

ANÁLISE DA AUTODEPURAÇÃO DO RIO ALEGRE, NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO APÓS LANÇAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS

Larissa de Souza Vianna¹; Thábata Nágime Mendes²; Kmila Gomes da Silva³; Ana Paula Almeida Bertossi⁴;

1. Bióloga, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Alegre. Rua Belo Amorim, nº100, 29500-000, Centro, Alegre (ES), Brasil. larissasouzav@hotmail.com
2. Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Rua Belo Amorim, nº100, 29500-000, Centro, Alegre (ES).
3. Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Governador Lindenberg, s/n, Jerônimo Monteiro – ES, Brasil 29550-000
4. Engenheira Agrônoma, Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Governador Lindenberg, s/n, Jerônimo Monteiro – ES, Brasil 29500-000

Data de recebimento: 07/10/2011 - Data de aprovação: 14/11/2011

RESUMO

Objetivou-se com esse estudo, avaliar o fenômeno de autodepuração do Rio Alegre, ES, após o lançamento de efluentes oriundos da suinocultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Este processo foi analisado utilizando a Planilha de Streeter-Phelps e o programa AD'ÁGUA, juntamente com as metodologias que compartilham do mesmo tema desta pesquisa. Verificou-se que no programa AD'ÁGUA, à distância para o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático é a partir de 15 km. Já conforme o modelo Streeter-Phelps o restabelecimento do OD ocorreu em 600 km, o cálculo nessa planilha contemplou maior distância do rio, além de apontar o perfil de OD no tempo (dias) que neste caso ocorreu em 9 dias.

PALAVRAS-CHAVE: Autodepuração; Suinocultura; Dejetos líquidos; Recursos hídricos.

ANALYSIS OF THE PHENOMENON OF SELF-PURIFICATION AFTER RELEASE OF PIG SLURRY, IN RIVER BASIN ALEGRE - ES

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the phenomenon of self-purification of the Rio Alegre, ES, after the release of effluent from pig farming to the Center of Agrarian Sciences, Federal University of Espírito Santo. This process was analyzed using the Bill Streeter-Phelps AD'ÁGUA and the program, along with the methodologies that share the same theme of this research. It was found that the program AD'ÁGUA, distance to restoring the balance in the aquatic environment is from 15 km. Already as the Streeter-Phelps model restoration occurred in the OD 600 km, the calculation in this spreadsheet looked farther from the river, besides indicating the profile of OD over time (days) in this case occurred in 9 days.

KEYWORDS: Depuration; Swine; Liquid wastes; Water Resources.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos estão susceptíveis a constantes riscos de contaminação pelos mais diversos poluentes (ASSIS e MURATORI, 2007).

Avaliando os recursos passíveis de impacto pela produção suinícola, os recursos hídricos foram considerados os mais afetados devido à peculiaridade do principal resíduo da produção, que são os dejetos líquidos (PALHARES e CALIJURI, 2007).

A expansão da suinocultura é uma questão que tem gerado certa preocupação quando se trata da disposição final dos resíduos. O lançamento de dejetos suínos não-tratados no ambiente compromete tanto o equilíbrio dos ecossistemas aquático e terrestre quanto à saúde humana, face ao potencial poluidor de seus dejetos (SCHMIDT et al., 2002).

A presença de matéria orgânica em um corpo d'água implica indiretamente na disponibilização do oxigênio dissolvido para as espécies existentes no meio. As bactérias decompositoras no processo de degradação da matéria orgânica consomem o oxigênio para o desdobramento de substâncias orgânicas complexas (carboidrato, proteínas e gorduras em substâncias orgânicas simples), causando o decréscimo do oxigênio dissolvido da água (DAY e FUNK, 1998 citado por SCHMIDT et al., 2002).

Para assegurar a estabilização das comunidades aquáticas é necessário que haja tratamento das águas residuais para atender as condições mínimas aceitáveis para o lançamento de efluentes, com características e concentrações permitidas pela legislação (BRASIL, 1986).

Torna-se necessário, desta forma, prever a capacidade do sistema de receber efluentes, além de quantificar os impactos causados por determinadas ações. Um dos principais modelos matemáticos aplicados à qualidade da água foi desenvolvido por H. S. Streeter e E. B. Phelps em 1925, para o Rio Ohio. Este modelo é utilizado para prever o déficit da concentração de oxigênio em um rio, causado pela descarga de águas residuárias. A quantidade e variedade de modelos que simulam a qualidade das águas são grandes. Sendo assim, a escolha pelo modelo mais adequado, deve ser promovida de acordo com as necessidades do pesquisador (SARDINHA et al., 2008). É possível citar dentre os vários modelos, o programa AD'ÁGUA desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa em 2001.

