



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS / FACULDADE DE GEOLOGIA  
I CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PLANEJAMENTO E MANEJO INTEGRADO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS

**ELINETE DO NASCIMENTO ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DO EFLUENTE  
PROVENIENTE DO MATADOURO E FRIGORÍFICO DA  
COOPERATIVA SOCIPE NA REGIÃO METROPOLITANA DE  
BELÉM: UMA PROPOSTA DE REUSO.**

**BELÉM**

**2016**

**ELINETE DO NASCIMENTO ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DO EFLUENTE  
PROVENIENTE DO MATADOURO E FRIGORÍFICO DA  
COOPERATIVA SOCIOPE NA REGIÃO METROPOLITANA DE  
BELÉM: UMA PROPOSTA DE REUSO.**

Trabalho de monografia do curso de Pós-graduação  
“Lato Sensu” em Planejamento e Manejo Integrado  
dos Recursos Hídricos, requisito parcial para  
obtenção de título de especialista em Planejamento e  
Manejo Integrado de Recursos Hídricos.  
Orientação: MSc. Maria Izanete Pantoja de Melo.

**BELÉM**

**2016**

SERVIÇO PÚBLICO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS / FACULDADE DE GEOLOGIA  
I CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PLANEJAMENTO E MANEJO INTEGRADO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS

**ELINETE DO NASCIMENTO ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DO EFLUENTE  
PROVENIENTE DO MATADOURO E FRIGORÍFICO DA  
COOPERATIVA SOCIPE NA REGIÃO METROPOLITANA DE  
BELÉM: UMA PROPOSTA DE REUSO.**

Trabalho de monografia do curso de Pós-graduação  
“Lato Sensu” em Planejamento e Manejo Integrado  
dos Recursos Hídricos, requisito parcial para  
obtenção de título de especialista em Planejamento e  
Manejo Integrado de Recursos Hídricos.

**Data: 09/09/2016**

**Conceito:**

**Banca Examinadora:**

\_\_\_\_\_ - **Orientadora**

**Maria Izanete Pantoja de Melo**  
**Mestranda em Planejamento, Gestão e Manejo de Recursos Hídricos - UFPA**

\_\_\_\_\_ - **Membro**

**Leila Maria Miranda Hanna**  
**Mestranda em Planejamento, Gestão e Manejo de Recursos Hídricos - UFPA**

\_\_\_\_\_ - **Membro**

**Waddle Almeida Nascimento**  
**Mestrando em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento na Amazônia - UFPA**

À minha família: Gabriel, Elias, Maria André (In memória), Elizete, Elias Filho, Raimundo Nonato, Elineide, Elieide, Erenilda, Ezenilda, Erenilde, Augusto e Armando.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais pelos bons exemplos de virtude e ética

Ao meu amado filho Gabriel Almeida que sem a sua essência eu não seria o ser humano que sou hoje, responsável, mais humana, tranquila e feliz.

Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Francisco Matos, por sua valiosa colaboração, sem as quais não estaria realizando mais este feito em minha vida.

Ao Waddle Almeida Nascimento meu especial agradecimento ao amigo, filho e irmão para todas as horas.

A amiga de sempre Leila Hanna, de modos simples e de coração gigante onde o amor não cabe em seu peito de infinito que é.

Meus agradecimentos a Rosilene Garcia, amiga de longas datas que me incentivou a continuar estudar e não deixar a bola cair.

A orientadora Maria Izanete Pantoja de Melo, por sua colaboração, compreensão e atenção nesta árdua tarefa.

Agradeço ao Sr. Álvaro gerente industrial da cooperativa de matadouro e frigorífico SOCIFE, por sua gentil acolhida e generosa colaboração.

A todos que fizeram parte de mais essa etapa de minha vida.

*Ambiente limpo não é o que mais se limpa e sim o que menos se suja.*

*Chico Xavier*

## RESUMO

As crises de abastecimento de água potável e estresse hídrico são responsáveis por problemas enfrentados pela humanidade provocados pelo crescimento populacional, à industrialização, a expansão agrícola e as mudanças climáticas, contribuindo ao processo de degradação dos recursos hídricos. As agroindústrias, principalmente de matadouro-frigorífico bovino, estão ligadas a alto consumo de água que gera alta carga de efluente líquido carregados de matérias orgânicas e poluentes provocando grandes impactos ambientais e de saúde pública, caso não recebam tratamento adequado. A busca por implantar alternativas de reaproveitamento de água é uma necessidade emergencial e de acordo com a ONU, a população estimada até 2050 é de três bilhões de habitantes e a demanda por água tende a ser 70% maior que a atual e quase a metade da população terá problemas de abastecimento até 2030. A proposta dessa pesquisa teve como objetivo avaliar a Estação de Tratamento de Efluentes da SOCIPE localizada em Belém/PA descrevendo o processo de produção do matadouro-frigorífico; suas etapas de tratamento e o quantitativo de efluente tratado ao final deste processo; propondo o reuso. Verificou-se que o sistema de ETE possui etapas de tratamento aeróbio e anaeróbio. Foram identificadas as demandas potenciais de uso de água na indústria e de acordo com os números fornecidos pelo gerente de operações do matadouro - frigorífico pode-se fazer um quantitativo detalhado do uso de água potável no sistema de processamento bovino. Aferiu-se que o empreendimento usa em torno de 750 m<sup>3</sup> diário de água potável na produção de carne verde o equivalente a suprir a necessidade de demanda diária de 5.445 pessoas. Com o reuso adequado poderá ter economia de água potável na ordem de 270m<sup>3</sup> ou 36% a ser preservado para usos mais nobres e ainda uma redução de 45% no volume total diário do efluente que deixará de ser lançado no rio Pará preservando os recursos hídricos e meio ambiente. Destarte recomenda-se o uso sustentável e reuso de água de forma racional, quantitativo e qualitativo buscando sempre que possível o reuso de água residuárias em suas produções tratada ou não, porém sempre respeitando as normas vigentes para que se tenha o equilíbrio social, ambiental e econômico.

**Palavra-chave:** Matadouro. Frigorífico. Reuso de água. Tratamento de efluentes. Belém

## ABSTRACT

The drinking water crisis and water stress are responsible for problems faced by humanity, caused by population growth, industrialization, agricultural expansion and climate change, contributing to the degradation of water resources process. The agribusinesses, mainly slaughterhouse - Beef refrigerator are linked to high water consumption that generates high liquid effluent load loaded with organic materials and pollutants, causing major environmental and public health impacts, if these do not receive adequate treatment. The search for implementing water reuse alternatives is an urgent need and according to the UN, the estimated population by 2050 will be three billion people and the demand for water is likely to be 70% higher than the current and almost half of population will have supply problems by 2030. The purpose of this study was to evaluate the Effluent Treatment Station SOCIPE, located in Belém / PA, describing the production process of the slaughter plant, its stages of treatment and the amount of treated effluent at the end of this process, proposing the reuse. It has been found that the ETE system has steps of aerobic and anaerobic treatment. The potential demands of water use were identified in the industry and according to the figures provided by the slaughterhouse operations manager - fridge we could make a detailed quantitative use of drinking water in the beef processing system. It has been measured that the enterprise uses around 750 m<sup>3</sup> daily of drinking water in the production of fresh meat equivalent to meet the need of daily demand of 5,445 people. With proper reuse may be saving drinking water in order to 270 m<sup>3</sup> or 36% to be preserved for more noble uses; and also a 45% reduction in the total daily volume of effluent that will be released in the Para River, preserving water resources and environment. Thus it is recommended sustainable use and reuse of water in a rational, quantitative and qualitative always seeking possible the Wastewater reuse of water in their treated productions or not, but always respecting the rules in force in order to have the social, environmental balance and economic.

**Keyword:** Slaughterhouse. Fridge. Water reuse. Wastewater treatment. Belém

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

MAPA 1 - LOCALIZAÇÃO DA SOCIPE.....	46
FIGURA 1 - CHEGADA DOS ANIMAIS .....	49
FIGURA 2 - BOVINO NO CURRAL DE RECEPÇÃO, SEPARADOS POR LOTES .....	49
FIGURA 3 - SANGRIA E COLETA DO SANGUE .....	50
FIGURA 4 - RETIRADA DO COURO .....	51
FIGURA 5 - EVISCERAÇÃO .....	52
FIGURA 6 - SALA DE MÁQUINAS DO FRIGORÍFICO.....	53
FIGURA 7 - CÂMARA DO FRIGORÍFICO DA SOCIPE.....	53
FIGURA 8 - DIGESTOR E TANQUE NA GRAXARIA.....	55
FIGURA 9 - FARINHA DE CARNE E OSSO NA GRAXARIA .....	55
FIGURA 10 - GORDURA ANIMAL EMBALADA PARA COMERCIALIZAÇÃO .....	56
FIGURA 11 - DECANTADOR DE GORDURA OU SEBO DA GRAXARIA .....	56
FIGURA 12 - RESÍDUOS SÓLIDOS DO DECANTADOR DE SEBO DA GRAXARIA .....	57
FIGURA 13 - DECANTADOR DE RESÍDUOS DA GRAXARIA .....	60
FIGURA 14 - PENEIRA DA ETE.....	61
FIGURA 15 - FILTRO DA ETE .....	61
FIGURA 16 - EFLUENTES ENTRANDO NA LAGOA AERÓBIA .....	62
FIGURA 17 - LAGOA AERÓBIA .....	62
FIGURA 18 - LAGOA AERÓBIA .....	63
FIGURA 19 - LAGOA ANAERÓBIA .....	63
FIGURA 20 - LAGOA ANAERÓBIA .....	64
GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NO ABATEDOURO-FRIGORÍFICO SOCIPE.....	66

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
C	Celsius
CETESB	Companhia de Saneamento da Cidade de São Paulo
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
D	Dia
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
M	Metro
NMP	Número Mais Provável
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária de Abastecimento
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OD	Oxigênio dissolvido
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional dos Recursos Hídricos
PERH	Política Estadual de Recursos Hídricos
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RMB	Região Metropolitana de Belém
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SINGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SNIS	Sistema Nacional de Informação de Saneamento
SS	Sólidos em Suspensão
SSed	Sólidos Sedimentáveis
SST	Sólidos Suspensos /Totais
RH	Recursos Hídricos
Q	Vazão

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1	Objetivo Geral .....	16
2.2	Objetivos Específicos .....	16
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Legislação Brasileira de Recursos Hídricos</b> .....	<b>19</b>
4.1.1	Breve Histórico .....	19
4.1.2	Resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 .....	24
4.1.3	Resolução do CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 .....	26
4.1.4	Resolução do CNRH nº 54 de 28 de novembro de 2005 .....	28
4.1.5	Moção nº 002 de 8 de setembro de 2009 .....	30
<b>4.2</b>	<b>Reuso dos Recursos Hídricos</b> .....	<b>30</b>
4.2.1	Características de água de reuso não potável .....	32
4.2.2	O reuso e a Norma ABNT 13.969/1997 .....	33
4.2.3	Classificação e parâmetros de esgoto, conforme o reuso de água .....	35
<b>4.3</b>	<b>A indústria bovina</b> .....	<b>36</b>
4.3.1	Regulamentação .....	36
4.3.2	Consumo de água em matadouro/frigorífico bovino .....	39
4.3.3	Característica do efluente de matadouro/frigorífico bovino .....	41
4.3.4	Características de ETE de matadouro/frigorífico bovino .....	42
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Descrições do local de estudo</b> .....	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Breve históricos da SOCIPE</b> .....	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>48</b>
<b>6.1</b>	<b>Descrição do processo de produção do matadouro-frigorífico SOCIPE</b> .	<b>48</b>
6.1.1	Recepção e abate .....	48
6.1.2	Sangria .....	50

6.1.3 Remoção de couro .....	51
6.1.4 Evisceração .....	51
6.1.5 Graxaria .....	54
<b>6.2 Descrições da ETE do matadouro-frigorífico SOCIPE .....</b>	<b>57</b>
<b>6.3 Proposta de reuso .....</b>	<b>64</b>
<b>7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO A PROCESSO DE ABATE .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO B GRAXARIA .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO C ETE .....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Mais de 70% da superfície terrestre é composta de água, esta porção terrestre denominada hidrosfera, contem água em seus estados líquido, sólido e gasoso.

A pesar dos recursos hídricos serem tão abundante, a água potável não segue essa regra. Praticamente 97,20% da água do planeta são salgadas, apenas 2,8% é doce e a maior parte se encontra em estados sólidos em geleiras e calotas polares e para ficar mais difícil ainda, o maior percentual está concentrado em camadas subterrâneas e apenas 0,26% de toda a água potável está em rios, lagos e lençóis freáticos. É dessa pequena fatia que todos os seres vivos precisam para sobreviver.

O Brasil detém 12% dessa água, mas apesar dessa abundancia esse potencial hídrico é distribuído de forma desigual e as maiores concentrações populacional encontram-se distantes dos grandes rios, ainda hoje o nordeste brasileiro é o mais penalizado, contudo outros estados como São Paulo já sofre crises hídricas graves.

A Amazônia é a região que detém o maior potencial hídrico do planeta, com a maior bacia fluvial do mundo e rio Amazonas contendo o maior volume de água e essencial ao planeta. Ainda tem-se a descoberta de reservas do maior aquífero do mundo, o Sistema Aquífero Grande Amazônia (SAGA), com capacidade para abastecer toda a população do mundo durante 100 anos, de acordo com Matos, e duas vezes mais volumoso que o aquífero Guarani, com mais de 160.000 km<sup>3</sup> de volumes hídricos situados nas bacias do Acre, Solimões, Amazonas e Marajó, todos na região amazônica, cálculos ainda preliminares, segundo os responsáveis pela descoberta Profs. Francisco Matos e Milton Mata, ambos do Instituto de Geociências da UFPA.

