

## Tratamento de efluentes de uma suinocultura localizada no estado de Minas Gerais, Brasil

A atividade de suinocultura tem como principal característica uma alta geração de efluentes líquidos que necessitam passar por processo de tratamento para atendimento dos padrões legais de lançamento nos corpos d'água e/ou disposição final no solo. Sendo assim, objetivou-se verificar a eficiência do tratamento de uma suinocultura localizada na região Centro-Oeste mineira, em consonância com as legislações aplicáveis. O empreendimento conta com 1600 matrizes, sistema de ciclo completo. O sistema de tratamento é composto por separador de sólidos, tanque de homogeneização, dois biodigestores e duas lagoas anaeróbias e por fim, fertirrigação de culturas. Foram comparadas análises de entrada e saída contendo as variáveis físicas e químicas do afluente da ARS – Águas Residuária da Suinocultura. Para tanto foram analisadas as variáveis de DBO, DQO, pH, fósforo total, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, nitrogênio total, zinco total, potássio total, sódio, cobre total em quatro campanhas compreendidas entre os meses de julho de 2019 a novembro de 2020. O monitoramento do processo foi realizado por meio de coletas de amostras simples para análises físicas, químicas e bacteriológicas. O empreendimento analisado, por meio do seu sistema de tratamento de efluentes líquidos composto de biodigestores, lagoas anaeróbias, demonstrou-se eficiente na remoção global de carga orgânica, nutrientes e demais parâmetros. Porém, em função do parâmetro SST estar acima do limite permitido pela legislação destaca-se que a necessidade da realização do pós tratamento sendo fundamental que o empreendimento mantenha a fertirrigação em área agrícolas, evitando assim, a contaminação dos corpos receptores e descumprimento das normas legais.

**Palavras-chave:** Agropecuária; Tratamento de águas residuárias; Eficiência de remoção; Reuso.

## Treatment of effluents from a swine farm located in the state of Minas Gerais, Brazil

The main characteristic of the pig farming activity is a high generation of liquid effluents that need to go through a treatment process to meet the legal standards for discharge into water bodies and/or final disposal in the soil. Thus, the objective was to verify the efficiency of the treatment of a pig farm located in the Midwest region of Minas Gerais, in accordance with applicable legislation. The project has 1600 matrices, a complete cycle system. The treatment system consists of a solid separator, a homogenization tank, two biodigesters and two anaerobic lagoons, and finally, crop fertigation. Input and output analyzes were compared containing the physical and chemical variables of the tributary of the ARS – Residual Waters of Swine Culture. For this purpose, the variables of BOD, COD, pH, total phosphorus, sedimentable solids, total suspended solids, total nitrogen, total zinc, total potassium, sodium, total copper were analyzed in four campaigns from July 2019 to November 2020. Process monitoring was carried out through simple sample collections for physical, chemical and bacteriological analyses. The analyzed project, through its liquid effluent treatment system composed of biodigesters, anaerobic lagoons, proved to be efficient in the global removal of organic load, nutrients and other parameters. However, due to the SST parameter being above the limit allowed by legislation, it is highlighted that the need to carry out post-treatment is essential for the enterprise to maintain fertigation in agricultural areas, thus avoiding contamination of receiving bodies and non-compliance with legal standards.

**Keywords:** Agriculture; Wastewater treatment; Removal efficiency; Reuse.


Topic: Engenharia Ambiental

Received: 06/08/2021


Approved: 27/08/2021


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


**Daniel Lage Casalechi**   
Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações,  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0299195427746463>  
<http://orcid.org/0000-0002-8263-8336>  
[daniel.casalechi@gmail.com](mailto:daniel.casalechi@gmail.com)


**Izabela Tereza Rodrigues Ferreira**   
Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações,  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8009073800814235>  
<http://orcid.org/0000-0003-4840-9545>  
[izabela01@msn.com](mailto:izabela01@msn.com)


