

II-569 - DESEMPENHO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DO CANIL PARQUE FRANCISCO DE ASSIS AO LONGO DE SEIS ANOS DE MONITORAMENTO E INCLUSÃO DE MELHORIAS NO SISTEMA DE TRATAMENTO

Aline dos Reis Souza⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR/MG), Mestre e Doutoranda em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Marilane Resende Carvalho⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Maria Julia Marques da Cruz⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Ronaldo Fia⁽⁴⁾

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Doutor em Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos e Ambientais) pela UFV, Professor Associado do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Camila Silva Franco⁽⁵⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Professora Adjunta do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento, campus da UFLA. Lavras - MG - CEP:37200-000 - Brasil - Tel: (37) 98809-2427 - e-mail: alinereisouza@yahoo.com.br

RESUMO

O Parque Francisco de Assis (PFA) trata o efluente canino gerado na lavagem das baias dos cães em Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) própria, desde o ano de 2012. A primeira configuração do sistema de tratamento era simplificada, desde então o PFA promoveu melhorias e adaptações, bem como instalação de novas unidades e manejo adequado ao tratamento. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi discriminar e comparar os dados monitorados nas diferentes etapas de modificações no tratamento ao longo de seis anos, no sentido de conhecer e apontar os resultados obtidos após cada alteração realizada, bem como a evolução das eficiências da ETE-PFA. Monitorou-se a eficiência do tratamento pela análise de pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total (PT) detergente, nitrogênio total (NTK), nas etapas do tratamento após cada melhoria implantada. A ETE em 2012 era composta por tanques séptico-filtro anaeróbio (TS-FAN) e unidades de tratamento facultativo. Em 2014 realizaram-se alterações na operação da ETE e melhorias nas instalações, como instalação de grades de malhas mais finas, aumento no tempo entre as descargas de lodo dos TS-FAN, remoção de espuma dos tanques sépticos. Em 2016 o PFA incrementou a ETE com um Biofiltro Aerado Submerso (BAS), decantadores secundários (DS) e sistema alagado construído (SAC) de escoamento subsuperficial horizontal cultivados com capim-vetiver. E em 2018 reduziu-se o tempo de aeração do BAS visando promover desnitrificação e um menor consumo de energia elétrica pelo aerador. Nos resultados dos monitoramentos ao longo dos anos de aprimoramento da ETE-PFA pode-se observar melhorias contínuas nas eficiências do tratamento e principalmente na remoção de matéria orgânica biodegradável (DBO), e o valores de detergente estão de acordo com a norma vigente. Quanto aos nutrientes evidenciou-se acúmulo no sistema junto ao lodo; porém, após a instalação da fase aeróbia a concentração de nitrogênio na saída do tratamento foi a melhor encontrada, com valor bem próximo ao estabelecido na legislação, portanto a ETE-PFA tem potencial para aumentar a eficiência de remoção de nitrogênio aplicando um tempo de aeração do BAS adequado. A implantação de novas unidades de tratamento na ETE-PFA (BAS e SAC) proporcionou melhorias consideráveis no tratamento dos efluentes. Quanto ao acúmulo e arraste de lodo, este ainda pode ser controlado pela manutenção periódica dos TS-FAN e DS para retirar o excesso de material sólido e dar a destinação adequada a este subproduto do tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente Canino, Biofiltro Aerado Submerso, Sistema Alagado Construído.

INTRODUÇÃO

O Parque Francisco de Assis (PFA) é um canil sem fins lucrativos gerenciado pela Sociedade Lavrense de Proteção aos Animais (SLPA), que atua desde 2010 acolhendo os cães de rua abandonados, doentes e maltratados, os quais depois de receberem tratamento são encaminhados à adoção. Segundo Dalla (2010) o PFA é responsável pelo acolhimento e cuidados para aproximadamente 450 cães, e castra cerca de 70 animais por mês.

