



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

José Carlos Jesus da Fonseca

ANÁLISE DE ECOEFICIÊNCIA DO CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA NA  
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO  
DA BAHIA

FEIRA DE SANTANA – BAHIA

2017

José Carlos Jesus da Fonseca

ANÁLISE DE ECOEFICIÊNCIA DO CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA NA  
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO  
DA BAHIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Roberto M. Orrico

FEIRA DE SANTANA – BAHIA

2017

ANÁLISE DE ECOEFICIÊNCIA DO CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA NA  
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO  
DA BAHIA

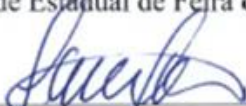
JOSÉ CARLOS JESUS DA FONSECA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL.

Aprovada por:



Prof. Silvio Roberto Magalhães Orrico, Dr.  
(Universidade Estadual de Feira de Santana)



Prof. Severino Soares Agra Filho, Dr.  
(Universidade Federal da Bahia)



Prof.ª Sandra Maria Furiam Dias, Dra.  
(Universidade Estadual de Feira de Santana)

FEIRA DE SANTANA, BA – BRASIL

AGOSTO/2017

**Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado**

F744a Fonseca, José Carlos Jesus da

Análise de ecoeficiência do consumo de água e energia na indústria de laticínios no licenciamento ambiental do estado / José Carlos Jesus da Fonseca. – 2017.

80 f.: il.

Orientador: Silvio Roberto Magalhães Orrico.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2017.

1. Indústria de laticínios – Bahia – Aspectos ambientais. 2. Água – Consumo. 3. Energia elétrica – Consumo. I. Orrico, Silvio Roberto Magalhães, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 628.1(814.2)

*À minha Esposa Sara à minha  
filha Larissa, exemplos de  
inteligência, bondade, sabedoria,  
honestidade, dedicação e de  
amor. Que este trabalho seja  
fonte de inspiração para a vida e  
formação.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por me dar a fé de crer no incrível, ver o invisível e realizar o impossível.

A Jesus, seu amado filho e nosso verdadeiro mestre.

À Sara, minha esposa, pelo apoio, paciência, otimismo, amor e, em especial, pela compreensão nos períodos de ausência necessários à elaboração deste trabalho, e à minha querida filha Larissa pela alegria que todos os dias me faz sentir.

Ao meu pai José (*in memoriam*) pelo exemplo e a minha mãe Amália (*in memoriam*) pelas bênçãos. Aos meus irmãos e familiares, pelo incondicional apoio.

Ao Secretário da SEMA Sr. Eugênio Spengler, e à Diretora do INEMA Sra. Márcia Telles, por entender a importância de viabilizar e apoiar a qualificação do corpo técnico.

Aos colegas de trabalho da Unidade Regional Portal do Sertão e da ATEND, os quais se dedicaram a selecionar os processos de licenciamento ambiental analisados nesta pesquisa.

À UEFS, por disponibilizar à sociedade um ensino de qualidade e gratuito.

Ao PPGCEA, pela oportunidade dada a diversos profissionais em se qualificar na área ambiental.

Aos professores do PPGCEA, pela dedicação e conhecimentos transmitidos.

Aos professores Eduardo Cohim, Sandra Furiam, Roque Angélico, Maria do Socorro e Luciano (*in memoriam*), pela paciência e contribuições que herdarei para toda a minha vida profissional.

Aos colegas de curso, em especial a Pascoal, Anderson, Camila, Marília, Syntia, Valeria, Jálvaro e Hamilton, pela ajuda nos trabalhos acadêmicos e pelos momentos felizes que passamos, sem esquecer os momentos difíceis que nos ajudaram a crescer nesta etapa profissional.

À Mariana e Kátia, pela disponibilidade e disposição em resolver os problemas administrativos do curso.

A todos os colegas e amigos que contribuíram e deixaram suas digitais neste trabalho, incluindo os conhecimentos aqui depositados.

Ao Professor Silvio Orrico pela orientação, paciência, compreensão e conhecimentos transmitidos e por ser o grande incentivador para a realização deste Mestrado.

Enfim, agradeço a todos que direta e indiretamente contribuíram para esta realização.

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGECEA/UEFS como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ANÁLISE DE ECOEFICIÊNCIA DO CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA NA  
INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO  
DA BAHIA

José Carlos Jesus da Fonseca

Agosto/2017

Orientador: Prof. Dr. Silvio Roberto Magalhães Orrico

Programa: Engenharia Civil e Ambiental

A indústria de laticínios é um exemplo de sistema caracterizado pela associação de diferentes sistemas de produção: agricultura, pecuária, exploração leiteira, transformação industrial e distribuição do produto. Os produtos lácteos são o grupo de alimentos que inclui o leite, assim como os seus derivados processados, tendo como insumos principais, água e energia. Esses insumos são essenciais nos processos produtivos da indústria de produtos lácteos, assim como a avaliação da ecoeficiência através das quantidades de água e energia consumidas. Para este fim, foram utilizados dados de 23 laticínios protocolados no INEMA, no período de 2006 a 2012, sendo obtido o coeficiente médio de consumo de água de  $3,15 \text{ L.L}^{-1}$  de leite processado e coeficiente médio de geração de efluente de  $3,17 \text{ L.L}^{-1}$  leite processado. Quanto ao indicador de energia consumida, os dados disponibilizados foram insatisfatórios devido à falta de dados, o que impossibilitou a obtenção de resultados confiáveis sobre o consumo. Concluiu-se que os laticínios licenciados no estado da Bahia são menos eficientes na utilização dos insumos de água e energia em relação à indústria nacional, da mesma forma que esta em relação à indústria internacional (*benckmarking*). Indica-se que esse tipo de abordagem ainda não é uma iniciativa do Órgão Ambiental e que o conceito de ecoeficiência não está incorporado nas análises do licenciamento ambiental, no Brasil.

Palavras-chave: consumo de água, consumo de energia, laticínios, órgão ambiental e licenciamento ambiental.



Dissertation Abstract presented to PPGECEA/UEFS as a partial fulfillment of the requirements for Master Degree at Science (M.Sc.)

ECO-EFFICIENCY ANALYSIS OF WATER AND ENERGY CONSUMPTION IN  
THE LATICINES INDUSTRY IN THE ENVIRONMENTAL LICENSING IN THE  
STATE OF BAHIA

José Carlos Jesus da Fonseca

Julho/2017

Counselor: Prof. Dr. Silvio Roberto Magalhães Orrico

Department: Civil and Environment Engineering

The dairy industry is an example of a system characterized by the association of different production systems: agriculture, livestock, dairy, industrial transformation and product distribution. Dairy products are the food group that includes milk, as well as its processed byproducts, having as main inputs, water and energy. These inputs are essential in the production processes of the dairy industry, as well as the assessment of eco-efficiency through the quantities of water and energy consumed. For this purpose, data from 23 dairy products registered at INEMA from 2006 to 2012 were used, and the average water consumption coefficient of 3.15 LL of processed milk and average effluent generation coefficient of 3.17 LL processed milk. Regarding the energy consumed indicator, the available data were unsatisfactory due to lack of data, which made it impossible to obtain reliable results on consumption. It was concluded that the dairy products licensed in the state of Bahia are less efficient in the use of water and energy inputs in relation to the national industry, as it is in relation to the international industry (benchmarking). It is pointed out that this type of approach is not yet an initiative of the Environmental Agency and that the concept of eco-efficiency is not incorporated in the analyzes of environmental licensing in Brazil.