**Fernando Nunes de Oliveira**   
Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações,  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7713882173160813>  
<http://orcid.org/0000-0003-4604-7472>  
[fernuol@gmail.com](mailto:fernuol@gmail.com)


**Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques**   
Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações,  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6991929220004023>  
<http://orcid.org/0000-0001-6646-0809>  
[roeflorestal@hotmail.com](mailto:roeflorestal@hotmail.com)

**Alisson Souza de Oliveira**   
Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações,  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6716188774645620>  
<http://orcid.org/0000-0001-7885-9542>  
[alissonso@hotmail.com](mailto:alissonso@hotmail.com)

**Aurivan Soares de Freitas**   
Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações,  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9664773409831812>  
<http://orcid.org/0000-0002-5322-3676>  
[aurivan.soares@hotmail.com](mailto:aurivan.soares@hotmail.com)

**Eliana Alcantra**   
Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações,  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3223228255062554>  
<http://orcid.org/0000-0002-3528-2090>  
[lialcantra@yahoo.com.br](mailto:lialcantra@yahoo.com.br)

**Luciano dos Santos Rodrigues**   
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9934149541810851>  
<http://orcid.org/0000-0003-0555-8305>  
[lsantosrodrigues@gmail.com](mailto:lsantosrodrigues@gmail.com)

**Fabricao dos Santos Rita**   
Instituto Federal do Sul de Minas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9009240714607346>  
<http://orcid.org/0000-0003-2009-3673>  
[fabricao.rita@muz.ifsuldeminas.edu.br](mailto:fabricao.rita@muz.ifsuldeminas.edu.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.008.0022

### Referencing this:

CASALECHI, D. L.; FERREIRA, I. T. R.; OLIVEIRA, F. N.; MARQUES, R. F. P. V.; OLIVEIRA, A. S.; FREITAS, A. S.; ALCANTRA, E.; RODRIGUES, L. S.; RITA, F. S.. Tratamento de efluentes de uma suinocultura localizada no estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.8, p.232-240, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.008.0022>

## **INTRODUÇÃO**

A suinocultura é considerada uma importante atividade econômica no Brasil, de acordo com a Associação Brasileira de Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína, o Brasil é o quarto maior exportador de carne suína do mundo, com um total de 582.000 toneladas. Em Minas Gerais, a suinocultura representa 13,8% da produção nacional e o estado ocupa o 4º lugar como produtor nacional (RAMOS et al., 2017).

O sistema convencional de produção de suínos tem como principal característica uma alta geração de efluentes líquidos que necessitam passar por processo de tratamento para atendimento dos padrões legais de lançamento nos corpos d'água e/ou disposição final no solo. Apesar de sua relevância para o crescimento econômico do país e geração de empregos, é importante ressaltar os impactos negativos gerados por esse tipo de atividade. A criação de suínos possui um altíssimo potencial poluidor/degradador, com uma grande quantidade de produção de dejetos, como fezes, urina, água para higienização dos espaços e sobra dos bebedouros, pelos de animais, resíduos dos produtos de alimentação e sujeiras gerais, decorrentes da criação (SILVA et al., 2019).

Assim, sendo altamente poluidores, em países como o Brasil, Campos (2005) salienta que no respectivo país e na Europa cada matriz, em uma granja de ciclo completo, pode produzir até 25 m<sup>3</sup> de dejetões ao ano. Além disso, é mencionado que os dejetos vão variar conforme o desenvolvimento corporal dos suínos, sendo que apresenta valores de 8,5 a 4,9% de seu peso vivo dia<sup>-1</sup>, considerando a faixa dos 15 aos 100 kg de peso vivo.

