

TRATAMENTO DOS EFLUENTES DE UM FRIGORÍFICO POR SISTEMA AUSTRALIANO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO¹

EFFLUENT TREATMENT OF ONE SLAUGHTER- HOUSE BY MEANS OF THE AUSTRALIAN SYSTEM OF STABILIZATION PONDS

João Antonio Segabinazzi Pacheco² e Delmira Beatriz Wolff³

RESUMO

Neste trabalho, o objetivo é propor um sistema para o tratamento dos efluentes líquidos de um frigorífico do Rio Grande do Sul, visando a atender à legislação ambiental estadual. Foi realizado um levantamento da situação atual do tratamento de efluentes, desde a geração desses no confinamento e no processo de abate dos bovinos, onde foram observadas as suas deficiências. Com base nessas observações, foi proposta a implantação de peneiras estáticas, caixa separadora de gordura e o redimensionamento das lagoas, que deverão compor um sistema conhecido como Sistema Australiano de Lagoas de Estabilização, para otimizar o sistema de tratamento dos efluentes líquidos do frigorífico. O sistema será composto por quatro lagoas anaeróbias e quatro lagoas facultativas dimensionadas para reduzir cargas orgânicas aplicadas de 10.500kgDBO₅/dia, com temperaturas mínimas de 10°C. Com a implantação deste sistema de tratamento, estima-se obter uma remoção de 90 % em termos de DBO₅.

Palavras-chave: efluente líquido, frigorífico, lagoas de estabilização, sistema australiano.

ABSTRACT

This work aims to suggest a system for the treatment of liquid effluents from a slaughter-house in Rio Grande do Sul, in order to fulfill the State environment laws. A survey was developed on the current situation of the effluents treatment, since the generation of them in the confinement and in the cattle slaughtering process, in which it was possible to observe its deficiencies. Based on these observations, it was suggested the implementation of static sieves, a tank for the separation of fat and the

¹ Trabalho Final de Graduação - TFG.

² Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental - UNIFRA.

³ Orientadora - UNIFRA. E-mail: delmira@unifra.br.

reconfiguration of the ponds that should make part of a system known as Australian System for Stabilization Ponds, to improve the slaughter-house liquid effluents treatment system. The system will total four anaerobic ponds and four facultative ponds shaped to reduce the organic loads applied with 10,500kgDBO5/d, with minimal temperatures of 10°C. With the implementation of this treatment system, we estimate to obtain a removal of 90% in terms of DBO5.

Keywords: *liquid effluent, slaughter house, stabilization ponds, australian systems.*

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, a carne faz parte da alimentação humana, o que levou a civilização moderna à produção em larga escala e ao abate de animais. O processo de abate vem se aprimorando ao longo do tempo e, conseqüentemente, a geração de águas residuárias.

Os frigoríficos, de modo geral, lançam seus efluentes, devidamente tratados ou não, em corpos hídricos. A resolução nº. 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17 de março de 2005, 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. O artigo nº34 desta resolução cita as condições e padrões de lançamento de efluente, sendo pH entre 5 e 9, materiais sedimentáveis: até 1 mL/L, em teste de 1 hora, em cone Imhoff, óleos minerais: até 20mg/L, óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L (CONAMA, 2006).

A Legislação Ambiental do Rio Grande do Sul, por meio da Portaria n.º05/89 – SSMA (Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente), que aprovou a Norma Técnica SSMA n.º01/89 – DMA (Departamento do Meio Ambiente), dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos d'água interiores do Estado do Rio Grande do Sul. Essa portaria prevê que os efluentes tratados devem sempre observar os padrões nela contidos, como: sólidos sedimentáveis menores ou iguais a 1,0 ml/L em teste de 1 (uma) hora em “cone Imhoff”, nitrogênio total 10 mg/L N, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) menor ou igual a 60 mg/L, demanda química de oxigênio (DQO) menor ou igual a 200 mg/L, dentre outros. O regime de vazões dos corpos hídricos também deve ser observado, para que esses tenham capacidade para fazer a autodepuração quando o efluente final é lançado. No Rio Grande do Sul, grande parte dos frigoríficos estão situados em pequenas bacias hidrográficas, nas quais os efluentes são lançados em

pequenos córregos, os quais exigem o lançamento de efluentes com baixas cargas orgânicas.

