



**EIXO TEMÁTICO:**

- ( ) Desastres, Riscos Ambientais e a Resiliência Urbana
- ( ) Drenagem Urbana Sustentável
- ( ) Engenharia de Tráfego, Acessibilidade e Mobilidade Urbana
- ( ) Habitação e a Gestão Territórios Informais
- ( ) Infraestrutura, Espaços Públicos e Ambiente Urbana
- ( ) Intervenções e Requalificações da Cidade Contemporânea
- ( ) Patrimônio Histórico: Temporalidade e Intervenções
- ( ) Políticas Públicas, Justiça Social e o Direito a Cidade
- (X)** Saneamento Ambiental
- ( ) Tecnologia e Sustentabilidade na Construção Civil

**Avaliação da eficiência do tratamento de efluentes em um abatedouro  
do município de Passos-MG**

*Wastewater treatment efficiency evaluation in a slaughterhouse in the city of  
Passos-MG*

*Evaluación de la eficiencia tratamiento de aguas residuales en un matadero en la  
ciudad de Passos-MG*

**Caroline da Silva Oliveira**

Mestranda, UNESP, Brasil.  
oliveira.caroline.dasilva@gmail.com

**Paula Nunes Coelho**

Doutoranda, UNESP, Brasil.  
paulinhancoelho@gmail.com

**Odila Rigolin de Sá**

Professora Doutora, UEMG, Brasil.  
odilarigolin@yahoo.com.br



### RESUMO

O crescimento da população e a aceleração da economia ampliam os usos múltiplos pela água resultando em um aumento na produção de efluentes. A indústria alimentícia de carne é responsável em produzir grande volume de resíduos líquidos com alto potencial poluidor. O tratamento de efluentes é uma alternativa para evitar prejuízos ambientais. Neste trabalho avaliamos a eficiência do tratamento de efluente em um abatedouro no município de Passos- MG. Foram realizadas análises físicas e químicas do efluente em cada etapa do tratamento (lagoa anaeróbia, facultativa e aerada) e os valores obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA nº 430/2011. O tratamento do abatedouro foi eficiente na remoção de matéria orgânica, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio e materiais sedimentáveis. Para o nitrogênio, o tratamento não foi eficiente, demonstrando a necessidade de uma revisão no funcionamento do sistema, evitando prejuízos a saúde dos seres vivos e ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água Residuária. Resolução CONAMA 430. Meio Ambiente.

### ABSTRACT

The increasing population and economic acceleration expand multiple uses by water resulting in an increase in the production of effluents. The food meat industry is responsible for producing large volumes of liquid waste with a high pollution potential. The wastewater treatment is an alternative to avoid environmental damage. In this work we evaluate the effectiveness in treatment of effluent from a slaughterhouse in the city of Passos – MG. Physical and chemical analysis of the effluent were carried out at each stage of treatment (anaerobic lagoon, facultative and aerated). The values obtained were compared with the CONAMA Resolution nº 430/2011. Treatment of slaughterhouse was efficient in removing organic matter, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand and sedimentary materials. The treatment was not effective for nitrogen, demonstrating the need for a revision in the system operation, preventing damage to the health of living beings and the environment.

**KEYWORDS:** Wastewater. Resolution CONAMA 430. Environment.

### RESUMEN

Crecimiento de la población y la aceleración económica amplifican múltiples usos por el agua que resulta en un aumento en la producción de efluentes. La industria de la carne de alimentos es responsable de producir grandes volúmenes de residuos líquidos con un alto potencial de contaminación. El tratamiento de aguas residuales es una alternativa para evitar daños ambientales. En este trabajo se evalúa la eficacia de tratamiento de efluentes en un matadero en la ciudad de Passos-MG. El análisis físico y químico del efluente se llevaron a cabo en cada etapa del tratamiento (laguna anaeróbica, facultativa y aireado) y los valores obtenidos se compararon con la Resolución CONAMA nº 430/2011. El tratamiento del matadero fue eficiente en la eliminación de la materia orgánica, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y materiales sedimentarios. Para el nitrógeno, el tratamiento no fue efectivo, lo que demuestra la necesidad de una revisión en el funcionamiento del sistema, la prevención de daños a la salud de los seres vivos y el medio ambiente.