Contudo, como todas as rosas tem espinhos, há crises de abastecimento de água potável e estresse hídricos praticamente no mundo, são muitas as causas dos enormes problemas enfrentados pela humanidade, dentre eles merecem ênfase especial o constante crescimento populacional, a industrialização, a expansão agrícola e as mudanças climática, todos inseparáveis do desenvolvimento de um país, entretanto avassaladores aos recursos naturais, contribuindo principalmente ao processo de degradação dos recursos hídricos.

O caso de escassez hídrica, a busca por implantar alternativas de reaproveitamento de água é uma necessidade emergencial, e de acordos com informações da ONU, a população

estimada até 2050 é na ordem de três bilhões de habitantes e a demanda por água tende a ser 70% maior que a atual, o dado mais alarmante é que quase a metade da população terá problemas de abastecimento até 2030, isso implica em uso responsável por todos humanos de gaia, logo em cada litro de águas de reuso é um litro de água preservada dos recursos hídricos.

A qualidade desses recursos hídricos está relacionada principalmente as questões de saneamento, como gestão de resíduos sólidos e líquidos. Para isso, deve-se ter uma visão holística dos recursos hídricos, ou seja, recursos hídricos e saneamento ambiental devem estar integrados para que se possa atuar de forma sistêmica.

Um dos meios de preservar os recursos hídricos é investir no saneamento e “Avaliando o saneamento como serviço destinado às populações e os recursos hídricos a partir de uma perspectiva ambiental, pode-se pensar que as ações de saneamento atuam, nessa relação, ora como demandas ora como impactos nos recursos hídricos”.

O saneamento é essencial à qualidade de vida da humanidade, condições adequadas de saneamento é fundamental a proteção à saúde da população, principalmente em localidades pouco desenvolvidas e jamais deve ficar fora do planejamento e desenvolvimento urbano e rural.

Uma das ações de saneamento é o esgotamento sanitário que é o “esgotamento do abastecimento de água, após sua utilização”, sendo função deste minimiza-los através de disposição adequada dos efluentes para evitar impactos potencialmente elevados sobre os recursos hídricos.

No Brasil 73% dos municípios são abastecidos por águas superficiais e sujeitos a lançamento de esgoto doméstico, industrial e outros, geralmente não tratados e essa água poluída não poderá mais ser usada de modo direto, terá que passar por processo de tratamento cada vez mais refinado e custo muito alto. De acordo com dados do SNIS 2013, sobre saneamento, apenas 44,5% da população está conectada a rede de esgoto e do total coletado só 8% são tratados. Segundo especialistas, a atual conjuntura é responsável pela poluição dos mananciais. A região Norte é considerada a pior do país em coleta e tratamento, as cidades amazônicas banhadas pelos rios despejam seus esgotos diretamente nos rios.

O correto manejo e a disposição adequada desses efluentes garantiriam a saúde pública e a qualidade ambiental. As águas residuárias lançadas sem tratamento causam

adoecimento pela transmissão de doenças de veiculação hídrica e a poluição dos corpos d'água. Outro fator relevante a todos os estados brasileiros é a perda de água potável pela concessionária que chega a 40 litros de cada 100 litros tratados.

As agroindústrias principalmente de matadouros e frigorífico bovinos são responsáveis pelo uso de grandes volumes de água durante seu processo de abate e consequentemente de grandes quantidades de efluentes com enorme potencial de poluição, com a crescente demanda por alimentos, em consequência da constante expansão populacional, aumenta as atividades destes empreendimentos que têm um consumo altíssimo de água potável, principalmente por exigências sanitárias, liberando grandes volumes de efluente líquidos em mananciais superficiais ou subterrâneos por infiltração e percolação. As águas residuais geradas por esses tipos de empresa, após tratamento de seus efluentes, podem ser destinadas a fins urbanos, agrícolas, florestais, ambientais e industriais.

Ao reutilizar esses efluentes tratados na empresa além de reduzir o uso de água potável reduz custos operacionais, como de energia que também, é muito alto. No entanto, para ser aplicado o reuso de água na empresa, se faz necessário ter conhecimento dos instrumentos legais para que seja elaborado o correto estudo e implantação de reuso de água para o uso sustentável desse bem indispensável à vida. Vale advertir que a preocupação com o racionamento e a escassez dos recursos hídricos está presente na Carta Magna vigente e em 2005 o CNRH publicou a resolução 54/2015 para reuso de água não potável.

Os benefícios do reuso de água são enormes – destacando-se no ambiental a redução da captação de água bruta e preservação dos recursos hídricos; no social a geração de mais emprego direto e indireto com vendas de equipamentos e serviços e melhoria de imagem da empresa; e no econômico a diminuição de custos com o consumo de água podendo reduzir o preço do produto final ao consumidor.

Por conseguinte, o reuso de água é uma das soluções ao reaproveitamento dos recursos hídricos e deve ser a postura de todos para um uso consciente desse bem hídrico precioso, mas para isso é imprescindível que se busque sempre alternativas viáveis de reaproveitamento, no entanto essas águas residuais necessitam passar por um processo de purificação e tratamento especializado, é preciso seguir todos os padrões de qualidade exigidos pela legislação brasileira. O Brasil ainda não contempla seu uso para consumo humano.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a ETE do matadouro e frigorífico da Cooperativa de Produção da Indústria Pecuária do Pará Ltda. – SOCIPE, em Belém/PA.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar o matadouro e frigorífico da SOCIPE
- Caracterizar a ETE da cooperativa SOCIPE
- Propor o reuso de água na empresa

### 3 JUSTIFICATIVA

Falar de tratamento de fluente e reuso de água na RMB não é nada estimulante numa região que tem como concepção a cultura do desperdício de água, por achar que se vive na Amazônia rica em recursos hídricos e por isso pode desperdiçar, e mais, um dos seus principais problemas está na precariedade de saneamento, parte significativa da população da metrópole ainda carece de acesso à água e esgoto, a universalização da água ainda não aconteceu; a perda de águas potável em consequência das condições precária da rede de distribuição chega a mais de 40% da água tratada; a coleta de esgoto ainda está muito distante da universalização.

A inexistência de esgoto tratado nas comunidades que vivem ao entorno do empreendimento em análise, no bairro do Tapanã, faz com que seus dejetos in natura sejam lançados diretamente na maré, contribuindo para o aumento da poluição em mananciais superficiais e para piorar ainda mais a qualidade ambiente desse bairro, tem-se o cemitério do Tapanã contaminando o aquífero com necrochorume.

Ainda se vê descarga de esgoto bruto sendo lançado nas redes de drenagem da cidade, causando eutrofização de mananciais; poços sendo continuamente perfurados sem pesquisa científica e licenciamento, aumentando os riscos de contaminação de lençóis freáticos; o extermínio de matas ciliares provocados por empresas e assentamentos irregulares; ausência de aterro sanitário e disposição dos resíduos sólidos em verdadeiros lixões a céu aberto.

Contando ainda com os impactos negativos que um empreendimento industrial do tipo frigorífico e matadouro podem causar ao meio ambiente, ao lançarem seus efluentes não tratados em corpos hídricos.

O maior impacto provocado por matadouros e frigoríficos é o consumo de água bastante alto o que faz liberar resíduos intensos compostos de alta carga orgânica capaz de provocar danos ambientais, gerados por efluentes de diversas fases do sistema de processamento da carne verde bovina, como a água de banho, a limpeza de curral, a lavagem do transporte, o abate, a sangria, a lavagem das carcaças, a limpeza de equipamentos e Graxaria. Os resíduos desse processamento não tratado, também podem causar adoecimentos provocados por proliferação de insetos e roedores.

Por estas e outras, os resíduos liberados pelo processo de abate e refrigeração devem ser tratados adequadamente para lançamento ambientalmente correto ao meio ambiente ou reuso menos nobre desse efluente.

O reuso da água em abatedouros e frigoríficos reduz a demanda sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, pela substituição de parte da água potável por outra de qualidade inferior, deixando a água potável para fins mais nobre; e proteção dos mananciais com o tratamento do efluente.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Legislação Brasileira de Recursos Hídricos

#### 4.1.1 Breve Histórico

A Constituição brasileira dispõe de um capítulo inteiro destinado ao meio ambiente, tendo o artigo 225 com a norma de proteção ambiental mais importante na orientação da ordem econômica e social. Art. 225:

*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.*

Esta Norma Maior dividiu o domínio das águas e partilhou a gestão de recursos hídricos entre a União, os Estados e o Distrito Federal. Em seu Capítulo II, Art. 21 inciso XIX – “instituiu o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos (SINGREH) e definiu critérios de outorga de direitos de seu uso”.

Iniciou-se em 1991 o processo de regulamentação do SINGREH, foi encaminhado ao Congresso Nacional o projeto de lei dispendo sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

**A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** “Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”. Foi regulamentado pelo Decreto nº 909.274 de 06 de junho de 1990, tendo como objetivo descrito no art. 2º - “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propicia a vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana,...” atendidos os seguintes princípios:

*I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;*

*II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;*

*III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;*

.....

O PNMA em seu art. 6º institui o SISNAMA:

*Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.*

Estrutura do SISNAMA: **Órgão Superior** (CONAMA), para formulação de diretrizes do PNMA; **Órgão Central**, (SEMA), Ministério do Interior, tem como função promover, disciplinar e avaliar a implantação da PNMA; **Órgãos Setoriais** - suas entidades devem estar total ou parcialmente, associadas às de preservação da qualidade ambiental ou de disciplinamento do uso de recursos ambientais; e **Órgãos Seccionais** - responsáveis pela execução de programas, projetos e controle de fiscalização das atividades capazes de degradarem a qualidade ambiental.

A PNMA no **art. 9º institui, dentre outras, seus instrumentos de política:**

*I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;*

*II - o zoneamento ambiental;*

*III - a avaliação de impactos ambientais;*

A Norma em questão foi um marco na história do Brasil, ao propor transformar o cenário empresarial e político da época num processo voltado ao desenvolvimento sustentável (FIORE *et al*, 2006).

**Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997.** Denominada Lei das Águas, “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989”.

Ressalta-se deste Regulamento: fundamentos, objetivos, diretrizes gerais e instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH.

Descrição dos **fundamentos** da PNRH descritos no **art. 1º:**

*I - a água é um bem de domínio público;*

*II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;*

*III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;*

*IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;*

*V - a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;*

*VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. É relevante anotar os fundamentos, objetivos, diretrizes gerais e instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH.*

Em seu **art. 2º**, da Lei das Águas, encontra-se inseridos os **objetivos** da PNRH:

*I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;*

*II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;*

*III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais*

Continuando o preceito, o **Art. 5º** da Lei das águas, são instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

*I - os Planos de Recursos Hídricos;*

*II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água,*

*III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;*

*IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;*

*V - a compensação a municípios;*

*VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.*

Ainda, de acordo o art. 32, afirma - “Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos”:

*I - coordenar a gestão integrada das águas;*

*II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;*

*III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;*

*IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;*

*V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.*

A composição do SINGRH é definida no Art. 33. “Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. “(“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 9.984, de 17/7/2000)”:

*I - Conselho Nacional de Recursos Hídricos; (Inciso com redação dada pela Lei nº 9.984, de 17/7/2000)*

*I-A. - a Agência Nacional de Águas; (Inciso acrescido pela Lei nº 9.984, de 17/7/2000)*

*II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; (Inciso com redação dada pela Lei nº 9.984, de 17/7/2000)*

*III - os Comitês de Bacia Hidrográfica; (Inciso com redação dada pela Lei nº 9.984, de 17/7/2000)*

*IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recurso hídricos; (Inciso com redação dada pela Lei nº 9.984, de 17/7/2000)*

*V - as Agências de Água. (Inciso com redação dada pela Lei nº 9.984, de 17/7/2000)*

De acordo com Granziera (2001) o princípio garante - “o Sistema constitui o conjunto de órgãos e entidades, governamentais ou não, voltados à utilização e aplicação dos instrumentos da Política de Recursos Hídricos, com vista em alcançar os objetivos propostos”.

Mais um preceito importantíssimo é a Lei nº 9.605/98 – Lei dos Crimes Contra o Meio Ambiente – “Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente,...”. No art. 54 declara - “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora: Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa”.

A mesma ainda afirma: é crime “causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade”. Também, contribui ao municiar incentivo ao reuso por meio da exigência imperativa de tratamento dos efluentes.

**Em 2000 foi criada a Lei No 9.984**, responsável pela criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade designada a implementar a PNRH e coordenar o SNGREH, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. Suas fundamentais imputações: gerenciar o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e os recursos obtidos pela cobrança da água em bacias federais. Mais um marco legal com objetivo do uso sustentável dos recursos hídricos.

No Estado do Pará o marco legal da Política de Recursos Hídricos é a Lei 6381 de julho de 2001, que “Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências”. No seu art. 2º inclui os objetivos da PERH:

*I - assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade dos recursos hídricos, na medida de suas necessidades e em padrões qualitativos e quantitativos adequados aos respectivos usos;*

*II - o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável;*

*III - a proteção das bacias hidrográficas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro;*

*IV - o controle do uso dos recursos hídricos;*

O art. 41 cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH-PA apresenta os seguintes objetivos:

*I - coordenar a gestão integrada dos recursos hídricos;*

*II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;*

*III - implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos;*

*IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;*

*V - promover a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.*

No Art. 42. Tem-se a composição do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

*I - o Conselho Estadual de Recursos Hídricos;*

*II - o órgão gestor dos recursos hídricos, instituído na forma da lei;*

*III - os Comitês de Bacias Hidrográficas;*

*IV - as Agências de Bacias;*

*V - os órgãos dos Poderes Públicos estaduais e municipais, cujas competências se relacionam com a gestão dos recursos hídricos.*

Contudo, a referida Norma só foi implantada a partir da Lei 7026 de 30 de junho de 2007 com a criação da Diretoria dos Recursos Hídricos na Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA/PA).