Keywords: water consumption, energy consumption, dairy products, environmental agency and environmental licensing.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE QUADRO</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 OBJETIVO GERAL</b> .....	17
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIO.....	18
3.1.1 O uso de água.....	20
3.1.2 A geração de efluentes .....	20
3.2 USO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA .....	22
3.3 USO DA ÁGUA EM LATICÍNIOS.....	25
3.4 ASPECTOS LEGAIS DO USO DA ÁGUA .....	28
3.4.1 Legislação Federal.....	28
3.4.2 Legislação Estadual .....	29
3.5 GESTÃO, CONSERVAÇÃO, REÚSO DE ÁGUA, PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L), ECOEFICIÊNCIA E MELHORES TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS.....	31
3.5.1 Gestão Conservação e Reúso de Água em Laticínios.....	31
3.5.2 Práticas de Produção + Limpa na Indústria de Laticínios .....	35
3.6 CONSUMO ENERGÉTICO NA INDÚSTRIA DE LÁCTEOS .....	37
3.7 ECOEFICIÊNCIA E MELHORES TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS EM LATICÍNIOS.....	40
3.8 LICENCIAMENTO NO ESTADO DA BAHIA.....	43
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	47
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	47
4.2 OBJETO DE ESTUDO.....	47
4.3 COLETA DE DADOS.....	47
4.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	48

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
<b>5.1 CONSUMO DE ÁGUA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LATICÍNIOS</b> .....	53
5.1.1 Consumo de Água em Laticínios de Pequeno Porte .....	57
5.1.2 Consumo de Água em Laticínios de Médio Porte .....	59
5.1.3 Consumo de Água em Laticínios de Grande Porte .....	60
<b>5.2 CONSUMO DE ENERGIA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LATICÍNIOS</b> .....	61
5.3 ANÁLISE DE <i>BENCHMARKING</i> .....	65
5.4 <b>RELAÇÃO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL COM OS DADOS DE CONSUMOS DE ÁGUA E DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NO ESTADO DA BAHIA</b> .....	68
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	71
6.1 <b>LIMITAÇÃO DO ESTUDO</b> .....	73
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	74

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Demandas de consumo de água no Brasil.....	22
Figura 2 – Priorização das ações de conservação da água.....	31
Figura 3 – Fontes de energia na matriz energética brasileira em percentuais.....	37
Figura 4 – Localização dos laticínios selecionados e avaliados.....	50
Figura 5 – Porte dos laticínios amostrados.....	51
Figura 6 – Número de empresas (%) por fonte de fornecimento de água.....	52
Figura 7 – Coeficientes de consumo de água e média, de laticínios de pequeno porte..	57
Figura 8 – Coeficientes de consumo de água e média, de laticínios de médio porte.....	58
Figura 9 – Coeficientes de consumo de água e média, de laticínios de grande porte ....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxas de consumo de água das indústrias de laticínios, variação e média, de acordo com a capacidade de processamento.....	26
Tabela 2 – Volume de água utilizado e efluente gerado por litro de leite processado no laticínio.....	26
Tabela 3 – Consumo de energia em indústrias de laticínios europeias.....	38
Tabela 4 – Quantidade e volume dos laticínios selecionados.....	51
Tabela 5 – Porte, quantidade de leite processado, consumo de água e geração efluente dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015).....	53
Tabela 6 – Coeficientes de consumo de água e geração de efluente (L.L <sup>-1</sup> L processado) dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015).....	55
Tabela 7 – Coeficientes de consumo de água e geração de efluente (L.L <sup>-1</sup> L processado) dos laticínios de porte pequeno licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015).....	57
Tabela 8 – Coeficientes de consumo de água e geração de efluente (L.L <sup>-1</sup> L processado) dos laticínios de médio porte licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015).....	59
Tabela 9 – Coeficientes de consumo de água e geração de efluente (L.L <sup>-1</sup> L processado) dos laticínios de porte grande licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015).....	60
Tabela 10 – Porte, quantidade de leite processado, consumo de água e geração de vapor, consumo de lenha, energia e resultados do coeficiente de consumo de energia elétrica e térmica dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015).....	61
Tabela 11 – Porte, quantidade leite processado, coeficiente de consumo de energia elétrica, térmica e total dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015).....	64
Tabela 12 – Análise de <i>benchmarking</i> do consumo de água e geração de efluentes em laticínios com diferentes portes e origem.....	65
Tabela 13 – Análise de <i>benchmarking</i> do consumo de energia elétrica, termal e total em kWh por litro de leite.....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Operações e processos geradores de efluentes líquidos na indústria de laticínios.....	19
Quadro 2 – Qualidade do efluente de laticínios segundo o tipo de processo.....	20
Quadro 3 – Aplicações e critérios de qualidade da água na atividade industrial.....	23
Quadro 4 – Etapas para implantação de um PCRA.....	32
Quadro 5 – Diferenças entre tecnologias de Fim de Tubo e Produção + Limpa.....	35
Quadro 6 – Usos da energia no processo produtivo de laticínios.....	37
Quadro 7 – Divisão, tipologia, capacidade instalada, porte e potencial poluidor para fins de licenciamento ambiental no estado da Bahia.....	45
Quadro 8 – Princípio, objetivo e diretriz da Lei Estadual nº. 10.431/2006 .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A busca de um rápido desenvolvimento, com o crescimento industrial acelerado, associada ao aumento populacional têm como principais decorrências uma maior demanda pelo uso de recursos naturais e a degradação do meio ambiente. Nas indústrias onde a água e a energia são insumos essenciais em seus processos produtivos, a gestão desses recursos é de fundamental importância para garantir a conservação dos mesmos.

A indústria de laticínios representa uma atividade de grande importância na economia mundial, sendo o Brasil em 2015, o quarto maior produtor de leite, com cerca de 5% de participação no mercado mundial. O setor de laticínios, que no Brasil é classificada como indústria de alimentos e bebidas, tem alcançado níveis de crescimento acelerado e acima da média em relação a outros setores da indústria. O Estado da Bahia ocupou, em 2015, o sexto lugar como produtor de leite no *ranking* nacional e o maior produtor de leite do nordeste.

Os produtos lácteos, também denominados laticínios, são o grupo de alimentos que inclui o leite e seus derivados processados. Tendo como principais insumos, a água e a energia, as quais estão intensamente inter-relacionados. No caso da água, esta é utilizada nas seguintes atividades: no consumo humano, ou seja, em ambientes sanitários, vestiários, cozinhas, refeitórios, bebedouros; como matéria-prima, na sua incorporação ao leite para a produção do produto final; e no fluido de aquecimento e/ou resfriamento. Já a energia é utilizada para o acionamento de motores de indução (elétrica) e geração de vapor (térmica).

O cenário atual de escassez de água, evolução da legislação ambiental e aumento da concorrência devido à globalização, a uma preocupação crescente em reduzir continuamente o consumo de água e energia, torna-se indispensável adotar medidas de conservação de recursos hídricos, o que inclui a redução das perdas e desperdícios da água, aproveitamento de águas residuárias (reúso) e de água de chuva, otimização dos processos, melhoria da eficiência de equipamentos, minimização dos efluentes, novas tecnologias de conservação da água e o uso de indicadores. Portanto, água e energia são insumos essenciais para a maioria dos processos produtivos, não sendo diferente na indústria de laticínios, devendo alcançar o máximo de eficiência produtiva de forma a reduzir também os custos de produção.

A quantidade de água e energia necessária para o atendimento das diversas atividades agroindustriais dos laticínios no estado da Bahia é influenciada por vários fatores, como o tipo do produto, capacidade de produção, condições climáticas da região, disponibilidade de água, tecnologias de produção, idade das instalações, prática operacional, cultura local, inovação tecnológica, investimentos em pesquisa etc.

Para avaliação de desempenho ambiental destas indústrias, o uso de indicadores possuem o benefício e a possibilidade de se aferir recursos ambientais e avaliar sua eficiência quanto ao uso dos mesmos, auxiliando na tomada de decisão, possibilitando a melhoria dos processos que utilizam tais recursos e, assim, minimizando os impactos gerados, seja pelo aspecto qualitativo, seja pelo quantitativo. Além disto, através dos indicadores, há possibilidade de comparações entre indústrias de mesmo segmento, bem como entre indústrias nacionais e internacionais (*benchmarking*), sendo estes alguns dos objetivos específicos do presente trabalho.