Além das baias para acolher os cães saudáveis, o PFA possui duas enfermarias para portadores de doenças infectocontagiosas e uma enfermaria para cães em pós-operatório, sala cirúrgica, ambulatório, sala de expurgo, farmácia, depósito de ração, almoxarifado, cozinha dos animais, sala de banho e tosa, lavanderia, rouparia, banheiros e refeitório para voluntários e funcionários (FRANCO et al., 2018).

Também faz parte da proposta do PFA desenvolver programas de conscientização da comunidade em relação aos cuidados, posse responsável e castração de animais, bem como ter relação harmônica com o ambiente do entorno, composto pelo curso d'água receptor do efluente tratado e sua mata ciliar.

Os canis desempenham importante função sanitária e de saúde pública, pelo controle de zoonoses. No entanto, a geração de esgoto animal sugere adoção de práticas de saneamento e tratamento, pois mais do que o aspecto de proteção ambiental, o tratamento de água residuária promove saúde pública (SOUZA et al., 2018).

Segundo Bordin et al. (2005) dejetos de animais são constituídos por fezes, urina, resíduos de ração, pelos e outras substâncias consumidas por estes animais, além de águas com produtos de limpeza provenientes da lavagem das baias. Portanto, possui características que indicam potencial poluidor, pouco superior ao esgoto doméstico, com risco de contaminação do solo, dos recursos hídricos e disseminação de doenças (SOUZA et al., 2018).

Neste contexto, desde 2012, quando foi implantado um sistema simplificado de tratamento do esgoto canino (ETE - PFA), é feito monitoramento do efluente estabelecendo-se melhorias na operação e infraestrutura da ETE - PFA e melhorando a eficiência do tratamento. Ao longo de seis anos de estudo, o PFA implantou novas etapas no tratamento de efluentes e aprimorou vários aspectos na operação técnica de todo sistema (FRANCO et al., 2018).

A princípio, efluentes ETE - PFA compreendia apenas etapas primárias (grade e decantação) e secundárias anaeróbias (tanque séptico e filtro anaeróbio seguidos de tanques de estabilização). Após a primeira etapa de monitoramento e algumas modificações operacionais, foi constatado a necessidade de implantação de uma etapa aeróbia para completar o tratamento da água residuária canina, além da necessidade de melhorar a remoção de nutrientes e coliformes (SOUZA et al., 2015; 2018). Optou-se então pela instalação de um biofiltro aerado submerso (BAS) e sistema alagado construído (SAC) após a qual prosseguiu-se com o monitoramento da qualidade do efluente.

Portanto, no presente trabalho objetivou-se discriminar e comparar os dados monitorados nas diferentes etapas de modificações no tratamento ao longo de seis anos, no sentido de conhecer e apontar os resultados obtidos após cada alteração realizada, bem como a evolução das eficiências da ETE-PFA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dejetos sólidos e líquidos dos animais do PFA são gerados no momento de limpeza das baias e separados por meio da raspagem inicial, seguida de lavagem com água. A parte sólida é tratada por meio da compostagem com serragem de madeira. O composto produzido é doado à comunidade para utilização como fertilizante em culturas arbóreas. A água residuária é proveniente das atividades diárias de lavagem das baias, entre as 9 h e as 16 h, durante sete dias da semana, período em que ocorre a higienização, e é direcionada à ETE-PFA (FRANCO et al., 2018). Após o tratamento, o efluente é lançado no Ribeirão do Camarão, o qual não possui enquadramento e, portanto, pode-se atribuir ao curso d'água as características desejáveis e estabelecidas pela legislação vigente para as águas doces Classe 2 (MINAS GERAIS, 2008).

Como a ETE-PFA passou por diversas modificações de estrutura e operação ao longo dos anos, no Quadro 1 estão apresentadas as etapas de monitoramento para comparação entre as modificações realizadas.

Tabela 1: Etapas de monitoramento da ETE- PFA em função de modificações realizadas em estrutura e operação ao longo de seis anos.

