

## SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE MATADOURO BOVINO UTILIZANDO LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

---

Carlos Amilton Silva Santos<sup>1</sup>, Cássia Juliana Fernandes Torres<sup>2</sup>, Naiara de Lima Silva<sup>2</sup>, Joseane Oliveira da Silva<sup>3</sup>, Felizardo Adenilson Rocha<sup>3</sup>

1. Professor Associado da Faculdade de Tecnologia e Ciências – FTC, Email: Carlos.amilton@uol.com.br, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.
2. Graduandos de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (torrescjf@yahoo.com.br)
3. Professor do Instituto Federal da Bahia – IFBA (felizardoar@hotmail.com, joseaneoliveiras@yahoo.com.br)

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

---

### RESUMO

A atividade de abate de bovinos gera uma grande quantidade de efluentes. A pesquisa objetivou avaliar a eficiência do sistema de tratamento de efluentes do frigorífico Vitay Foods Nordeste Indústria e Comércio LTDA, por meio de alguns parâmetros físico-químicos de qualidade de água em quatro lagoas de estabilização (na entrada e saída da lagoa). Com base na resolução CONAMA 357/2005 e recomendações da literatura, o sistema de tratamento de efluentes do frigorífico não apresenta eficiência satisfatória em termos de DBO, pois apresentou valor de DBO de saída na última lagoa acima de 10 mgL<sup>-1</sup>. Por outro lado, a remoção de sólidos sedimentáveis foi superior a 99%, evidenciando uma alta eficiência do sistema de tratamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluentes líquidos, frigorífico, eficiência

### SYSTEM OF TREATMENT OF BOVINE'S EFFLUENT FROM SLAUGHTERHOUSE USING WASTE STABILISATION PONDS

#### ABSTRACT

The slaughterhouse activity generates a great amount of wastewater. It was evaluated in this research the efficiency of the treatment system of effluents from Vitay Foods Northeast Industry and trade LTDA, through some physical and chemical parameters of water quality in four ponds of stabilization (in the entrance and exit of pond). Using the resolution CONAMA 357/2005 and recommendations of the literature, the treatment system of effluents of the freezer doesn't present satisfactory efficiency in terms of DBO, because it presented values of DBO in the last pond above 10 mgL<sup>-1</sup>. On the other hand, it was superior to 99% the removal of solids sediments, showing a high efficiency of the treatment system of wastewater.

**KEYWORDS:** Liquid effluents, abattoir, performance

## INTRODUÇÃO

Em 2010, o rebanho bovino representava um dos maiores rebanhos de animais do Brasil e do mundo, com cerca de 207 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2010). O abate de bovinos é uma das atividades econômicas mais importantes no mercado brasileiro, tendo em vista que o Brasil é um dos maiores consumidores e exportadores da carne bovina do mundo. No entanto, o setor deve cumprir todas as leis sanitárias para que não haja recusa do produto pelos compradores, bem como garantir a proteção do meio ambiente.

A atividade de abate de bovinos utiliza uma grande quantidade de água que, em quase toda sua totalidade é descartada como efluente líquido. As águas residuárias contêm sangue, gordura, excrementos, substâncias contidas no trato digestivo dos animais, fragmentos de tecidos, entre outros, caracterizando um efluente com elevada concentração de matéria orgânica. Esse efluente, quando disposto ao meio ambiente sem tratamento, representa focos de proliferação de insetos e de agentes patogênicos, além de contaminação de águas superficiais e subterrâneas. Além disso, devido à sua constituição, começam a se decompor em poucas horas, formando gases fétidos que tornam difícil a respiração nos arredores dos estabelecimentos, causando incômodos à população local. Assim, este tipo de efluente é responsável por uma imagem ruim que o público tem desses estabelecimentos.

O efluente dos matadouros possui uma grande carga de sólidos em suspensão, nitrogênio orgânico, com uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em torno de  $4.200 \text{ mgL}^{-1}$  dependendo do sistema de abate (AGUILAR, 2002). Por outro lado, para BRAILE & CAVALCANTI (1993), os despejos de matadouros e frigoríficos têm grande carga de sólidos em suspensão, nutrientes, óleos e graxas, sólidos totais e DBO que fica entre 800 e  $32.000 \text{ mg L}^{-1}$ , podendo variar em função dos cuidados na operação e com o reaproveitamento dos resíduos do processo de produção. Este valor de DBO é bem superior ao encontrado em esgotos domésticos que apresenta valores na faixa de  $300 \text{ mg L}^{-1}$  (Von SPERLING, 2002).