E em setembro de 2008 entrou em vigor a Resolução do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos - CERH nº 5, que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.

Considerando a necessidade de regulamentação e elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos, previsto na PERH, Lei nº 6.381/2001, no art. 6º, a CERH 05, resolve no art. 1º - que o Plano Estadual dos Recursos é um documento que defini as ações oficiais do planejamento e gerenciamento dos R H e será elaborado conforme a lei federal nº 9.433/1997 de acordo com os critérios estabelecidos nesta resolução.

No art.2 delibera a responsabilidade do Plano Estadual dos Recursos Hídricos ao órgão gestor da PERH devendo ser aprovado pelo CERH.

Considerando também, no Art. 3º: que o Plano Estadual de Recursos Hídricos adotará como unidade de referência para a prática de estudo, as 7 regiões hidrográficas definidas na Resolução nº 004/2008.

#### **4.1.2 Resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005**

A Resolução do CONAMA Nº 357/2005. “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, e dá outras providências”.

No capítulo das definições, art. 2 destaca-se algumas definições importantes a este estudo, são elas:

*VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;*

*IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;*

*XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;*

*XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;*

*XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;*

*XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;*

*XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir a água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;*

No capítulo das classificações dos corpos de água, o Art.3º determina que as águas doces, salobras e salinas brasileiras devem ser classificadas, de acordo com suas qualidades requeridas para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Classificação das águas doces de acordo com o art. 4º da Resolução 357/2005 em análise:

*I - Classe especial: águas destinadas:*

*a) ao consumo humano, com desinfecção; b) a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.*

*II - Classe 1: águas que podem ser destinadas: a) ao consumo humano, após tratamento simplificado; b) a proteção das comunidades aquáticas; c) a recreação de contato primário, de acordo com o CONAMA 274 de 2000; d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam antes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.*

*III - Classe 2: águas que podem ser destinadas: a) ao consumo humano, após tratamento convencional; b) a proteção das comunidades aquáticas; c) a recreação de contato primário, de acordo com o CONAMA 274/2000; d) a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) a aquicultura e a atividade de pesca.*

*IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas: a) ao consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) a pesca amadora; d) a recreação de contato secundário; e) a dessedentação de animais.*

*V - Classe 4: águas que podem ser destinadas: a) a navegação; e b) a harmonia paisagística.*

Condições de padrões de qualidade de águas doces de acordo com o art. 14 da Resolução 357/2005.

*I - Condições de qualidade de água:*

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio eco toxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.*
- b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;*
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;*
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;*
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;*
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;*
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;*
- h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;*
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;*
- j) turbidez até 40 unidades Nefelométrico de turbidez (UNT);*
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e*
- m) pH: 6,0 a 9,0. II*

#### **4.1.3 Resolução do CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011**

A RESOLUÇÃO Nº 430/2011. “Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA”.

O art. 1º “Dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução CONAMA nº 357/2005”.

Já o art. 4º trata das adoções das seguintes definições, que complementa as do art. 2º da Resolução CONAMA nº 357/2005:

*VII - Esgotos sanitários: denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, água de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos;*

*XII - Parâmetro de qualidade do efluente: substâncias ou outros indicadores representativos dos contaminantes toxicologicamente e ambientalmente relevantes do efluente;*

*XIV - Zona de mistura: [...] delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro.*

Enquanto o art. 16. Determina que os efluentes de qualquer fonte poluidora só podem ser lançados diretamente no corpo receptor se obedecer às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

*I - Condições de lançamento de efluentes:*

*a) pH entre 5 a 9;*

*b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;*

*c) materiais sedimentáveis: até 1 ml/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;*

*d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;*

*e) óleos e graxas:*

*1. óleos minerais: até 20 mg/L;*

*2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;*

*f) ausência de materiais flutuantes; e*

*g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO, o limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor;*

#### 4.1.4 Resolução do CNRH nº 54 de 28 de novembro de 2005

A referida resolução estabelece critérios gerais para reuso de água potável - Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências.

Dentre as várias considerações, destacou-se - as importantes a esta pesquisa:

- Considera o reuso de água como forma de prática de racionalização e de conservação de R H, de acordo com princípios estabelecidos na Agenda 21, e essa pratica pode ser utilizada como instrumento de regulação de oferta/demanda de R H;

- Pondera a prática de reuso de água como meio de reduzir a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os R H para o abastecimento público e outros usos mais exigentes segundo a qualidade;

- Considera também, que o exercício do reuso de água reduz os custos pertinente à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública, resolve:

No art. 1º - Estabelecer modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentem e estimulem a prática de reuso direto não potável de água em todo o território nacional.

Destaca para efeito de definições, o Art. 2º:

*I - água Residuárias: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;*

*II - reuso de água: utilização de água Residuárias;*

*III - água de reuso: água Residuárias, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;*

*IV - reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;*

.....

O art. 3º tem como base, a abrangência do reuso direto não potável de água:

*I - reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;*

*II - reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;*

*III - reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;*

*IV - reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais; e,*

*V - reuso na aquicultura: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.*

O SINGRH, através de seus órgãos, avalia e estabelece instrumento regulatório e de incentivo às diversas modalidades de reuso.

Segundo o art. 6º desta resolução, os Planos de Recursos Hídricos, ressaltado o publicado no art. 7º, inciso IV, da Lei no 9.433/1997, as pesquisas e alternativas devem contemplar a utilização de águas de reuso e seus efeitos sobre a disponibilidade hídrica.

Conforme art. 8º Os Comitês de Bacia Hidrográfica deverão:

*I - considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reuso; e*

*II - integrar, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, a prática de reuso com as ações de saneamento ambiental e de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.*

*Parágrafo único. Nos casos onde não houver Comitês de Bacia Hidrográfica instalados, a responsabilidade caberá ao respectivo órgão gestor de recursos hídricos, em conformidade com o previsto na legislação pertinente.*

De acordo com o art. 9º “A atividade de reuso de água deverá ser informada, quando requerida, ao órgão gestor de recursos hídricos, para fins de cadastro, devendo contemplar, no mínimo”:

*I - identificação do produtor, distribuidor ou usuário;*

*II - localização geográfica da origem e destinação da água de reuso;*

*III - especificação da finalidade da produção e do reuso de água; e*

*IV - vazão e volume diário de água de reuso produzida, distribuída ou utilizada.*

Finalizando apresentam-se os artigos 10 e 11 - promove a necessidade de programas de mobilização social e informação referente à sustentabilidade do reuso, principalmente no aspecto sanitário e ambiental; e não eximindo o produtor, o distribuidor e o usuário direto não potável da água de reuso da concernente licença ambiental e demais obrigações relacionadas, respectivamente.

#### 4.1.5 Moção nº 002 de 8 de setembro de 2009

Esta Moção “*Recomenda sobre os usos múltiplos das águas, referente aos sistemas de abastecimento de água e lançamento de esgoto em corpos hídricos*”.

O CERH considerando que o objetivo da Política Estadual de Recursos Hídricos é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos,... com vistas ao desenvolvimento sustentável”;

Resolve:

Aprovar Moção encaminhada à Prefeitura de Belém para ser acolhido “o princípio dos usos múltiplos das águas naquilo que forem relativos aos sistemas de abastecimento de água e lançamento de esgoto em corpos hídricos, realizando as seguintes medidas”:

*I - integrar Belém como Região Metropolitana: em função da necessidade de articular os serviços de saneamento (água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos) de forma conjunta, considerando os corpos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio estadual e a bacia hidrográfica como unidade de referência;*

*II - promover o uso racional do potencial dos mananciais existentes, evitando a proliferação de perfuração de poços para uso da água subterrânea;*

*III - implantar o disposto no Plano Diretor Urbano do município: prevendo a relação entre a expansão da rede, o ordenamento territorial e a bacia hidrográfica como unidade de referência;*

#### 4.2 Reuso dos Recursos Hídricos

A espécie humana considerou por muitos séculos os recursos hídricos como um bem inesgotável, todavia há muitos relatos de escassez de água doce no mundo analisadas por níveis de rebaixamento de aquífero, pântanos secos, lagos encolhendo até sucumbindo. Felizmente a sociedade desperta e começa a tomar consciência do uso racional deste bem esgotável e da necessidade de controlar perdas e desperdícios através do reuso da água.

O uso de águas residuárias não é privilegio dessa geração, a Grécia antiga já utilizava na irrigação. A utilização de esgoto sanitário tratados para reuso reduz a demanda aos mananciais e preserva a água para uso mais nobre, causando também, entre outras, principalmente a redução de efluente não tratado em corpos hídricos. (VON SPERLING, 2005).

Reuso pode ser o uso de água residuária tratada ou não. Esta definição é determinada na Resolução nº 54/2005 do CNRH, em seu art. 2º.

Para reutilizar água é necessário que possíveis contaminações geradas em uso anterior não interfiram em uso posterior.

### Processos de regeneração

São dois os processos de regeneração: Reutilização e Reciclagem

Regeneração para reutilização – a operação envolve o tratamento necessário da água e o reaproveitamento direto não é possível e não pode ser usada na mesma operação.

Regeneração para reciclagem – a operação envolve tratamento de remoção de contaminantes da água de forma a permitir a reciclagem da mesma, podendo ser reaproveitada no mesmo processo utilizado anteriormente. Podendo aumentar os contaminantes não removidos na reutilização (SILVA e SIMÕES, 2002).

### Classificação

De acordo com a OMS (WHO, 1973) citada por Filho, Mancuso (2002), o reuso é classificado em:

- Reuso indireto: quando a água utilizada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial é descartada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à jusante de forma diluída.
- Reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgoto tratado para determinadas finalidades como irrigação, uso industrial recarga de aquífero e água potável.
- Reciclagem interna: é o reuso da água internamente em instalações industrial, tendo como objetivo a economia da água e o controle da poluição.

Segundo Westerhoff (1984) citado por Filho, Mancuso (2002) o reuso da água pode ser classificado em duas grandes categorias potáveis e não potáveis.

### Categoria Potável:

- Reuso potável direto: quando o esgoto recuperado por meio de tratamento avançado, é diretamente incorporado no sistema de água potável.
- Reuso potável indireto: esgoto após tratamento é disposto no conjunto de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e posterior captação, tratamento e utilização como água potável.

#### Categoria não potável:

- Reuso não potável para fins agrícolas: o maior consumo de água potável está nas práticas agrícolas, o reuso se transforma em um subproduto que pode recarregar o aquífero, o principal objetivo é a irrigação de plantas alimentícias (com restrições) e não alimentícias.
- Reuso não potável para fim industrial: uso em indústrias de refrigeração água de processo, para utilização em caldeiras, etc. O reuso industrial também pode ser realizado através de esgoto tratado pelas concessionárias de saneamento.
- Reuso não potável para fins domésticos: considerados aqui os casos de reuso de água para rega e jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização em grandes edifícios.

#### Complementando o autor:

- Reuso para manutenção de vazões: promove a utilização planejada de efluentes, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carreadas, além de proporcionar uma vazão adequada na estiagem.
- Aquicultura: na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energias, utilizando os nutrientes presentes nos efluentes tratados.
- Recarga de aquífero subterrâneo: com efluente tratado, podendo se dar de forma direta pela injeção sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais com recebimento de efluente tratado a montante.

#### **4.2.1 Características de água de reuso não potável**

De acordo com Ocepar (2007) existem características na água de reuso não potável que devem ser adotadas, são elas:

- Para uso em irrigação de jardins e lavagem de piso: não deve apresentar mau cheiro; não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas; não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies; não deve propiciar infecções ou contaminações por vírus e bactérias prejudiciais à saúde humana.
- Para lavagem de veículos: não deve apresentar mau cheiro; não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies; não deve conter sais ou substâncias remanescentes após uso; não deve propiciar infecções ou contaminações por vírus e bactérias prejudiciais à saúde humana.

#### 4.2.2 O reuso e a Norma ABNT 13.969/1997

No Brasil infelizmente não existe um arcabouço legal específico para tratar do tema reuso de águas, tem-se necessariamente duas normas de abrangência nacional que versam sobre reuso de água - Resolução CNRH nº 54/2005 e a Norma NBR 13969/1997. A primeira é uma norma geral, a segunda não é específica para reuso, porém no tópico 5 - **Disposição final dos efluentes de tanque séptico**, o item (5.6 NBR 13.969/97) é todo destinado ao tema e define classes de águas de reuso e indicações de padrões de qualidade, descreve também, as unidades de pós-tratamento.

Diz a norma NBR 13.969/97:

Reuso local (5.6.):

No caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens e etc.

O tipo de reuso pode abranger desde a simples recirculação de água de enxágue da máquina de lavagem, com ou sem tratamento aos vasos sanitários, até uma remoção em alto nível de poluentes para lavagens de carros. Frequentemente, o reuso é apenas uma extensão do tratamento de esgotos, sem investimentos adicionais elevados, assim como nem todo o volume de esgoto gerado deve ser tratado para ser reutilizado.

Admite-se também que o esgoto tratado em condições de reuso possa ser exportado para além do limite do sistema local para atender à demanda industrial ou outra demanda da área próxima.

No caso de utilização como fonte de água para canais e lagos para fins paisagísticos, dependendo das condições locais, pode ocorrer um crescimento intenso das plantas aquáticas devido à abundância de nutrientes no esgoto tratado. Neste caso, deve-se dar preferência a alternativa de tratamentos que removam eficientemente o fósforo do esgoto.