Desta forma, entende-se que o enfoque da ecoeficiência sob o consumo água e a energia, ainda necessita evoluir sobre o tema ambiental, pois têm um papel fundamental no processo de minimização dos impactos ambientais das atividades industriais. Nesta conjuntura, assim como em outros aspectos, o licenciamento ambiental deve considerar a abordagem citada acima, avaliando os processos produtivos por meio de indicadores, bem como a melhor tecnologia a ser utilizada.

A ecoeficiência, termo que se refere ao desenvolvimento do processo produtivo que cause o menor impacto ambiental negativo possível, diminuindo os custos e consumo de recursos, assim como reduzindo a produção e emissão de resíduos, ampliando o ciclo de vida dos produtos, vem ganhando importância nos últimos anos. Neste contexto, buscando a identificação deste comportamento no setor lácteo no estado da Bahia, e a disseminação da consciência ambiental.

O licenciamento ambiental considera na sua análise, a ecoeficiência sobre o consumo de água e de energia na indústria laticínios no estado. Avalia sua eficiência ambiental, faz o comparativo com dados de referência da atividade (*benchmarking*) do setor?



## **2 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a ecoeficiência do consumo de água e energia na indústria de produtos lácteos e o licenciamento ambiental, no Estado da Bahia.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Quantificar o consumo de água em sua totalidade e/ou em cada etapa do processo produtivo através da análise dos processos de licenciamento ambiental da indústria de laticínios no Estado da Bahia
- Quantificar o consumo de energia elétrica e térmica na indústria de produtos lácteos no estado da Bahia
- Analisar os critérios de análises praticados no licenciamento ambiental no estado da Bahia para atividade de laticínios e a influência destes sobre os resultados obtidos no estudo
- Avaliar os índices de consumo de água e de energia tendo como referência os valores de “benchmarking” desse setor

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIO**

A agroindústria de laticínios, que no Brasil é classificada como indústria de alimentos e bebidas, tem alcançado níveis de crescimento acelerado e acima da média em relação a outros setores da indústria. O setor é um exemplo de um sistema caracterizado pela associação de diferentes sistemas de produção, como agricultura, pecuária, exploração leiteira, transformação industrial e distribuição do produto.

De acordo com a legislação federal que regulamenta a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, a indústria de laticínios compõe-se de estabelecimentos destinados ao recebimento de leite e seus derivados para beneficiamento, manipulação, conservação, fabricação, maturação, embalagem, acondicionamento, rotulagem e expedição, e pode ser classificada como:

1. Usina de Beneficiamento: estabelecimento que tem por fim principal receber, filtrar, beneficiar e acondicionar higienicamente o leite destinado diretamente ao consumo público ou a entrepostos; e
2. Fábrica de Laticínios: estabelecimento destinado transformação do leite e de creme, para o preparo de quaisquer produtos derivados de leite.

A Bahia, embora tenha considerável número de estabelecimentos industriais de produtos lácteos e conte com o 3º maior rebanho bovino de leite do país, necessita melhorar a qualidade e a produtividade do leite, com o objetivo de aumentar sua competitividade no mercado de lácteos. O investimento em controle genético, programas especiais de plantio de pastagens e controle sanitário são formas para se reverter essa situação e aumentar a produtividade leiteira no estado (MADERI, 2014).

De acordo com a Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB), as indústrias de processamento de leite com registro no Serviço de Inspeção Estadual no Estado da Bahia (SIE) estão bem distribuídas pelo Estado, com um total de 89 e 62 considerando as fábricas de laticínios e as usinas de beneficiamento, respectivamente (ADAB, 2014).

As indústrias de derivados lácteos englobam grande número de atividades que variam em função dos produtos a serem obtidos, além das operações fundamentais e comuns a todos os processos produtivos (MAGANHA, 2008). São as seguintes fases:

**Recebimento Estocagem:** O leite é transportado em caminhões isotérmicos ou vasilhames adequados, depois pesado e filtrado e encaminhado para o(s) tanque(s) de recepção e mantido refrigerado até sua utilização, os produtos auxiliares são armazenados em condições apropriadas a fim de que sejam conservadas suas características e qualidade.

**Processamento:** Consiste em submeter o leite *in natura* à operações de filtração, clarificação, padronização e pasteurização/esterilização para consumo ou para obtenção de derivados. A filtração tem por finalidade remover as partículas grosseiras e impurezas eventualmente presentes. A clarificação consiste na centrifugação para remoção das impurezas contidas no leite, e o desnate, na remoção de quantidade desejada de gordura ou creme de leite. A operação de separação e ajuste de teor de gordura no leite é denominada padronização.

**Tratamento Térmico:** Para assegurar a destruição dos micro-organismos patogênicos, é necessário aquecer o leite a determinada temperatura e mantê-lo nesse grau de calor durante certo intervalo de tempo, antes de resfriá-lo novamente. A relação entre temperatura e tempo de retenção é importante para determinar a intensidade do tratamento térmico.

**Elaboração de Produtos:** Depois de termicamente tratado, o leite destinado a elaboração de outros produtos é encaminhado para as etapas produtivas posteriores, as quais variam em função dos produtos a serem obtidos.

**Envase e Embalagem:** Os produtos prontos passam para a fase de acondicionamento em recipientes apropriados e identificados a fim de serem comercializados.

**Armazenamento:** Embalados e prontos para serem comercializados, os produtos devem permanecer armazenados, em condições adequadas até que sejam encaminhados ao seu destino final. Ressalta-se que alguns produtos precisam permanecer sob refrigeração a fim de que sejam mantidas suas características e suas qualidades.

**Expedição:** A expedição e a distribuição dos produtos devem ser realizadas de modo a garantir que sua qualidade seja preservada. Deve-se:

- impedir a alteração do produto e danos à sua embalagem
- adotar o sistema FIFO (“First In, First Out” Primeiro que Entra, Primeiro que Sai)
- na expedição de produtos acabados, garantir que os veículos para o transporte estejam isentos de presença de pragas, vazamentos, umidade,

materiais estranhos e odores desagradáveis, bem como adequados à temperatura exigida pelo produto.

### 3.1.1 O uso de água

A indústria de laticínios é um exemplo de indústria cujos diversos processos, operações e ocorrências contribuem para a geração de um grande volume de efluente por unidade produzida, com uma elevada carga orgânica, conforme demonstrado no Quadro 1. A quantificação dos impactos na natureza depende de inúmeros fatores, tais como idade da instalação, tecnologias e equipamentos empregados, programas de limpeza e grau de conscientização dos funcionários, entre outros. Os principais impactos ambientais do setor de laticínios estão relacionados a:

- elevado consumo de água
- vazões elevadas de efluentes com alta concentração de orgânicos
- alto consumo de energia
- geração e gerenciamento de resíduos
- emissões atmosféricas
- ruído e vibração provenientes de máquinas e equipamentos

### 3.1.2 A geração de efluentes

Quadro 1 – Operações e processos geradores de efluentes em laticínios e beneficiadoras

FASE/OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO
Limpeza e Higienização	Enxágue para remoção de resíduos de leite, impurezas, em latões de leite, tanques diversos (inclusive de caminhões de coleta de leite e silos de armazenamento), tubulações de leite e mangueiras de soro, bombas, equipamentos e utensílios utilizados diretamente na produção; Operação de limpeza, Lavagem de pisos e paredes, arraste de lubrificantes de equipamentos do setor de produção.
Descartes e Descargas	Descargas de misturas de sólidos de leite e água por ocasião do início e interrupção de funcionamento de pasteurizadores, trocadores de calor, separadores e evaporadores, produtos retornados à indústria e sólidos de leite retidos em clarificadores; produtos e materiais de embalagem perdidos nas operações de empacotamento Descarte de soro, leite e leite ácido nas tubulações de esgotamento de águas residuárias; finos oriundos da fabricação de queijos;
Vazamentos e Derramamentos	Vazamentos de leite em tubulações e equipamentos correlatos devido a: - Operação e manutenção inadequadas de equipamentos e tubulações; - Transbordamento de tanques, equipamentos e utensílios diversos; - Negligência na execução de operações, com derramamentos de líquidos e de sólidos diversos para tubulações de esgotamento de águas residuárias.