Os efluentes da suinocultura possuem um alto teor de matéria orgânica e nutrientes, com presença mais efetiva de fósforo (P), nitrogênio (N) e micro-organismos patogênicos. Dessa forma, é fundamental que tais materiais não sejam lançados diretamente nos corpos d'água sem tratamento. O despejo irregular de águas residuárias da suinocultura (ARS) podem ocasionar eutrofização, favorecer condições anaeróbicas, mortalidade de peixes, dentre outros impactos negativos (LUCA et al., 2017). Diante do risco de degradação ambiental, é necessária aplicação de métodos eficientes no tratamento das ARS.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o tratamento dos efluentes de uma suinocultura, verificando possíveis falhas e se necessário, propor adequações ao sistema adotado atualmente, visando o atendimento integral das normas e regulamentos ambientais vigentes em Minas Gerais – Brasil.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A atividade de suinocultura do presente estudo localiza-se no Centro-Oeste mineiro na qual possui características de clima quente e temperado. A região apresenta pluviosidade média anual de 1300 mm e temperatura média de 20,8°C. O mês de junho é o mês mais seco, com índice médio pluviométrico abaixo de 10mm e o período mais chuvoso é o mês de dezembro, com 267 mm de média.

A atividade principal desenvolvida pelo empreendimento abordado é a suinocultura com o ciclo completo, com capacidade máxima para 1.600 matrizes. O sistema convencional de produção de suínos tem

como principal característica a geração de efluentes líquidos, isto é, as limpezas das instalações são realizadas mediante utilização de jatos d'água, gerando assim, um resíduo líquido denso. O fluído formado é drenado através de canaletas até o sistema de tratamento de efluente composto por: um separador do sólido do líquido, um tanque de homogeneização, dois biodigestores, duas lagoas anaeróbias (Figura 1) e por último, é realizada fertirrigação de pastagem.



**Figura 1:** Vista de satélite do sistema de tratamento de efluentes proveniente de ARS. Fonte: Google Earth (2021).

Apresenta-se a seguir na tabela 01, o volume de dejetos gerado no empreendimento de forma detalhada de acordo com cada fase de produção existente. Foi utilizado como referência os valores disponíveis pela Dartora et al. (1998), isto, de acordo com volume de dejetos litros por animal por dia.

**Tabela 1:** Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas.

	Volume de dejetos (L.animal.dia <sup>-1</sup> )	Quantidade/Cabeças	L.dia <sup>-1</sup>
Gestação	16	1284	20.544,00
Maternidade	27	316	8.532,00
Creche	1,4	4200	5.880,00
Terminação	7	8000	56.000,00
Machos reprodutores	9	5	45,00
	Total	91.001,00	

Fonte: Dartora et al. (1998).

A produção média de dejetos para a suinocultura estudada é de 91 m<sup>3</sup>/dia. Para o tratamento dos efluentes gerados, o empreendimento conta com os seguintes processos: i) Separador do sólido do líquido: tratamento primário, a área que o separador ocupa é de aproximadamente 84m<sup>2</sup>, tendo uma projeção do telhado de 7m. de largura por 12m. de comprimento; ii) Tanque aerado ou tanque de equalização: com dimensões de 9m. de diâmetro e 5m. de profundidade, totalizando 318m<sup>3</sup> de capacidade, tempo de detenção hidráulica de 3,5 dias; iii) Dois Biodigestores tipo lagoa coberta (BLC), os quais possuem dimensões de 18m. de largura, por 50m. de comprimento, por 5 metros de profundidade, com capacidade volumétrica de no máximo 3800m<sup>3</sup> cada e tempo de detenção hidráulica (TDH) de 42 dias em cada biodigestor ; iv) Duas lagoas anaeróbias em paralelo que possuem o dimensionamento de 18m. de largura, por 50m. de comprimento, por 5 metros de profundidade, com capacidade volumétrica de no máximo 3800m<sup>3</sup> cada e TDH de 42 dias em cada lagoa; v) Fertirrigação: Parte do efluente tratado tem sua destinação final em área de pastagem equivalente a 38,27,16 hectares e é depositado mediante a utilização de chorumeira e aspersores. A água

residuária tratada é distribuída no solo de forma homogênea, sem causar maiores impactos negativos à integridade física do solo. Conforme consulta ao plano agrônomo de fertirrigação existente especificamente para o empreendimento estudado, para que não haja saturação do solo, o excedente efluente tratado gerado é doado a terceiros, sendo utilizado como biofertilizante em outros imóveis. O modelo de utilizado no empreendimento é por meio de aspersão e chorumeira.