Planejamento do sistema de reuso (5.6.1):

O reuso local de esgoto deve ser planejado de modo a permitir seu uso seguro e racional para minimizar o custo de implantação e de operação.

Para tanto, devem ser definidos:

- a) os usos previstos para esgoto tratado;
- b) volume de esgoto a ser reutilizado;
- c) grau de tratamento necessário;
- d) sistema de reservação e de distribuição;
- e) manual de operação e treinamento dos responsáveis.

Usos previstos para esgoto tratado (5.6.2):

Devem ser considerados todos os usos que o usuário precisar, tais como lavagens de pisos, calçadas, irrigação de jardins e pomares, manutenção das águas nos canais e lagos dos jardins, nas descargas dos banheiros, etc. Não deve ser permitido o uso, mesmo desinfectado, para irrigação das hortaliças e frutas de ramas rastejantes (por exemplo, melão e melancia). Admite-se seu reuso para plantações de milho, arroz, trigo, café e outras árvores frutíferas, via escoamento no solo, tomando-se o cuidado de interromper a irrigação pelo menos 10 dias antes da colheita.

Volume de esgoto a ser reutilizado (5.6.3):

Os usos definidos para todas as áreas devem ser quantificados para obtenção do volume total final a ser reusado. Para tanto, devem ser estimados os volumes para cada tipo de reuso, considerando as condições locais (clima, frequência de lavagem e de irrigação, volume de água para descarga dos vasos sanitários, sazonalidade de reuso, etc.).

Grau de tratamento necessário (5.6.4):

O grau de tratamento para uso múltiplo de esgoto tratado é definido, regra geral, pelo uso mais restritivo quanto à qualidade de esgoto tratado. No entanto, conforme o volume estimado para cada um dos usos, podem-se prever graus progressivos de tratamento (por exemplo, se o volume destinado para uso com menor exigência for expressivo, não haveria necessidade de se submeter todo volume de esgoto a ser reutilizado ao máximo grau de tratamento, mas apenas uma parte, reduzindo-se o custo de implantação e operação), desde que houvesse sistemas distintos de reservação e de distribuição.

Nos casos simples de reuso menos exigentes (por exemplo, descarga de vasos sanitários) pode-se prever o uso da água de enxágue das máquinas de lavar, apenas desinfetando, reservando aquelas águas e recirculando ao vaso, em vez de enviá-las para o sistema de esgoto para posterior tratamento etc.

#### **4.2.3 Classificação e parâmetros de esgoto, conforme o reuso de água.**

Segundo a norma NBR 13.969/97 (5.6.5):

Em termos gerais, podem ser definidos as seguintes classificações e respectivos valores de parâmetros para esgotos, conforme o reuso:

**Classe 1** – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes:

- turbidez - inferior a 5;
- coliforme fecal – inferior a 200 NMP/100 ml;
- sólidos dissolvidos totais inferiores a 200 mg/l
- pH entre 6.0 e 8.0;
- cloro residual entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l

Nesse nível, será geralmente necessário o tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante.

**Classe 2** – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes:

- turbidez - inferior a 5;
- coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100 ml;

- cloro residual superior a 0,5 mg/l

Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes;

**Classe 3** – Reuso nas descargas dos vasos sanitários:

- turbidez - inferior a 10;
- coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100 ml;

Normalmente, as águas de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessária apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão.

**Classe 4** – Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

- coliforme fecal – inferior a 5.000 NMP/100 ml;
- oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/l

As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

## **4.3 A indústria bovina**

### **4.3.1 Regulamentação**

Matadouros ou abatedouros são responsáveis por abates de animais e em decorrências produzem carcaças e vísceras destinadas ao consumo humano. A operação em matadouros e processamentos da indústria de carne é regulamentada por Normas Sanitárias responsáveis pela segurança alimentar da população, além de inspeção e fiscalização ininterruptas por órgãos da vigilância sanitária das três esferas públicas (municipal estadual e federal).

A regulamentação de matadouro e frigorífico no Brasil é feita obedecendo ao Decreto 30.691/52 (BRASIL, 1952). No título do REGULAMENTO DA INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITÁRIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL (RISPOA), em suas disposições preliminares estabelece:

*Art. 1º... Estabelece as normas que regulam, em todo o território nacional, a inspeção e a fiscalização industrial e sanitária de produtos de origem animal, destinadas a preservar a inocuidade, a identidade, a qualidade e a integridade dos produtos e a saúde e os interesses do consumidor, executadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nos estabelecimentos registrados ou relacionados no Serviço de Inspeção Federal. (Redação dada pelo Decreto nº 7.216, de 2010).*

No mesmo título, no art. 12 informa o alcance da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, a cargo da D.I.P.O. A:

- 1 - a higiene geral dos estabelecimentos registrados ou relacionados;*
- 2 - a captação, canalização, depósito, tratamento e distribuição da água de abastecimento bem como a captação, distribuição e escoamento das águas residuais;*
- 3 - o funcionamento dos estabelecimentos;*
- 4 - o exame "ante e post-mortem" dos animais de açougue;*
- 5 - as fases de recebimento, elaboração, manipulação, preparo, acondicionamento, conservação, transporte e depósito, de todos os produtos e subprodutos de origem animal e suas matérias primas, adicionadas ou não de vegetais;*
- .....*

O art. 21 apresenta a classificação dos estabelecimentos de carnes e derivados - 1 matadouro-frigorífico:

*§ 1º Entende-se por "matadouros-frigoríficos" o estabelecimento dotado de instalações completas e equipamento adequado para o abate, manipulação elaboração, preparo e conservação das espécies de açougue sob variadas formas, com aproveitamento completo, racional e perfeito de subprodutos não comestíveis; possuirá instalações de frio industrial.*

Do Título V da Higiene do estabelecimento destaca-se:

*- Art. 77. Todas as dependências e equipamento dos estabelecimentos devem ser mantidos em condições de higiene, antes, durante e após a realização dos trabalhos industriais: as águas servidas e residuais terão destino conveniente. Podendo a D. I. P. O. A. determinar o tratamento artificial.*

*- Art. 93. Os detalhes sobre a rede de abastecimento de água em cada estabelecimento, no tocante à quantidade qualidade, canalização, captação, filtração, tratamento e distribuição devem ser fixados pela D. I. P. O. A. por ocasião da aprovação dos projetos.*

- Art. 94. A distribuição da rede de esgoto, compreendendo canaletas, ralos, sifonados, declives, canalização, distribuição, depuração, tratamento e escoadouros, é fixada pela D. I. P. O. A. em cada estabelecimento.

## Do Título VII da Inspeção Industrial e Sanitária de Carnes e Derivados; Capítulo I - INSPEÇÃO "ANTE-MORTEM":

Art. 110. É proibida a matança de qualquer animal que não tenha permanecido pelo menos 24 (vinte e quatro) horas em descanso, jejum e dieta hídrica nos depósitos do estabelecimento.

Art. 135. Só é permitido o sacrifício de animais de açougue por métodos humanitários, utilizando-se de prévia insensibilização baseada em princípios científicos, seguida de imediata sangria. (Redação dada pelo Decreto nº 2.244, de 1997)

Art. 140. A sangria deve ser completa e de preferência realizada com o animal suspenso pelos membros traseiros.

Art. 146. Antes de atingir a sala de matança os animais devem passar por um pedilúvio e por um tanque da lavagem, provido de chuveiros superiores e laterais.

## CAPÍTULO IV - TRIPARIA:

Art. 249. A triparia é o departamento destinado à manipulação, limpeza e preparo para melhor apresentação ou subsequente tratamento dos órgãos e vísceras retirados dos animais abatidos.

Art. 250. São considerados produtos de triparia as cabeças, miolos, línguas, mocotós, esôfagos e todas as vísceras e órgãos, torácicos e abdominais, não rejeitados pela Inspeção Federal.

## CAPÍTULO V - GRAXARIA:

Art. 262. Graxaria é a seção destinada ao aproveitamento de matérias primas gorduroso e de subprodutos não comestíveis;

Parágrafo único - A Graxaria compreende:

- 1 - seção de produtos gordurosos comestíveis.
- 2 - seção de produtos gordurosos não comestíveis;
- 3 - seção de subprodutos não comestíveis.

- Produtos gordurosos podem ser:

Art. 266. Produtos gordurosos, comestíveis são genericamente denominados "gorduras", com exceção da "banha" e da "manteiga".

*Art. 308. Produtos gordurosos não comestíveis são genericamente denominados "Sebo". Seguindo-se a especificação da espécie animal de que procedem; quando precedentes de suíno serão designadas "Graxa Branca".*

No estado do Pará os estabelecimentos de matadouro atuam a partir das licenças ambientais liberadas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) através da Lei Estadual nº 5.887 de 09 de maio de 1995 que em seu capítulo VIII, Art. 93 disserta que:

— A construção, instalação, ampliação, reforma e funcionamento de empreendimentos e atividades utilizadoras e exploradoras de recursos naturais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como, os capazes de causar significativa degradação ambiental, sob qualquer forma, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental.

#### **4.3.2 Consumo de água em matadouro/frigorífico bovino**

Segundo Mierzwa (2002), o consumo de água pelas indústrias obedece a vários fatores - capacidade produtiva, condições climáticas da região (determinarão às quantidades de água consumidas nos processos de troca térmica), disponibilidade hídrica, método de produção, idade da instalação (as novas geralmente são dotadas de tecnologias modernas), práticas operacionais e cultura da empresa e da comunidade local.

Para (KRIEGER, 2007), os rígidos padrões de exigências são os grandes responsáveis pela grande quantidade de água utilizada nos matadouros. O uso da água no processo envolve: dessedentação dos animais e lavagem de currais, lavagem de caminhões, escaldagem, lavagem das vísceras e carcaças, transporte de produtos e resíduos, limpeza e esterilização de facas, equipamentos e pisos, alimentação de caldeiras e resfriamento de compressores e condensadores.

As operações de limpeza são as que mais elevam o consumo de água em matadouro em virtude da exigência sanitária na higienização diária. As águas utilizadas no processo de limpeza e lavagem das carcaças somam mais de 80% da água utilizada e de efluente gerado (ENVIROWISE, 2000 *apud* KRIEGER 2007).

O total de água utilizado por animais depende também, do abate e do alcance da automação. No processo de carne e Graxaria, conforme dados do (SENAI, 2003) o consumo

de água é de 3 a 6m<sup>3</sup>/t de animal abatido, após implantação de tecnologias limpas. Para a (CETESB, 2003) numa unidade de matadouro e frigorífico completa: abate, Graxaria e industrialização o consumo é de 3,863 litro/cabeça.

De acordo com técnicos e fabricantes de equipamento de matadouros, o consumo de água varia bastante de um matadouro-frigorífico para outro, o que dificulta estimar um valor exato, no entanto para base de cálculo tem-se para abate de bovinos 2.500 litros por cabeça, distribuídos da seguinte forma:

- 900 Litros na sala de matança
- 1000 Litros nas dependências como, bucharia, triparia, miúdos, sanitários e outros.
- 600 Litros nas áreas externas gastos com pátios, currais e lavagens de caminhões.

A tabela a seguir representa o consumo de água nos diferentes processos de um abatedouro bovino.

**Distribuição do consumo de água em abatedouros**

<b>Etapa / Operação</b>	<b>Consumo Total</b>
Recepção / Curral/ "Seringa"	7 - 22%
Abate / Evisceração	44 - 60%
Triparia / Bucharria	9 - 20%
Processamento das Vísceras	7 - 38%
Graxaria	2 - 8%
Compressores / Câmeras Frigoríficas	2%
Caldeiras	1 - 4%
Usos Gerais	2 - 5%

Fonte: UNEP; DEPA COWI, 2000.

### 4.3.3 Característica do efluente de matadouro/frigorífico bovino

O efluente industrial é resultante de todo uso com finalidades industrial, possui características próprias e depende do processo industrial empregado, por essa razão, é bem diversificado.

Um abatedouro produz resíduos sólidos e líquidos que são divididos em:

resíduos de abate - esterco de currais, vômitos, conteúdo estomacal e intestinal, resíduos do tanque de purificação de gordura; e

resíduos gerados fora do processo – esgotos sanitários, lixo comum, lodo do sistema de tratamento de água industrial.

compreende-se que em um matadouro-frigorífico o consumo de água é bastante expressivo o que origina grandes volumes de efluente, algo em torno de 80 a 95% de resíduos líquidos com características bem específicas como: carga orgânica alta, conteúdo de gordura bem significativo, variações de pH em consequência de produtos de limpeza, altas cargas de fósforo, nitrogênio, cloreto de sódio e os Sólidos Totais, este com a característica física mais importante no tratamento desses efluentes (TEIXEIRA, 2006).

São todas essas cargas a analisar as características dos efluentes originados de matadouros, não é tarefa fácil por depender da operacionalidade de cada empresa. Para Braile & Cavalcanti, (1993) os despejos originários dos matadouro-frigorífico saem carregados de altos valores de DQO, SS, SSed, nutrientes, graxas, material flotável e DBO entre 800 e 32000 mgL<sup>-1</sup> variando de acordo com os cuidados na operação e reaproveitamento da matéria,

A matéria orgânica presente nos efluentes de matadouro-frigorífico é constituída de grande quantidade de sangue, fragmento de tecidos, gorduras liberadas durante o abate. O sangue merece atenção especial, por conter carga muito elevada de DBO, devendo este ser coletado separadamente dos demais resíduos e tratado para o reaproveitamento através de subprodutos do processo de abate. De acordo com Vilas Boas et. al. (2001), alguns nutrientes contribuem para a contaminação dos corpos hídricos, é o caso do nitrogênio e fósforo, que mesmo sendo eficaz ao desenvolvimento de microrganismos plantas e animais, em excesso nos mananciais superficiais causam sérios problemas, como a eutrofização dos corpos receptores.