Fonte: MACHADO *et al.* (2002)

No desenvolvimento das operações da indústria de lácteos, o maior consumo de água ocorre durante as operações de limpeza, desinfecção e resfriamento, que resultam grande volume de efluente com uma elevada carga orgânica.

O soro de leite é considerado o principal efluente gerado pelas indústrias de laticínios, devido à sua alta carga orgânica, o que o torna um resíduo com elevado potencial de contaminação, principalmente se lançado diretamente no solo ou nos cursos de água. O volume de soro produzido é bastante expressivo, sendo que, para fabricação de alguns produtos lácteos, tais como produção de queijos, cerca de 80% a 90% são convertidos em soro. Em um comparativo de processo de tratamento de efluentes em diferentes laticínios, com e sem aproveitamento do soro, a Comissão Europeia, analisou como afeta significativamente a qualidade dos efluentes das indústrias que não estão adaptadas para recuperação do subproduto (soro), conforme pode ser verificado no Quadro 2.

Quadro 2 – Qualidade do efluente de laticínios segundo o tipo de processo

<b>PARÂMETROS (mg/L)</b>	<b>INSTALAÇÕES C/ RECUPERAÇÃO DE SORO (mg/l)</b>	<b>INSTALAÇÕES S/ RECUPERAÇÃO DE SORO (mg/l)</b>
DBO <sub>5</sub>	2397	5312
DQO	5312	20559
GORDURAS	96	463
NITROGÊNIO TOTAL	90	159
FÓSFORO TOTAL	26	21

Fonte: EUROPEAN COMMISSION - Pollution Prevention and Control IPPC (2006)

Os sólidos solúveis e suspensos, tratados nos sistemas de tratamento de efluentes dos laticínios, representam parte da matéria-prima ou resíduos de sanitizantes. Considerando os diferentes estágios de geração de efluentes na indústria de laticínios, as etapas de limpeza também acrescentam às águas compostos tanto derivados do leite, quanto estranhos à sua composição.

O consumo de energia também deve ser considerado na indústria de laticínios. Seu uso está associado à garantia de qualidade dos produtos, principalmente daqueles submetidos a tratamento térmico, refrigeração e armazenamento. Nessa indústria, em quase todos os processos, é necessária água quente, ou vapor, gerado em caldeiras. O uso de fornos, secadores e equipamentos de refrigeração também é muito comum. Como no consumo de água, o consumo de energia depende do tipo de produto preparado e outros fatores relacionados à idade das instalações, grau de automação,

tecnologias utilizadas, operações de limpeza medidas adotadas para economia dos insumos, entre outras.

O principal uso da eletricidade na indústria de alimentos e bebidas é no acionamento dos motores elétricos, seguida pela refrigeração. A energia térmica é mais usada para geração de vapor e água quente na limpeza, enquanto a energia elétrica é utilizada nas etapas de refrigeração, iluminação, ventilação e operação de equipamentos. Estima-se que cerca de 80% do consumo total de energia seja térmica, obtida da queima de combustível fóssil, e os 20% restantes, de energia elétrica (KAWANO, 2013).

Os resíduos sólidos gerados no laticínio podem ser subdivididos em dois grupos principais, no que se referem à sua origem. O primeiro grupo são os resíduos gerados nos escritórios, nas instalações sanitárias e nos refeitórios da indústria. Corresponderia ao que se costuma denominar lixo comercial, e abrange papéis, plásticos e embalagens diversas geradas nos escritórios, resíduos de asseio dos funcionários, como papel toalha, papel higiênico etc.; e resíduos de refeitório ou cantina, como restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens diversas, papel filtro e outros. O segundo grupo refere-se aos resíduos sólidos industriais provenientes das diversas operações e atividades relacionadas diretamente à produção industrial e demais unidades de apoio. São basicamente sobras de embalagens, embalagens defeituosas, papelão, plásticos, produtos devolvidos (com prazos vencidos), embalagens de óleos lubrificantes, resíduos da ETE (sólidos grosseiros, areia, gordura, lodo biológico etc.) e cinzas de caldeiras (no caso de caldeiras a lenha).

As emissões atmosféricas neste setor são provenientes da queima dos combustíveis nas caldeiras, (geralmente a óleo ou a lenha), para a geração de vapor que será usado em processos como pasteurização do leite e fabricação de queijo, além de ser usado na limpeza e desinfecção de pisos, equipamentos e utensílios. As emissões podem vir também da queima de combustíveis dos caminhões que transportam a matéria-prima e o produto final industrializado, a qual, mesmo não ocorrendo dentro da planta industrial, não pode ser desconsiderada numa análise que leve em conta todo o ciclo de vida do produto.

### **3.2 USO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA**

No Brasil, grandes consumos de água estão voltados para o uso em irrigação, indústria, abastecimento humano (urbano e rural) e criação de animais, conforme apresentado na Figura 1.

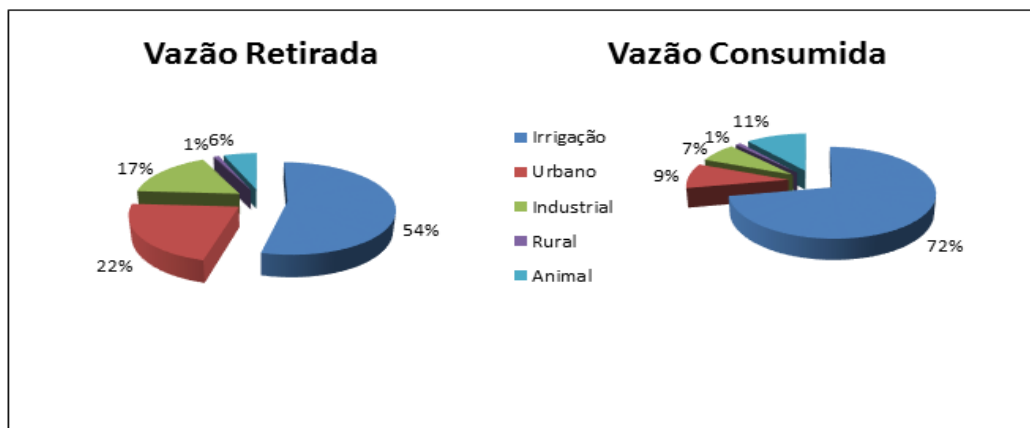


Figura 1 – Demandas de consumo de água no Brasil  
Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA 2014)

A água é um insumo vital às atividades e operações de qualquer setor industrial. O atual panorama de escassez hídrica, somado à rigidez das legislações, cria um cenário ambiental insustentável, também custos relativos à outorga pelo uso e cobrança da água vêm incentivando a busca por soluções que viabilizem as atividades industriais, seja no aspecto econômico, como no ambiental e social.

A água é um fator limitante ao desenvolvimento industrial, mesmo em regiões que esse bem natural seja abundante, e desempenha uma função essencial ao exercício de qualquer unidade industrial. A distribuição do consumo de água varia conforme o nível de desenvolvimento econômico do país, e o seu uso na indústria está diretamente relacionado com o ramo de atuação, bem como com a capacidade de produção. É a partir desses fatores que será definida a qualidade e quantidade de água utilizada. Assim, é importante analisar a possibilidade de fazer um uso otimizado desse recurso, antes de dar início às atividades industriais. No entanto, para o abastecimento industrial a água deve:

- ser abundante, de forma a atender as necessidades presentes e futuras
- estar disponível na vazão e pressão necessárias para atender as demandas de pico e fornecer uma adequada proteção contra incêndio
- apresentar qualidade adequada para os diversos usos

O uso elevado desse recurso hídrico na indústria de produtos lácteos, normalmente, está vinculado à garantia das condições sanitárias e de higiene necessárias, já que o consumo do produto está diretamente relacionado às operações de limpeza, lavagem da massa láctea, resfriamento e geração de vapor, sendo tais procedimentos os que mais demandam água. Além disso, outros fatores influenciam no consumo de água, como as características da unidade (se laticínio ou usina de beneficiamento etc.), a tecnologia adotada, o *layout* da planta, procedimentos operacionais, entre outros (MAGANHA, 2008).