Segundo Von SPERLING (2007), o ecossistema de um corpo d'água antes do lançamento de despejos encontra-se usualmente em um estado de equilíbrio. Após a entrada da fonte de poluição, o equilíbrio entre as comunidades é afetado, resultando numa desorganização inicial, seguida por uma tendência posterior à reorganização.

Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a capacidade de autodepuração do rio Alegre, ES, após lançamento de efluentes da suinocultura da área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES), utilizando o modelo de STREETER-PHELPS (1925) e o programa AD` ÁGUA 2.0 (UFV, 2001).

METODOLOGIA

O estudo apresentado neste trabalho foi realizado no sistema de produção de suínos (SPS) (Figura 1) sob coordenadas 20045'3" Sul e 41029'12" Oeste e altitude

112m, localizado na Área Experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre/ES, às margens da Rodovia BR-482, que liga Alegre a Cachoeiro de Itapemirim.



FIGURA 1- Foto aérea da Área Experimental do CCA-UFES, com destaque para a localização da suinocultura. (FONTE: GOOGLE EARTH).

Foi necessária a caracterização do empreendimento, com a obtenção de dados que subsidiassem o cálculo da carga de poluente gerada. Posteriormente foi estimada a vazão e velocidade média do rio Alegre, uma vez que, esses parâmetros são obrigatórios na modelagem do perfil de oxigênio dissolvido (OD) ao longo do curso d'água. Por último foi feita a modelagem do perfil de oxigênio dissolvido, com auxílio do software Ad'água 2.0.

O sistema de produção é no modelo de criação confinado, onde todas as categorias (machos, fêmeas e leitões) encontram-se sobre piso e sob cobertura e as diferentes fases são desenvolvidas em um único prédio.

A área de criação é pequena, com edificações e equipamentos simples. No total são criados 32 animais, sendo: 4 fêmeas adultas, 3 machos adultos e 25 leitões, com exigência de um funcionário para o fornecimento de ração e limpeza.

Sendo a suinocultura altamente dependente de recursos naturais como água, solo e insumos, principalmente, ração e energia elétrica, foi estabelecido um programa de uso racional destes o qual irá proporcionar uma longevidade produtiva à criação e vantagens econômicas a serem refletidas no custo de produção.

Apesar de ser uma criação pequena, a produção, armazenagem e destino dos dejetos deve merecer muita atenção, pois estes, lançados no solo e nos mananciais de água podem causar desequilíbrios ambientais.

Os resíduos produzidos pelas atividades da suinocultura compreendem efluente compostos por fezes, urina e água das etapas de lavagem que ocorre diariamente das unidades de criação.

Para determinar a distância em que o rio, após receber o lançamento do efluente, retorna ao seu estado inicial de equilíbrio, pelo processo de autodepuração, foram utilizados o programa AD'ÁGUA e a Planilha de Streeter-Phelps, juntamente

com referências sobre estudos que compartilham do mesmo tema desta pesquisa, ou seja, a influência dos resíduos, produzidos nas suinoculturas, sobre os recursos hídricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento da suinocultura tem apresentado como fator mais preocupante, o alto poder poluente da quantidade de dejetos produzidos. A capacidade poluente dos dejetos suínos, em termos comparativos, é muito superior à de outras espécies animais criadas em confinamento. A quantidade de dejetos produzidos, por dia, por animal adulto corresponde, em termos de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), aproximadamente, à quantidade produzida por seis a oito pessoas. Neste caso, pode-se estimar que uma granja com 1.000 animais possui poder poluente semelhante ao de um núcleo populacional de aproximadamente 7.000 pessoas (PERDOMO e LIMA, 1998).

Os principais constituintes dos dejetos suínos que afetam a qualidade das águas superficiais são a matéria orgânica, os nutrientes, as bactérias fecais e os sólidos sedimentáveis. Nitratos e bactérias podem vir a ser sério problema em relação à contaminação de águas subterrâneas e compostos voláteis podem ocasionar problemas de odor desagradável (PERDOMO et. al, 2001).

Para determinar a distância em que o rio, após receber o lançamento do efluente, retoma o seu estado inicial de equilíbrio é necessário conhecer alguns parâmetros relacionados ao rio e ao efluente.