Etapas (ano de monitoramento)	Tratamento existente e modificações realizadas
Etapa 1 (2012 a 2013)	Tratamento primário e secundário anaeróbico sem critério operacional
Etapa 2 (2014 a 2015)	Tratamento primário e secundário anaeróbico com remoção periódica de lodo e instalação de gradeamento mais fino
Etapa 3 (2016 a 2017)	Instalação de um BAS com aeração por 7 horas diárias e de um SAC ao final do tratamento
Etapa 4 (2017 a 2018)	Redução no tempo de aeração do BAS para 5 horas diárias

Em 2012 (primeira etapa de monitoramento, até 2013), implantou-se a estação de tratamento de efluente canino que foi dimensionado para um tempo mínimo de detenção hidráulica (TDH) de 12 h e vazão máxima de 20 m³ d⁻¹ (Figura 1). O sistema era composto por tanques de fibra de vidro que inicialmente compreendiam um tratamento preliminar por gradeamento e primário em um decantador de 4 m³, que recebe a maior parte do efluente a ser tratado, logo após, a água residuária era direcionada para uma unidade de tratamento primário/secundário constituída de um tanque séptico-filtro anaeróbico (TS-FAN) com 10 m³ de capacidade cada. O restante do efluente gerado era direcionado para outro gradeamento seguido de tanque séptico-filtro anaeróbico com 5 m³ de capacidade cada. Os efluentes das unidades anaeróbicas eram conduzidos em conjunto para 10 tanques com capacidade de 2 m³ cada, que funcionavam como unidades de tratamento facultativo complementares para estabilização da matéria orgânica (SOUZA et al., 2018). Deste modo monitorou-se o sistema de tratamento implantado por um ano, em 2013. Na Figura 1 é apresentado um diagrama esquemático do sistema de tratamento.

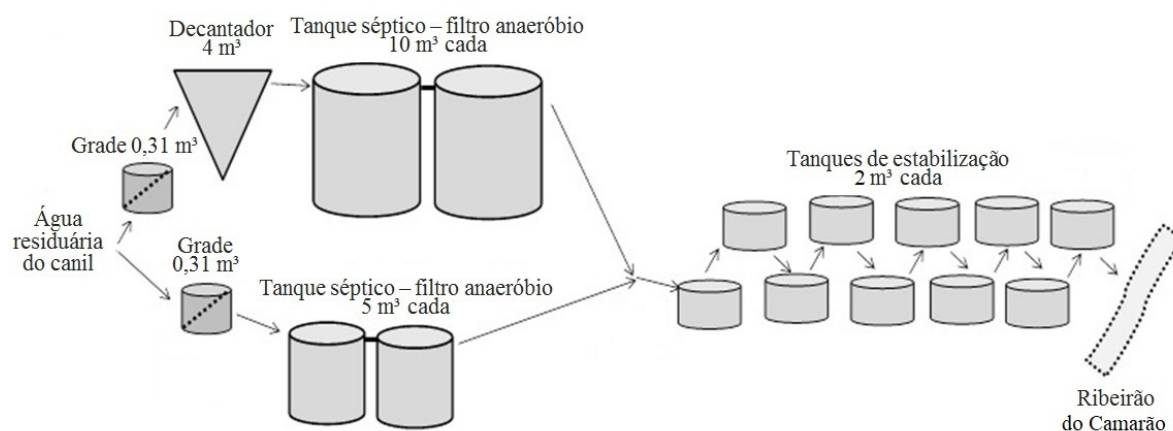


Figura 1: Diagrama esquemático do sistema de tratamento das águas residuárias do Parque Francisco de Assis de Lavras-MG no ano de 2013.

Fonte: Souza et al. (2018).

Em 2014 (segunda etapa de monitoramento, até 2015) realizaram-se alterações na operação da ETE e melhorias nas instalações, como: 1) instalação de grades de malhas mais finas nas canaletas de coleta de água de lavagem das baias, removendo sólidos mais grosseiros e pelos afluentes ao decantador; 2) aumento no tempo entre as descargas de lodo dos TS-FAN de quinzenal para semestral, permitindo o crescimento e manutenção do consórcio entre colônias bacterianas responsáveis pela digestão da matéria orgânica; 3) remoção manual periódica de espuma dos tanques sépticos e do decantador, contribuindo para maior remoção de matéria orgânica flutuante e sólidos em suspensão (MAFRA et al., 2015). O monitoramento do tratamento teve continuidade por mais um ano, em 2015.