De uma maneira genérica, pode-se dizer que a água encontra as seguintes aplicações na indústria de laticínio, conforme a Quadro 3:

Quadro 3 – Aplicações e critérios de qualidade da água na atividade industrial

	<b>APLICAÇÕES</b>	<b>CRITERIOS DE QUALIDADE</b>
Consumo humano	Utilizada em ambientes sanitários, vestiários, cozinhas e refeitórios, bebedouros, equipamentos de segurança ou em qualquer atividade com contato humano direto.	Água potável, atendendo às características estabelecidas pela Portaria nº 2.914 de 12/12/2011, do Ministério da Saúde.
Matéria-prima	Pode ser incorporada ao produto final, a exemplo do que ocorre nas indústrias de bebidas, ou, então, a água é utilizada para a obtenção de outros produtos.	Admite-se a utilização de água com característica equivalente ou superior à da água potável, para proteção dos consumidores finais e/ou a qualidade final do produto.
Uso como fluido auxiliar	Pode ser utilizada em diversas atividades, destacando-se a preparação de suspensões e soluções químicas, compostos intermediários, reagentes químicos, veículo ou, ainda, para as operações de lavagem.	Caso entre em contato com o produto final, será mais ou menos restritivo, em função do tipo de produto que se deseja obter. Não havendo contato, esta poderá apresentar um grau de qualidade menos restritivo que o da água potável.
Uso para geração de energia	Pode ser utilizada para transformação da energia cinética, potencial ou térmica, acumulada na água, em energia mecânica e, posteriormente, em energia elétrica.	Para a energia potencial ou cinética, pode ser utilizada na forma bruta, devendo impedir materiais de grandes dimensões. Para a energia térmica, deve-se apresentar um elevado grau de qualidade, evitando problemas nos equipamentos.
Uso como fluido de aquecimento e/ou resfriamento	Remoção do calor de misturas reativas ou outros dispositivos que necessitem de resfriamento devido à geração de calor ou, então, devido às condições de operação estabelecidas.	Para a utilização na forma de vapor, o grau de qualidade deve ser bastante elevado. Como fluido de resfriamento, requer um grau de qualidade bem menos restritivo.
Transporte e assimilação de contaminantes	Bastante difundido para instalações sanitárias, lavagem de equipamentos e instalações, ou para incorporação de subprodutos sólidos, líquidos e gasosos.	A qualidade não é muito importante, sendo neste caso um uso menos nobre desse recurso hídrico.
Outros usos	Combate a incêndio, rega de áreas verdes etc.	A qualidade também não é muito importante, devido a um uso menos nobre desse recurso hídrico.

Fonte: Mierzwa e Hespanhol (2005)



De modo geral, a quantidade e a qualidade da água necessária ao desenvolvimento das diversas atividades consumidoras em uma indústria de laticínios dependem do produto e da capacidade de produção. O ramo de atividade da indústria, que define as atividades desenvolvidas, determina as características de qualidade da água a ser utilizada, ressaltando-se que em uma mesma indústria podem ser utilizadas águas com diferentes níveis de qualidade. Por outro lado, o porte da indústria, que está relacionado com a sua capacidade de produção, irá definir qual a quantidade de água necessária para cada uso. Com relação ao consumo de água, vários fatores podem influenciar a demanda desse recurso mineral na indústria, como os citados por Mierzwa e Hespanhol (2005):

- Ramo de atividade
- Capacidade de produção
- Condições climáticas da região
- Disponibilidade
- Método de produção
- Idade da instalação
- Práticas operacionais
- Cultura da empresa e da comunidade local

Em relação a esses fatores, destaca-se a idade da instalação, pois indústria com instalações com tecnologias já suplantadas consomem mais recursos naturais do que as mais atualizadas, visto que equipamentos obsoletos possuem maior probabilidade de vazamentos e rupturas com mais frequência, aumentando potencialmente o consumo de água e energia no processo de produção.

Uma postura de conformidade ambiental, dedicando especial atenção para um insumo vital como a água, com a consciência adequada da necessidade de sua utilização de forma racional em termos quantitativos e qualitativos são objetivos que o setor lácteo deve perseguir.

### **3.3 USO DA ÁGUA EM LATICÍNIOS**

Na indústria de laticínios, como já mencionado, há um elevado consumo de água, visto que sua utilização é fundamental para limpeza, higienização, sanitização etc. Este é exemplo de um setor de maior consumo de água e uma maior geração de

efluentes por unidade produzida na qual as operações de limpeza de silos, tanques, pasteurizadores, homogeneizadores, tubulações etc. geram um grande volume de efluente com uma elevada carga orgânica. Esta carga orgânica é constituída basicamente de leite (tanto matéria-prima quanto seus derivados), refletindo em um efluente com elevada Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), óleos e graxas, nitrogênio, fósforo, etc. Além disso, o sistema de limpeza automática – CIP (Cleaning In Place) descarta águas de enxágue com pH que varia de 1,0 a 13,0, agravando a problemática do tratamento. BRIÃO, 2007 ao analisar a geração de efluentes de uma indústria de laticínios obteve resultados com valores elevados de pH, sendo o valor médio do efluente bruto de 10,45 para o sistema.

O consumo de água de limpeza no setor representa mais de 80% da demanda de água nestas agroindústrias. Considerando os diferentes estágios de geração de efluentes na indústria de laticínios, as etapas de limpeza também acrescentam às águas compostos tanto derivados do leite, quanto estranhos à sua composição. Isso faz com que ganhe importância para a indústria a gestão das águas provenientes de processos produtivos conforme foi comprovado por RABELO 2014, ao avaliar a implantação de um sistema de gestão de água em uma indústria de laticínios de grande porte que teve uma redução em seu coeficiente que antes era de 1,45 litros de água por litro de leite processado e passou após um ano para 1,21.

A relação de consumo de água baseado no recebimento de leite é de grande importância para o controle e acompanhamento do gasto de água. Em um laticínio, quanto maior for o recebimento de leite, maior será a utilização de água para limpeza dos tanques granelizados de transporte do leite, tubulações e equipamentos. Em um diagnóstico realizado no estado de Minas Gerais, denominado ‘Minas Ambiente’, foram determinadas taxas de consumo de água de acordo com o porte do empreendimento. Na Tabela 1, são apresentados os seus resultados.

Tabela 1 – Taxas de consumo de água das indústrias de laticínios, variação e média, de acordo com a capacidade de processamento

LATICÍNIOS	RECEPÇÃO DIÁRIA LEITE (L.dia <sup>1</sup> )	TAXA DE CONSUMO DE ÁGUA (L.L <sup>1</sup> de leite)	
		Varição	Média
Laticínios de cooperativas	10.000 a 20.000	0,9 a 2,0	1,5
Laticínios de cooperativas	>20.000	0,4 a 7,1	2,3
Laticínios independentes	Até 10.000	1,4 a 5,6	2,9
Laticínios independentes	10.001 a 20.000	0,3 a 6,7	3,1
Laticínios independentes	>20.000	1,5 a 5,1	3,5

Fonte: adaptada de Machado *et al.* (2002)

Este setor da agroindústria possui vazões elevadas de efluentes (1,1 a 6,8 m<sup>3</sup>. m<sup>3</sup> leite processado), contendo nutrientes, poluentes orgânicos persistentes e agentes infectantes, além de elevada carga orgânica, e abrangem águas de lavagem de equipamentos e piso, outros líquidos como detergentes, produtos de limpeza, desinfetantes, além de areia, lubrificantes, açúcar, essências e condimentos diversos diluídos, de esgotos sanitários gerados, de águas pluviais captadas na indústria, bem como do leite e co-produtos do leite, dentre os quais se destaca o soro. O soro de leite é produzido indiretamente na indústria de laticínios, e quando não tratado é considerado o principal efluente devido à sua alta carga orgânica, o que o torna um resíduo com elevado potencial de contaminação, principalmente se lançado diretamente no solo ou nos cursos de água, gerando um grave problema ambiental.