A consciência crescente de que o tratamento de águas residuárias é de fundamental importância para a saúde pública e para o combate a poluição hídrica levou à necessidade de se desenvolver sistemas que combinam alta eficiência com custos baixos de construção e de operação. Dessa forma, o tratamento de efluentes deve atender aos padrões de qualidade ambiental estabelecidos em normas específicas.

Os sistemas existentes hoje para tratamento de efluentes líquidos são constituídos de etapas ou operações unitárias, que objetivam a remoção de matéria orgânica e micro-organismos patogênicos. Para a remoção dos sólidos grosseiros são utilizadas grades, peneiras, sedimentadores e flotadores (são tanques onde a gordura se separa da água devido à diferença de peso específico, onde a gordura flutua e posteriormente é retirada). Os sólidos coloidais que são os que grudam, quando dissolvidos são removidos utilizando-se os tratamentos físico-químicos. Os processos biológicos são utilizados para a remoção de matéria orgânica dissolvida ou coloidal.

Segundo JORDÃO & PESSOA (2005), as lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas, sendo um dos tipos de tratamento mais

utilizados no país, principalmente devido às condições climáticas, custos baixos para sua implementação e operação, simples construção e manutenção.

O processo de tratamento biológico tem como princípio utilizar a matéria orgânica dissolvida ou em suspensão como substrato para micro-organismos tais como bactérias, fungos e protozoários, que a transformam em gases, água e substâncias mais simples e inorgânicas.

As lagoas facultativas são a variante mais simples dos sistemas de lagoas de estabilização. Entre as vantagens destes sistemas estão a simplicidade de operação e a confiabilidade do funcionamento (Von SPERLING, 1996; IDE et al., 1997).

Nas lagoas anaeróbias, que geralmente possuem profundidade variando de 3 a 5 metros, a estabilização da matéria orgânica ocorre sem oxigênio dissolvido e se dá através da digestão ácida e da fermentação metanogênica. Segundo GONÇALVES (1997), para que ocorram condições favoráveis para a estabilização necessita-se de elevados tempos de retenção hidráulica e temperaturas acima de 20°C. Outros autores sugerem que a temperatura seja superior a 15 °C, o que faz com que locais como o Brasil, onde predominam as temperaturas elevadas, sejam bastante favoráveis à implantação desses sistemas. Ainda de acordo GONÇALVES (1997), a operação de uma lagoa anaeróbia depende do delicado equilíbrio entre as bactérias formadoras de ácidos (acidogênicas) e as formadoras de metano (metanogênicas).

Segundo JORDÃO & PESSOA (2005), a lagoa anaeróbia criteriosamente projetada poderá operar livre de maus odores oferecendo uma redução de DBO na faixa de 50% até 60%. O conjunto de lagoas (sistema tipo australiano) apresenta excelente eficiência de tratamento, com eficiência de remoção de DBO entre 75% e 85%. De acordo com a Resolução CONAMA 357 (2005), para classe de água tipo 3 a concentração de oxigênio dissolvido (OD) deve ser não inferior a 4 mg L<sup>-1</sup>.