Em 2016 (terceira etapa de monitoramento, até 2017), o PFA incrementou a ETE com novas etapas de tratamento em um Biofiltro Aerado Submerso (BAS) de 25 m³, após o tratamento anaeróbico, com aeração de sete horas diárias (das 9 às 16 horas) e sistema alagado construído (SAC) de escoamento subsuperficial horizontal preenchido com brita zero e cultivado com capim-vetiver. Nesta configuração, os 6 tanques de 2 m³

passaram a ter função de decantadores secundários (DS), para reter o lodo gerado após o BAS, os outros 3 tanques foram adaptados a SACs e o último como caixa de passagem e filtração (Figura 2) (FRANCO et al., 2018). O monitoramento desta nova configuração da ETE ocorreu de agosto a dezembro de 2017, totalizando cinco meses.

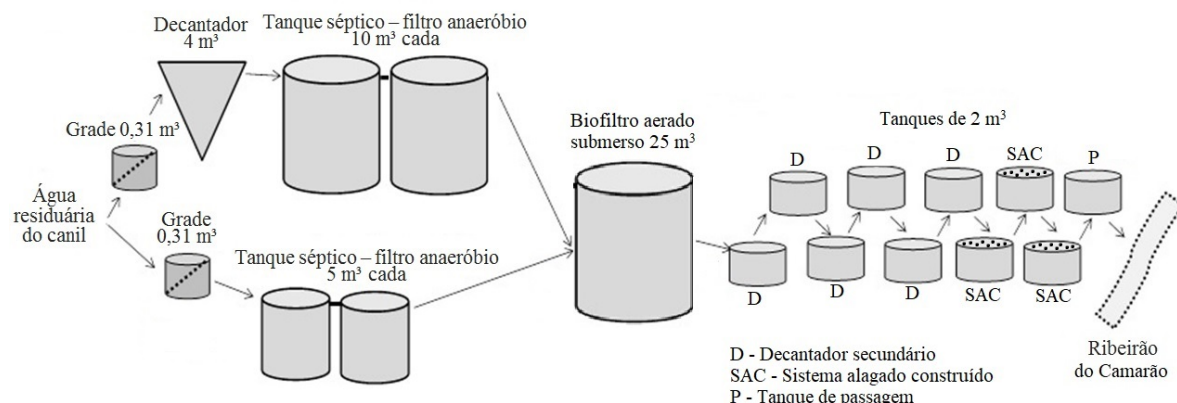


Figura 2: Diagrama esquemático do novo sistema de tratamento das águas residuárias do Parque Francisco de Assis de Lavras-MG instalado em 2016 e monitorado em 2017/2018.
Fonte: Franco et al. (2018).

Finalmente, em 2018, na última etapa de monitoramento, alterou-se o tempo de aeração do BAS para cinco horas diárias (de 9 às 14 horas), visando promover desnitrificação e um menor consumo de energia elétrica pelo aerador. Monitorou-se a eficiência do tratamento de fevereiro a julho de 2018, totalizando seis meses de monitoramento.

Os monitoramentos de qualidade do efluente tratado compreenderam análises de variáveis físico-químicas, em triplicata, representando com coletas semanais, durante os períodos supracitados, no afluente e efluente para análises físico-químicas em triplicata das variáveis: pH, pelo método potenciométrico; demanda bioquímica de oxigênio (DBO), por titulação do oxigênio dissolvido, pelo método de Winkler após 5 dias de incubação da amostra a 20°C; demanda química de oxigênio (DQO), em refluxo fechado e leitura espectrofotométrica; fósforo total (PT) pelo método do complexo vanadato molibdato e dosagem colorimetricamente em espectrofotometria; elementos tensoativos (detergente) por colorimetria após extração com clorofórmio; e nitrogênio total (NTK), pelo método micro-Kjeldahl, conforme *standard methods* (APHA; AWWA; WEF, 2005). Calculou-se as médias e desvio padrão das variáveis, e as eficiências totais do sistema de tratamento.