Outro ponto que merece destaque é o aspecto das águas residuais de matadouro, tem cor avermelhada, contem pelancas e pedaços de gordura em suspensão, praticamente opaca e a parte coloidal com presença de microrganismo patogênicos, além do mau odor provocado pelos dejetos putrescíveis do matadouro. Se os animais abatidos não tiverem em perfeito estado sanitário seus dejetos podem causar danos à saúde pública, ocasionar adoecimento a quem dela usufruir. (BRAILE & CAVALACANTI, 1993)

#### **4.3.4 Características de ETE de matadouro/frigorífico bovino**

Os processos industriais são os que mais poluem e contaminam o meu ambiente ao lançarem efluentes não tratados nos mananciais superficiais e subterrâneos. Dentre os principais escoamentos de agroindústria, deve-se dar especial atenção ao efluente de matadouro-frigorífico para se evitar a poluição dos corpos hídricos. Este efluente pode ser tratado pelo mesmo processo empregado em esgoto doméstico.

Em conformidade com o Guia Técnico Ambiental de Frigoríficos da (CETESB, 2008) para minimizar os impactos ambientais causados por efluentes líquidos industriais e acatarem as normas ambientais locais, os frigoríficos devem fazer o tratamento destes efluentes. Este tratamento possui as seguintes etapas:

- Tratamento preliminar: retenção de material grosseiro, flutuantes e material mineral sedimentável. Utiliza-se para isto grades, caixas de areia, caixas de retenção de óleo, gordura e peneiras;

- Tratamento primário: remoção de matéria orgânica em suspensão. Os equipamentos utilizados: grades, peneiras e esterqueiras/estrumeiras (estas, na linha “verde” em unidades com abate), para remoção de sólidos grosseiros; caixas de gordura (com ou sem aeração) e/ou flotores, para remoção de gordura e outros sólidos flotáveis; sedimentadores; peneiras (estáticas, rotativas ou vibratórias) e flotores (ar dissolvido ou eletroflotação), para remoção de Sólidos Sedimentáveis, em suspensão e emulsificados. Este tratamento é realizado para a linha “verde” e para a linha “vermelha”, separadamente;

- Equalização: é feita em um tanque de volume e configuração definida, com vazão de saída constante e precauções para minimizar a sedimentação de eventuais sólidos em suspensão, através de dispositivos de mistura. Permite absorver variações significativas de vazões e de cargas poluentes dos efluentes líquidos, atenuando picos de carga para a ETE,

facilitando e permitindo otimizar toda operação da estação, contribuindo para atingir os parâmetros finais desejados nos efluentes tratados.

Nos abatedouros a equalização se dá reunindo os efluentes das linhas “verde” e “vermelha”, e após tratamento primário e equalização, segue a continuidade do tratamento;

- Tratamento secundário: separação da matéria orgânica dissolvida e em suspensão. Os processos mais utilizados nessa etapa são - lagoas de estabilização, lodo ativado, Sistemas de Lagoas Anaeróbias com alta eficiência de remoção do carbono orgânico, Sistema de Lagoas Aeróbias; Sistema de Lagoas de Estabilização Lodo Ativado; Filtro Biológico de Altas Taxas; Disco Biológico Rotativo (Biodisco) e precipitação Química.

- Tratamento terciário – Para obter um efluente de alta qualidade, ou a remoção de outras substâncias contidas nas águas residuária. Pode ocorrer através de absorção de carvão ativo, osmose reversa, eletrodialise, troca iônica, filtros de areia, remoção de nutrientes, oxidação química e remoção de organismos patogênicos.

No tratamento do efluente líquido de um matadouro-frigorífico, separam-se inicialmente os efluentes líquidos em duas linhas principais:

- linha verde: recebe o efluente gerado na recepção dos animais, nos currais, na condução para o abate/ “seringa”, nas áreas de lavagem dos caminhões, na bucharia e na triparia;

- linha vermelha é os efluentes gerados no abate, no processamento da carne e das vísceras, incluídas as operações de desossa/cortes e de Graxaria, caso ocorram na unidade industrial.

Os processos de tratamentos:

- Sistemas de Lagoas Aeróbias – Nem sempre a turbulência consegue manter os sólidos que estão no fundo em suspensão provocando a degradação aeróbia destes; mas se há turbulência suficiente o sistema pode tender para aeração prolongada sem retorno de lodo. Estas lagoas tem um tempo de detenção de 2 a 10 dias com lâmina de água de 2,4 a 4,5 m de profundidades. A aeração é feita com aeradores superficiais fixos ou flutuantes.

- As lagoas aeradas de mistura completa são fundamentalmente aeróbias. Os aeradores servem para garantir o oxigênio do meio e manter os sólidos em suspensão (biomassa) dispersos no meio líquido. O tempo de detenção da mistura completa é de 2 a 4

dias. O efluente desta lagoa não é adequado para lançamento direto, por conter elevados teores de sólidos em suspensão, devendo seguir para uma lagoa de decantação onde possa estabilizar e sedimentar estes sólidos.

- Lagoas Anaeróbias seguidas por facultativa - é uma forma alternativa de tratamento onde a existência de condições estritamente anaeróbias é essencial, pela grande carga de DBO no volume da lagoa, podendo consumir uma taxa de oxigênio mais elevada que a sua produção, estas lagoas são muito utilizadas para tratamento de despejo industrial predominantemente orgânico com alto teor de DBO, como os de frigoríficos. Elas têm profundidade maior e varia de 3 a 5 metros, com isso requer maior área, sua eficiência é de 50 a 70%, mas com DBO elevada há necessidade de uma lagoa facultativa posterior ao tratamento. Em Lagoas Facultativas a faixa de profundidade situa-se entre 1,5 a 3,0m, embora a faixa mais usual seja de 1,5 a 2,0m. (SPERLING, 2002).

Os Processos Anaeróbios são apropriados para depurar despejos vindos de matadouros com alta carga de DBO e sólidos em suspensão, requisitos fundamentais para o êxito do tratamento anaeróbio.

- Lagoas de Estabilização - são unidades especialmente construídas com a finalidade de tratar as águas residuária por meios predominantemente biológicos, isto é, por ação de microrganismos naturalmente presentes no meio. Construídas de forma simples escavada no solo ou formada por diques de terra e fundos compactados para evitar infiltração do efluente no solo colocando em risco os lençóis subterrâneos.

- Sistema de Lodos Ativados – É o tratamento mais eficiente e o mais utilizado por matadouros-frigoríficos. Existe diversa variante e a escolha depende do grau de tratamento que se quer atingir, as mais utilizadas são: Lodos ativados convencionais; Lodos ativados com aeração prolongada; Lodos ativados com fluxo intermitente; e ainda uma variante similar chamada de aeração modificada ou lodo ativado de altíssima carga com a mesma unidade do sistema convencional, porem com maior carga de DBO por unidade de volume do reator.

Os processos de lodo ativados, também podem ser associados a outros métodos de tratamento, como lagoas anaeróbias e filtros ativados.

Todos esses processos de tratamento de águas residuária reduzem a DBO em 70 - 95% e Sólidos em Suspensão em 80 a 95%. O que irá determinar a escolha do sistema são as condições locais, área para implantação, custo de capital e outros.

## 5 METODOLOGIA

Esta pesquisa é de caráter descritivo explicatório científico. A pesquisa explicatória tem como finalidade “facilitar a delimitação de um tema de trabalho, definir os objetivos ou formular as hipóteses de uma pesquisa ou descobrir um novo tipo de enfoque para o trabalho que se tem em mente”, (ANDRADE, 2006).

Os procedimentos metodológicos foram divididos em três etapas: 1ª pesquisa de caráter bibliográfico; 2º visita técnica e análise da área em estudo e 3º análise dos dados e proposta de reuso para a indústria.

A 1ª etapa consistiu no levantamento dos dados bibliográficos relacionados ao tema em estudo, foram realizadas consultas em bibliotecas, revistas e internet para servir de **subsídio** a esta pesquisa.

A 2ª etapa foi dividida em duas partes:

1 - Visita técnica: fora visitada e fotografada o matadouro-frigorífico da Cooperativa SOCIPE na cidade de Belém acompanhando-se todo o processo de abate, assim como, o processo de tratamento dos resíduos gerados pela empresa.

2 – análise dos dados: foram avaliados todas as informações obtidas no empreendimento.

Na 3ª etapa elaborou-se a proposta de reuso do efluente da SOCIPE a partir do levantamento dos dados feito na revisão da literatura.

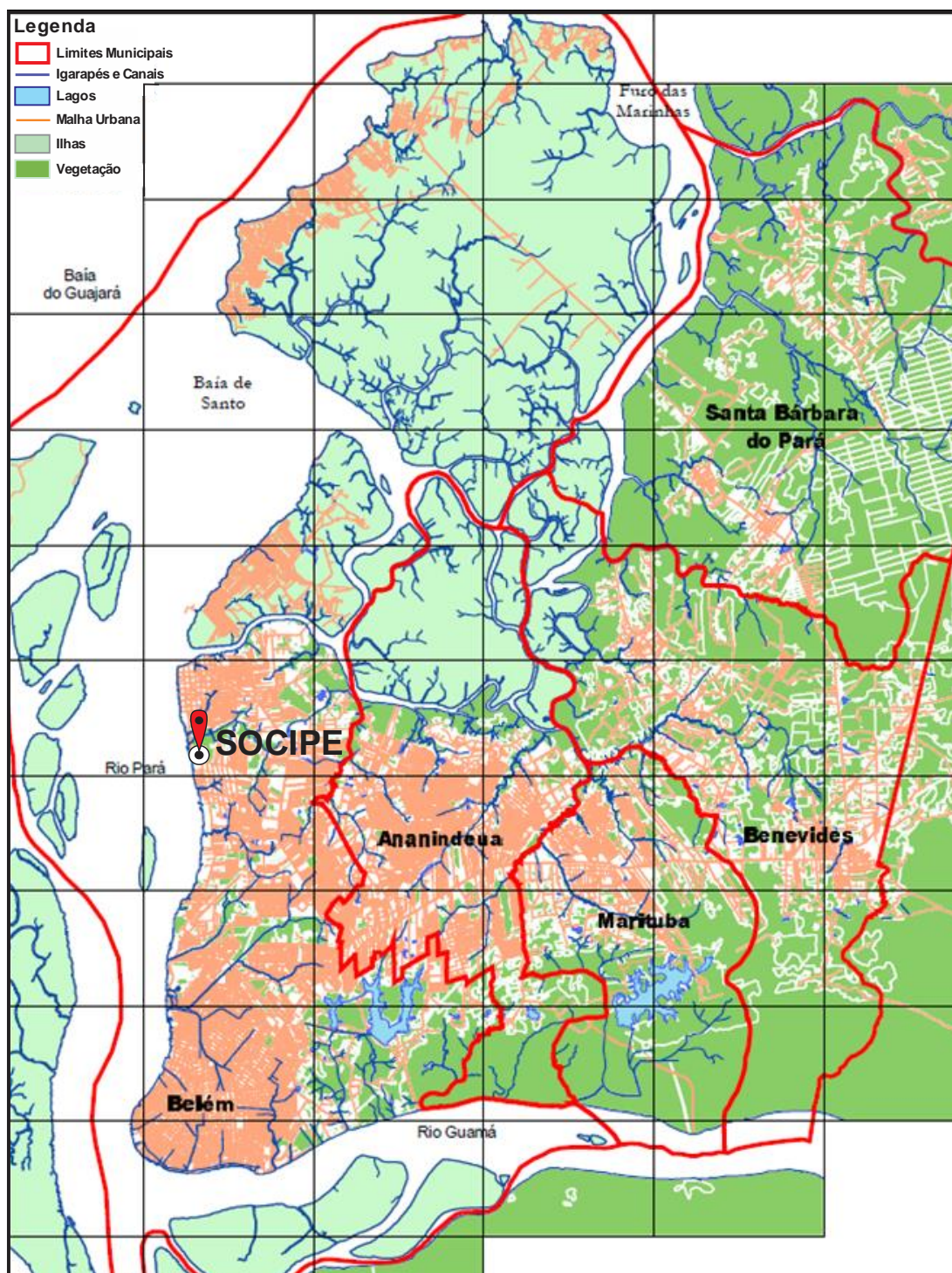
### 5.1 Descrições do local de estudo

A Região Metropolitana de Belém está localizada na macrorregião hidrográfica Costa Atlântica Nordeste, sub-região hidrográfica Costa Atlântica. Sua rede de drenagem é bastante significativa, deságua pela parte norte e oeste, na baía do Guajará e ao sul no rio Guamá. São 20 micros bacias hidrográficas só na região Continental e mais 30 na região insular.

Está inserida na Cidade de Belém a Cooperativa da Indústria Pecuária do Pará Ltda., matadouro e frigorífico SOCIPE (Figura 2), precisamente no extremo nordeste do Estado do Pará, na Bacia do Paracuri, típica região estuarina na zona guajarina no setor noroeste da RMB, de clima quente e úmido com precipitação média anual que chega a 2.834 mm e temperatura média de 25° C. A empresa possui capacidade de abate para 7.000 reses/mês até

500 cabeças/dia, sendo considerada de grande porte. Este frigorífico foi instalado com objetivo de fomentar a atividade pecuária da região e também, regularizar as condições higiênico-sanitárias da carne bovina comercializada no município e região oeste do estado do Pará, tendo como principal atividade o abate e a distribuição.