Em estudo conduzido por Saraiva (2009), obteve-se o coeficiente de consumo de água por diferentes atividades e processos produtivos de uma indústria de laticínios situado na Zona da Mata mineira, e seus respectivos coeficientes de efluentes gerados, conforme Tabela 2 apresentada a seguir.

Tabela 2 – Volume de água utilizado e efluente gerado por litro de leite processado em um laticínio da Zona da Mata mineira

Atividade/Produto	Coeficiente do Consumo de Água (L. L <sup>-1</sup> )	Coeficiente de Efluente Gerado (L. L <sup>-1</sup> )
Recepção	0,243	0,243
Iogurte	1,0	1,0
Manteiga	1,0	1,1
Queijo mussarela	1,55	2,32
Ricota	0,2	1,1
Requeijão (barra)	1,4	1,4
Requeijão (pote)	1,39	1,4

Fonte: Saraiva 2009

As linhas de processamento de queijo e requeijão, com a geração de soro e leiteiro respectivamente, foram as que mais contribuíram para o aumento do consumo de água como de efluentes em termos de volume.

### **3.4 ASPECTOS LEGAIS DO USO DA ÁGUA**

A regulação do uso dos recursos hídricos busca assegurar o uso racional e a compatibilização dos usos múltiplos, por meio do estabelecimento de regras, de marcos regulatórios e da emissão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos (ANA 2014). Por isso, as indústrias e todos os outros usuários devem seguir as regulamentações que estabelecem objetivos, diretrizes e instrumentos para seu melhor uso.

#### **3.4.1 Legislação Federal**

A legislação que trata dos recursos hídricos existe desde 1934, quando foi instituído o Código das Águas, por meio do Decreto de nº 24.643 (BRASIL, 1934). Somente em 1997, com a Lei de nº 9.433 (BRASIL, 1997), é que foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Essa lei criou o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tendo como um de seus objetivos a implantação da PNRH, com a participação, inclusive, dos comitês de bacias hidrográficas. Estes são compostos por representantes da União, Estados, Municípios, usuários e entidades civis. Essa lei também estabeleceu os seguintes instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos:

- Planos de Recursos Hídricos;
- Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- Cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Compensação a municípios;
- Sistema de informações sobre recursos hídricos;

Os planos de recursos hídricos são documentos programáticos que definem a agenda de recursos hídricos de uma região, identificando ações de gestão, planos, programas, projetos, obras e investimentos prioritários, dentro da perspectiva de construção de uma visão integrada dos usos múltiplos da água, com o envolvimento de órgãos governamentais, da sociedade civil, dos usuários e das diferentes instituições que participam do gerenciamento dos recursos hídricos. Além disso, fornecem dados atualizados que contribuem para o enriquecimento das bases de dados das informações da ANA por trechos de rios.

O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. A outorga, dentre esses instrumentos, tem uma função fundamental na conservação dos recursos hídricos, seja no aspecto quantidade, garantindo a disponibilidade de água para o usuário, seja na qualidade, através do controle de parâmetros de lançamento de efluente em corpos d'água superficiais e de estudos de autodepuração da carga poluidora.

Os parâmetros para o lançamento de efluente, a classificação segundo a qualidade requerida em três classes, para os seus usos preponderantes, bem como as diretrizes ambientais para o seu enquadramento foram instituídos pelo instrumento legal voltado também para o controle da qualidade dos recursos hídricos, qual seja, a Resolução de nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), alterada para Resolução de nº 430/2011 (BRASIL, 2011).

#### 3.4.2 Legislação Estadual

A atual gestão dos recursos hídricos, no estado da Bahia, foi instituída, pela Lei de nº 11.612 de 08 de outubro de 2009, da Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGREH). Em conformidade com a PNRH, o instrumento legal estabelece que a outorga também é uma importante ferramenta de gestão. No estado da Bahia, o órgão responsável pela concessão do direito de uso, nos casos que são de competência estadual (BAHIA, 2009), é o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA).

Além da outorga, a PERH estabeleceu outros instrumentos de gestão dos recursos hídricos, a saber:

- O Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH
- Os Planos de Bacias Hidrográficas
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes
- A cobrança pelo uso de recursos hídricos
- O Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos – SEIRH
- O monitoramento das águas
- A fiscalização do uso de recursos hídricos
- O Fundo Estadual de Recursos Hídricos da Bahia – FERHBA
- A Conferência Estadual do Meio Ambiente

Quase todos estes mecanismos de gestão já estão implementados no estado da Bahia, com exceção da cobrança pelo uso de recursos hídricos, no caso do instrumento de natureza econômica. Os objetivos da cobrança pelo uso da água, segundo a PERH, são:

- Conferir racionalidade econômica e ambiental ao uso da água
- Incentivar a melhoria dos níveis de qualidade dos efluentes lançados nos corpos de água
- Contribuir para o desenvolvimento de projetos, programas e ações contemplados no Plano Estadual de Recursos Hídricos e nos Planos de Bacias Hidrográficas

Para realizar suas atribuições, os Comitês de Bacias contam com o assessoramento das Agências, que são entidades com personalidade jurídica própria e com a missão de fornecer os subsídios de ordem técnica necessários a orientar os membros do Comitê em suas decisões (plano de bacia hidrográfica, enquadramento, critérios e valor da cobrança pelo uso de recursos hídricos, plano de aplicação dos valores da cobrança, definição de usos de pouca expressão etc.). Adicionalmente, essas Agências também têm por missão atuar como Secretaria Executiva do Comitê, propiciando os meios para seu funcionamento. Entretanto, apesar de sua grande importância, até o momento não foi criada nenhuma Agência de Bacia no Estado da Bahia.

Este instrumento legal possui a capacidade de interferir na racionalização do uso da água e, de forma decisiva, colaborar para a implementação de outros instrumentos,

minimizando a poluição e maximizando a oferta e qualidade desse recurso indispensável para muitas atividades, entre estas, a atividade industrial.

### **3.5 GESTÃO, CONSERVAÇÃO, REÚSO DE ÁGUA, PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L), ECOEFICIÊNCIA E MELHORES TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS**

#### **3.5.1 Gestão Conservação e Reúso de Água em Laticínios**

##### **Gestão e Conservação**

No atual cenário mundial, em que há uma demanda insustentável de água para atender, principalmente, o consumo humano, agrícola e industrial e o abastecimento público, e com as restrições legais que vêm sendo impostas à captação e lançamento de efluentes, aumenta-se a pressão para o uso eficiente da água. Devido a tal contexto, o setor industrial vem utilizando estratégias que visam a racionalização do uso desse recurso e a redução de seus impactos negativos relativos não apenas o consumo de água, mas também de energia, a geração de resíduos e os lançamentos de efluentes. Na indústria de produtos lácteos, os procedimentos e técnicas usados na limpeza podem influenciar muito no consumo de água e na carga poluente dos resíduos gerados.