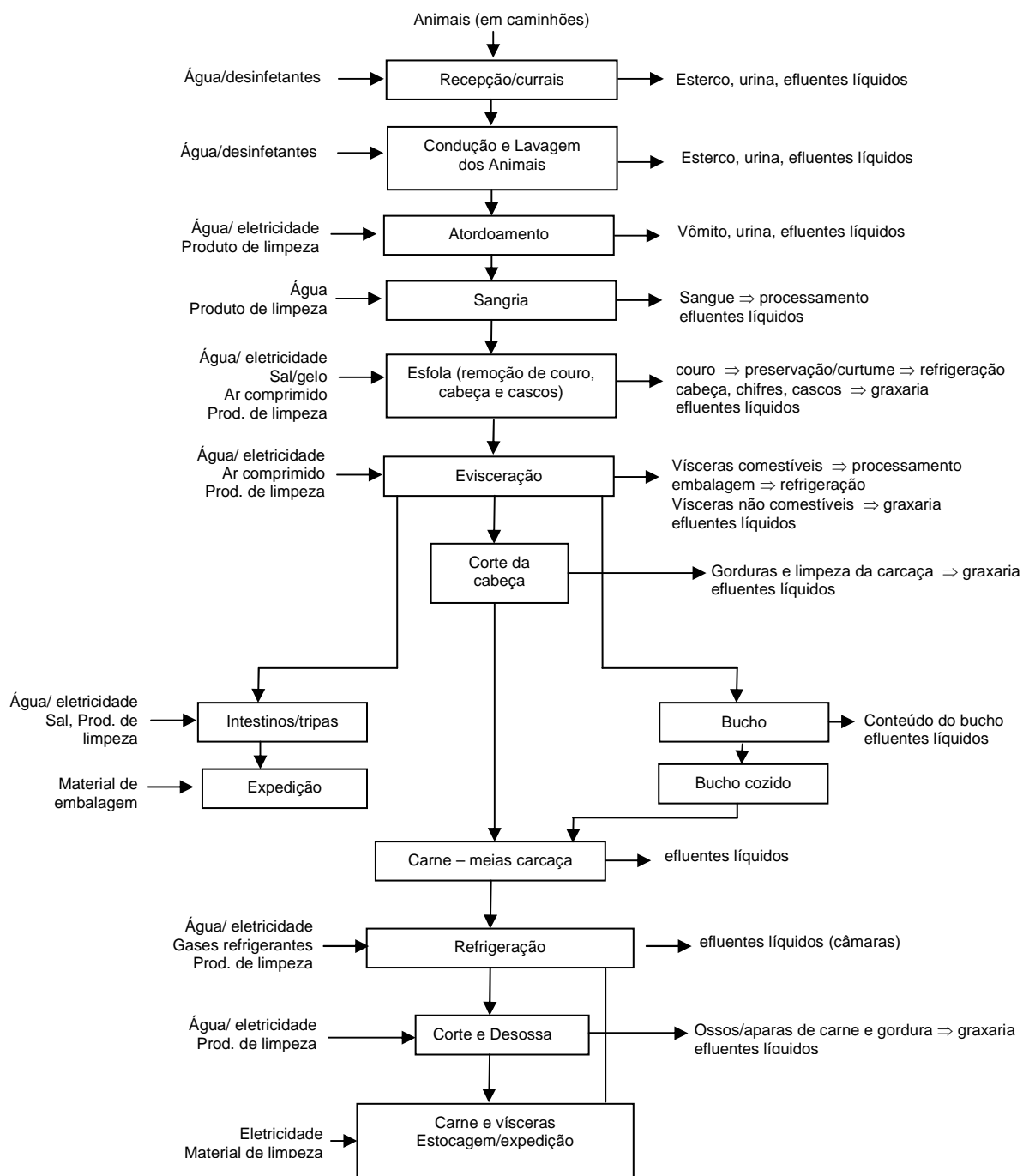
Diante do exposto, o entendimento do processo de abate de bovinos e a avaliação da eficiência do sistema de tratamento são de fundamental importância para a garantia da proteção do meio ambiente. Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do sistema de tratamento de efluentes do frigorífico Vitay Foods Nordeste Indústria e Comércio LTDA, por meio de alguns parâmetros físico-químicos de qualidade de água em quatro lagoas de estabilização (na entrada e saída de água), instaladas em série.

## METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no sistema de tratamento de efluentes do frigorífico Vitay Foods Nordeste Indústria e Comércio LTDA, localizado no município de Vitória da Conquista, Bahia, que possui capacidade de abate de 1000 cabeças/dia. A empresa atua na prestação de serviço de abate de bovinos e bubalinos para várias cidades do sudoeste da Bahia.

