



EQUIVALENTE POPULACIONAL DE POLUIÇÃO DA ATIVIDADE DE SUINOCULTURA NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE, GOIÁS

Jéssica Côrtes de Oliveira¹, Édio Damásio da Silva Júnior², Bruno Botelho Saleh², Segundo Sacramento Urquiaga Caballero³

¹ Engenheira ambiental - Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, GO, Brasil.

² Docente - Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.
(edio.damasio@ifgoiano.edu.br)

³ Pesquisador - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Seropédica, RJ, Brasil.

Recebido em: 03/10/2016 – Aprovado em: 21/11/2016 – Publicado em: 05/12/2016
DOI: 10.18677/EnciBio_2016B_042

RESUMO

Mediante o potencial poluidor do ambiente dos dejetos líquidos suínos e da necessidade de quantificação dos mesmos, este estudo objetivou, por meio do conceito de equivalente populacional de poluição, a mensuração do potencial impactante da atividade de suinocultura no município de Rio Verde, Goiás. Foram coletados dados da literatura e em granjas de suínos no município, juntamente com informações características do esgoto doméstico da cidade para comparação e elaboração do cálculo de equivalente populacional de poluição desta atividade. Observou-se que, para a realidade estudada, cada suíno polui de 1 a 2,5 vezes mais que cada ser humano segundo a geração de nitrogênio total e de 1 a 6 vezes menos para a concentração de fósforo total presente nos dejetos líquidos.

PALAVRAS-CHAVE: dejetos líquidos, impactos ambientais, suínos.

POPULATION EQUIVALENT OF POLLUTION FROM SWINES IN THE CITY OF RIO VERDE, GOIÁS

ABSTRACT

According the potential polluter of the environment of liquid waste from swines and the need for quantification of the same, this study aimed, through the concept of population equivalent of pollution, the measurement of impacting potential of swines farming activity in the city of Rio Verde, Goiás. Were collected datas from the literature and in pig farms in the city, along with the city's sewage characteristics information for comparison and preparing the population equivalent of pollution calculation of this activity. It was observed that, for the reality studied, each swine contaminates from 1 to 2.5 times more that every human being according to the generation of total nitrogen and from 1 to 6 times less for the total concentration of phosphorus present in the slurry.

KEYWORDS: liquid waste, environmental impacts, swines.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o centro-oeste brasileiro, principalmente os estados de Goiás e Mato Grosso, tem despertado interesse de distintas agroindústrias nacionais e multinacionais na atividade de suinocultura. Em 2015, Goiás foi o sétimo maior estado produtor do Brasil, com abate de 4,37% do efetivo de suínos nacional (ABPA, 2016).

Dentro do estado de Goiás, Rio Verde, na região sudoeste, tem se destacado no segmento. Em 2014 ocupava a posição de maior criador de rebanho de suínos do estado e o segundo maior do país, com efetivo total de 760.000 cabeças (IBGE, 2015).

A suinocultura, da maneira que é conduzida no Brasil, caracteriza-se pela geração de elevada carga poluidora de dejetos (líquidos, sólidos e gasosos) e com insuficientes práticas de controle ambiental, causando degradação do ambiente pela contaminação de águas superficiais e subterrâneas, alteração de atributos do solo e poluição do ar (GOMES et al., 2009).

Além de potencial contribuinte para doenças de veiculação hídrica, principalmente devido à presença de agentes patogênicos, os dejetos suínos, principalmente na forma líquida, possuem elevada carga orgânica e nutricional, o que pode ser muito impactante em um ambiente aquático caso venha a ser descartado no mesmo (SOUZA et al., 2009).

Importante parâmetro caracterizador do grau de impacto dos dejetos líquidos de suínos (DLS) no ambiente é o conceito de equivalente populacional (EP) de poluição. Este representa a equivalência entre o potencial poluidor de uma atividade e uma determinada população, a qual produz essa mesma carga poluidora (SPERLING, 2014). O EP consiste em definir a quantidade de pessoas que equivalem à poluição propovida pela atividade em estudo. O objetivo deste trabalho foi quantificar a capacidade de poluição ambiental dos dejetos líquidos de suínos (DLS) em granjas no município de Rio Verde, Goiás, por meio do conceito de equivalente populacional de poluição.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no município de Rio Verde, sudoeste goiano, no segundo semestre do ano de 2015. Para o cálculo do EP, foi necessária a obtenção de dados quantitativos e qualitativos dos DLS gerados. Primeiramente foi realizado um levantamento para quantificação do total de granjas e suínos presentes no município. A obtenção destes dados foi realizada mediante entrevista direta com um dos responsáveis pela empresa administradora das granjas.