O efluente dos matadouros possui uma elevada vazão e grande carga de sólidos em suspensão, nitrogênio orgânico e uma DBO_5 de 4.200mg/L (AGUILAR, 2002), dependendo do reaproveitamento ou tratamento do efluente. Devido à sua constituição, esses despejos são altamente putrescíveis, começam a se decompor em poucas horas, formando gases mal-odorantes 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.

Tratar os efluentes das indústrias de carne tem sido uma das maiores preocupações do setor, tendo em vista que o mercado consumidor interno e, principalmente o externo, vem aumentando suas exigências quanto à qualidade ambiental do processo produtivo. O investimento em processos que visam à redução da geração dos efluentes e melhor eficiência de tratamento aumenta cada vez mais, mesmo assim, ainda é muito elevada a quantidade de resíduos gerados, tendo a água como principal efluente, com alta concentração de poluentes (BRAILE; CAVALCANTI,1993).

Assim, neste estudo, o objetivo foi avaliar-se a situação atual do sistema de tratamento dos efluentes de um frigorífico, visando a sua otimização quanto à remoção de sólidos e DBO_5 particulada e solúvel. O frigorífico analisado situa-se no município de Alegrete, RS. O empreendimento possui capacidade mensal máxima de abate de 20.000 bovinos, com uma área útil total de 32.800m². Toda a água utilizada no processo produtivo é aduzida de poço artesiano, sendo que a vazão máxima permitida para o lançamento do efluente é 5.400m³/dia. A empresa está incluída no Sistema de Automonitoramento de Efluente Líquido (SISAUTO) e deve realizar medições e análises de seus efluentes para encaminhar, mensalmente, uma planilha de acompanhamento dos efluentes líquidos à Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM, 2006).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

SISTEMA AUSTRALIANO DE LAGOAS

As lagoas de estabilização são grandes tanques escavados no solo, nos quais os esgotos fluem continuamente e são tratados por processos naturais. Bactérias e algas são os seres vivos que habitam as lagoas, coexistindo em um processo de simbiose e, dessa forma, tratando os esgotos por meio da decomposição da matéria orgânica pelas bactérias.

Lagoas anaeróbias são uma forma alternativa de tratamento de efluentes, na qual se necessita da existência de condições estritamente anaeróbias. A condição de anaerobiose é alcançada quando ocorre o lançamento de uma grande carga de DBO_5 por unidade de volume da lagoa, fazendo com que a velocidade de consumo de oxigênio seja várias vezes superiores à velocidade de produção (von SPERLING,1986).

A profundidade da lagoa anaeróbia é da ordem de 3 m a 5 m, esta condição reduz a penetração de oxigênio produzido na superfície para as demais camadas, a área necessária para construção deste tipo de lagoa é menor. A remoção de DBO_5 neste sistema, é da ordem de 40% a 70%, sendo que o efluente ainda possui uma elevada concentração de DBO_5 , então há necessidade de um tratamento subsequente. O tratamento mais utilizado são as lagoas facultativas, compondo o sistema de lagoas anaeróbias, seguidas de lagoas facultativas, formando o denominado sistema australiano (Anexo B) (von SPERLING,1986).

O sistema de lagoa anaeróbia, seguida de lagoa facultativa, representa uma economia de cerca de 1/3 da área ocupada por uma lagoa facultativa que trabalha como unidade única para tratar a mesma quantidade de efluente. Devido à presença da lagoa anaeróbia, maus odores, provenientes da liberação de gás sulfídrico, podem ocorrer como consequência de problemas operacionais. Por esse motivo, este sistema deve ser localizado em áreas afastadas, longe de bairros residenciais (von SPERLING,1986).

PROCESSAMENTO DOS BOVINOS

O fluxograma do processamento dos bovinos abatidos está descrito de forma sucinta, como mostrado na figura 1:

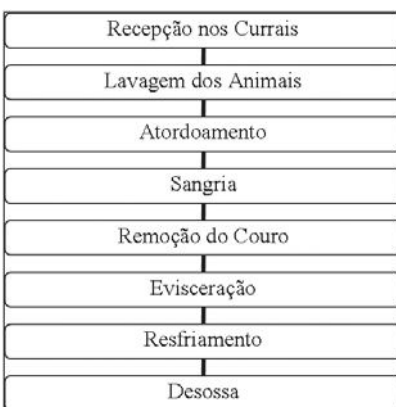


Figura 1: fluxograma de processamento de abate de bovinos.