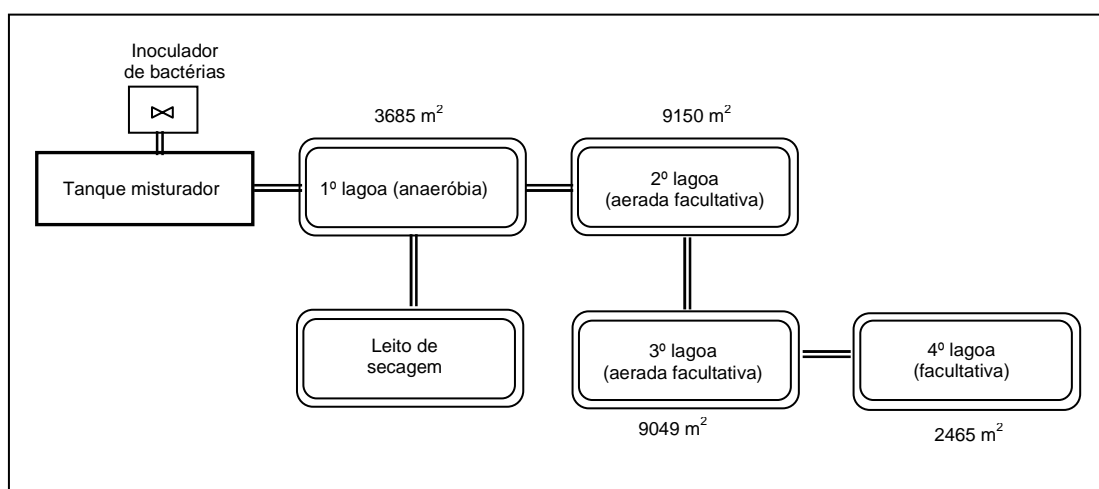
O processo de abate dos bovinos no frigorífico obedece a várias etapas, que vão desde recepção dos animais, abate, separação dos resíduos, tratamento do efluente líquido e sólido até o reuso do efluente, via irrigação, na cultura do eucalipto. O fluxograma simplificado do processamento dos bovinos abatidos é descrito de forma sucinta na Figura 1.

Todo o processo de abate, incluindo o tratamento dos efluentes de banheiros e vestiários, gera 5992 m<sup>3</sup> de efluente por mês.



**FIGURA 1.** Fluxograma básico do abate de bovino no frigorífico Vitaly Foods

O efluente proveniente das diversas unidades de processamento sofre um tratamento preliminar, antes de ser conduzido à unidade biológica de tratamento. Dessa forma, o efluente proveniente do processo de abate, buxaria, lavagem dos baús frigoríficos e lavagem do gado são conduzidos a um tanque misturador. Antes, porém, ocorre o pré-tratamento, constituído de uma peneira estática na linha verde e uma peneira estática na linha vermelha, além de uma caixa de gordura. Posteriormente, uma calda com bactérias são inoculadas no tanque misturador, visando acelerar o processo de degradação microbiana. Em seguida, a duas linhas são reunidas e encaminhadas por gravidade, para o sistema de lagoas de estabilização, instaladas em série, constituído por uma lagoa anaeróbia, duas lagoas aeradas facultativas e uma última lagoa facultativa. Além disso, existe um leito de secagem para retirada do material sólido sobrenadante (Figura 2).



**FIGURA 2.** Layout do sistema de tratamento de efluentes do matadouro.

As dimensões das lagoas avaliadas que compõem o sistema de tratamento encontram-se na Tabela 1.

**TABELA 1.** Dimensão das lagoas de estabilização

Numero da lagoa	Área (m <sup>2</sup> )	Profundidade (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
01	1.474,33	2,5	3.685
02	2.474	3,7	9.151
03	3.620	2,5	9.049
04	986	2,5	2.465

A vazão média diária na entrada do sistema é de 450 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup>. Entretanto, há variações de até 20% neste valor. Estas variações são reflexos de fatores de mercado, que submetem o sistema a uma carga de choque hidráulica, sobretudo na primeira lagoa. O tempo de detenção hidráulicas nas lagoas 1, 2, 3 e 4 foram de 8,2, 20, 20 e 5,5 dias, respectivamente (Figura 2).

Para avaliação do sistema de tratamento, foram coletas na entrada e saída de cada uma das lagoas (total de quatro lagoas) três amostras do efluente, as quais foram devidamente armazenadas e conduzidas para laboratório, sendo analisados os parâmetros: DBO, Oxigênio dissolvido, pH, sólidos sedimentáveis, sendo

considerando o valor médio para cálculo da eficiência de tratamento. As análises foram realizadas no mês de Junho de 2009 e encaminhadas ao Laboratório de análises químicas da Embasa (Empresa Baiana de Saneamento), em Vitória da Conquista, BA, empregando os procedimentos estabelecidos pelo Standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 1995).