Dentro deste levantamento, foi realizada também a quantificação segundo as fases de desenvolvimento dos suínos. Estes estágios fisiológicos da cadeia de produção foram definidos pela empresa: sistema de produção de leitões (SPL) e sistema vertical de terminação (SVT). O SPL compreende as fases fisiológicas de gestação, maternidade e creche. As unidades SVT correspondem à produção de suínos em terminação ou acabamento.

Para os cálculos de vazão, segundo OLIVEIRA (1993), a geração de efluentes líquidos foi: suínos em fase de terminação, geração média de 7,00 L dia⁻¹; suínos matrizes, média de 21,5 L dia⁻¹ (valor médio entre porcas de reposição,

cobrição e gestantes, e as porcas em lactação com leitões); suínos na fase de leitões, 1,40 L dia⁻¹. Não foram contabilizados os machos reprodutores, que segundo a referência gera a média de 9,00 L dia⁻¹ de dejetos.

A caracterização qualitativa envolveu a coleta das amostras de DLS gerados nestas granjas. A amostragem ocorreu na superfície das lagoas de estabilização e/ou estocagem, precedidas ou não de biodigestores. Foram realizadas coletas e análises laboratoriais (nitrogênio e fósforo totais) de quatro amostras compostas dos DLS, nos meses de janeiro, março, maio e setembro. Mais especificamente, os valores de concentração de nutrientes foram analisados pelos seguintes métodos: N_{total} - método semi micro Kjeldahl; P_{total} - método de espectrometria com amarelo de vanadato.

Aspecto importante a ser destacado segundo a característica do DLS gerado é a presença de biodigestor para tratamento destes rejeitos. Todas as granjas do SVT possuem biodigestores, embora nem todos em funcionamento pleno. Nisto, este estudo também dividiu as granjas segundo seu potencial poluidor na presença de biodigestor (SVTB) e sem biodigestor (SVT). Realizou-se o cálculo do EP adotando que 100% e 0% das unidades SVT possuem biodigestor. Ponderou-se que nenhuma das unidades em SPL possui tal tratamento.

Utilizou-se a equação 1 para obtenção da carga poluidora unitária dos dejetos suínos.

$$\text{Carga suíno} = \frac{\text{concentração} \times \text{vazão}}{1000} \quad (1)$$

Sendo:

Carga suíno = carga unitária poluente dos dejetos suínos (g suíno⁻¹ dia⁻¹)

Concentração = concentração do poluente nos dejetos suínos (mg L⁻¹)

Vazão = vazão unitária de dejetos suínos (L suíno⁻¹ dia⁻¹)

A carga poluidora do esgoto doméstico da cidade de Rio Verde foi calculada mediante dados médios dos efluentes domésticos da literatura brasileira e da vazão diária de esgoto da cidade.

A vazão de esgoto doméstico gerado no município foi calculada pela equação 2.

$$Q \text{ doméstica} = \frac{\text{pop} \times q \times R}{1000} \quad (2)$$

Sendo:

Q doméstica = vazão doméstica média de esgoto (L dia⁻¹)

pop = população (habitantes)

q = quota *per capita* de água (L hab⁻¹ dia⁻¹)

R = coeficiente de retorno esgoto/água

Conforme dados do SNIS (2016), no estado de Goiás o consumo médio *per capita* (q) de água nos últimos 3 anos foi de 146,5 L hab⁻¹ dia⁻¹ (valor adotado). Já o

coeficiente adotado para R foi de 0,8 (SPERLING, 2014). Segundo estimativas do IBGE (2015), a população humana foi de 207.296 habitantes para este ano.

De posse da vazão doméstica de esgoto gerado, utilizou-se da equação 1 (juntamente com a concentração do parâmetro poluente em estudo) para obtenção da carga poluente do esgoto doméstico. Dividindo-se este valor pelo total de habitantes encontra-se a carga unitária poluente do esgoto doméstico. Com os valores de carga unitária poluente de ambos os efluentes (suínos e humanos) foi feito o cálculo do EP, segundo a equação 3.

$$EP = \frac{\text{Carga suíno}}{\text{Carga doméstica}} \quad (3)$$

Sendo:

EP = equivalente populacional de poluição

Carga suíno = carga unitária do poluente em estudo gerado pelos suínos ($\text{g suíno}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

Carga doméstica = carga unitária do poluente no esgoto doméstico ($\text{g hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

Não foi realizada nenhuma análise estatística dos dados obtidos além da adoção dos valores médios citados anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram contabilizadas 210 granjas no município, sendo 171 granjas em SVT (com 630.950 suínos em fase de terminação) e 39 em SPL (com cerca de 77.100 matrizes, havendo a renovação de 170.000 leitões todos os meses). Com estes dados, pôde-se obter o volume diário produzido pelas granjas, conforme Tabela 1.