Recepção nos Currals: após a chegada dos animais no frigorífico, estes são divididos em lotes para serem abatidos.

Lavagem dos Animais: nesta etapa, é realizada uma lavagem dos animais por bicos aspersores localizados no curral antes de se passar à fase seguinte.

Atordoamento: realizado por meio mecânico. Posteriormente, o animal é pendurado, pela traseira, em um transportador aéreo e lavado para remoção do vômito.

Sangria: por meio de corte dos grandes vasos do pescoço, é feita a retirada do sangue, que é recolhido em uma canaleta própria.

Remoção do Couro: realizada manualmente ou por máquina, quando também são retirados a cabeça e mocotós.

Evisceração: a carcaça é aberta com serra elétrica manual e as vísceras são retiradas. Após lavagem, utilizando água quente, as carcaças são encaminhadas às câmaras frigoríficas ou a desossa.

Desossa: as carcaças são divididas em seções menores e cortes individuais para comercialização.

Durante todo o processo de industrialização, são gerados subprodutos, todos podem ser recuperados, mas nem sempre sua recuperação é viável (BRAILE; CAVALCANTI, 1993). Existe uma unidade de industrialização de subprodutos, conhecida como graxaria, em que os sebos, animais condenados, ossos, cabeças, patas, chifres, dentre outros, são digeridos a vapor e transformados em matérias-primas para fabricação de sabão e ração animal.

No frigorífico analisado, essa recuperação é feita em locais fisicamente separados das áreas que manipulam produtos comestíveis.

MATERIAL E MÉTODOS

AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

A avaliação da situação atual do frigorífico foi feita por meio de visitas técnicas, duas vezes por semana, durante um período de dois meses. Foram realizadas entrevistas com os funcionários da empresa, com o intuito de fazer o levantamento dos pontos de geração de resíduos e elaborar um fluxograma do processo de abate dos bovinos, visando a identificar os aspectos ambientais e impactos ambientais decorrentes no frigorífico. Foi também feito um levantamento fotográfico para auxiliar na avaliação da situação atual e na elaboração da proposta para a otimização do sistema existente.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

1. Dimensionamento da caixa separadora de gordura (NUNES, 2004)

A área necessária é calculada de acordo com a equação 1.

$$A(m^2) = Q/v \quad (1)$$

sendo que v (m/h) = H/T

$Q(m^3/h)$ = Vazão máxima afluyente.

$V(m/h)$ = Velocidade mínima de ascensão das partículas.

H (m) = Altura

T (horas) = Tempo

Calculou-se o volume da caixa separadora (V) de acordo com a equação 2:

$$V=Q.t.0.60. \quad (2)$$

$Q(m^3/h)$ = Vazão máxima afluyente.

t (horas) = Tempo de ascensão das partículas de gordura.

2. Dimensionamento das lagoas de estabilização (von SPERLING,1986).

Taxa de aplicação volumétrica (L_v):

$$L_v = 0,02T^{0,10}. \quad (3)$$

T (°C) = Utiliza-se a temperatura média do ar do mês mais frio.

Volume da lagoa anaeróbia:

$$V = L/L_v. \quad (4)$$

V = volume da lagoa (m^3).

L = carga de DBO_5 total afluyente ($kg\ DBO_5/d$).

L_v = taxa de aplicação volumétrica ($kg\ DBO_5/m^3.d$).

Tempo de detenção (t):

$$t = V/Q \quad (5)$$

t = tempo em dias (d)

V = volume da lagoa (m^3)

Q = vazão média afluyente (m^3/d)

Área da lagoa anaeróbia (A):

$$A = V/H \quad (6)$$

A = área (m^2)

V = volume (m^3)

H = profundidade (m)

Concentração de DBO_5 do efluente (E).

A eficiência de remoção de $DBO_5 - E$ (%) foi calculada pela equação 7, e a DBO_5 no efluente, pela equação 8:

$$E (\%) = 2T + 20. \quad (7)$$

T (°C) = Utiliza-se a temperatura média do ar do mês mais frio.

$$DBO_{efl} = S_o (1 - E/100). \quad (8)$$

S_o = concentração de DBO_5 total afluente (mg/L).

DBO_{efl} = concentração de DBO_5 total efluente (mg/L).