**Mapa 1 - Localização da SOCIPE**



Mapa 1 – RMB com seus igarapés, lagos, ilhas, malha urbana e municipal (sem escala).

Fonte: Adaptado de Sena (2007).

## **5.2 Breve históricos da SOCIPE**

A Cooperativa de Produção da Indústria Pecuária do Pará Ltda. (SOCIPE) foi fundada em 1931 com objetivo de coordenar, organizar e regularizar o mercado de carne verde em Belém, problema que afetava há mais de três séculos, a vida dos moradores desta cidade, este empreendimento continua em pleno funcionamento.

Essa cooperativa teve início em plena Revolução de 1930 tendo o apoio político e financeiro do interventor federal Joaquim Magalhães Barata que reuniu grandes pecuaristas da região. Sua criação provocou a ira dos marchantes, principalmente daqueles que comercializavam carne verde em Belém. A questão principal formulada pelos marchantes era a possível exploração da SOCIPE por um grupo privado, já que era um órgão subsidiado pelo estado e a concessão feita pelo governo do estado, do monopólio de mercado de carne verde, por trinta (30) anos com isenções de impostos.

A oposição ao governo e a SOCIPE induziram a vários protestos e manifestações dos comerciantes impedidos de trabalhar na comercialização da carne, levando ao conhecimento do presidente da república, na época, Getúlio Vargas que além de ficar do lado do governador, concedeu grandioso empréstimo para aplicação na administração da SOCIPE com intuito de melhorar os rebanhos do estado paraense.

Em 1935, uma instalação de inquérito para apuração de denúncias por fraudes, desvios de dinheiro, má aplicação de recursos, protecionismo e outros, levou o primeiro dirigente da Cooperativa ao suicídio. No entanto, a Cooperativa não fechou e tornou-se uma Cooperativa de grande respeito no Estado do Pará.

A partir da segunda metade do século XX extinguiram-se as concessões e isenções e a Cooperativa organizou redes de açougues para comercializar seus produtos diretamente aos consumidores finais e venda a atacados, através de centrais de comercialização de carne, sob a batuta dos Planos de Desenvolvimento da Amazônia do governo de regime militar (MOURÃO 2005).

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1 Descrição do processo de produção do matadouro-frigorífico SOCIPE**

Este tópico destina-se a descrever a sequência das fases operacionais, desde a chegada do bovino até o produto final, na SOCIPE.

#### **6.1.1 Recepção e abate**

Os animais ao chegarem ao matadouro são inspecionados e mantidos em currais para uma dieta hídrica de 24hs antes do abate. A empresa dispõe em suas instalações uma sala com 1 veterinário e 12 técnicos da ADEPARA responsáveis pela inspeção. As Figuras 1 e 2 representam a chegada dos animais no empreendimento e o curral de recepção, respectivamente.

Já no início da fase começa a demanda de água para lavagem do caminhão, dessedentação dos animais, a higienização dos bovinos e limpeza dos currais. Tem início, também os despejos de efluentes líquidos.

A limpeza dessa área é feita com água potável e produtos de limpeza, os dejetos irão para silos, poço de decantação e depois encaminhados para compostagem e o efluente segue para ETE.

Após o período de repouso, os animais são encaminhados para banho em seguida para boxe de atordoamento, geralmente nessa fase ocorrem vômitos e os animais passam de novo por banhos em seguida são enviados para sala de matança, onde serão erguidos, pelas patas traseiras, por guinchos mecânicos ficando de cabeça para baixo.

As Figuras 1 e 2 exibem o momento de chegada dos animais e os mesmos no curral de recepção separados para inspeção.

**Figura 1 - Chegada dos animais**



Foto: Gabriel Almeida

**Figura 2 - Bovino no curral de recepção, separados por lotes**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

### 6.1.2 Sangria

A sangria é realizada através de secção de vasos do pescoço próximo ao peito. O sangue é coletado numa calha própria e enviado a tanques para ser processado.

Um bovino gera entre 15 a 20 litros de sangue que serão transformados em farinha de sangue para alimentações animais. Após a sangria é serrado os chifres que irão para comercialização.

A Figura 3 mostra o momento de sangria e coleta separada do sangue.

**Figura 3 - Sangria e coleta do sangue**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

### 6.1.3 Remoção de couro

A esfola é feita manualmente e esse couro é enviado ao Curtume Ideal e Couro do Norte ambos na área Industrial de Icoaraci. Durante esse procedimento é retirado a cabeça e mocotós. O ânus e a bexiga são amarrados para evitar contaminação da carcaça.

Na figura 4 é mostrada a retirada do couro.

**Figura 4 - Retirada do couro**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

### 6.1.4 Evisceração

A carcaça é aberta com serra elétrica e retirada às vísceras – vísceras do abdome e pélvica, intestino, bexiga e estômago; são enviadas em bandejas para análise do Serviço de Inspeção Federal do MAPA, em seguida são enviadas para processamento onde são expurgados as tripas e o bucho; se condenadas, as vísceras vão para a Graxaria.

As carcaças, também são vistoriadas e levam o carimbo da SIF e seguem para a refrigeração e posterior distribuição aos postos de vendas.

A figura 5 mostra abertura da carcaça para evisceração.

**Figura 5 - Evisceração**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

O matadouro da SOCIPE tem capacidade de abate para 72 bois/hora, porem trabalha com 60 animais/hora. O frigorífico atua com dois compressores com 24hs de funcionamento. O animal entra no abate com temperatura de 36 a 37° C e ao final do processo, quando ele chega às câmaras frigoríficas, já está com temperatura em torno de 42° C. A legislação brasileira proíbe o consumo de carne in natural, ela deve ser resfriada até atingir a temperatura ideal, que são 7° C.

A figura 6 mostra a sala de compressores e a figura 7 à câmara frigorífica.

**Figura 6 - Sala de máquinas do frigorífico**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 7 - Câmara do frigorífico da SOCIPE**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

### 6.1.5 Graxaria

Esta é a unidade de processamento (Figura 8) das sobras de carne e osso de toda a operação de abate e da limpeza das vísceras, inclusive as partes não comestíveis na alimentação humana e as que foram condenadas pela inspeção sanitária.

A Graxaria é anexada ao abatedouro, logo a matéria prima chega fresca e entra logo no processo que acontece da seguinte maneira - as sobras são trituradas e enviadas por cima em uma sala anexa a Graxaria, para um digestor movido a vapor e motor elétrico de 80cv que cozinha a vapor os restos de 80 a 90 bovinos, em torno de 3 a 3:30 horas. A água desse cozimento é evaporada via chaminé. Após esse cozimento, o conteúdo que sai em forma de torta, é despejado em tanque e vai à prensa, a parte sólida entra no moinho e se transforma em farinha de carne e osso (Figura 9), sendo ensacadas e vendidas a outras empresas; este subproduto é excelente para se misturar a outros no preparo de rações para pet, peixes, frangos, porco e etc.; a parte líquida é a gordura ou sebo industrial, (Figura 10) é filtrada embalada e armazenada pronta para ser comercializado com outras empresas para o preparo de margarina, sabão e outros.

Os resíduos líquidos desse processo junto com a lavagem dessa área são encaminhados para o tanque de gordura (Figura 11), a gordura flutua e é retirada e reenviada à Graxaria (Figura12) para ser reprocessada e transformar-se em sebo; a água decantada segue para tratamento.

**Figura 8 - Digestor e tanque na Graxaria**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 9 - Farinha de carne e osso na Graxaria**



Fotos: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 10 - Gordura animal embalada para comercialização**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 11 - Decantador de gordura ou sebo da Graxaria**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 12 - Resíduos sólidos do Decantador de sebo da Graxaria**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

## **6.2 Descrições da ETE do matadouro-frigorífico SOCIFE**

O matadouro-frigorífico dessa empresa utiliza em seu processo de produção, água potável retirada de poço artesiano com profundidade 110m. O consumo de água nesse tipo de empresa é muito grande o que leva também a grandes volumes de águas residuais com alta carga de matéria orgânica, principalmente Nitrogênio, Fósforo e Cloreto de Sódio; possui altos volumes de DBO e DQO.

Todo o efluente gerado no processo de abate é enviado para a ETE da SOCIFE e passa por tratamento preliminar que consiste em filtragens da gordura da Graxaria e retenção de material flutuante através de caixas de retenção de gorduras; tratamento primário que remove o material orgânico em suspensão por meio de decantação e tratamento secundário, este separa a matéria orgânica dissolvida em suspensão através de processos de sistema de lagoa aeróbia e lagoa anaeróbia.

Este tratamento biológico é considerado o mais eficaz para tratar efluentes gerados neste tipo de empreendimento, por conterem grandes cargas de matérias orgânicas ricas em nitrogênios e fósforos.

O tratamento consiste em inserir culturas adequadas de microrganismo para degradar a matéria orgânica do efluente, essas bactérias podem ser aeróbias que decompõem substâncias simples em carbono e água e anaeróbias capazes de degradar substâncias simples e em consequência gerar metano e gás carbono.

O Tratamento preliminar empregado é o filtro – o líquido da produção na Graxaria passa pelo filtro e segue para decantadores.

Tratamento primário utilizado pela firma em estudo são os decantadores, que consistem em caixas de concreto responsáveis pela separação de resíduos sobrenadante como a gordura vindo da linha vermelha.

Após essa fase de passagem pelos decantadores em linhas separadas, os efluentes líquidos se juntam em um Decantador maior e seguem para o Tratamento secundário via peneira, filtro, lagoa aeróbia e lagoa anaeróbia, desaguando no Rio Pará.

No matadouro-frigorífico da Cooperativa é feita a separação do efluente líquido em duas linhas: – **Verde** que recebe a contribuição das águas residuais da recepção dos animais, currais, condução ao abate, lavagem dos caminhões, bucharia e triparia; – **Vermelha** efluente gerado no abate, no processamento de carne e vísceras e Graxaria.

O efluente da linha vermelha que sai da Graxaria é enviado para tanques de decantação, também chamado de caixa de gordura onde o líquido decantado escoar através de tubulações de 250 mm por gravidade com declinação em torno de 6m e desagua num poço.

Em toda a tubulação tem caixa de visita de 1m de diâmetro a cada 06 ou 12m para que seja feita a manutenção.

O efluente da linha verde, principalmente lavagens de curral com grandes quantidades de dejetos animais vai para silos e desce para o poço grande que serve de Decantador.

Neste poço coberto de 5m de diâmetro e 5m de profundidade, os resíduos sólidos e líquidos das duas linhas se misturam, observa-se aqui o reuso das águas residuária da Graxaria, que contribui para mistura e batida dos dejetos através de uma bomba inserida no poço, após tudo bem misturado é recalcado para a peneira.

A bomba de recalque desse poço tem uma vazão de recalque para a lagoa em torno de 3.000 a 4.000 l/h volumes suficiente para abate de até 8.000 reses ou aproximadamente de 300 boi/dia.

O poço, também serve de reserva para as lagoas em caso de pane na bomba, evitando que elas alaguem (na visita a bomba deu pane e foi possível constatar a veracidade do relato do gerente industrial).

Na peneira os resíduos chegam por tubulações específicas de entrada e saída. A peneira separa os sólidos dos líquidos - a parte sólida é despejada na área a baixo da peneira e o efluente líquido desce por outra tubulação até o filtro.

Os resíduos sólidos de aproximadamente 300 bois/dias são retirados por caminhões e levados para a área de compostagem.

O filtro recebe o efluente líquido e após seu processo de filtração envia essa água residuária para a primeira lagoa. A limpeza desse filtro é realizada semanalmente, seus resíduos sólidos vão para a compostagem.

A primeira lagoa é de aeração e tem de dimensão 33m de largura por 33 de comprimento e 5 de profundidade, ou seja, 5.445m<sup>3</sup>. Em sua superfície estão 2 aeradores de 30cv cada, isso leva a um consumo de energia muito alto, porém fundamental ao processo, já que a função dos aeradores é oxigenar a água para as bactérias poderem se alimentar dos resíduos orgânicos composto neste efluente, quanto ao tempo de permanência do efluente nesta lagoa, segundo o engenheiro ambiental, é de uma semana para que misture e depure satisfatoriamente e poder escoar na segunda e última lagoa, a anaeróbia.

A lagoa anaeróbia possui a mesma dimensão da primeira lagoa, ou seja, 33/33/5m. Já os processos anaeróbios responsáveis por depurar despejos provenientes de matadouros-frigoríficos, são diferentes da 1ª lagoa, nesta as bactérias anaeróbias vivem e trabalham sem a presença de oxigênio livre. O sucesso do tratamento nesta lagoa depende das altas cargas de DBO e Sólidos em Suspensão.

A limpeza da lagoa é feita semanalmente, a análise é feita a montante e jusante do rio Pará mensalmente por empresa particular e enviada obrigatoriamente a SEMA, o efluente não pode estar mais poluído que a maré, o despejo tem que está dentro da resiliência ambiental da capacidade de depurar. Essas lagoas foram construídas há 6 anos quando a empresa foi interditada, o empreendimento na época, custou meio milhão de reais.

**Figura 13 - Decantador de resíduos da Graxaria**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 14 - Peneira da ETE**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 15 - Filtro da ETE**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 16 - Efluentes entrando na lagoa aeróbia**



Fonte: Gabriel Almeida, 2015.