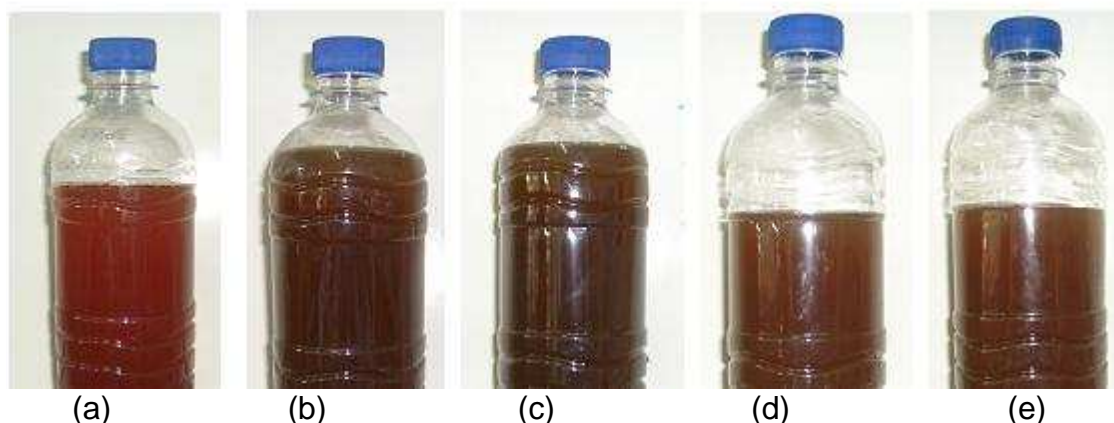
A eficiência dos parâmetros analisados no tratamento da água residuária pode ser avaliada conforme recomendações de BRAILE & CAVALCANTI (1993), obtida pela equação:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100 \quad \text{eq. 1}$$

em que E é a eficiência do processo, %;  $S_0$  é a concentração do substrato afluente,  $\text{mg L}^{-1}$ ; S é a concentração do substrato efluente,  $\text{mg L}^{-1}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras do efluente coletadas na entrada do sistema de tratamento da lagoa anaeróbia, ponto de coleta 1, apresentou uma coloração marrom/avermelhada bastante escura, com a presença de sólidos grosseiros, matéria orgânica e sangue das diversas etapas do abate. Por outro lado, o efluente da lagoa facultativa, pontos de coleta 2 e 3, apresentam uma coloração marrom claro em relação a amostra 1, evidenciando uma boa remoção dos sólidos presentes na amostra (Figura 3 e Tabela 2). Essas características também foram observadas por BRAILE & CAVALCANTI (1993) e RATTI et al. (2007).



**FIGURA 3.** Amostras da entrada da lagoa 1 (a); Amostra da saída da lagoa 1 (b); Amostra da saída da lagoa 2 (c); Amostra da saída da lagoa 3 (d); amostra da saída da lagoa 4 (e).

Observou-se que o pH sofreu uma pequena variação entre os pontos de coleta, estando esses parâmetros dentro do que preconiza a legislação através da Resolução 357/05 CONAMA que, no seu artigo 34, estabelece para lançamento de efluentes líquidos pH entre 5,0 e 9,0. Nesta faixa de valor o efluente apresenta uma solução básico-alcalina o que favorece o bom funcionamento do sistema de

tratamento secundário. Por outro lado, ARRUDA (2004) comenta que encontrou valores e pH para efluente de matadouros inferiores ao encontrado neste trabalho.