Dessa forma, muitas indústrias já estão buscando alternativas para manter ou expandir suas atividades, seja com a conservação de água ou com o reúso das águas residuárias. FIESP/CIESP (2004) definem conservação da água como “as práticas, técnicas e tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do uso da água”, ou seja, qualquer ação que:

- Reduza a quantidade de água extraída das fontes de suprimento
- Reduza o consumo de água
- Reduza o desperdício de água
- Reduza as perdas de água
- Aumente a eficiência do uso da água
- Aumente a reciclagem e o reúso da água
- Evite a poluição da água

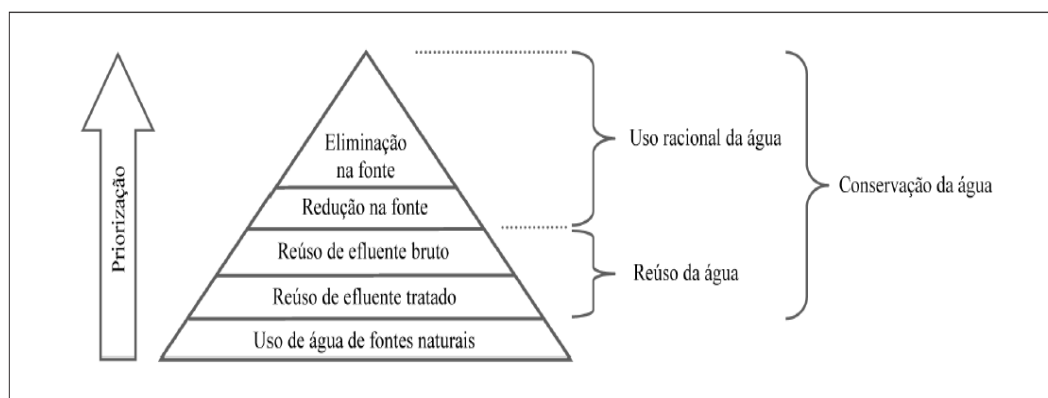


Figura 2 – Priorização das ações de conservação da água  
 Fonte: adaptada de Wan Alwi et al (2008) apud Weber., (2010)

Conservar água significa atuar de maneira sistêmica na demanda e na oferta desse recurso natural. Na figura 2, esta ilustrada a priorização de ações de conservação, tendo como prioritária a ação do uso racional da água, não diminuindo a importância do reúso.

Ampliar a eficiência da água representa, de forma direta, aumento da disponibilidade para os demais usuários, flexibilizando os suprimentos existentes para outros fins, bem como atendendo ao crescimento populacional, à implantação de novas indústrias e à preservação e conservação do meio ambiente. Assim sendo, as iniciativas de racionalização do uso e de reúso de água constituem elementos fundamentais em qualquer iniciativa de conservação. Práticas conservacionistas têm vindo a tomar uma importância cada vez maior por todo o mundo.

Paralela às medidas de minimização do consumo de água, deve ser implantada a prática de reúso como uma medida de prevenção da poluição, ao evitar o lançamento de efluentes em corpos hídricos, reduzindo, assim, os custos operacionais e evitando custos adicionais com o pagamento de multas decorrentes de infrações ambientais.

### Reúso

Como definição, o reúso de água é o aproveitamento de águas residuárias dentro do mesmo processo produtivo ou de outra parte do processo, com ou sem tratamento, podendo ser originado de ações planejadas ou não. A primeira regulamentação que tratou sobre reúso de água no Brasil foi a norma técnica NBR-13.696, de setembro de 1997, na qual o reúso é abordado como uma opção à destinação de esgotos de origem essencialmente doméstica ou com características similares.



São consideradas quatro classes de água de reúso:

- Reúso para fins agrícolas e florestais
- Reúso para fins ambientais
- Reúso para fins industriais
- Reúso na aquicultura

A Resolução será regulamentada e estabelecerá diretrizes de qualidade da água de reúso para cada uma das modalidades, o que comprova a incorporação dos temas relacionados à conservação e reúso de água na legislação brasileira.

A implantação de um Programa de Conservação e Reúso de Água – PCRA pelo setor industrial reverte-se em benefícios econômicos que permitem aumentar a eficiência produtiva como consequência direta, mas provoca também a redução do consumo de energia, de produtos químicos e de despesas com manutenção, bem como leva à otimização de processos e à diminuição de custos de manutenção corretiva.

Na proposição de um PCRA, realizada pela FIESP/CIESP, este é dividido em 6 etapas, desde a avaliação preliminar até o sistema de gestão, as quais deverão ser implantadas no processo produtivo, conforme Quadro 4, a seguir:

Quadro 4 – Etapas para implantação de um PCRA

ETAPAS	PRINCIPAIS ATIVIDADES	PRODUTOS
Avaliação Técnica Preliminar	- Análise documental - Levantamento de campo	- Plano de setorização do consumo de água - Avaliação técnica preliminar
Avaliação da Demanda de Água	- Análise de perdas físicas - Análise de desperdício - Identificação dos diferentes níveis de qualidade de água	Macro e micro fluxos de água - Plano de adequação de equipamentos hidráulicos - Plano de adequação de processos - Plano de otimização dos sistemas hidráulicos
Avaliação da Oferta de Água	Concessionárias - Captação direta - Águas pluviais - Reúso de efluentes - Águas subterrâneas	- Plano de aplicação de fontes Alternativas de água
Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	- Montagem da matriz de soluções - Análise técnica e econômica	- Cenário ótimo
Detalhamento Técnico	- Especificações técnicas - Detalhes técnicos	- Projeto executivo
Sistema de Gestão	- Plano de monitoramento de consumo de água - Plano de capacitação dos gestores e usuários - Rotinas de manutenção - Procedimentos específico	- Sistema de gestão da água

Fonte: FIESP/CIESP (2004)

Programa de Conservação e Reuso de Água – PCRA é composto por um conjunto de ações específicas de racionalização do uso da água na unidade industrial, as quais devem ser detalhadas a partir da realização de uma análise de demanda e oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras, com base na viabilidade técnica e econômica de implantação das mesmas, uma vez que a implantação de um sistema de gestão da água implica no estabelecimento de rotinas de manutenção preventiva (FIESP/CIESP 2004).

A primeira etapa, Avaliação Técnica Preliminar, consiste no levantamento de todos os dados e informações que envolvam o uso da água na indústria, objetivando o pleno conhecimento sobre a condição atual de sua utilização.

Avaliação da Demanda de Água, segunda etapa, refere-se à identificação das diversas demandas para avaliação do consumo de água atual e das intervenções necessárias, para eliminação e/ou redução de perdas, racionalização do consumo e minimização de efluentes.

Já a etapa seguinte, Avaliação da Oferta de Água, identifica as fontes disponíveis de água, avaliando custos de captação, adução, distribuição, operação e manutenção, a garantia da qualidade e as eventuais discontinuidades do abastecimento.

O Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica fornece os subsídios necessários para a consolidação do PCRA e o planejamento das ações de implantação do mesmo, com ênfase nos maiores consumidores, bem como para a imediata geração de economias, com baixos investimentos e períodos atrativos de retorno.

A quinta etapa, Detalhamento e Implantação de PCRA, detalha as ações tecnológicas a serem implementadas, em função da configuração selecionada, das metas de redução estabelecidas e da disponibilidade de investimento;

A última etapa, Sistema de Gestão de Água, é necessária para monitorar e manter os indicadores de economia obtidos.

Um PCRA deve ser atualizado periodicamente e mudanças devem ser implementadas, visando sempre à conservação e ao uso racional da água. Martins, Astorga e Silveira (2006) propuseram uma mudança na metodologia estabelecida pela FIESP/CIESP (2004). Segundo esses autores, a verificação das possibilidades de reúso deve anteceder as medidas de otimização dos processos e/ou a substituição dos equipamentos pelos mais modernos e econômicos.