**PALABRAS CLAVE:** Las Aguas Residuales. Resolución CONAMA 430. Medio ambiente.



### 1. INTRODUÇÃO

O uso múltiplo da água pelos seres humanos, a necessidade desta para atender o crescimento populacional e as demandas industriais e agrícolas tem provocado inúmeros questionamentos pela sociedade. Um destes é o reflexo da emissão de efluentes em corpos hídricos pelas atividades antrópicas, que quando lançados de forma inadequada podem causar prejuízos a saúde dos seres vivos e ao meio ambiente.

Enquanto o consumo de água tem aumentado, o sistema de coleta, transporte, ausência de tecnologia, infraestruturas de tratamento e a disposição final de esgotos não tem se expandido na mesma proporção. Isto tem resultado no aumento do volume de efluentes lançados nos corpos hídricos e na redução da disponibilidade hídrica por deterioração da qualidade da água (HESPANHOL, 2008).

No Brasil, apenas 40,8% dos esgotos produzidos são adequadamente tratados (SNSA, 2016). O restante é devolvido ao meio ambiente sem o devido tratamento. Quando esse lançamento ocorre em níveis aceitáveis pela legislação, o corpo d'água consegue recuperar da poluição pela autodepuração. Esse fenômeno é um processo biológico natural, em que o ambiente consegue retornar ao seu estágio inicial antes de lançar o efluente, sem que suas características naturais sejam prejudicadas (VON SPERLING, 1995).

Nesse sentido, para assegurar a disponibilidade de água às futuras gerações, melhorar a qualidade de vida nos grandes centros urbanos e reduzir os impactos ambientais, órgãos governamentais estabeleceram metas de qualidade para o lançamento de efluentes no corpo hídrico. A resolução CONAMA nº 430/2011 dispõe de parâmetros para lançamento destes efluentes em corpos d'água, permitindo o monitoramento da eficiência do tratamento.

Dentre as atividades antrópicas responsáveis em produzir grande volume de resíduos líquidos com alto grau de poluição é o processamento de carne pelas indústrias alimentícias. Durante o procedimento, ocorre grande perda de água com elevada concentração de material orgânico biodegradável, sólidos em suspensão, gorduras e nutrientes causados pela degradação de proteínas (TAVARES; WEBER 2012). Este efluente é formado por sangue, gordura, excrementos, fragmentos de tecidos ou conteúdo intestinal e microrganismos.

O processo de tratamento das águas residuárias de frigoríficos e abatedouros é desenvolvido principalmente por processos biológicos, em conjunto com as operações físicas de concentração e separação de sólidos (BUSTILLO-LECOMPTE; MEHRVA, 2015). Atualmente, o sistema australiano com lagoas de estabilização tem sido empregado em sistemas de tratamento de efluentes de abatedouros com o propósito de degradar a matéria orgânica e reduzir a concentração de agentes patógenos.

A vantagem de utilizar as lagoas de estabilização é o baixo custo de implantação, simplicidade operacional, de manutenção e de controle, alta sustentabilidade do sistema com baixo fornecimento de energia elétrica e adequada eficiência na remoção de diversas categorias de



poluentes (matéria orgânica biodegradável, nutrientes, agentes patógenos e sólidos suspensos) (CHERNICHARO, 1997).

Considerando a importância da escassez hídrica e dos impactos ambientais gerados durante o processamento da carne em abatedouro, o objetivo do estudo foi avaliar a eficiência do tratamento de efluentes em um abatedouro do município de Passos-MG e verificar se o lançamento dos efluentes tratados encontra-se em conformidade com a Resolução CONAMA nº 430/2011.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na estação de tratamento de efluentes, presente em um abatedouro bovino e suíno, situado no município de Passos, estado de Minas Gerais (Figura 1).

**Figura 1. Imagem de satélite do sistema de tratamento de efluente (Lagoas de estabilização) do abatedouro em Passos-MG.**



Fonte: GOOGLE EARTH, 2014.