E = eficiência de remoção (%).

Por meio da equação 9, foi calculada a taxa de aplicação superficial (Ls) para lagoa facultativa.

$$L_s = 170 \cdot (1,107 - 0,002 \times T)^{(T - 25)}. \quad (9)$$

T = temperatura média do mês mais frio (°C).

A área requerida (A) e a estimativa de DBO_5 efluente (s) foram calculadas pelas equações 10 e 11, respectivamente:

$$A = L/L_s. \quad (10)$$

L = Carga efluente da lagoa anaeróbia.

L_s = Taxa de aplicação superficial.

Estimativa de DBO_5 efluente (S):

$$S = S_o / (1 + K \cdot t)$$

S_o = DBO_5 total afluente.

K = Coeficiente de remoção de DBO_5 .

t = Tempo de detenção total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DO FRIGORÍFICO

O frigorífico abate, em média, 850 bovinos por dia, mas possui capacidade máxima de abate de 1000 cab/dia, sendo que, para abater cada bovino, são utilizados “2500 litros de água, assim distribuída: 900 litros na sala da matança, 1000 litros nas demais dependências, como bucharia, triparia, miúdos e sanitários, 600 litros nos anexos externos com pátios e currais, incluindo a lavagem dos caminhões” (BRAILE; CAVALCANTI, 1993). O volume de água utilizado é em torno de 2125m³/dia, sendo todo esse efluente levado por meio de tubulações e córregos até a estação de tratamento existente.

O processo de produção gera duas linhas de efluentes chamadas de Linha Verde e Linha Vermelha.

• **Linha Verde:** é a água contendo estrume e rúmeme, oriunda das lavagens dos currais, bucharia e triparia;

• **Linha Vermelha:** é a água com sangue, que sai da lavagem das partes do animal após a esfolagem.

O sistema de tratamento de efluente é precedido por uma peneira estática (Figura 2) que tem a função de realizar uma filtragem do efluente oriundo da Linha Verde. O resíduo retido do processo de filtragem é encaminhado às leiras de compostagem. Abaixo dessa peneira, ocorre a união das duas linhas de efluente.



Figura 2. Peneira Estática realizando a remoção dos sólidos em 13/9/2006.

O efluente segue pela tubulação e por um canal (Figura 3) até chegar à primeira lagoa do sistema de tratamento. O sistema de retenção de gordura está desativado, o que causa um grande acúmulo de gordura animal ao longo de todo o sistema de tratamento, dificultando o processo biológico.

O tratamento se dá por meio de uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação (Figura 4). O volume dessas lagoas não é conhecido, pois o seu projeto não foi disponibilizado.

A lagoa anaeróbia (Figura 5) está totalmente assoreada, o que diminui o volume útil da lagoa e favorece a formação de “curto-circuito”, ou seja, a formação de caminhos preferenciais, comprometendo a eficiência do tratamento do efluente.

A lagoa facultativa (Figura 6) apresenta-se, também, bastante assoreada, pois recebe uma sobrecarga proveniente da lagoa anaeróbia.

Os dados de saída do efluente da lagoa de maturação não foram disponibilizados, assim não foi possível quantificar o quanto eficiente é o sistema de tratamento existente em termos de remoção carbonácea.



Figura 3. Acúmulo de gordura no canal em 13/9/2006.



Figura 4. Sistema de tratamento de efluentes do frigorífico: 20/9/2006.



Figura 5. Lagoa anaeróbia: em 26/9/2006.



Figura 6. Lagoa facultativa assoreada pela sobrecarga: 26/9/2006.

PROPOSTA PARA O TRATAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DO FRIGORÍFICO

Para tratar os efluentes líquidos do frigorífico, foram propostas a implantação de peneiras estáticas, de caixa separadora de gordura e o redimensionamento das lagoas de estabilização, que deverão compor um sistema conhecido como Sistema Australiano.

Todo o dimensionamento foi feito com base em dados de bibliografia (AGUILAR, 2002), pois no empreendimento não é conhecida a vazão real de entrada do efluente nem sua carga orgânica. Como neste trabalho apresenta-se uma proposição, não foi apresentado o projeto executivo e o orçamento; portanto, não está incluído o estudo de custos do projeto e implantação do sistema, nem os custos operacionais.