O monitoramento do processo foi realizado por meio de coletas de amostras simples para análises físicas, químicas e bacteriológicas. Assim, as amostras foram coletadas na entrada e saída do sistema no período de monitoramento de julho de 2019 a novembro de 2020, tendo sido coletadas 4 amostras (22 de jul. de 2019, 26 de dez. de 2019, 04 de mar. de 2020 e 13 de nov. 2020). Os procedimentos de coleta e preservação de amostras obedeceram às normas estabelecidas conforme metodologia da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). Para a coleta das amostras simples foram utilizados recipientes plásticos descartáveis e esterilizados. A amostra de entrada foi coletada na caixa de passagem antes do sistema separador de sólidos (efluente bruto), e a saída, na última lagoa anaeróbia (efluente tratado).

As variáveis avaliadas foram fósforo total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), pH (UpH), sólidos sedimentáveis ( $\text{mL.L}^{-1}$ ), sólidos suspensos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), DBO ( $\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$ ), DQO ( $\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$ ), zinco total ( $\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$ ), potássio total ( $\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$ ), sódio ( $\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$ ), cobre total ( $\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$ ). As análises físico-químicas de rotina foram realizadas conforme descrito no Standard of Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). Posteriormente as análises foram comparadas com os valores máximos permitidos constantes na Deliberação Normativa DN COPAM – CERH 01/2008.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 02 e 03 apresentam os resultados das análises laboratoriais do afluente e efluente da água residuárias da suinocultura (ARS). Com base no efluente bruto observou-se maiores concentrações no ano de 2020 em especial na última coleta. Entretanto, não pode estar relacionado com o processo produtivo visto que a produção se manteve a mesma, com processamento de 1600 matrizes. Deve-se ressaltar o modo de coleta das análises, a qual se caracteriza como amostra simples, podendo não amostrar o valor de um dia considerando-se o hidrograma da ETE, e conseqüentemente não leva em consideração a variabilidade das concentrações ao longo do dia, o qual pode ter influenciado na menor ou menor geração de efluentes e conseqüentemente nas maiores e menores concentrações (VON SPERLING, 2016).

**Tabela 2:** Análise das variáveis físicas e químicas do afluente da ARS, entrada.

Parâmetro analisado	Unidade	22/07/2019	26/12/2019	04/03/2020	13/11/2020	Média
Fósforo total	$\text{mg.L}^{-1}$	481,90	321,00	957,01	<b>1.107,40</b>	716,83
pH	UpH	7,90	6,28	7,73	6,95	7,21
Sólidos sedimentáveis	$\text{mL.L}^{-1}$	550,00	300,00	<b>800,00</b>	480,00	532,5
Sólidos suspensos totais	$\text{mL.L}^{-1}$	15.428,6	13.466,7	<b>16.850</b>	2.666,7	12.103
Nitrogênio Total	$\text{mg.L}^{-1}$	3.402,6	2.358,8	<b>4.838,4</b>	3.702,1	3.575,47
DBO	$\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$	35.303,10	17.074,60	20.421,90	<b>31.564,10</b>	26.090,93
DQO	$\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$	53380	29070	34420	<b>53530</b>	42.600
Zinco total	$\text{mg.L}^{-1}$	4	10,28	8,45	<b>17,3</b>	10

Potássio total	mg.L <sup>-1</sup>	2733	1067	<b>1728</b>	1203	1682,75
Sódio	mg.L <sup>-1</sup>	-	330	600	475	468,33
Cobre total	mg.L <sup>-1</sup>	12,3	0,545	0,01	2,177	3,75