**Figura 17 - Lagoa aeróbia**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 18 - Lagoa aeróbia**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**19 - Lagoa anaeróbia**



Fonte: Gabriel Almeida (2015)

**Figura 20 - Lagoa anaeróbia**

Fonte: Gabriel Almeida (2015)

### **6.3 Proposta de reuso**

As indústrias alimentícias, principalmente as de carne bovina, estão ligadas a um alto consumo de água e conseqüentemente geram altas cargas de efluentes líquidos carregados de matérias orgânicas poluentes, além de alto consumo de energia, provocando um grande impacto ambiental e de saúde pública, casos não sejam devidamente tratados antes de serem lançados no ambiente ou reutilizados.

Verificou-se um grande consumo de água nas práticas de lavagem em razão das exigências sanitárias e nessa parte é exigido o uso de água potável para quase todas as operações de lavagem e enxague. Na SOCIPE o consumo de água é mais alto ainda por ser abate com Graxaria e refrigeração, a pesar de não ser uma planta de exportação que requer praticas mais rígidas. Na referida empresa o layout da planta, a tecnologia e os equipamentos deixam a desejar em termos de sofisticação, são fatores que fazem aumentar ainda mais o uso de água. Contudo, melhorando os equipamentos, as instalações atuais, podem representar ganhos significativos à empresa e ao meio ambiente.

Os valores exatos de uso de água pelo empreendimento em questão, não foi possível mensurar por não utilizarem água da concessionária e sim de poço artesiano, segundo dados

da CPRM, esse ponto de água cadastrado não tem nome de proprietário, a empresa perfuradora é desconhecida e o uso desconhecido, porém de acordo com informações do responsável pelo estabelecimento, o consumo de água no abatedor e frigorífico bovino é em torno de 2.500 l/cabeça. Esses valores estão muito além dos encontrados no Guia Técnico Ambiental de Abate da CETESB, onde informa que para Abate + Graxaria, o consumo per capita é de 1.700 l / cabeça segundo (UNEP: WG; DSD, 2002).

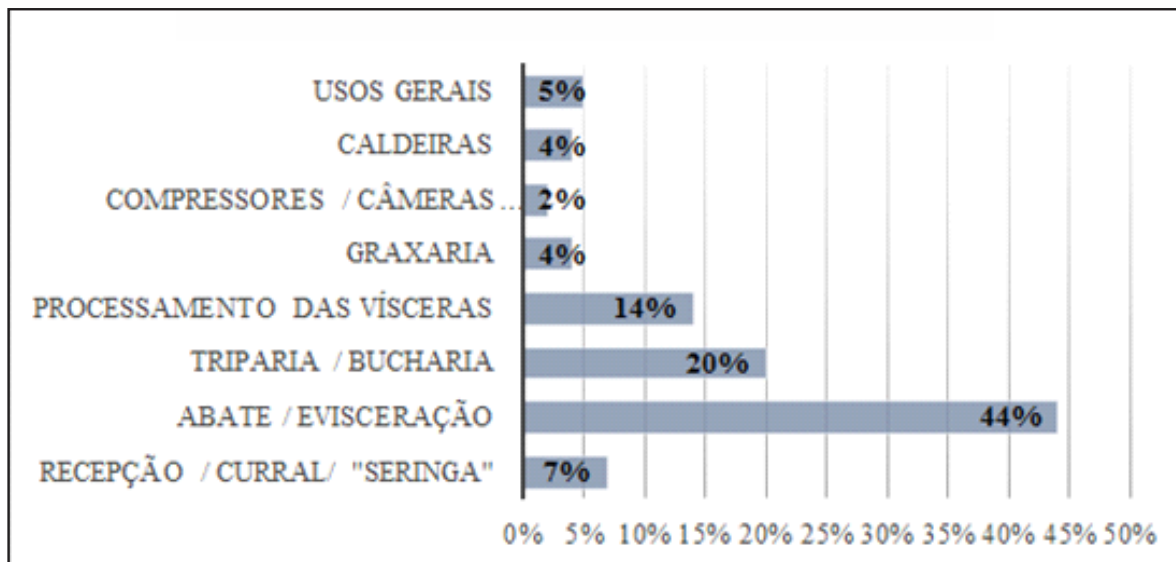
Tendo a quantidade de consumo médio per capita diário, pode-se calcular o consumo médio de água potável usado na produção diária do matadouro e frigorífico da SOCIPE através da fórmula: **Consumo Médio de água = quantidade de bovinos/d x consumo per capita/d** com isso tem-se uma estimativa de consumo que poderia ser usado de forma equilibrada evitando desperdícios.

Usando a fórmula a cima interpreta-se o consumo de água no abatedouro-frigorífico conformes dados fornecidos pelo gerente industrial: o abatedouro abate 300 reses/dia e um consumo estimado em 2.500 l/bovino, substituindo - Consumo médio de Água = 300 reses/d x 2.500 l/cabeça, obtêm-se o consumo per capita do bovino em 750.000l/d ou 750m<sup>3</sup>/d; fazendo equivalência com o consumo per capita efetivo de água domiciliar da área urbana de Belém de 135,7 l/ hab. d (SNIS, 2010), tem-se: equivalente populacional = 750.000 litros/dia ÷ 135,7 litros/hab. d = 5.527 habitantes. Verifica-se que o consumo deste abatedouro daria para abastecer a população inteira do bairro Carananduba na ilha de mosqueiro distrito administrativo do município de Belém, de 5.445 habitantes (dados do censo 2010).

Sem a medição oficial do consumo de água da empresa, torna-se difícil mensurar o consumo total com precisão e o consumo em alguns pontos do processo onde o uso de água é mais intenso e assim, para poder fazer o uso racional é necessário à colocação de registro para aferir o consumo e poder fazer cálculos diários de indicadores de uso de consumo.

Provável distribuição da água no matadouro-abatedouro SOCIPE está exemplificada no:

**Gráfico 1 - Distribuição do consumo de água no abatedouro-frigorífico SOCIPE**



Fonte: Da autora (2016)

Onde aplicar o reuso

O sistema de resfriamento e descongelamento de câmaras frias e de bomba de vácuos libera água que não necessariamente necessita de tratamento secundário, mas em caixa de areia para separação do óleo e pode ter reuso na lavagem dos animais, de caminhões, de currais, de pátios e onde aceitável de forma segura. O uso de água nessa etapa é de 2% que equivale a 15.000 l/dia ou 15 m<sup>3</sup> de água.

Águas condensadas do sistema de refrigeração e da purga das caldeiras podem ter reuso em lavagem de caminhões, lavagem de currais e onde aceitável de forma segura. Assim como condensados de vapor das caldeiras podem retornar para as caldeiras. O uso de água em caldeira é até 4%, equivalente ao uso de 30.000 l/dia ou 30 m<sup>3</sup> de água.

Utilizando 1% de reuso de água originária dos esterilizadores de facas e outros equipamentos equivalentes a 7,50 m<sup>3</sup> de água, em lavagem inicial dos currais, reduz-se o consumo de água e de volume de efluente.

Considerando que o uso na lavagem de curral é em torno de 7% o que resulta em 52.500 l/dia ou 52,5 m<sup>3</sup> de água diária usados na empresa SOCIPE. Utilizando esse efluente mais o do sistema de resfriamento e descongelamento acima e mais uma parte dos originados

dos esterilizadores de equipamentos, tem-se uma economia de 52,5 m<sup>3</sup> de água de abastecimento podendo zerar o consumo de água potável na lavagem dos currais reduzindo o volume do efluente.

Água da lavagem das carcaças bovina pode ser utilizada na lavagem inicial das tripas ou lavagem total se elas forem enviadas para Graxaria; essas águas, também podem ter reuso nas lavagens da Graxaria, de caminhões, transporte de materiais para a Graxaria, e onde aceitáveis de forma segura; nas Graxaria o percentual de uso de água chega a 4%, relacionando aos usos pela empresa tem-se – 30.000 l/dia ou 30 m<sup>3</sup> de água consumida no matadouro-frigorífico. Utilizando água das carcaças reduz-se o uso de água potável e volume de efluente líquido.

A água de lavagem final de tripas e buchos pode ser usada na própria triparia para lavagem inicial; em triparia o uso de água pode chegar até 20%, o que corresponde a 150.000 l/dia ou 150 m<sup>3</sup> de uso diário de água potável utilizado pelo estabelecimento. E que pode diminuir com o reuso de parte dessa água no próprio setor, diminuindo, também volume de efluente.

O consumo de água em usos gerais equivale a 5% totalizando 37.500 l/d ou 37,5 m<sup>3</sup> de água usada. O efluente tratado pode ter reuso preponderante em usos gerais, mas para que isso aconteça é necessário respeitar os limites e parâmetros determinado por Normas, para que seja aceitável de forma segura.

Somando-se os valores totais de águas que poderão ser reutilizadas, obtêm-se 270m<sup>3</sup>/d de águas para uso em diversas unidades do processo de abate. Tem-se uma estimativa de economia na ordem de 36% do consumo total diário de água potável.

O volume do efluente de um abatedouro está entre 80 a 95% do consumo total de água de abastecimento usado por um matadouro-frigorífico bovino, essa água residual é descarregada no meio ambiente muitas vezes sem o tratamento adequado.

Considerando-se que a empresa em avaliação tenha um volume de efluente de 80% da água total diária usada no sistema fica:  $600 \text{ m}^3 - 270 = 330 \text{ l/d}$  de volume de efluente, ou seja, terá uma redução de 45% no volume total diário do efluente a ser lançado no Rio Pará.

Todavia, o efluente tratado da empresa em análise, não se enquadra nas classes 1, 2 e 3 da ABNT - NBR 13.969/97 que classifica e indica os parâmetros de esgoto conforme o

reuso de água e nas classes citadas que indicam a filtração e desinfecção do efluente. Portanto, para esse efluente poder servir de reuso necessita realizar essas duas etapas de tratamento. Contudo pode se enquadrar na classe 4: “Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual”, desde que a contagem de coliformes fecal seja inferior a 5.000 NMP/100ml e o oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/l.

A qualidade e aplicação de água de reuso que se pretende é que vai definir as etapas do tratamento do efluente, o importante é que se preserve a segurança do produto e das pessoas envolvidas no processo. Deixando o uso de água potável restrito aos locais essencialmente imperiosos e na quantidade necessária e sem desperdício.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O método de tratamento da empresa está em conformidade com a composição do efluente gerado e os padrões de qualidade aceitáveis de acordo com a legislação ambiental – separação de sólidos líquidos; sedimentação usada para remoção de partículas nas fases primária e secundária; filtros usados após sedimentação pré-lagoas; tratamento secundário biológico, remoção de matéria orgânica dissolvida em suspensão pelas bactérias aeróbias; remoção de nutrientes através das bactérias anaeróbias para redução de fósforo e nitrogênio.

Os resíduos de matadouros não são considerados perigosos, por serem matéria orgânica, e o efluente líquido gerado desse processo não necessitam de sistemas complexo para seu tratamento. Dependendo da origem dos efluentes no processo de matança pode-se obter água para reuso em empregos menos exigente como água de lavagens de animais na lavagem do curral; água da purga da caldeira em limpeza da área; água de condensação da chaminé para usos aceitáveis de forma segura.

Analisando os pontos prováveis de reuso, verificou-se principalmente, que o efluente imediato do abate poderá ser usado de formas preliminares de determinada etapa anterior ou posterior do sistema.

Constatou-se também a viabilidade do reuso imediato do efluente tratado ou não em locais onde não há exigências de água potável em seus processos como lavagem de currais, rega de jardins, Graxaria e outros.

Em rega de áreas verdes, praticamente não é necessário por ser a RMB de clima quente úmido com chuvas constantes, tendo apenas um pequeno período de estiagem, também não há necessidade de lavagem do asfalto interno porque o bovino na maioria das vezes chega por balsas ou embarcações e a entrada para o curral é quase imediata e muito próxima a rampa de desembarque.

O processo de abatedouro-frigorífico da SOCIPE utiliza em torno de 750m<sup>3</sup> diário de água de abastecimento humano, um quantitativo bastante expressivo que poderia abastecer diariamente um bairro inteiro com uma população de 5. 445 habitantes.

E com o reuso adequado poderá ter uma economia de água na ordem de 270m<sup>3</sup>, o equivalente a menos 36% no consumo de água potável a ser preservados para usos mais

nobres; e ainda, uma redução de 45% no volume total diário do efluente, que deixara de ser lançado no rio Pará, preservando os recursos hídricos e meio ambiente.

Para praticar o reuso de águas residuais se faz necessário identificar as demandas potenciais para o efluente disponível; avaliar as características do efluente a ser usado e verificar os requisitos de qualidade exigidos pelas normas vigentes só assim poderá ser utilizado com segurança, e para identificar essas possíveis aplicações podem ser comparados parâmetros gerais de qualidade de onde se quer aplicar o reuso com os parâmetros do próprio efluente.

A água é vital aos processos da indústria de abate e refrigeração de bovinos. Contudo, o cenário das crises de abastecimento e estresse hídrico mais o rigor das leis tende a ser cada vez maior pela insustentabilidade ambiental. A outorga pelo uso e cobrança de água incentiva a busca de soluções viáveis as atividades industriais, tanto no aspecto econômico como ambiental e social.

Recomenda-se, portanto, que a Cooperativa adote atitude harmoniosa com o meio ambiente, destinando atenção particular ao uso da água, que haja uma concepção maior da necessidade de utilização de forma racional, tanto quantitativo como qualitativo e busque sempre que possível o reuso de água em suas produções, mas para que isso aconteça, necessita a cima de tudo, melhorar a qualidade da água tratada para reuso, como por exemplo, aplicando a filtração e desinfecção se quiser usar de forma segura não oferecendo risco de patógenos vetores de doenças a população, para obter-se o máximo de benefícios e que possa ser sustentável por muito tempo.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Raphael. **Impactos do lançamento de efluentes na qualidade da água do riacho Mussuré**. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2010**. Disponível em: <[http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2010\\_inf.pdf](http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2010_inf.pdf)>. Acesso em: 13 de nov. 2015.