A caixa separadora de gordura (NUNES, 2004) foi dimensionada (Apêndice B) para um frigorífico que possui capacidade de abater 1000 bovinos/dia, sendo o período de funcionamento de 8 horas e 76% das águas residuárias passarão pela caixa separadora, visto que os 24% oriundos das lavagens dos caminhões, currais e demais anexos não passam atualmente por uma caixa separadora.

A tabela 1 apresenta os valores calculados em termos de vazão, tempo de detenção e volume da caixa separadora de gordura.

Tabela 1. Valores de vazão e tempo de detenção calculados para a caixa separadora de gordura.

Vazão para 8 horas de funcionamento (Q)	321,5m ³ /h
Tempo de detenção (t)	8 minutos
Volume da caixa separadora (V)	30,87m ³

Na figura 7, é apresentado o esquema da caixa separadora de gordura com suas dimensões.

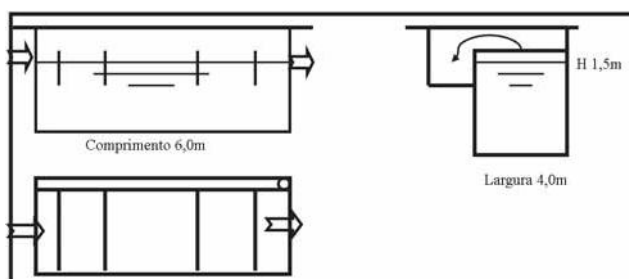


Figura 7. Caixa separadora de gordura.

Após o afluente passar pela caixa separadora de gordura e peneiras estáticas, será conduzido até um medidor de vazão tipo calha *Parshall* já existente no empreendimento, o qual não está ativado atualmente, de onde as vazões serão distribuídas para as quatro lagoas anaeróbias.

Para o dimensionamento da lagoa anaeróbia (Apêndice B), foi utilizada a temperatura média do ar do mês mais frio para a cidade de Alegrete, que é de 10°C (INMET, 2006) e as equações conforme von Sperling (1986).

Na tabela 2, são apresentados a taxa de aplicação volumétrica, o volume e a área da lagoa anaeróbia, a concentração de DBO_5 efluente e a eficiência estimada de remoção em termos de DBO_5 .

Tabela 2. Valores calculados para a lagoa anaeróbia.

Taxa de aplicação volumétrica (L_v)	0,1kg $DBO_5/m^3.d$
Volume da lagoa anaeróbia (V)	105.000m ³
Área (A)	24000m ²
Tempo de detenção (t)	42 dias
Concentração de DBO_5 total efluente	2520mg DBO_5/L
Eficiência estimada de remoção de DBO_5	40%

Optou-se por adotar quatro lagoas funcionando em paralelo, sendo que cada uma terá uma área útil de 6000m², com dimensões de 100mx60m.

No dimensionamento da lagoa facultativa, foram utilizadas as equações de acordo com von Sperling (1986), sendo os valores obtidos apresentados na tabela 3.

Esse volume será distribuído em quatro lagoas com funcionamento em paralelo, com área de 2,5ha cada e dimensões de 250x100m.

Área útil total (lagoas anaeróbias + lagoas facultativas)

Área útil total = 2,5ha + 10ha = 12,5ha

A carga de DBO_5 efluente, que foi estimada em 360 mg/L, será lançada até o arroio, sem o uso de tubulações ou canais, pelo meio da vegetação existente, e tomará “caminhos preferenciais”. O arroio está distante cerca de 1.500m da saída do tratamento, assim, a parte do efluente que chegará ao arroio, provavelmente, não vai alterar sua classe, pois poderá, ainda, passar por um processo de autodepuração durante esse percurso.

Mostra-se, no apêndice A, o esquema do sistema proposto.

A proposta para implantação deste sistema baseou-se nas vantagens

dos processos de lagoa de estabilização, qual seja, operação muito simplificada, com custos reduzidos e boa eficiência na remoção da fração carbonácea. Como desvantagem, aponta-se a necessidade de uma área muito elevada para sua implantação. No local, existe área disponível para a implantação do novo sistema, dimensionado para atender a cargas elevadas e para uma situação, em que a temperatura é um fator limitante, que é a média das temperaturas do mês mais frio.