RESULTADOS

Comparando os resultados dos monitoramentos ao longo dos anos de aprimoramento da ETE-PFA pode-se observar melhorias contínuas nas eficiências do tratamento e principalmente na remoção de matéria orgânica biodegradável (DBO) (Tabela 2 e 3, Figura 3 e 4).

O pH avaliado nos períodos de monitoramento se encontra dentro da faixa limite da legislação (MINAS GERAIS, 2008), de 6 a 9, para descarte em cursos d'água, e dentro da faixa de variação de pH em esgoto doméstico apresenta por Von Sperling (2017), entre 6,7 e 8,0. Segundo o autor, o valor típico é de 7,0. Pode-se concluir, portanto, que o sistema está operando em boas condições e que não houve variações acentuadas de pH a ponto de comprometer o desempenho do sistema.

Pode-se observar mudanças na composição do efluente ao longo dos anos quanto à matéria orgânica inerte, a DQO afluente apresentou valores crescentes desde 2013 até 2018, com maior diferença entre 2013 e 2015, quando o valor subiu abruptamente. Possivelmente, esse acréscimo de material não biodegradável se deu pelo crescimento no número de cães e o uso de medicamentos para tratamento dos animais doentes, bem como de produtos de limpeza para higienização das baias. O aumento na concentração de detergentes pode inibir a atividade microbiana no sistema de tratamento.

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão no afluente e efluente do tratamento do dejetto canino no Parque Francisco de Assis, Lavras-MG, em 2013, 2015, 2017 e 2018, e padrões permitidos pela legislação para disposição em cursos d'água.

Variáveis	2013 (MAFRA et al., 2015)		2015 (SOUZA et al., 2018)		2017		2018		Padrões
	Aflu.*	Eflu.*	Aflu.	Eflu.	Aflu.	Eflu.	Aflu.	Eflu.	VMP**
pH	7,6± 0,9	7,3± 1	7,2± 0,3	7,9± 0,1	8,0± 0,4	7,7± 0,2	8,0± 0,5	7,8± 0,2	6 a 9
DBO (mg L ⁻¹)	595± 86	183± 36	189± 53	52± 16	319± 164	33,2± 30,2	271± 133	21± 16	60
DQO (mg L ⁻¹)	379± 113	213± 31	612± 76	239± 58	732± 383	529± 273	797± 345	230± 188	180
Detergente (mg L ⁻¹)	0,3± 0,1	0,1± 0,1	4,4± 1,9	3,5± 1,2	0,4± 0,4	0,3± 0,3	0,5± 0,3	0,4± 0,3	2
PT (mg L ⁻¹)	1,2± 0,5	0,3± 0,1	165± 36	145± 42	17,2± 9,5	11,6± 4,1	14± 7,4	18,2± 5,5	-
NTK (mg L ⁻¹)	-	-	94± 37	138± 52	62± 32	34± 26	31± 18	29± 14	20

*Afluente e Efluente. **Valor máximo permitido pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01 de 2008 para lançamento em cursos d'água.