**Tabela 3:** Análise das variáveis físicas e químicas do efluente da ARS, saída.

Parâmetro analisado	Unidade	22/07/2019	26/12/2019	04/03/2020	13/11/2020	Média
Fósforo total	mg.L <sup>-1</sup>	27,50	72,61	105,50	<b>392,50</b>	149,53
pH	UpH	8,09	8,38	8,09	8,15	8,18
Sólidos sedimentáveis	mL.L <sup>-1</sup>	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Sólidos suspensos totais	mL.L <sup>-1</sup>	1466,7	800	780	1700	1186,67
Nitrogênio Total	mg.L <sup>-1</sup>	5068	1036,6	2908,7	1688,2	2675,37
DBO	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	1.126,90	1.784,60	733,60	<b>6.145,60</b>	2447,67
DBO - Eficiência	%	96,81	89,55	96,41	80,53	90,82
DQO	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	2485	3391	1345	<b>11072,5</b>	4573,37
DQO - Eficiência	%	95,34	88,34	96,09	79,32	89,77
Zinco total	mg.L <sup>-1</sup>	1,8	4,54	3,71	<b>15,3</b>	6,33
Potássio total	mg.L <sup>-1</sup>	1470	985	950	1172	1144,25
Sódio	mg.L <sup>-1</sup>	-	322	294	<b>433</b>	349,67
Cobre total	mg.L <sup>-1</sup>	1,72	0,455	0,008	0,365	0,64

Com base no efluente bruto observou-se maiores concentrações no ano de 2020 em especial na última campanha de análises. Entretanto, não pode estar relacionado com o processo produtivo, visto que a produção se manteve a mesma, com processamento de 1600 matrizes. Deve-se ressaltar o modo de coleta das análises, a qual se caracteriza como amostra simples, podendo não amostrar o valor de um dia considerando-se o hidrograma da ETE, e conseqüentemente não levando em consideração a variabilidade das concentrações ao longo do dia, o qual pode ter influenciado na maior ou menor geração de efluentes e, portanto, nas maiores e menores concentrações (VON SPERLING, 2016).

Em relação aos elementos traços (Zn, K, Na e Cu), observou-se concentrações acima do permitido em relação ao Zn onde o padrão para o lançamento é de 5,0 mg.L<sup>-1</sup>, vale salientar que os efluentes não lançados no curso d'água e sim são lançados no solo, onde os valores não ultrapassam os valores de prevenção da resolução CONAMA 420/2009. As figuras 2 e 3 apresentam as concentrações do efluente na entrada e saída do sistema.

Em relação aos valores médios de DBO do afluente e efluente, houve um decréscimo devido ao tratamento de efluentes, sendo as concentrações da entrada de 26.090,93 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> para 2447,67 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> na saída da ETE, enquanto que os valores médios da DQO passaram de 42.600 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> na entrada da ETE para 4.573,38 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> na saída da ETE, ou seja, houve uma redução bastante considerável em relação aos valores de DBO e DQO. Portanto o sistema de tratamento existente, proporcionou uma redução de 90,82% nos valores do DBO e uma taxa de 89,77% na redução do DQO, quando comparados ao padrão de lançamento constantes da DN COPAM CERH 01/2008. Silva et al. (2019) analisando um efluente de saída da suinocultura em um instituto no município de Marabá já para DBO e DQO, cuja água residuária não passa por nenhum tipo de tratamento, percorre o encanamento e é lançado diretamente no solos, observaram valores de DBO e DQO de 1700 e 7700 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Cabe ressaltar que se tratava de efluentes de uma unidade experimental menor do que a capacidade produtiva do presente estudo. Entretanto observaram a necessidade da introdução de um sistema de tratamento. Para a DBO e DQO, os resultados encontrados nesse trabalho estão em consonância com os obtidos por outros pesquisadores (VELOSO et al., 2018; ARAÚJO

et al., 2012; SILVA et al., 2012)

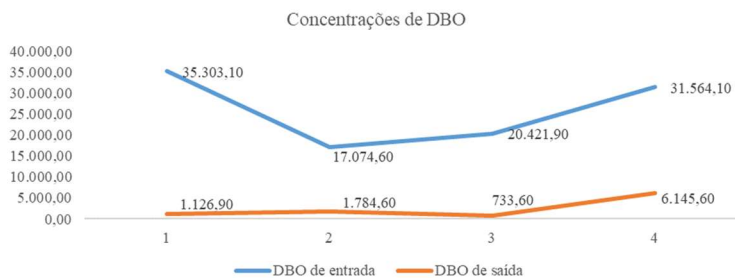


Figura 2: Comparação entre as concentrações de DBO no afluente e efluente.