As características do rio são: profundidade, velocidade, vazão, temperatura, oxigênio dissolvido (OD) e a classe, como não existem dados fluviométricos disponíveis, foi utilizado o método do flutuador para estimativa dos valores de velocidade média e vazão onde para o rio em estudo os valores encontrados foram: 0,80 m, 0,8 m/s, 6 m³/s, 22°C, 7,71 mg/L e a classe 2 (águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, entre outros), respectivamente, para efeito de cálculo o rio foi considerado como razoavelmente limpo. Esses valores serão utilizados como parâmetros para modelagem da autodepuração do corpo receptor.

Os parâmetros relacionados ao efluente são: vazão, DBO, OD, que para o efluente em estudo foram: 4*10⁻⁶ m³/s, 10.000 mg/L e 0 mg/L, respectivamente.

Na área de estudo (suinocultura) são criados 32 animais, onde: 04 são fêmeas adultas, com peso de aproximadamente 100 kg cada, 03 são machos adultos, com peso de aproximadamente 150 kg cada e 25 são leitões, com aproximadamente 35 kg cada.

Para calcular a vazão de efluente produzida diariamente e sua DBO, foi utilizada uma tabela com as características das águas residuárias de algumas indústrias encontrada no livro de Von SPERLING (2005). Para cada tonelada de animal/dia estima-se que seja produzido 0,2 m³ de efluente por dia e a carga específica de DBO por tonelada seja de 2 kg por dia.

Como o peso total dos animais é de 1725 kg ou 1,725 ton viva/dia, os valores de vazão em m³/dia e de DBO em Kg/dia, encontrados foram: 0,345 m³ de efluente/dia e 3,45 kg DBO/dia.

Para utilizar esses dados no programa é necessário que a DBO esteja em mg/L e a vazão do efluente em m³/s, que transformados apresentaram os valores de 10.000 mg/L de DBO e 4.10⁻⁶ m³/s de efluente.

Os valores obtidos pelo programa AD'ÁGUA e pela planilha de Streeter-Phelps estão apresentados nos quadros 1 e 2, respectivamente. Assim como nas

figuras 2 e 3 estão apresentados o perfil de oxigênio dissolvido obtido em cada método utilizado.

QUADRO 1- Cálculo da autodepuração do rio estudado utilizando o programa AD' ÁGUA

DADOS DE ENTRADA	
Efluente	
Vazão: 0,0024 m ³ /s	DBO5: 10000 mg/L
K1(22°C): 0,44 dia-1	Oxigênio dissolvido: 0,00 dia-1
Curso d'água	
Vazão: 6 m ³ /s	Classe: 2
Velocidade média: 0,8 m/s	Altitude média: 112 m
Profundidade média: 0,8 m	Temperatura: 22°C
Distância do percurso: 12,5 km	DBO5 do rio: 3mg/L
Oxigênio dissolvido no rio: 7,71 mg/L	K2: 6,13 dia-1
RESULTADOS	
Concentração de O ₂ na mistura: 7,71 mg/L	Déficit de O ₂ na mistura: 0,86 mg/L
DBOu da mistura: 3,38 mg/L	DBO5 da mistura: 3,01 mg/L
Concentração crítica: 8,32 mg/L	Tempo crítico: 0,00 dias
Distância crítica: 0,00 Km	