\_\_\_\_\_. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR). **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. 2003. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/pnrh/index.htm>> Acesso em: 30 de nov. 2015.

ALMEIDA, Elinete Nascimento; NASCIMENTO, Waddle Almeida. Separata de **Análise do efluente lançado no Riacho Tranquitas, no Município de Kingsville, Estado do Texas – EUA**: Como parâmetro comparativo entre legislações Brasil/EUA. Belém: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, 2015. p. 35-45.

ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969**: Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

B. FILHO, D. MANCUSO, P. C. S. Conceito de reuso de água. Reuso de água. In: MANCUSO, P.C. S; SANTOS, H. F. **Reuso de água**. Barueri: Manoli, 2003. Cap. 2

BORGES, L.Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.

BRAILE, Pedro Marcio; CAVALCANTI, José Eduardo W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo, CETESB, 1993.

BRANCO, S. M. **Poluição**. Rio de Janeiro. 1972. 157 p.

\_\_\_\_\_. **Água**: origem, uso e preservação. 2 ed. São Paulo: Moderna, 1993. 71p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 de setembro de 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938)>. Acesso em: 14 de jun. 2014.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Lei 9.433/1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Câmara, 1997.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. **Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. São Paulo: Sibana, 1968, 346 p.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos. **Caderno setorial de recursos hídricos: saneamento**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao23022011031657.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao23022011031657.pdf)>. Acesso em: 10 de ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, dez. 2011.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para prática de reuso direto não potável de água, e da outras providências. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília/DF, 2005.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Índice de qualidade da água. 2010**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>>. Acesso em: 20 de jul. 2014.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH). Resolução nº 5, de 03 de setembro de 2008. Pará. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.sema.pa.gov.br/wp-content/uploads/2012/09/Resolucao\\_CERH\\_n\\_05.pdf](http://www.sema.pa.gov.br/wp-content/uploads/2012/09/Resolucao_CERH_n_05.pdf)>. Acesso em: 20 de ago. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357 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, e dá outras providências. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em 10 de nov. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução 430 de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em 10 de nov. 2015.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). **Manual de Conservação e Reuso de Água Para a Indústria**. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais4.pdf>>. Acesso em: 10 de ago. 2016.

FIGLIARO, A. M.; LARA, G.; JARDIM, S. S. 25 Anos de PNMA – A lei que implantou nossa política ambiental atinge a maturidade. **Revista Ambiente Legal**, jan. 2006. Disponível em:

<<http://www.ambientelegal.com.br/25-anos-a-lei-que-implantou-nossa-politica-ambiental-atinge-a-maturidade/#sthash.0yYwFiK v.dpuf>> Acesso em: 10 de set. 2015.

FIRJAN. **Manual de conservação e reuso da água na indústria**. Rio de Janeiro. 2006. Disponível em: < <http://firjan.org.br> >. Acesso em: 25 de ago. 2016.

GIORDANO, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. RJ: Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente. 2005.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de águas: disciplina jurídica das águas doces**. São Paulo: Atlas, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Estatística da Produção Pecuária. [s. l.]: **Indicadores IBGE**. 2013.

JORDÃO, E. P. ; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

KRIEGER, E. I. F. **Avaliação do Consumo de Água, racionalização do uso e reuso do efluente líquido de frigorífico de suínas na busca sustentabilidade socioambiental da empresa**. 2007. Tese (Doutorado) Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

LEITE, A. M. F. **Reuso de água na gestão integrada de recursos hídricos**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Brasília, Planejamento e Gestão Ambiental, 2003.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. In: reaproveitamento, fontes, legislação e características. 3ª edição, Belo Horizonte. 2007. Cap. 03.

MANUAL de Saneamento Básico. Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica. [s. l.] Trata Brasil. 2012. Disponível em: <[www.tratabrasil.org.br](http://www.tratabrasil.org.br)>. Acesso em: 15 de nov. 2015.

MÁXIMO, C. C. **Avaliação do Emprego de Efluentes Sanitários Tratados em Irrigação Ornamental no Distrito Federal**. 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

MIERZWA, J. C. **O uso racional e o reuso com ferramenta para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria – estudo de caso de Kodak Brasileira**. 2002. Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

MOURÃO, Leila. COOPERATIVISMO PARAENSE: História e Memória, Juventude, educação e cooperativismo. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES LATINO-AMERICANOS DE COOPERATIVISMO, 5. 2008, Ribeirão Preto/SP. **Anais ...** Ribeirão, 2008.

PARÁ. **Decreto de Lei nº 5.565** de 11 de outubro de 2002. Define o Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos e da Política Estadual de Florestas e demais Formas de

Vegetação. Palácio do Governo, Belém, PA, 11 outubro de 2002. Disponível em: <<http://www.semas.pa.gov.br/2006/11/27/9695/>>. Acesso: 14 de jun. 2014.

**PARÁ. Lei Estadual nº 5.887** de 09 de maio de 1995. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências. Palácio do Governo do Estado do Pará, 9 de maio de 1995. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/1995/05/09/9741/>> Acesso em: 25 de ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Moção nº 002 de 08 de setembro de 2009. Recomenda sobre os usos múltiplos das águas, referente aos sistemas de abastecimento de água e lançamento de esgoto em corpos hídricos. Conselho Estadual de recursos Hídricos (CERH). Disponível em: <[http://www.sema.pa.gov.br/wp-content/uploads/2013/02/MOCAO\\_N\\_002.pdf](http://www.sema.pa.gov.br/wp-content/uploads/2013/02/MOCAO_N_002.pdf)> Acesso em: 10 de ago. 2016.

PACHECO, J. W. F.; YAMANAKA, H. T. **Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno)**. Série P+L. São Paulo: CETESB, 2006. Disponível em <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao\\_limpa/documentos.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos.asp)> Acesso em 14 de ago. 2016.

SAMUEL, Paulo Robinson da Silva. **Alternativas Sustentáveis de Tratamento de Esgotos Sanitários Urbanos, Através de Sistemas Descentralizados, para Municípios de Pequeno Porte**. Porto Alegre. 2011.

SENA, Lucinda Freitas de Assis. **Fundamentos para o planejamento e gestão metropolitanos por ilhas e bacias hidrográficas: alternativa para a Região Metropolitana de Belém**. 2007. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro Tecnológico. Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA. PORTO ALEGRE (SENAI). **Princípios básicos de produção mais limpa em matadouros frigoríficos**. [s.l.; s.n.], 2003. (Séries Manuais de Produção mais limpa).

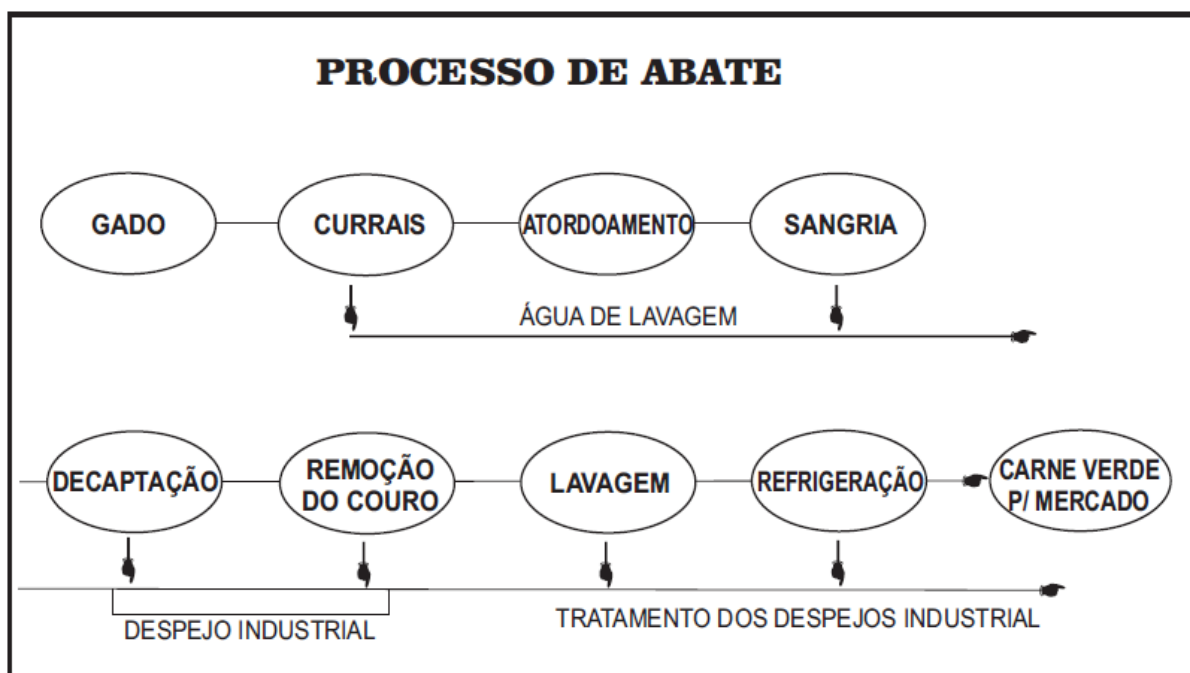
TEIXEIRA, Roberta Miranda. **Remoção de Nitrogênio de Efluentes da Indústria Frigorífica Através da Aplicação dos Processos de Nitrificação e desnitrificação em Biorreatores Utilizados em um Sistema de Lagoas de Tratamento**. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos - SP: RIMA, 2003.

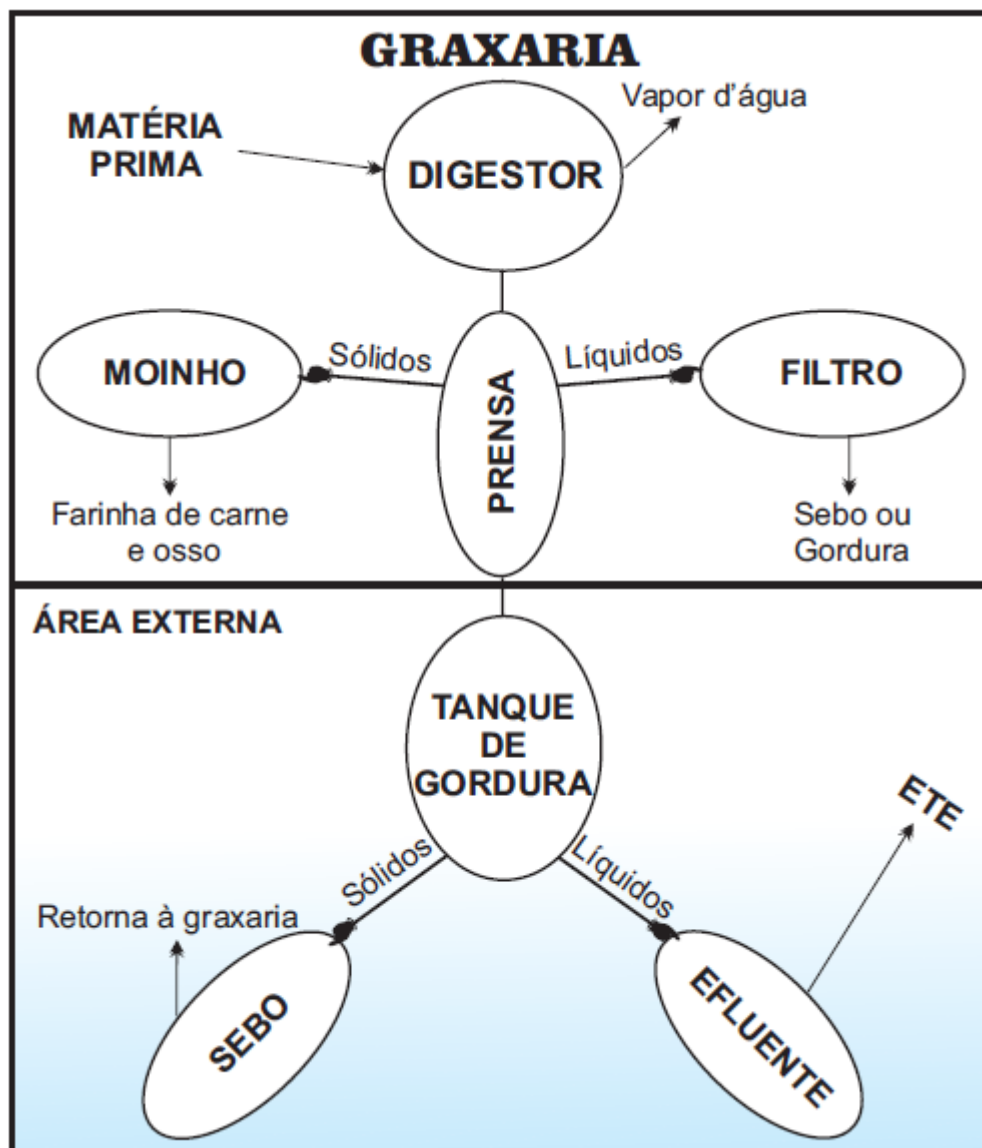
VILAS BOAS, Eduardo Valério de Barros; LIMA, Luiz Carlos de Oliveira; BRESSAN, Maria Cristina; BARCELOS, Maria de Fátima Pícollo; PEREIRA, Rosemary Gualberto F. A. **Manejo de resíduos da agroindústria**. Lavras: Gráfica Universitária UFLA/FAEPE, 2001.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. In: **PRINCÍPIOS do tratamento biológico de águas residuais**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005. v.1.

**ANEXOS**

**ANEXO A – PROCESSO DE ABATE**

## ANEXO B - GRAXARIA



## ANEXO C - ETE

