias de avaliação.

Semana	Coliformes totais (UFC/mL)		
	Dia	Grupo Tratado	Grupo Controle
01	Zero	240	240
02	07	83,53	0,61
03	14	0,90	240
04	21	161,46	240
05	28	240	240
06	35	240	240
07	42	240	240

¹Unidades Formadoras de Colônias.

Na tabela 2, estão apresentados os resultados em relação a pesquisa de coliformes termotolerantes no sistema de lagoas de estabilização experimentais. Observou-se no grupo tratado que da primeira para a terceira semana, houve uma redução significativa de coliformes totais, com valores próximos da eliminação. Entretanto, a partir da quarta semana, os valores numéricos voltaram a subir, atingindo os mesmos resultados na quinta, sexta e sétima semana quando comparados com a primeira. No grupo controle, os resultados foram similares, onde da primeira para a segunda semana, também os valores numéricos estiveram na faixa de eliminação, e a partir da terceira semana, atingiram 240 UFC/mL. Conclui-se que a utilização do *Bacillus subtilis* foi incapaz de influenciar a contagem de coliformes totais nas lagoas de estabilização. Entretanto, trabalho conduzido por Rodrigues et al., (2014) em que foi verificada a eficiência da co-digestão anaeróbia dos DS com crescentes níveis de adição de óleo de descarte e

lipase, os resultados demonstraram que houve influência nas reduções de número de coliformes totais e termotolerantes.

Tabela 2 - Resultados médios em relação a pesquisa de coliformes termotolerantes em UFC¹.mL⁻¹ no sistema de lagoas de estabilização experimentais com efluente suíno associado com *Bacillus subtilis* (tratado) ou não (controle), durante 42 dias de avaliação.

Semana	Coliformes termotolerantes (UFC/mL)		
	Dia	Grupo Tratado	Grupo Controle
01	Zero	240	240
02	07	Zero	Zero
03	14	Zero	Zero
04	21	Zero	Zero
05	28	Zero	Zero
06	35	Zero	Zero
07	42	Zero	Zero

¹Unidades Formadoras de Colônias

Foi detectado que a partir da segunda semana, tanto no grupo controle como no grupo tratado, houve eliminação dos coliformes termotolerantes, e a exemplo do que ocorreu com os coliformes totais, não houve influência do *Bacillus subtilis*, na eliminação deste micro-organismo. Apesar disto, ressalte-se a importância deste resultado sob o ponto de vista de saúde pública (PINTO et al., 2014). Este grupo de micro-organismos assume relevância como bactérias potencialmente patogênicas (SILVA, BASSI, 2012) evidenciando que lagoas de estabilização com o estabelecimento de uma microbiota altamente competitiva (ARAUJO et al., 2012) foi capaz de eliminar os coliformes termotolerantes nos dois grupos investigados. Pereira et al. (2015), ao avaliar o efeito de lagoas de estabilização no tratamento do ES, também constataram a sua alta eficiência na remoção de micro-organismos do grupo coliforme termotolerante.

Na tabela 3 estão apresentados os resultados em relação ao pH no sistema de lagoas de estabilização experimentais. Em relação a este parâmetro, tanto no grupo tratado como no controle, os resultados oscilaram entre levemente ácido, na faixa de neutralidade e alcalino, durante as sete semanas investigadas. Novamente detectou-se que o *Bacillus subtilis* não influenciou os valores do pH.

Tabela 3 - Resultados médios em relação ao pH no sistema de lagoas de estabilização experimentais com efluente suíno associado com *Bacillus subtilis* (tratado) ou não (controle), durante 42 dias de avaliação.

Semana	pH		
	Dia	Grupo Tratado	Grupo Controle
01	Zero	6,20	5,57
02	07	7,64	8,69
03	14	7,11	6,97
04	21	8,41	6,59
05	28	6,48	9,17
06	35	6,57	8,80
07	42	9,09	6,62

Conclusão

A Com base nas condições em que foi realizado o experimento, concluiu-se que a utilização do *Bacillus subtilis* como bioremediador foi incapaz de influenciar nas contagens de coliformes totais e termotolerantes nas lagoas experimentais de estabilização.

Agradecimentos

Agradecemos a Pró Reitoria de Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo pelo apoio financeiro dado ao projeto.

Referências bibliográficas

- ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, J. L.; ALVES, R. G.; BELLI FILHO, P.; COSTA, R. Avaliação de sistema de tratamento de dejetos suínos instalado no Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v.16, n.7, p. 745-753, 2012.
- BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; MATOS, M. A. Soil microbial biomass under different tillage and levels of applied pig slurry. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 5, p. 487-495, 2012.
- KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; BORTOLI, M. Separação sólido-líquido em efluentes da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 11, p. 1220-1225, 2010.
- KUNZ, A. STEINMETZ, R.; DAMASCENO, S.; COLDEBELA, A. Nitrogen removal from swine wastewater by combining treated effluent with raw manure. *Scientia Agrícola*, v. 69, n. 6, p. 352-356, 2012.
- LI, C.; CHAMPAGNE, P.; ANDERSON, B. C. Evaluating and modeling biogas production from municipal fat, oil, and grease and synthetic kitchen waste in anaerobic co-digestions. *Bioresource Technology*, v. 102, n. 20, p. 9471-9480, 2011.

MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; PÉREZ-MARIN, A. M.; SOARES, F. A. L.; FERNANDES, D. P. Características químicas do solo sob algodoeiro em área que recebeu água residuária da suinocultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 3, p. 1047-1055, 2011.

MOTTERAN, F.; PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M. The behaviour of an anaerobic baffled reactor (ABR) as the first stage in the biological treatment of hog farming effluents. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 30, n. 2, p. 299-310, 2013.

NETO, M. S. A.; OLIVEIRA, R. A. remoção de matéria orgânica, de nutrientes e de coliformes no processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator UASB) para o tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Engenharia Agrícola*, v.29, n.1, p.148-161, 2009.

NUNES, M. A. G. KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R. PANIZ, J. N. G. Aplicação de efluente tratado de suinocultura para diluição de dejetos suíno e remoção de nitrogênio por desnitrificação. *Engenharia Agrícola*, v. 31, n. 2, p. 388-398, 2011.

ORTIZ, G.; VILLAMAR, C. A.; VIDAL, G. Odor from anaerobic digestion of swine slurry: influence of pH, temperature and organic loading. *Scientia agricola*, v. 71, n. 6, p. 443-450, 2014.

PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MONTERANI, F.; NETO, A. M. O. Eficiência de um sistema de reatores anaeróbios no tratamento de efluentes líquidos de suinocultura. *Acta Scientiarum Technology*, v. 33, n. 3, p. 287-293, 2011.

PEREIRA, A. A. S.; MACEDO, L. R.; SILVA, A. M.; SANTOS, A. A qualidade da água do Ribeirão São João sob interferência do efluente tratado do abate de bovinos e suínos. *Natureza on line*, v. 13, n. 3, p.101-105, 2015.

PINTO, A. C. A.; SANTOS R. L.; SILVA, I. J.; ZERBINE, A. M.; RODRIGUES, L. A. Emprego de reatores anaeróbios em escala real e lagoas de polimento para remoção de ovos de *Ascaris suum* de efluente de suinocultura. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n.1, p. 343-350, 2014.

POESCHL, M.; WARD, S.; OWENDE, P. Environmental impacts of biogas deployment—Part I: Life cycle inventory for evaluation of production process emissions to air. *Journal of Cleaner Production*, v. 24, p. 168-183, 2012.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. *Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001.

RODRIGUES, J. P.; ORRICO, A. C. A.; JUNIOR, M. A. P. O.; OLIVEIRA S., L., ARAÚJO, L. C.; SILVA S. N. Adição de óleo e lipase sobre a biodigestão anaeróbia de dejetos suínos. *Ciência Rural*, v.44, n.3, p. 544-547, 2014.

SARDÁ, L. G. HIGARASHI, M. M.; MULLER, S.; OLIVEIRA, P. A.; COMIN, J. J. Redução da emissão de CO₂, CH₄ e H₂S através da compostagem de dejetos suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 9, p. 1008-1013, 2010.

SILVA, N.; JUNQUEIRA V. C. A.; SIVEIRA, N. F. A. *Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos*, 3 ed. Livraria Varela, 2007, 119-129 p.

SILVA, C. L. D.; BASSI, N. S. S. Análise dos impactos ambientais no Oeste Catarinense e das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves. *Informe Gepec*, v. 16, n.1, p. 128-143, 2012.

SILVA, W. T. L.; NOVAES, A. P.; KUROKI, V.; MARTELLI, L. F. A.; MAGNONI JÚNIOR L. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. *Química Nova*, v. 35, n. 1, p. 35-40, 2012.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. Compendium of methods for microbiological examination for foods. 3 ed. Washington: *American Public Health Association*, 325-367p, 1992.

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*, v. 14, n.3, p. 320-325, 2010.

¹Francisco Rafael Martins Soto; Professor Adjunto. sotofrm@ifsp.edu.br;

²Caroline Alves de Oliveira Xavier; Licenciada em Ciências Biológicas;

³Rosa Rodrigues da Silva; Tecnóloga em Gestão Ambiental;

^{1,2,3}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus São Roque, Rodovia Prefeito Quintino de Lima, 2100 – Paisagem Colonial – São Roque – SP.

Este artigo:

Recebido em: 01/2019

Aceito em: 07/2019

Como citar este artigo:

SOTO, Francisco Rafael Martins; XAVIER, Caroline Alves de Oliveira; SILVA, Rosa Rodrigues da. Contagem de coliformes no efluente suíno com a utilização do *Bacillus subtilis*. *Scientia Vitae*, v.7, n.25, p. 29-35, jul./set. 2019.