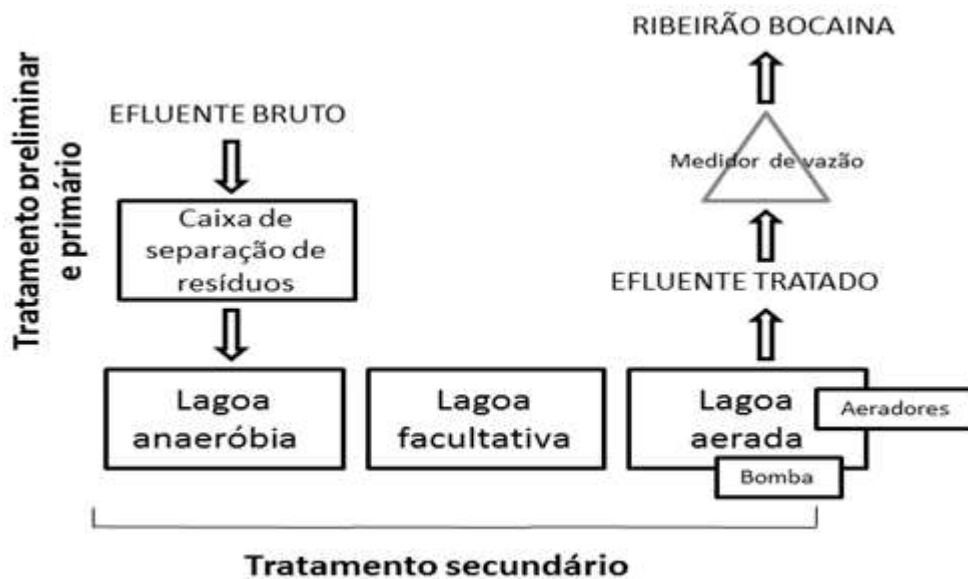
O abatedouro possui um abate médio de 700 bois e 1200 suínos por semana. Conforme a Deliberação Normativa (DN) nº 74 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM-MG) o abatedouro é considerado um empreendimento de porte médio, com potencial poluidor/degradador grande. Seu sistema de tratamento é constituído de tratamento preliminar, primário e secundário (Figura 2).

O tratamento preliminar se inicia na separação de sólidos grosseiros por meio da caixa de separação de resíduos. Os resíduos mais grosseiros são utilizados para adubo de capim ou produção de ração, evitando uma quantidade muito elevada da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no efluente.

O primário visa à remoção de sólidos em suspensão não grosseiros por decantação e implica na redução da carga de DBO dirigida ao tratamento secundário. O tratamento secundário

consiste na remoção de material orgânico fino em suspensão, não removido no tratamento preliminar e primário, decorrentes das transformações bioquímicas, produzidas pelos microrganismos (lagoa anaeróbia, facultativa e aerada). Em seguida, o efluente é transferido para o medidor de vazão (efluente tratado), que mede a quantidade de esgoto a ser despejado e posteriormente lançado no corpo hídrico Ribeirão Bocaina (Figura 2).

Figura 2. Fluxograma geral da estação de tratamento de efluentes (ETE) do abatedouro.



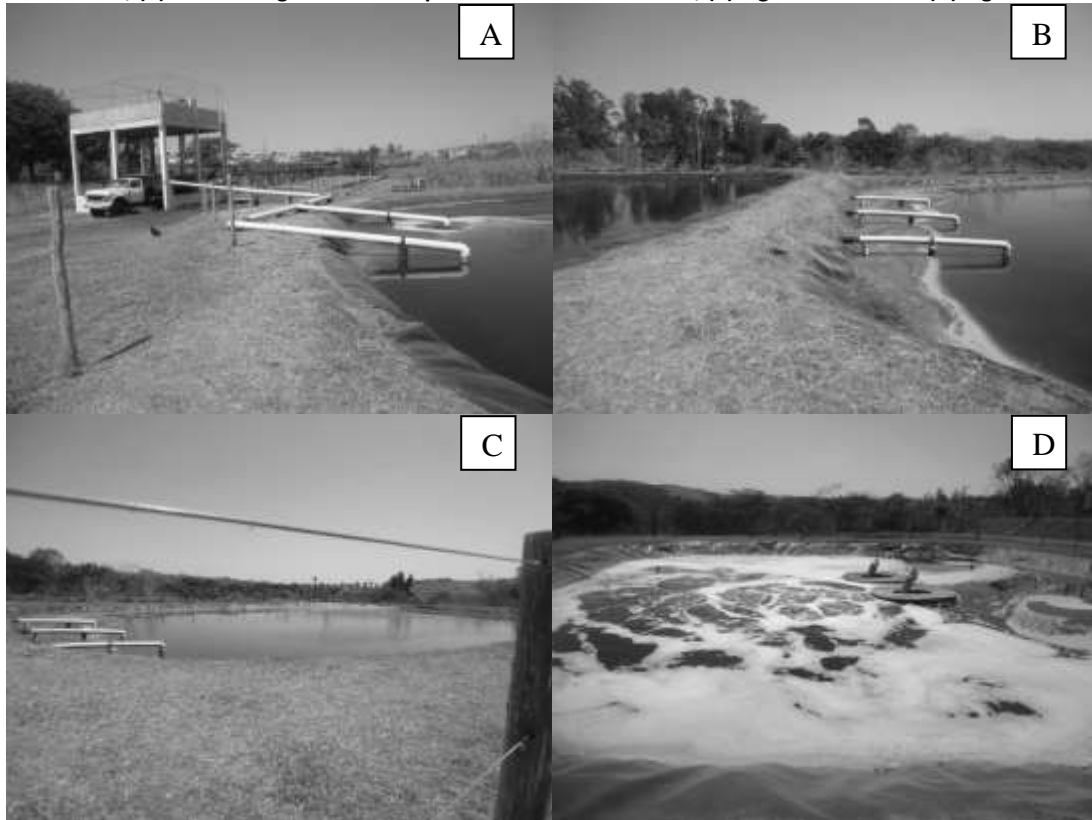
Fonte: DO AUTOR, 2016.