Tabela 3. Valores calculados para a lagoa facultativa

Carga afluyente da lagoa facultativa (L)	6.300kg DBO ₅ /d
Velocidade de aplicação superficial (Ls)	594 kg DBO ₅ /d
Área total (A)	10ha
Volume (V)	200.000m ³
Tempo de detenção (t)	20 dias
Estimativa de DBO ₅ efluente (S)	360 mg/L
Eficiência estimada de remoção de DBO ₅	91%

CONCLUSÃO

Foi verificado que são gerados resíduos desde a entrada dos animais no frigorífico até o final do processo de industrialização. Com base na observação das condições atuais do sistema de tratamento de efluentes existente, constatou-se a necessidade de se proporem alternativas para otimizar o tratamento dos efluentes líquidos, visando a atender à legislação ambiental em termos de remoção carbonácea e de sólidos totais e suspensos.

Na linha verde, foi proposta a utilização de duas peneiras estáticas, no lugar de uma existente, a fim de reduzir com maior eficiência o material particulado que segue até as lagoas.

Na linha vermelha, foi proposta a construção de uma caixa separadora de gordura com volume de 36 m³, após a remoção de gordura o efluente

será encaminhado a uma peneira estática a fim de retirar sólidos grosseiros, como pedaços de animais e outros tipos de materiais particulados.

Após a remoção de gordura e particulados, haverá a união das duas linhas de efluente, as quais passarão por um medidor de vazão e serão encaminhadas para as lagoas de tratamento. O novo sistema de tratamento do efluente será constituído por quatro lagoas anaeróbias com volume total de 105.000m³ e tempo de detenção de 42 dias. Após receber o tratamento das lagoas anaeróbias, o efluente será conduzido às lagoas facultativas, que deverão possuir um volume total de 200.000m³ e tempo de detenção de 20 dias. Estima-se que, no mês mais frio do ano, será obtida uma eficiência de remoção de DBO₅ em torno de 91 %.

O novo sistema ocupará uma área de 12,5ha., sendo que existe área disponível no local do empreendimento, o que permite concluir que a sua implantação é viável.

As principais recomendações feitas neste trabalho são:

- implantação imediata da caixa separadora de gordura e de mais duas peneiras estáticas, uma na linha verde e outra na linha vermelha. Com isso, a DBO₅ particulada deverá ser reduzida, o que já promoverá uma melhoria no afluente do sistema de lagoas existente;

- fazer um novo dimensionamento do sistema de tratamento, com base em dados reais de concentrações de DBO₅ afluente ao sistema, obtidos por meio de análises físico-químicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, M. I. Nutrient Removal And Sludge Production In The Coagulation-Flocculation Process. **Water Research**, v. 36, p. 2910-2919. 2002.

BRAILE, P. M; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias**, São Paulo: CETESB, 1993.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/> . Acessado em: 10/10/2006.

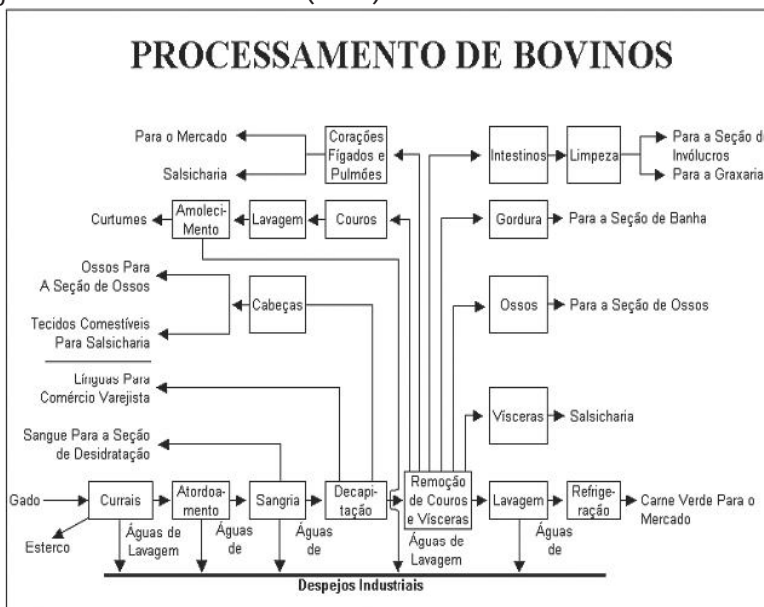
FEPAM. **Fundação Estadual de Proteção Ambiental**. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/>. Acessado em: 12/10/2006.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/> . Acessado em: 28/11/2006.