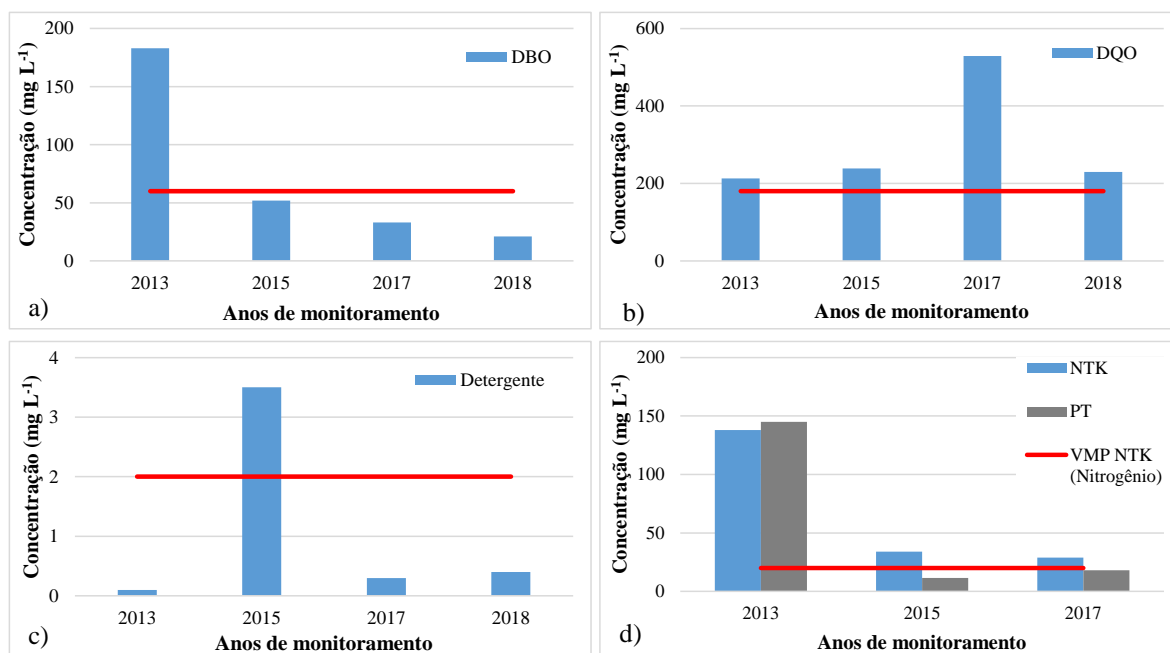


Figura 3: Valores médios das variáveis a) DBO, b) DQO, c) Detergente, d) Nitrogênio (NTK) e Fósforo (PT), do efluente após o tratamento do dejetto canino no Parque Francisco de Assis, Lavras-MG, em 2013, 2015, 2017 e 2018, e valor máximo permitido (VMP) pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01 de 2008 para lançamento em cursos d'água.

Tabela 3: Eficiências médias semanais nas diferentes configurações de tratamento do dejetto canino no Parque Francisco de Assis, Lavras-MG, em 2013, 2015, 2017 e 2018, e padrões de eficiência mínima da Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01 de 2008 para lançamento em cursos d'água.

Variáveis	Eficiências de remoção (%)				PEM-Padrão de eficiência mínima (%)
	2013 (MAFRA et al. 2013)	2015 (SOUZA et al. 2018)	2017	2018	
DBO	44	70	89	90	75
DQO	69	60	30	66	70
Detergente	72	17	25	28	-
PT	74	18	30	10	-
NTK	-	3	50	24	-

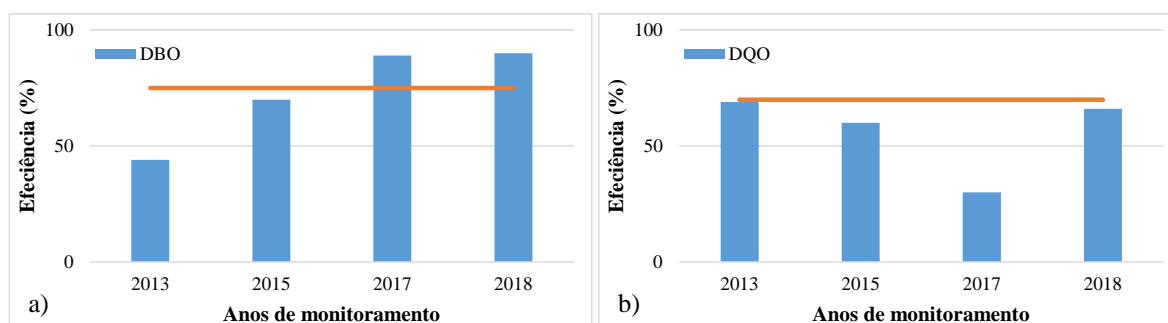


Figura 4: Eficiências médias semanais a) DBO e b) DQO nas diferentes configurações de tratamento do dejetto canino no Parque Francisco de Assis, Lavras-MG, em 2013, 2015, 2017 e 2018, e padrões de eficiência mínima da Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01 de 2008 para lançamento em cursos d'água.