A eficiência no tratamento foi realizada a partir do monitoramento das variáveis físicas e químicas dos efluentes coletados nos meses de agosto e setembro de 2014. Foram coletados em quatro pontos, sendo: efluente bruto sem tratamento (Figura 3A), saída lagoa anaeróbia e entrada lagoa facultativa (Figura 3B), facultativa (Figura 3C), aerada (Figura 3D).

A temperatura e o valores do pH da água foram obtidas com um pH-metro digital. A concentração de oxigênio dissolvido foi realizada pelo aparelho oxímetro Datalogger (ITT 71440). Para analisar a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi utilizado o método da diluição e incubação pela ação de bactérias, por 5 dias a 20°C, medida pelo sensor *Oxitop* (ABNT, 1992). A demanda química de oxigênio (DQO) foi determinada pelo aparelho Bloco Digestor e a leitura realizada pelo *Colorimeter* (APHA 2012). A concentração de material sedimentável foi obtida pela decantação do sedimento (NBR/88), adicionando um litro do efluente em cone "*Imhoff*" por uma hora e o nitrogênio foi realizado pelo método de Valderrama, (1981). Para a matéria orgânica utilizou-se o método Golterman et al., (1978).

Os parâmetros físicos e químicos dos efluentes tratados foram comparados com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (que dispõe dos parâmetros necessários para despejo de efluentes em corpos d'água).

**Figura 3. Lagoas de estabilização do abatedouro: (A) saída da caixa de separação de resíduos para entrada da lagoa anaeróbia; (B) saída da lagoa anaeróbia para entrada da facultativa; (C) lagoa facultativa e (D) lagoa aerada.**



Fonte: DO AUTOR, 2014.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da temperatura, pH, materiais sedimentáveis, matéria orgânica, demanda química de oxigênio (DQO) e concentração de nitrogênio avaliados durante as etapas do tratamento de efluentes do abatedouro são apresentados na Tabela 1.

A temperatura do efluente variou de 20 °C a 23,4 °C, conforme o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 430, a qual determina uma temperatura inferior a 40°C para ocorrer a digestão anaeróbia por microrganismos. Esse é um parâmetro físico de importância no tratamento biológico dos efluentes líquidos, pois com a elevação da temperatura, aumenta os processos biológicos e o bom funcionamento do sistema de tratamento (JORDÃO; PESSOA 2011).

Em relação ao pH, houve uma tendência de aumento no decorrer do tratamento, com uma faixa próxima a neutralidade. Os valores estão dentro do intervalo estabelecido pela legislação vigente, que estabelece efluentes com pH entre 5,0 a 9,0. Resultados semelhantes ao presente estudo foram observados em trabalhos desenvolvidos nas estações de tratamento de efluentes de abatedouros avícola e bovino (RODRIGUES et al., 2016).