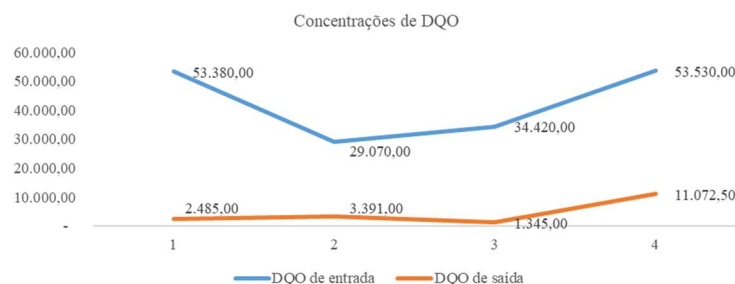


Figura 3: Comparação entre as concentrações de DQO no afluente e efluente.

Os resultados médios das análises dos efluentes coletados durante a amostragem para o parâmetro pH foi de 7,2 na entrada da ETE e 8,2 na saída da mesma. De acordo com Luca et al. (2017), a faixa de pH ideal para a digestão anaeróbia é aquela que se encontra entre os valores de 6,8 e 7,2. Já, o pH ótimo para a metanogênese deve ser por volta de 7, porém pode-se conseguir estabilidade na formação de metano com pH entre 6,0 e 8,0.

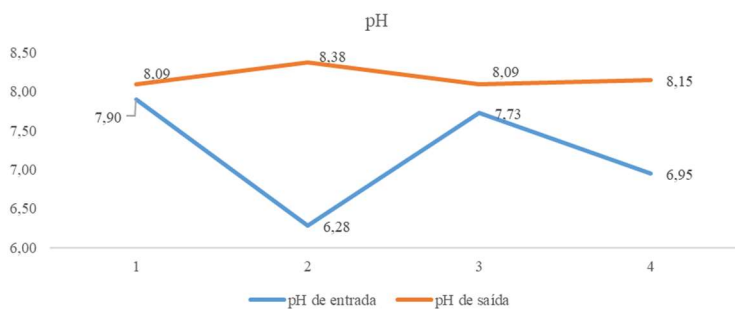


Figura 4: Comparação entre os valores de pH no afluente e efluente.

A tabela 04 compara os resultados que foram obtidos através das 8 amostras recolhidas e analisadas em laboratório, sendo 4 na entrada da ETE e 4 na saída da ETE, em relação aos parâmetros estabelecidos na DN COPAM/CERH 01/2008.

Conforme observado, as amostras de saída estão em desacordo com as condições de lançamento de efluentes conforme os valores preconizados na DN COPAM/CERH 01/2008 nos seguintes parâmetros: DQO, DBO, Sólidos Suspensos Totais (SST). Os resultados obtidos nos parâmetros DBO e DQO não atendem os limites máximos permitidos, mas ocorreu eficiência em remoção de carga orgânica, respectivamente. Assim sugere-se que para a disposição no solo ou mesmo nos cursos d'água devem ser realizados estudos para capacidade suporte ou estudos de autodepuração para solo e água respectivamente (VON SPERLING, 2016).

Os valores de pH estão em conformidade com a legislação mencionada.

**Tabela 4:** Comparativo entre os valores após tratamento e a legislação e os Valores Máximos Permitidos (VMP) de acordo com a DN COPAM CERH 01/2008.