Além das concentrações de DQO e de DBO, deve-se destacar a relação entre elas. Enquanto no esgoto doméstico bruto, a relação varia em torno de 1,7 a 2,4, a relação para a água residuária do canil foi de 0,6 em 2013, 3,2 em 2015, 2,3 em 2017 e de 2,9 em 2018. Apresentando baixa relação em 2013 e 2017. Portanto, fração biodegradável elevada, e relação intermediária em 2015 e 2018. Tal fato não impede o tratamento biológico, porém, como indica que a fração biodegradável não é elevada, pode dificultar o tratamento, e a consequente remoção de matéria orgânica (VON SPERLING, 2017). A ETE-PFA em 2013 não atendeu ao padrão de DBO para lançamento de efluente tratado em curso d'água, a concentração de DBO na saída do tratamento acima do valor máximo permitido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 1 que é de 60 mg L⁻¹ (MINAS GERAIS, 2018).

A partir das alterações do tratamento e do manejo da ETE em 2014, o tratamento passou a atender à legislação. Com instalação da fase aeróbia e do SAC na ETE-PFA em 2017, a eficiência do tratamento ficou superior à exigida pela legislação (75%), e melhor eficiência no período de 2018, com a aeração do biofiltro reduzida para cinco horas diárias. Em função das elevadas relações DQO/DBO, as eficiências de remoção de DQO ficaram acima do padrão para lançamento em corpo d'água (180 mg L⁻¹) e abaixo da eficiência mínima exigida (70%); porém, com o incremento da fase aeróbia, no último período monitorado com aeração de cinco horas diárias a concentração de DQO na saída do tratamento foi bem próximo do limite estabelecido na legislação.

A concentração de detergente no efluente do canil nos períodos monitorados, devido à utilização de produtos de limpeza no processo de higienização das baias (SOUZA et al., 2018), são relativamente pequenas e, portanto, apesar das reduzidas eficiências dos sistemas monitorados, as concentrações de saída do tratamento estão de acordo com o limite estabelecido na legislação de 2 mg L⁻¹. Apenas em 2015 que a concentração de detergente foi superior à média e a baixa eficiência do tratamento não foi suficiente para atender ao padrão de lançamento. Scott e Jones (2000) afirmam que sistemas aeróbios de tratamento são mais eficientes na remoção destas substâncias em relação aos anaeróbios; portanto, a ETE-PFA tem potencial de remoção de detergente. Em 2018, o sistema apresentou melhores eficiências nesse quesito, com tempo de aeração de cinco horas diárias.

A baixa eficiência de remoção de fósforo e nitrogênio evidencia acúmulo de nutrientes no sistema, provavelmente no lodo do sistema TS-FAN e do DS, sendo transportado conforme a variação brusca da vazão afluente ao sistema, fato relatado por Souza et al. (2018). Lamego Neto e Costa (2011) afirmam que o NTK e o PT geralmente são conservados com o aumento da fração mineralizada, contribuindo com a elevação da concentração ao longo do sistema.

A legislação não preconiza padrão de concentração de fósforo para lançamento em corpo d'água e estabelece padrão de 20 mg L⁻¹ para nitrogênio na forma amoniacal. As concentrações de nitrogênio nos períodos monitorados não atenderam ao limite estabelecido; porém, após a instalação da fase aeróbia em 2017 as eficiências de remoção aumentaram. Entretanto, devido ao arraste e acúmulo de nutrientes no lodo, esta eficiência não foi suficiente para atender ao padrão de lançamento. Em 2018, aplicando aeração por cinco horas diárias a concentração de nitrogênio na saída do tratamento foi a melhor encontrada, com valor bem próximo ao estabelecido na legislação, evidenciando assim que a ETE-PFA tem potencial para aumentar a eficiência de remoção de nitrogênio aplicando um tempo de aeração adequado ao BAS.