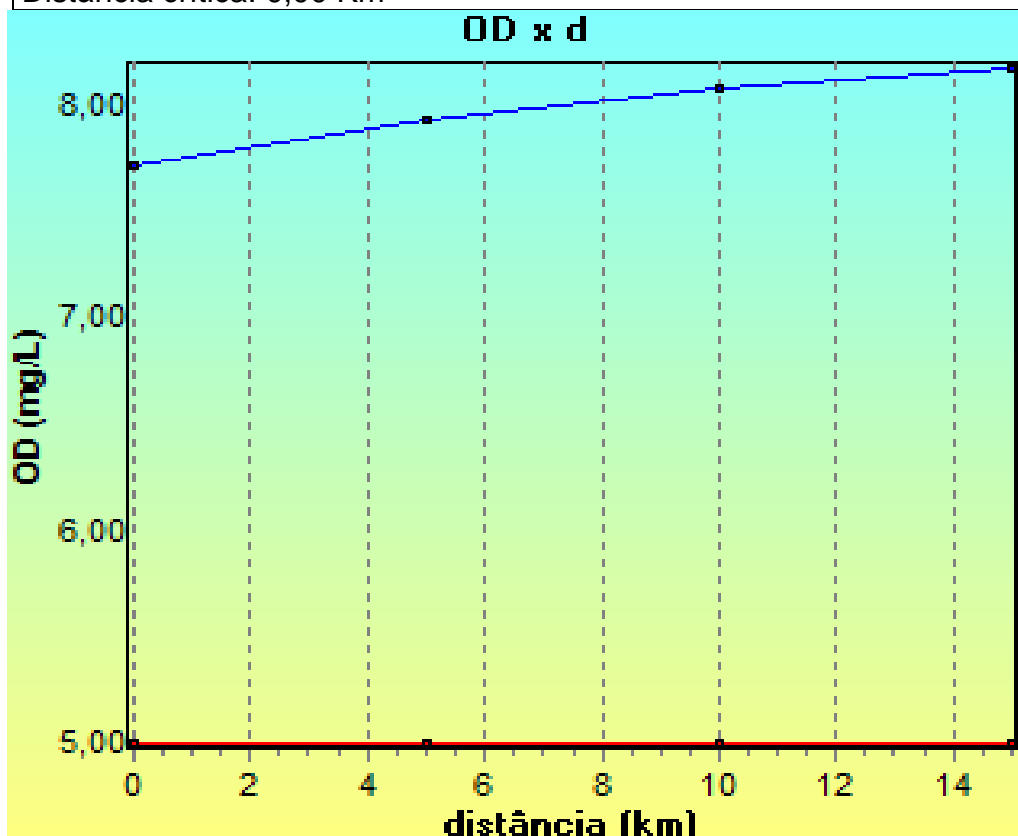


FIGURA 2 - Perfil de oxigênio dissolvido ao longo da distância do rio obtido com o auxílio do programa AD' ÁGUA . (FONTE: AUTORES).

QUADRO 2 - Cálculo da autodepuração do rio utilizando da planilha Streeter-Phelps

MODELO DE STREETER-PHELPS		PERFIL DE OXIGÊNIO			
		Tempo (dias)	OD (mg/L)	Distância (km)	OD (mg/L)
Dados de Entrada do Modelo		0.00	7.71	0.00	7.71
Vazão do rio (Q_r , m ³ /s)	6.00	1.00	8.53	69.12	8.53
Vazão do efluente (Q_e , m ³ /s)	0.000004	2.00	8.60	138.24	8.60
DBO rio (DBO _r , mg/L)	3.00	3.00	8.64	207.36	8.64
DBO efluente bruto (DBO _{efluente} , mg/L)	10000.00	4.00	8.66	276.48	8.66
Eficiência do Tratamento (%)	0.00	5.00	8.68	345.60	8.68
DBO efluente tratado (DBO _e , mg/L)	10000.00	6.00	8.69	414.72	8.69
OD rio (OD _r , mg/L)	7.71	7.00	8.69	483.84	8.69
OD efluente (OD _e , mg/L)	0.00	8.00	8.69	552.96	8.69
OD saturação (C _s , mg/L)	8.70	9.00	8.70	622.08	8.70
Coeficiente de desoxigenação (k ₁ , 1/dia)	0.44	10.00	8.70	691.20	8.70
Coeficiente de reaeração (k ₂ , 1/dia)	6.13	11.00	8.70	760.32	8.70
Velocidade média do rio (V, m/s)	0.80	12.00	8.70	829.44	8.70
Temperatura (°C)	22.00	13.00	8.70	898.56	8.70
DBO última (L _o , mg/L)	3.30	14.00	8.70	967.68	8.70
Coeficiente inicial de oxigênio (C _o , mg/L)	7.71	15.00	8.70	1036.80	8.70
Déficit inicial de oxigênio (D _o , mg/L)	0.99	16.00	8.70	1105.92	8.70
		17.00	8.70	1175.04	8.70
		18.00	8.70	1244.16	8.70
		19.00	8.70	1313.28	8.70
		20.00	8.70	1382.40	8.70
		21.00	8.70	1451.52	8.70
Dados Corrigidos		22.00	8.70	1520.64	8.70
Coeficiente de desoxigenação (k ₁ , 1/dia)	0.48	23.00	8.70	1589.76	8.70
Coeficiente de reaeração (k ₂ , 1/dia)	6.43	24.00	8.70	1658.88	8.70
		25.00	8.70	1728.00	8.70
Valores Críticos		26.00	8.70	1797.12	8.70
Tempo crítico (t _c , dias)	0.7	27.00	8.70	1866.24	8.70
Distância crítica (d _c , km)	45.06	28.00	8.70	1935.36	8.70
Déficit crítico de oxigênio (D _c , mg/L)	0.18	29.00	8.70	2004.48	8.70
Concentração crítica de	8.52	30.00	8.70	2073.60	8.70

oxigênio (Cc, mg/L)