Para os materiais sedimentáveis, a eficiência do tratamento foi próxima a 100%. A resolução exige a quantidade máxima de 1 ml/L em teste de cone Imhoff. Esse parâmetro atende aos padrões previstos na resolução e corresponde ao intervalo observado por Sperling, (2002) que ressalta uma eficiência satisfatória de 70-80% na remoção.

Mesmo sem ter seu valor regulamentado pela legislação, foi observado um desempenho no tratamento superior a 80% na remoção de matéria orgânica e 75% na demanda química de oxigênio (DQO). Esse resultado apresenta conformidade com Lima, (2005), que ressalta uma remoção eficiente na DQO em torno de 55 a 70%.

A concentração de nitrogênio foi elevada, com uma média de 152,6 mg/L para o efluente tratado. Tal valor não atende a Resolução CONAMA nº 430/2011, que estabelece uma concentração máxima de 20 mg/L. A determinação do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de esgoto (ESTEVES, 2011).

A eutrofização é o processo mais comum de degradação ambiental causada pelo enriquecimento, principalmente de nitrogênio e fósforo em ambientes aquáticos. Quando a emissão de efluentes ocorre em quantidade elevada, causa o crescimento excessivo de algas, redução na concentração de oxigênio dissolvido da água e diminuição na diversidade das comunidades aquáticas (SMITH; SCHINDLER, 2009; DORGHAM, 2014). Durante esse processo, ocorre também a produção de toxinas pelas algas, que podem afetar a saúde do homem e causar a mortandade da fauna através de intoxicações. Nesse contexto, para reduzir a contaminação ambiental, é necessário melhorar o desempenho na remoção do nitrogênio durante o tratamento dos efluentes ou recomenda o uso de alternativas para o seu reaproveitamento.

**Tabela 1. Valores médios dos parâmetros avaliados em cada etapa do tratamento de efluentes do abatedouro e as normas exigidas pela resolução CONAMA 430/2011. S/E: sem exigências.**

Parâmetros	Lagoa Anaeróbia	Lagoa Facultativa	Lagoa Aerada	Efluente tratado	CONAMA 430/2011
pH	6,76	6,77	7,63	7,82	5 a 9
Temperatura (°C)	21,7	21,15	21,5	22,45	Inferior a 40
M. Sedimentáveis (ml/L)	220	7,5	1	1	Até 1
Matéria orgânica (mg/L)	470	84	84	84	S/E
DQO (mg/L)	1650	543	475	415,5	S/E
Nitrogênio (mg/L)	268,8	174,3	165,9	152,6	20

Fonte: DO AUTOR, 2016.

Quanto á demanda bioquímica de oxigênio (DBO), foi observada uma remoção superior a 90% no efluente tratado (Tabela 2), mostrando uma alta eficiência se comparada com a resolução vigente. Esse parâmetro determina a quantidade de oxigênio utilizada por microrganismos heterótrofos na degradação da matéria orgânica. Portanto, elevadas concentrações de DBO resultam em baixas concentrações de oxigênio dissolvido e grande possibilidade de poluição ambiental no ambiente aquático. O uso das lagoas anaeróbicas e facultativa é muito eficiente na remoção de compostos orgânicos (SPERLING, 2002), fato este verificado também no presente estudo.



**Tabela 2. Valores médios da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e eficiência de remoção da DBO em efluentes de abatedouro obtidas nas lagoas de tratamento, e valor exigido pela resolução.**

Parâmetro	Efluente bruto	Lagoa Anaeróbia	Lagoa Facultativa	Lagoa Aerada/Efluente tratado
DBO (ml/L)	1525,5	183	109,9	95,6
Eficiência do tratamento	X	88 %	92,8 %	93,7%
Eficiência exigida	X	X	X	60% de remoção

Fonte: DO AUTOR, 2016.

## 4. CONCLUSÃO

O sistema de lagoas no tratamento de efluentes do abatedouro mostrou-se eficiente na redução dos parâmetros analisados com exceção do nitrogênio. Embora o abatedouro utilize a lagoa aerada para remoção de nitrogênio dos efluentes, este parâmetro não está em conformidade com as exigências da legislação brasileira (CONAMA 430, 2011). Portanto, sugere-se uma revisão no funcionamento do sistema para obter melhor eficácia no tratamento ou o uso de alternativas para o reaproveitamento do efluente, reduzindo assim o impacto negativo no corpo d'água e garantindo melhor qualidade ambiental nos centros urbanos.