NUNES, J.A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**, 4. ed. Rev. Aracaju, SE : J. Andrade , 2004.

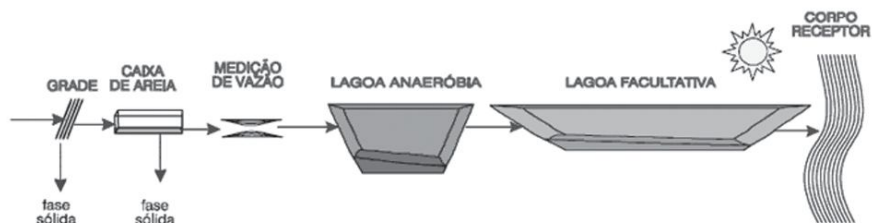
von SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias** – Lagoas de Estabilização, v. 3. Minas Gerais: ABES, 1996.

Anexo A: Esquema do processamento de bovinos no frigorífico analisado, segundo Braile e Cavalcanti (1993).

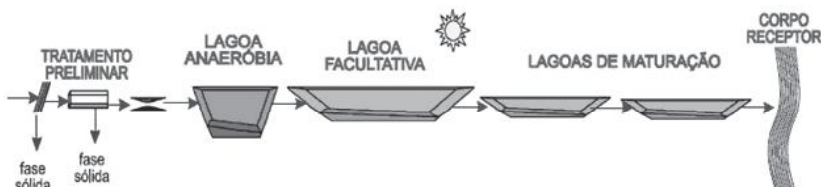


Anexo B: Fluxograma do processo das lagoas de estabilização (von SPERLING, 1986).

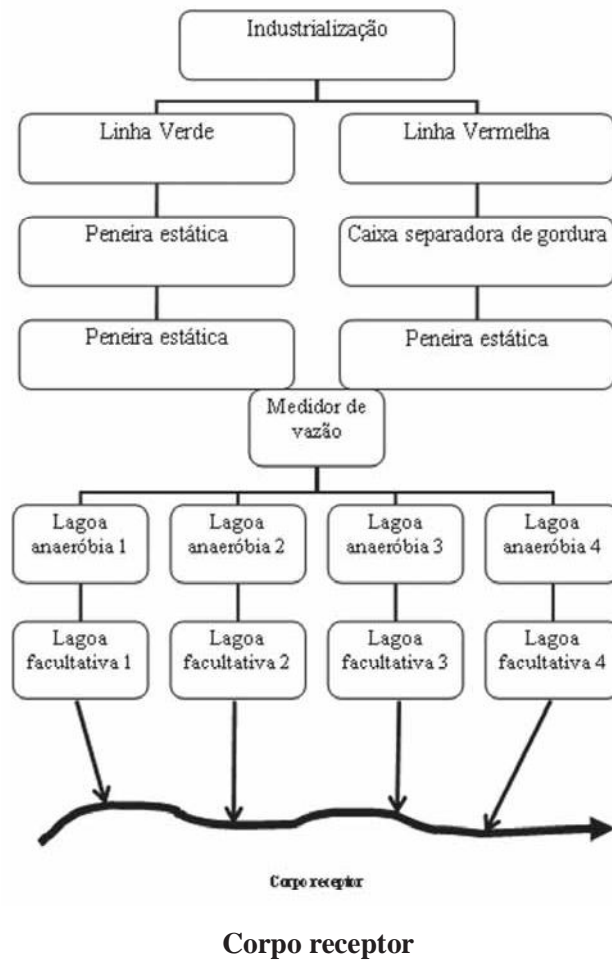
Fluxograma do processo



Fluxograma do processo



Apêndice A: Fluxograma do sistema proposto.



Apêndice B: Dimensionamento da caixa separadora de gordura e do sistema australiano de lagoas.

Caixa separadora de gordura

Contribuição diária de águas residuárias:

$$Q = 1000 \text{ cab./dia} \times 2500 \text{ L /cab.dia}$$

$$Q = 2500 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Para 8 horas de funcionamento por dia:

$$Q = 312,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

O tempo de detenção adotado foi de 8 minutos:

Volume útil

$$V = Q.t.0,76$$

$$V = 312,5 \text{ m}^3/\text{h}.0,13\text{h}.0,76$$

$$V = 30,87 \text{ m}^3 = 31 \text{ m}^3$$

Dimensões da caixa separadora de gordura:

A velocidade de ascensão das partículas menores é de 4mm/s, a taxa de aplicação (I) será de 14,4m³/m².h (NUNES,2004).