TABELA 1 - Quantidade suínos, geração individual e total de DLS segundo os diferentes sistemas de produção

Granja	Categoria	DLS ($\text{L suíno}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)	Número de suínos	Total de DLS (L dia^{-1})
SVT	Suínos em terminação	7,00	630.950	4.416.650
	Matrizes	21,5	77.100	1.657.650
SPL	Leitões na creche	1,40	170.000	238.000

Nota-se que a geração diária de DLS no sistema SVT é aproximadamente 2,6 vezes superior à geração das matrizes do sistema SPL e cerca de 18,5 vezes a dos leitões na creche. Somando a geração de ambos os sistemas de produção tem-se o total de 6.312.300 litros diários de dejetos.

A geração de DLS está associada aos fatores: peso vivo do animal, consumo de água (associado às condições climáticas) e a água utilizada para higienização das instalações e desperdiçada nos bebedouros. Tais variáveis também estão associadas à forma de manejo e instalações de cada granja (GOMES et al., 2009). Os valores recomendados por OLIVEIRA (1993), apesar de serem

baseados em estudos não recentes, vem sendo os mais utilizados como referência no país. De forma geral, ressalta-se a dificuldade de se adotar valores padrões na geração dos DLS.

Dentro do sistema SPL, a média ponderada de geração unitária de dejetos pelos suínos foi de $7,7 \text{ L suíno}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, considerando as matrizes e leitões em creche. O total de suínos considerados neste sistema foi a soma de ambos, ou seja, 247.100 suínos. Associando o volume diário de DLS encontrados com a concentração média de N_{total} e P_{total} presente nos mesmos, tem-se a carga poluidora destes suínos (Tabela 2).

TABELA 2 - Concentração e respectiva carga do poluente estudado em função da origem da geração

Origem	Parâmetro (mg L^{-1})		Carga unitária ($\text{g indivíduo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)	
	Nitrogênio total (N_{total})	Fósforo total (P_{total})	Nitrogênio total	Fósforo total
SVT	1.700,00	162,52	11,90	1,13
SVTB	1.400,00	78,05	9,80	0,54
SPL	700,00	25,66	5,39	0,19
Humanos	40,00	10,00	4,68	1,17

Fonte: Jordão & Pessôa (2011); Sperling (2014)

Foi evidente a maior concentração e carga poluidora, tanto de nitrogênio como de fósforo, presente nos DLS das granjas em SVT (sem biodigestor) do que nas que possuem sistema de biodigestão (SVTB). Neste estudo, a presença de biodigestores reduziu cerca de 17 e 50% as cargas de nitrogênio e fósforo, respectivamente. Ambos os sistemas de terminação (com e sem biodigestor) apresentaram maior carga poluidora em seus rejeitos do que o SPL.

As concentrações de nitrogênio e fósforo dos DLS analisados são condizentes com os valores encontrados da literatura, muito embora a variabilidade dos mesmos seja muito elevada. Faixas de valores superiores ao encontrado neste estudo foram reportados por diversos autores pelo país (SOUZA et al., 2009; MOHEDANO et al., 2012; PEGORARO et al., 2014). Tal variabilidade nos valores ocorre devido a fatores como a composição da ração, a forma de manejo dos suínos (higienização, sistema de produção, instalações, entre outros) e a disposição final dos dejetos (com ou sem algum tratamento) (OLIVEIRA, 1993).

Para GASPA et al. (2011), uma das maneiras de reduzir a elevada carga poluente dos DLS é a melhor manipulação das rações, uma vez que a digestibilidade e absorção dos nutrientes (N e P, por exemplo) pelos suínos influenciam as características físico-químicas dos dejetos.

Um dos problemas relacionados aos poluentes em estudo está conexo ao fenômeno de eutrofização de corpos hídricos, principalmente de ambientes lóticos. O aumento de biomassa (algas), resulta no desequilíbrio do ecossistema aquático, em consequência da diminuição do oxigênio dissolvido no corpo natural (NÉMERY et al., 2016).

Outro problema associado à presença de nitrogênio em ambientes aquáticos é o consumo de oxigênio molecular durante o processo de nitrificação, podendo comprometer a vida e desenvolvimento de organismos aeróbios. Cita-se ainda como

problema relacionado ao nitrogênio na forma de nitrito, a metahemoglobina em humanos (ZENATTI et al., 2009).