CONCLUSÕES

As adequações na operação da ETE-PFA e a implantação de novas unidades de tratamento (BAS e SAC) promoveram melhorias consideráveis no tratamento dos efluentes. As melhorias observadas na qualidade do efluente, representada em ganhos de eficiência de remoção e redução de matéria orgânica e nutrientes lançados no Ribeirão do Camarão, no entanto ainda próximo do limite de lançamento.

A instalação de novas fases de tratamento (BAS e SAC) foram essenciais para uma configuração completa, após as quais se observou maiores ganhos em eficiência, promovendo redução ainda maior da matéria orgânica efluente, a redução do tempo de aeração e maiores taxas de desnitrificação, com capacidade de atender aos padrões de lançamento em corpo d'água.

As maiores eficiências desejadas para remoção de NTK dependem de uma taxa de aeração adequada a este tipo de efluente, e que atenda às variações bruscas de vazão e carga orgânica. Quanto ao acúmulo e arraste de lodo, este fato ainda pode ser controlado pela manutenção periódica do sistema TS-FAN e dos DS para retirar o excesso de material sólido e dar a destinação adequada a este subproduto do tratamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG e CAPES pelo apoio à pesquisa, ao Parque Francisco de Assis pelas unidades experimentais, à Sociedade Lavrense de Proteção aos Animais (SLPA) e voluntários, e à Universidade Federal de Lavras especialmente ao programa de doutorado do primeiro autor e ao Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA [AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION]; AWWA [AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION]; WEF [WATER ENVIRONMENT FEDERATION]. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2005, [s.n].
2. BORDIN, A. R. et al. Produção de suínos e o impacto ambiental na Suinocultura. Boletim Técnico. 2005.
3. DALLA VILLA, P. et al. Free-roaming dog control among OIE-member countries. Preventive Veterinary Medicine, v.97, p.58–63, out.2010.
4. FRANCO, C.S., FIA, R., MAFRA, D.C.B., VILELA, H.S., LANDIM, D.V., SOUZA, A.R. Operação do sistema de tratamento de dejetos do Parque Francisco de Assis, Lavras MG. Boletim Técnico. Editora UFLA. 39 p. 2018.
5. LAMEGO NETO, L. G.; COSTA, R. H. R. da. Tratamento de esgoto sanitário em reator híbrido em bateladas sequenciais: eficiência e estabilidade na remoção de matéria orgânica e nutrientes (N, P). Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 411-420, out./dez. 2011.
6. MAFRA, D.C.B., SOUZA, A.R., VILELA, H.S., LANDIM, D.V., FIA, R., FRANCO, C.S. Avaliação do sistema de tratamento de efluente líquido do canil de Lavras, MG. Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia. Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional. Lavras, MG, Brasil. Nov. 2015.

7. MAFRA, D.C.B., VILELA, H.S., FRANCO, C.S., CARDOSO, F.O.W., FIA, R. Desempenho do sistema de tratamento de dejetos do canil de Lavras, MG. XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, Fortaleza – CE. Ago. 2013.
8. MINAS GERAIS – COPAM – Conselho de Política Ambiental; CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
9. SCOTT, M.J.; JONES, M.N. The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochimica et Biophysica Acta*, v.1508, p.235-251, 2000.
10. SOUZA, A.R., AMÂNCIO, D.V., BATISTA, A.P., SANTOS, R.C.V., FIA, F.R.L. Avaliação da biodegradabilidade aeróbia de efluente de canil. XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. São Pedro – SP, Brasil. Set. 2015.
11. SOUZA, A.R., FIA, R., VILELA, H.S., MAFRA, D.C.B., LANDIM, D.V., FRANCO, C.S. Efficiency of the treatment system of wastewater at a kennel. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 40, e36694, 2018.
12. VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 2017. 211 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 2).