Parâmetro analisado	Unidade	Legislação	Saída da ETE (média)
pH		6 a 9	8,18
DBO	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	até 180	2.477,68
DBO - Eficiência	%	> 70	90,83
DQO	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	até 60	4.573,38
DQO - Eficiência	%	> 75	89,77
Sólidos suspensos totais	mg.L <sup>-1</sup>	até 150	1.186,68

Houve a eficiência de remoção dos Sólidos Suspensos Totais - SST, variando de 36,25% a 95,4% (3ª amostra), indicando que na quarta análise (mês de dezembro) o sistema de tratamento não foi capaz de remoção dos sólidos. Assim, tal fato pode estar relacionado às lagoas anaeróbias, sendo necessário a manutenção e remoção de lodo das mesmas. Contudo, mesmo com as eficiências do sistema nas demais campanhas, observa-se que o parâmetro SST está acima do limite permitido pela legislação condizente, implicando no não lançamento do efluente tratado diretamente no corpo receptor, necessitando de complementação do sistema. De acordo com Souza et al. (2016), os sistemas observados na literatura permitem um melhor abatimento na concentração dos SST como: lagoas de maturação, lagoas de polimento, lagoas de aguapés, decantadores, dentre outros.

Vale salientar que não há lançamento em corpos d'água e sim, fertirrigação em área de pastagem, de acordo com o plano agrônômico elaborado através de profissional devidamente habilitado, que deve ser executado o correto manejo e gerenciamento de aplicação de acordo com a dosagem calculada para cada cultura. De acordo com Matos (2007, citado por SOUZA, 2009), a aplicação de ARS, com concentrações altas de SST provocará redução na condutividade hidráulica apenas quando lançadas em períodos insuficientes para que “ocorra a destruição física (secagem e trincamento do material), química (alteração química dos compostos) ou microbiológica (degradação microbiana do material orgânico) do material responsável pela obstrução dos poros”. Assim necessita-se de atenção ao monitoramento do solo afim de não atingir a capacidade suporte do mesmo.

De acordo com as condicionantes da licença ambiental do empreendimento, a prática da fertirrigação, deve-se atentar para alterações físico-químicas do solo provocados pela potencial lixiviação de elementos com carga livres, podendo levar a salinização do solo e ainda a eutrofização de recursos hídricos. A forma de evitar este impacto é a aplicação equilibrada do efluente, sempre baseada em análise de solo e do efluente tratado. O solo é monitorado anualmente, por meio de análise de amostras colhidas nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm. São analisados os seguintes parâmetros: pH, N, P, K, Al, Ca, Mg, Na, Matéria orgânica, Granulometria, Argila Natural, CTC, Saturação de bases, Densidade Real e densidade Aparente, Cu, Zn. A investigação da qualidade e/ou contaminação do solo de áreas agrícolas deve atender os parâmetros definidos na Resolução CONAMA n° 420 de dezembro de 2009.

Parâmetros extras sugeridos para as próximas análises de monitoramento: Sólidos Totais (ST), Sólidos Totais Fixos (STF), Sólidos Totais Voláteis (STV), Sólidos Suspensos Fixos (SSF), Sólidos Suspensos Voláteis

(SSV), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg).

Devido à sazonalidade anual de produção e necessidade de mercado, o empreendimento em estudo não trabalha constantemente com sua capacidade máxima, outro fator característico é variação da idade dos animais por período do ciclo, fatores esses que influenciam significativamente na geração de efluentes diário. Nota-se, que essas especificações influenciaram nos resultados analisados, ressaltando que os meses de coleta foram julho, dezembro, março e novembro. As principalmente variações foram notada para os parâmetros DBO, DQO, Fósforo total e Sólidos suspensos, meses de julho e dezembro. Ressalta com essa comparação, a importância do monitoramento contínuo dos efluentes, isso, para a plena aplicação de medidas de controle e operacionais do sistema. Não foram observadas falhas, tendo em vista que é realizada a fertirrigação dos efluentes tratado, o empreendimento atende de forma integral as normas e regulamentos ambientais vigentes em Minas Gerais – Brasil.