Mesmo que os DLS não sejam lançados em manancial hídrico, os problemas relacionados à sua disposição inadequada no ambiente vão além. As presenças de elementos orgânicos e inorgânicos, bem como, microrganismos patogênicos podem apresentar-se como risco ao meio ambiente no qual o resíduo venha a ter contato (HEANEY et al., 2015).

Unidades de remoção de poluentes pós-geração são fundamentais para se evitar que elevadas cargas orgânicas, de nutrientes, de patógenos e outros poluentes, venham a contaminar o meio ambiente. São diversas as tecnologias que podem ser utilizadas para tratamento dos DLS, sendo o sistema de biodigestão anaeróbia uma das mais utilizadas (ARAÚJO et al., 2012; BILOTTA & KUNZ, 2013).

Aplicando-se os dados populacionais da cidade de Rio Verde, estima-se que a vazão média diária de esgoto doméstico seja de 24.295, 09 m³ dia⁻¹. Para o cálculo da carga de nitrogênio e fósforo presente do esgoto doméstico referente ao município utilizaram-se dados da literatura, como apresentado na Tabela 2.

Estes valores de carga de nutrientes presentes no esgoto doméstico, quando avaliados segundo a geração total da cidade traduz a quantidade de 971,80 kg dia⁻¹ para N_{total} e 242,95 kg dia⁻¹ para P_{total}. Da mesma forma que os dejetos suínos, a concentração dos nutrientes em estudo em esgoto doméstico também varia a cada localidade. Tais variações podem ocorrer em função de fatores como as condições climáticas, socioeconômicas e distribuição geográfica, entre outros fatores (SPERLING, 2014).

Observa-se que, adotando-se os valores típicos de concentração de poluentes a carga de poluição do esgoto doméstico é inferior ao dos dejetos gerados pelos suínos para nitrogênio e superior para fósforo. Tal comparação é apresentada posteriormente em termos de EP. De posse das cargas nutricionais dos DLS e do esgoto doméstico da cidade de Rio Verde, tem-se na Tabela 3 o valor do equivalente populacional de poluição.

TABELA 3 - Equivalente populacional de poluição dos sistemas de granjas em estudo no município de Rio Verde, Goiás

Parâmetro	EP Granja SVT	EP Granjas SVTB	EP Granja SPL
Nitrogênio total	2,54	2,1	1,15
Fósforo total	0,96	0,46	0,16

Com base nos valores de EP, destaca-se que a poluição provocada pelos animais é superior ao dos humanos quanto ao teor de N_{total} e inferior para P_{total}. Nas granjas em SVT do presente estudo há a poluição de cerca de 2,5 vezes mais para o parâmetro nitrogênio total e quase o mesmo valor (0,96) segundo a geração de fósforo total do que a população humana da cidade de Rio Verde. Isso indica que cada suíno em SVT polui o equivalente a 2,5 pessoas conforme a geração de nitrogênio total e que a poluição de fósforo total é praticamente a mesma.

Considerando-se que todas as granjas em estudo possuam biodigestores em funcionamento (SVTB), o potencial de poluição destas reduz-se em relação ao SVT. Mesmo assim, para N_{total}, cada suíno polui pouco mais que 2 pessoas. No

entanto, para P_{total} , tal situação é invertida, sendo necessário cerca de 2 suínos para poluir o mesmo que um humano.

Já nas granjas SPL, os suínos poluem pouco mais do que a população humana considerando a carga de N_{total} . O valor de EP indica que cada suíno polui pouco mais que uma pessoa, segundo este parâmetro. Por outro lado, segundo a carga de P_{total} , em média cada suíno possui potencial poluidor cerca de 6 vezes menor do que cada humano. Tais resultados de EP levaram em conta valores médios ponderados, o que pode refletir na não representação dos suínos de forma individual. Suínos matrizes certamente apresentam EP superior ao dos leitões em creche.

Realizando-se os cálculos do EP com base nos dados deste estudo e pela literatura segundo a caracterização química dos dejetos suínos tem-se valores bastante superiores. Com base nos dados de SOUZA et al. (2009), o EP para suínos em fase de terminação seria superior a 10 habitantes para o teor de N_{total} e superior a 25 pessoas para P_{total} . Já para PEGORARO et al. (2014), o EP para suínos em SPL e SVT variaria entre 20,0 a 46,4 pessoas para a concentração de nitrogênio total. Já para fósforo total, cada humano possui potencial poluidor de 46 a 107 suínos. Assim, o valor de EP é variável em função tanto da concentração do poluente em estudo como também da geração de dejetos por cada suíno.