## 5. AGRADECIMENTO

Ao abatedouro do município de Passos, por ter disponibilizado suas instalações para realização do monitoramento de seus efluentes.

A Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG) Campus de Passos, por disponibilizar o laboratório de Análises Ambientais e Produtos Alimentícios e ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto para a realização das análises.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12614: águas – determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) – (método de incubação 20°C, cinco dias). Rio de Janeiro, 1992. 5 p.

BUSTILLO-LECOMPTE, C. F.; MEHRVAR, M. Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. **Journal of environmental management**, v. 161, p. 287-302, 2015.

CHERNICHARO, C. A. L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 5: Reatores anaeróbios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, 245 p.,1997.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2011. Resolução CONAMA n°430. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acessado em 30 de agosto de 2016.





Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004. Disponível em: <http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br/mbpo/recursos/DeliberaNormativa74.pdf>. Acessado em 09/09/2016.

DORGHAM, M. M. Effects of eutrophication. In: ASARI, A. A.; GILL, S. S. (eds.). **Eutrophication: Causes, Consequences and Control**, v. 2, p. 29-44, 2014.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciências, 2011.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2ª ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978. 213 p.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008.

JORDAO, P. E.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, v. 6, 2011. 1087p.

LIMA, F. P. **Energia no tratamento de esgoto: Análise tecnológica e institucional para conservação de energia e uso de biogás**. Dissertação de mestrado. Programa Inter unidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

(NBR 10561/88- Água - Determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de Imhoff) - Método de ensaio.

OPEN Reflux method. In: STANDARD methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington: APHA; AWWA; WEF, 2012. p. 5:17-18 (Method 5220 B).

RODRIGUES, L. S.; LOPES, B. C.; LIMA, C. A.; RIBEIRO, M. C.; SANTOS, R. P.; SILVA, I. J. Tratamento de efluentes de abatedouro de frangos por meio de reator UASB seguido de filtro anaeróbio. **Arq. bras. med. vet. zootec**, v. 68, n. 1, p. 97-103, 2016.

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p.

SMITH, V. H.; SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? **Trends in Ecology and Evolution**, v.24, n.4, 2009.

SPERLING, M. V. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**, Universidade Federal de Minas Gerais: 2002 – Volume 1, 3 e 4.

TAVARES, E. M.; WEBER, M. I. **Impactos ambientais e tratamento gerado pelos efluentes de abatedouro bovinos**, 2012. Universidade Federal do Paraná, 2012.

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. **Marine chemistry**, v. 10, n. 2, p. 109-122, 1981.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, 240 p., 1995.

## ANEXOS



**Tabela 3. Valores dos parâmetros físicos e químicos avaliados em efluentes de abatedouro obtidas nas lagoas de tratamento, no mês de agosto de 2014. M.S: materiais sedimentáveis; MO: matéria orgânica; DQO: demanda química de oxigênio; DBO: demanda bioquímica de oxigênio.**

Parâmetros	pH	Temperatura (°C)	M. S (ml/L)	M.O (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Nitrogênio (mg/L)
<b>Efluente bruto</b>	6,65	23,4	250	420	1650	1455	184,8
<b>Entrada lagoa facultativa</b>	6,64	22,3	5	84	477	203	172,2
<b>Entrada lagoa aerada</b>	7,52	23	1	84	458	124	159,6
<b>Efluente tratado</b>	7,78	22,3	1	84	404	118	155,4

Fonte: DO AUTOR, 2016.

**Tabela 4. Valores dos parâmetros físicos e químicos avaliados em efluentes de abatedouro obtidas nas lagoas de tratamento, no mês de setembro de 2014. M.S: materiais sedimentáveis; MO: matéria orgânica; DQO: demanda química de oxigênio; DBO: demanda bioquímica de oxigênio.**

Parâmetros	pH	Temperatura (°C)	M. S (ml/L)	M.O (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Nitrogênio (mg/L)
<b>Efluente bruto</b>	6,86	20	190	510	1650	1596	352,8
<b>Entrada lagoa facultativa</b>	6,89	20	10	88	609	163	176,4
<b>Entrada lagoa aerada</b>	7,73	20	1	84	492	95,8	172,2
<b>Efluente tratado</b>	7,86	22,6	1	84	427	73,2	149,8

Fonte: DO AUTOR, 2016.