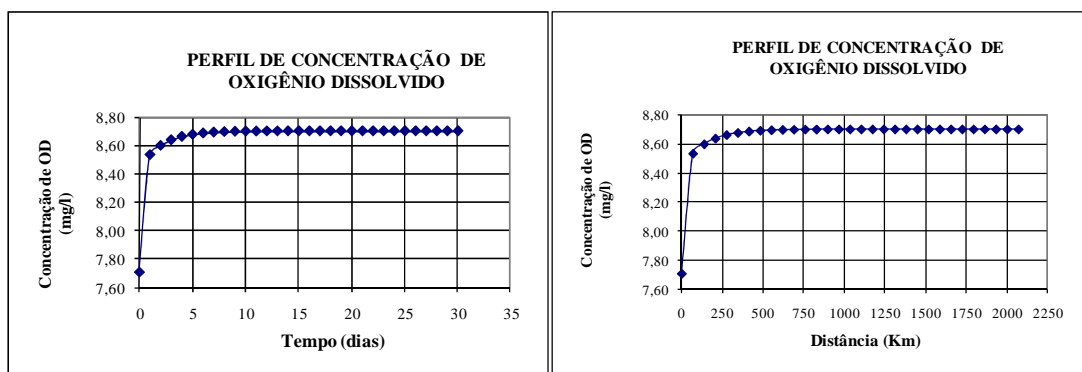


FIGURA 3 - Perfil de oxigênio dissolvido ao longo da distância do rio obtido com o auxílio da planilha Streeter-Phelps. (FONTE: AUTORES).

O parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD) manteve-se constante até o ponto de lançamento do efluente considerado zona de águas limpas, tanto no programa AD'ÁGUA, quanto na planilha de Streeter-Phelps. O valor do OD apresentado na linha pontilhada em vermelho, de 5 mg/L, corresponde ao valor determinado com base no Art. 15 do CONAMA Nº 357 de 2005 para rios classe II. Considerando o Art. 42 que enquanto ainda não houver enquadramento dos corpos d'água, os mesmos serão considerados todos classe II.

CONCLUSÃO

De acordo com o programa AD'ÁGUA, à distância para o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático é a partir de 15 km, após esta distância não foi apresentado pelo programa o comportamento do OD do rio. Já conforme o modelo Streeter-Phelps o restabelecimento do OD ocorreu em 600 km, o cálculo nessa planilha contemplou maior distância do rio, além de apontar o perfil de OD no tempo (dias) que neste caso ocorreu em 9 dias.

Cabe ressaltar que não existem outros pontos de produção de efluentes à jusante da suinocultura, o que poderia dificultar a autodepuração do curso d' água.

Mesmo se tratando de uma pequena criação de suínos, com baixa produção de efluentes, devem-se tomar certos cuidados com o destino que vai ser dado aos resíduos para que estes não causem nenhum desequilíbrio ambiental.

REFERÊNCIAS

ASSIS, F. O. ; MURATORI, A. M. Poluição hídrica por dejetos de suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina. **Rev. Eletrônica Geografar**, v.2, n.1, p.42-59, 2007.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 01 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 01 de dez. de 2010.

PALHARES, J. C. P.; CALIJURI, M. do C. Caracterização dos afluentes e efluentes suíncolas em sistemas de crescimento/ terminação e qualificação de seu impacto ambiental. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p. 502-509, 2007.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A.C. **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998, p.223-235.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. de.; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. In: 9o Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, Gramado, RS, **Anais**, Gramado, RS, p. 08-24, 2001.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; DE JULIO, M.; GONÇALVES, J.C.S.I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.13, n.03, p.329-338, 2008.

SCHMIDT, V.; GOTTARDI, C. P. T.; SANTOS, M. A. A.; CARDOSO, M. R. I. Perfil físico-químico e microbiológico de uma estação de tratamento de dejetos suínos. **Ars Veterinaria**, vol. 18, n 3, p. 287-293, 2002.

STREETER, H.W.; PHELPS, E.B. **A study of the pollution and natural purification of the Ohio River**. Whashington: Publish Health Bulletin, 1925.

UFV. **Sistema para simulação de autodepuração de cursos d'água, AD'ÁGUA**, versão 2.0, Viçosa, 2001.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

VON SPERLING, M. **Estudos e Modelagem da Qualidade das Águas de Rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.