Os valores de EP encontrados neste estudo foram bastante inferiores aos simulados com dados de outros autores. Tal fator pode estar relacionado à forma de manejo (diluição dos despejos), a linhagem genética, a característica das rações utilizadas para alimentar os animais e principalmente pelo fato que os dejetos de suínos coletados e analisados neste trabalho estavam parcialmente estabilizados dentro das lagoas de tratamento.

CONCLUSÃO

Nas granjas em SVT, cada suíno possui potencial de poluição equivalente a 2,5 pessoas para o parâmetro N_{total} e igual para P_{total} . Considerando a presença de biodigestores em todas as granjas SVT, o potencial poluidor cai para 2 pessoas segundo N_{total} . Entretanto para o teor de P_{total} , o padrão se inverte, ou seja, cada humano irá poluir o mesmo que 2 suínos em SVTB. Nas granjas em SPL, cada suíno polui pouco mais que uma pessoa segundo o N_{total} e cerca de 6 vezes menos que cada humano conforme o teor de P_{total} .

REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual de atividades 2016**. São Paulo: ABPA, 2016. 136p. Disponível em: <<http://goo.gl/JbPpMU>>.

ARAÚJO, I.S.; OLIVEIRA, J.L.R.; ALVES, R.G.C.M.; FILHO, P.B.; COSTA, R.H.R. Avaliação de sistema de tratamento de dejetos suínos instalado no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.745–753, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/aVf3h6>>. doi: 10.1590/S1415-43662012000700007.

BILOTTA, P. & KUNZ, A. Swine manure post-treatment technologies for pathogenic organism inactivation. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.2, p.422-431, 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/uJAPrK>>. doi: 10.1590/S0100-69162013000200020.

GASPA, D.B.; HERMIDA, B.; BALCELLS, J.; CALVET, S.; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, J. Farm technological innovations on swine manure in Southern Europe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.334-343, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/ChcTqK>>.

GOMES, S.D.; NAGAE, R.Y.; ZENATTI, D.C.; FAZOLO, A.; GOMES, B.M. Efeito do manejo da lâmina d'água na minimização do volume de efluentes gerados na produção de suínos. **Irriga**, v.14, n.2, p.233-242, 2009. Disponível em: <<https://goo.gl/9uwUHC>>.

HEANEY, C.D.; MYERS, K.; WING, S.; HALL, D.; BARON, D.; STEWART, J.R. Source tracking swine fecal waste in surface water proximal to swine concentrated animal feeding operations. **Science of the Total Environment**, v.511, p.676-683, 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/2caElm>>. doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.12.062.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**: Rio Verde. Informações completas. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/ztrDrL>>.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 1050p.

MOHEDANO, R.A.; COSTA, R.H.R.; TAVARES, R.A.; FILHO, P.B. High nutrient removal rate from swine wastes and protein biomass production by full-scale duckweed ponds. *Bioresource Technology*, v.112, p.98–104, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/cUlsza>>. doi: 10.1016/j.biortech.2012.02.083.

NÉMERY, J.; GRATIOT, N.; DOAN, P.T.K.; DUVERT, C.; ALVARADO-VILLANUEVA, R.; DUWIG, C. Carbon, nitrogen, phosphorus, and sediment sources and retention in a small eutrophic tropical reservoir. **Aquatic Sciences**, v.78, n.1, p.171-189, 2016. Disponível em: <<http://goo.gl/zEAf77>>. doi: 10.1007/s00027-015-0416-5.

OLIVEIRA, P.A.V. de. (coordenador). **Manual de manejo e utilização dos dejetos dos suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188p.

PEGORARO, T.; SAMPAIO, S.C.; TAVARES, M.H.F.; COELHO, S.R.M.; CARNEIRO, L.J.; PALMA, D.; SOUZA, C.H.W.; GUERRA, J.B. Use of swine wastewater in oilseed radish crop: agronomic and environmental aspects. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 2931-2944, 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/M7eccX>>. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n6p2931.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2014**. Brasília: MCIDADES, 2016. 212p. Disponível em: <<http://goo.gl/hEUpGf>>.

SOUZA, C.F.; CARVALHO, C.C.S.; CAMPOS, J.A.; MATOS, A.T.; FERREIRA, W.P.M. Caracterização de dejetos de suínos em fase de terminação. **Revista Ceres**, v.56, n.2, p.128-133, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/VBygT1>>.

SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. 472p.

ZENATTI, D.C.; GOMES, S.D.; FAZOLO, A.; COSTANZI, R.N.; HASAN, S.D.M.; GENTELINI, A.L. Nitrificação de efluente de abatedouro de tilápia em função da aeração e tempo de reação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.750-754, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/fCZtqn>>. doi: 10.1590/S1415-43662009000600013.