**TABELA 2.** Valores dos parâmetros avaliados no sistema de tratamento

Local de coleta	Parâmetros avaliados					
	pH*	SS*	EF1 (%)	OD*	DBO*	EF2 (%)
Entrada da lagoa 1	6,74	42,00	---	0	257,00	---
Saída da lagoa 1	7,19	15,00	64,29	0	253,00	1,56
Entrada da lagoa 2	7,20	15,10	---	0	252,00	---
Saída da lagoa 2	8,16	2,10	86,09	0	153,00	39,29
Entrada da lagoa 3	8,16	1,07	---	0	150,75	---
Saída da lagoa 3	8,19	1,10	0,0	0	140,00	7,13
Entrada da lagoa 4	8,32	0,31	---	0	140,50	---
Saída da lagoa 4	8,38	0,2	35,48	0	100,10	28,75

\* média de três repetições; SS = Sólidos sedimentáveis; EF1= eficiência de remoção de Sólidos sedimentáveis; EF2= eficiência na redução de DBO.

No processo de remoção dos sólidos sedimentáveis, a lagoa 2 (aerada facultativa) apresentou a melhor eficiência, enquanto a lagoa 3 não conseguiu reduzir os valores de sólidos sedimentáveis. Resultado semelhante foi encontrado quando se analisa o parâmetro DBO para a lagoa 2, pois a eficiência foi de 39,29%. A eficiência total do sistema de tratamento do matadouro, em termos dos parâmetros sólidos sedimentáveis e DBO, foi de 99,52% e 61,05%, respectivamente.

A variação na eficiência dos parâmetros analisados está associada ao processo de abate, pois o processo de abate ocorre de forma sazonal, ou seja, não tem uma atividade de abate constante, gerando uma quantidade diferente de efluente a cada dia de trabalho. Esses parâmetros de análise se enquadram dentro das características de eficiência do sistema que, para Von SPERLING (2002), recomenda para o sistema uma eficiência de 70 a 80% de remoção dos sólidos sedimentáveis.

Os valores de OD em todos os pontos analisados foram zero, mostrando que todo o oxigênio incorporado massa líquida foi totalmente utilizado pelas bactérias presentes na lagoa, não permitindo oxigenação da água.

A análise da DBO apresentou um parâmetro muito acima do permitido pela resolução 357/05 CONAMA, cujo valor máximo de 10 mgL<sup>-1</sup> (vide valores encontrados na saída da lagoa 2 e saída da lagoa 4), embora o sistema de tratamento tenha obtido uma eficiência de 61,05%. Von SPERLING (2002) preconiza que tratamento biológico por lagoas de estabilização devem apresentar eficiência de remoção de DBO entre 70 a 80%, enquanto JORDÃO & PESSOA (2005) recomendam uma eficiência de 75 a 85% de remoção da DBO.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados pode-se concluir que:

- Com base na resolução CONAMA 357/2005 e recomendações da literatura, o sistema de tratamento de efluentes do frigorífico não apresenta eficiência satisfatória em termos de DBO, pois apresentou valor de DBO de saída na última lagoa acima de  $10 \text{ mgL}^{-1}$ ;
- O sistema de tratamento foi eficiente na remoção de sólidos totais sedimentáveis, apresentando valor de 99,52%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, M. I. Nutrient Removal and Sludge Production in the Coagulation-Flocculation Process. **Water Research**, v. 36, p. 2910-2919. 2002.

ANUALPEC 2010: **Anuário da pecuária brasileira**. FNP Consultoria & Comércio. Editora Argos Comunicação, São Paulo.

APHA - **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 th edition: Washington, American Public Health Association. 1995.

ARRUDA, V.C.M. **Tratamento Anaeróbio e Gestão de Efluentes Gerados em Matadouros de Bovinos**. 2004. 110f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Pernambuco, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. Sao Paulo, CETESB, 1993. 764 p.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005.

IDE, C.N.; GONDA, J.; GOMES, M.R.; LOUREIRO, H.; DAL'ONGARO, M.; GOMES, R.A. **Avaliação do Desempenho de lagoas de estabilização no tratamento de efluentes de matadouro** – Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19ª Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental, 2 - FITABES'97, Foz do Iguaçu, 14-19 set. 1997.

GONÇALVES, R. F. Lodos de Lagoas de Estabilização em Operação no Espírito Santo: Formação e Características. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABES, jul, 1997. p. 428-438.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Ed., Rio de Janeiro, 2005.



RATTI, M.R.; PASSIG, F.H. Caracterização do efluente do matadouro municipal da cidade de Mamborê /PR. **Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 02 a 07 de setembro de 2007 – Belo Horizonte/MG. II – 258.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 1996. 243p.

VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização**. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2002. 196p.