Área necessária (A)

$$A = Q(\text{m}^3/\text{h}) / V(\text{m}/\text{h})$$

$$A = 312,5/14,4$$

$$A = 21,7\text{m}^2$$

Comprimento(L) e largura(B):

Foi adotado $L = 1,5B$

$$A = L.B$$

$$A = 1,5.B^2$$

$$21,7\text{m}^2 = 1,5.B^2$$

$$B = 3,80\text{m} \text{ adotado } B = 4,0\text{m}$$

$$L = 1,5.3,80$$

$$L = 5,7\text{m} \text{ adotado } L = 6,0\text{m}$$

A altura da caixa separadora é:

$$V = L. B. H$$

$$31 = 6,0 \times 4,0 \times H$$

$$H = 1,29 \text{ m, para projeto utiliza-se } H = 1,50\text{m.}$$

Portanto o volume útil será de 36 m³

Lagoa anaeróbia

Taxa de aplicação volumétrica – L_v (kg DBO₅/m³.d)

A temperatura média do ar do mês mais frio para a cidade de Alegrete é de 10°C (INMET, 2006)

$$L_v = 0,02.10 - 0,10$$

$$L_v = 0,1\text{kg DBO}_5/\text{m}^3.\text{d}$$

Volume da lagoa anaeróbia:

$$V = L/Lv$$

$$V = (10.500 \text{ kg DBO}_5/\text{d}) / 0,1 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{d}$$

$$V = 105.000 \text{ m}^3$$

Adotando uma profundidade de $H = 4,5\text{m}$, obtém-se:

$$A = 105.000/4,5$$

$$A = 23.333 \text{ m}^2 \text{ utilizando em projeto } A=24000 \text{ m}^2.$$

Tempo de detenção:

$$t = 105.000 \text{ m}^3 / 2500 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$t = 42 \text{ dias.}$$

Área e possíveis dimensões:

Profundidade de $4,5\text{m}$

Optou-se por adotar quatro lagoas em paralelo.

$$\text{Área para cada lagoa: } 24.000/4 = 6000 \text{ m}^2$$

Dimensões para cada lagoa: $100\text{m} \times 60\text{m}$.

Concentração de DBO_5 , efluente da lagoa anaeróbia:

Eficiência estimada de remoção de DBO_5 para temperatura mínima de 10°C .

$$E = 2T + 20$$

T = temperatura média do ar do mês mais frio ($^\circ\text{C}$)

$$E = 2 \cdot 10 + 20$$

$$E = 40\%$$

$$\text{DBO}_{5\text{ efl}} = S_0(1 - E)$$

S_0 = Concentração de DBO_5 total afluente

$$\text{DBO}_{5\text{ efl}} = 4200 \cdot 0,6$$

$$\text{DBO}_{5\text{ efl}} = 2520 \text{ mg DBO}_5/\text{L}$$

Lagoa Facultativa

A carga afluente da lagoa facultativa é a mesma carga efluente da lagoa anaeróbia.

$$L = 6.300 \text{ kg DBO}_5/\text{d}$$

A taxa de aplicação superficial L_s

$$L_s = 170(1,107 - 0,002 \cdot 10)^{(10-25)}$$

$$L_s = 594 \text{ kg DBO}_5/\text{d}$$

Área e possíveis dimensões:

Adotou-se uma profundidade de $2,0\text{m}$

$$A = L/Ls$$

$$A = 6300/594$$

$$A = 10ha$$

Adotar quatro lagoas

$$\text{Área de cada lagoa: } 100.000/4 = 25000m^2$$

Dimensões adotadas para cada lagoa: 250m x 100m

Cálculo do volume para cada lagoa:

$$V = 25000m^2 \times 2m$$

$$V = 50000m^3$$

Tempo de detenção:

$$t = 50000/2500$$

$$t = 20 \text{ dias.}$$

Estimativa de DBO_5 efluente:

$$S = So / 1 + Kt$$

$$S = 2520 / 1 + 0,30.20$$

$$S = 360 \text{ mg/L}$$