## CONCLUSÕES

O empreendimento analisado, por meio do seu sistema de tratamento de efluentes líquidos, demonstrou-se eficiente na remoção de carga orgânica, nutrientes e demais parâmetros. Porém, em função do parâmetro SST estar acima do limite permitido pela legislação condizente, é fundamental que o empreendimento mantenha a fertirrigação em área agrícolas, evitando assim, a contaminação dos corpos receptores e descumprimento das normas legais.

Portanto, mesmo que atenda os parâmetros de eficiência de tratamento para DBO e DQO de acordo as condições de lançamento de efluentes estabelecidos pela DN COPAM/CERH-MG nº 01/ 2008 e realize a fertirrigação, como forma de não haver lançamento de efluente em corpo hídrico, principalmente devido ao parâmetro SST, salienta-se que, os parâmetros DBO, DQO e SST apresentaram seus valores acima das condições permitidas. Deste modo, nota-se que o sistema de biodigestores, lagoas anaeróbias possuem boa eficiência global, entretanto destaca-se que há necessidade da realização do pós-tratamento, que nesse caso especificamente, ocorre através da fertirrigação de culturas.

## REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington: APHA, 2005.

ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, J. L. R.; ALVES, R. G. C. M.; BELLI FILHO, P.; COSTA, R. H. R.. Avaliação de sistema de tratamento de dejetos suínos instalados no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.7, p.745- 753, 2012.

BRASIL. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos– CERH. **Deliberação Normativa n. 01, de 05 de maio de 2008**. Diário do Executivo – “Minas Gerais”. Brasília: COPAM, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 420, de 28 de setembro de 2009**. Dispõe sobre critérios e

valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicação DOU n. 249, de 30/12/2009, págs. 81-84. Brasília: CONAMA, 2009.

CAMPOS, A. T. C.. **Análise da adequação ambiental e manejo dos dejetos de instalações para suinocultura em propriedades na região oeste do Paraná**. 2005.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L.. **Manejo de dejetos de suínos**. Porto Alegre: EMBRAPA, 1998.

LUCA, S. Q. J.; HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; BELI, E.. Estudo da eficiência de um sistema de tratamento de efluentes líquidos de suinocultura. **Engenharia Ambiental**,



Espírito Santo do Pinhal, v.14, n.1, p.72 -85, 2017.

MATOS, A. T.. **Disposição de águas residuárias no solo**. Viçosa: AEAGRI, 2007.

RAMOS, N. F. S.; BORGES, A. C.; GONÇALVES, G. C.; MATOS, A. T.. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em sistemas alagados construídos, com *Chrysopogon zizanioides* e *Polygonum punctatum* cultivadas em leito de argila expandida. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v.22, n.1, p.123-132, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-4152201687067>

SILVA, T.; SILVA, P.; LEITE, J.; FILGUEIRA, N.. Avaliação e tratamento de efluente de suinocultura: estudo de caso no município de Marabá-Pará. **Braz. J. of Bus.**, Curitiba, v.1, n.3, p.1078-1086, 2019.

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**, São Paulo, v.35, n.1, p.35-40, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-40422012000100007>

SOUZA, C. V.; CAMPOS, A. T.; SOUSA, F. A.; SILVA, E.. Tratamento de dejetos líquidos de suínos por meio de lagoas de estabilização visando uso agrícola. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.13, n.1, p.107-120, 2016.

SOUZA, J. A. R.. **Effects of fertirrigation with effluent of primary treatment of wastewater from swine on the soil and in the productivity and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Tese (Doutorado em Construções rurais e ambiência; Energia na agricultura; Mecanização agrícola; Processamento de produção) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

VELOSO, A. V.; CAMPOS, A. T.; MARIN, D. B. MATTIOLI, M. C.; NÉRI, A. C.. Sustentabilidade ambiental da suinocultura com manejo de dejetos em biodigestor: avaliação de parâmetros físico-químicos. **Engenharia na Agricultura**, v.26, n.4, p.322-333, 2018.

VON SPERLING, M.. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Lodos ativados**. 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2016.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.