Sob a ótica do meio ambiente, implantar um Programa de Conservação e Reúso de Água contribui para a preservação dos recursos hídricos, favorecendo o "Desenvolvimento Sustentável". Na questão social, provoca um aumento na disponibilidade hídrica à população por meio da redução das captações de água dos mananciais; e, no aspecto econômico, reduz os custos com insumos em geral, como água, energia e produtos químicos, além de racionalizar custos operacionais e de manutenção. O uso da água varia entre os diferentes tipos de indústrias e atividades consumidoras, o que significa que o detalhamento do PCRA será diferenciado caso a caso. Em cada indústria, devem-se identificar os maiores consumidores de água, de forma que as intervenções realizadas gerem significativas reduções de consumo. As ações são específicas para cada setor da indústria, sendo, na sua maioria, relacionadas:

- às modificações quanto ao uso da água em equipamentos e processos, com a incorporação de novas tecnologias e/ou procedimentos
- à otimização dos processos de resfriamento
- ao reúso aplicado em diversos setores da planta industrial

### 3.5.2 Práticas de Produção + Limpa na Indústria de Laticínios

A aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da reciclagem, minimização ou não geração de resíduos do processo produtivo, segundo o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2006), seria o significado de Produção Mais Limpa.

A metodologia abrange uma série de estratégias, práticas e condutas econômicas, ambientais e técnicas que evitam ou reduzem a emissão de poluentes no meio ambiente por meio de ações preventivas, ou seja, evitando a geração de resíduos ou criando alternativas para que estes sejam reutilizados ou reciclados (MAGANHA, 2008).

Na visão de Severo *et al.* (2011), as organizações, ao combinarem conhecimento, habilidades tecnológicas e experiência para produzir novos produtos, processos e serviços, podem gerar vantagens competitivas sustentáveis. Essas inovações apresentam mudanças em processos e são tratadas como adoção de novas formas e/ou métodos de produção ou, ainda, estes são significativamente modificados.

As estratégias para a Produção Mais Limpa devem ser incorporadas ao dia a dia da organização, como instrumento de excelência para a melhora da conduta ambiental das organizações, podendo, também, proporcionar redução de custos de produção e aumento de eficiência e competitividade. A Produção Mais Limpa está respaldada no fato de que o meio mais eficaz em termos de custos ambientais, para a redução da poluição, é analisar o processo na origem da produção e eliminar o problema na sua fonte.

Normalmente, as tecnologias de gestão ambiental atuam no tratamento dos resíduos e emissões, sendo os problemas remediados no final do processo de produção, comumente denominadas de técnica de fim de tubo, o que acarreta despesas adicionais para a empresa e uma série de problemas, como a produção de lodo no tratamento de efluentes (JUNIOR, 2002). O Quadro 5 mostra as diferenças entre tecnologias de fim de tubo e a produção limpa.

Quadro 5 – Diferenças entre tecnologias de Fim de Tubo e Produção + Limpa

<b>TECNOLOGIA DE FIM DE TUBO</b>	<b>PRODUÇÃO + LIMPA</b>
Como se podem tratar os resíduos e as emissões existentes?	De onde vêm os resíduos e as emissões?
Pretende reação.	Pretende ação.
Geralmente leva a custos adicionais.	Pode ajudar a reduzir custos.
Os resíduos e as emissões são limitados através de filtros e unidades de tratamento.	Prevenção de resíduos e emissões na fonte.
A proteção ambiental entra depois que os produtos e processos tenham sido desenvolvidos.	A proteção ambiental entra como uma parte integral do <i>design</i> do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Tenta-se resolver os problemas ambientais em todos os níveis e em todos os campos.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas.	Proteção ambiental é tarefa de todos.
É trazida de fora.	É desenvolvida dentro da empresa.
Aumenta o consumo de material e energia.	Diminui o consumo de material e energia.

Fonte: adaptado de CNTL (2002)

A implantação de um Programa de Produção Mais Limpa em um processo produtivo segue uma sequência de cinco etapas, de acordo com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL (2002):

- Etapa 1: Planejamento e organização
- Etapa 2: Pré-avaliação e diagnóstico
- Etapa 3: Avaliação de Produção Mais Limpa

- Etapa 4: Estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental
- Etapa 5: Implantação de opções e plano de continuidade

De acordo com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul – SENAI-RS (2003), o programa de Produção Mais Limpa traz às empresas benefícios ambientais e econômicos que resultam na eficiência global do processo produtivo. Alguns desses benefícios são:

- Eliminação dos desperdícios
- Minimização ou eliminação de matérias-primas e outros insumos impactantes para o meio ambiente
- Redução dos resíduos e emissões
- Redução dos custos de gerenciamento dos resíduos
- Minimização dos passivos ambientais
- Incremento na saúde e segurança no trabalho
- Melhor imagem da empresa perante a sociedade e autoridades ambientais
- Aumento da produtividade
- Conscientização ambiental dos funcionários
- Redução de gastos com multas e outras penalidades

### **3.6 CONSUMO ENERGÉTICO NA INDÚSTRIA DE LÁCTEOS**

A atividade industrial necessita de energia, porém, apesar de se constituir como um insumo essencial, sua geração causa impactos ambientais significativos, principalmente quando originada de fontes não renováveis.

O setor agroindustrial brasileiro utiliza, principalmente, fonte de energia renovável, mas é comum também o uso de energia não renovável, como o óleo combustível para caldeira. A matriz energética brasileira é composta, em grande parte, por hidroeletricidade, conforme pode ser observado no balanço energético nacional apresentado na Figura 3 (EPE 2015).

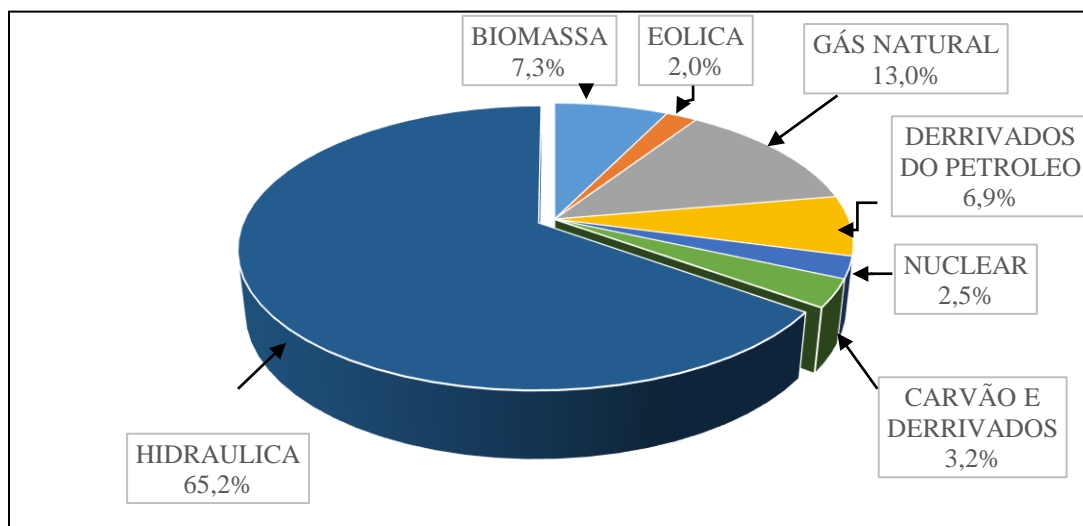


Figura 3 – Fontes de energia na matriz energética brasileira em percentuais  
Fonte: EPE (2014)

Esta demanda energética é outra preocupação crescente, tanto pela escassez dos recursos energéticos quanto pelos impactos negativos no meio ambiente decorrentes da produção e uso da energia, principalmente no que diz respeito às emissões de gases poluentes, como é o caso da indústria de laticínios. Isto ocorre porque grande parte da energia é obtida por meio de queima de combustíveis fósseis, que resulta na emissão de óxidos de carbono (COx, principalmente CO e CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de enxofre (SOx, principalmente SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NOx, principalmente NO e N<sub>2</sub>O), entre outros. O aumento da concentração desses gases na atmosfera provoca, entre outros, a intensificação do efeito estufa, a chuva ácida, além de afetar a saúde humana.

Na indústria de laticínios, o consumo de energia está associado à garantia de qualidade dos produtos, principalmente daqueles submetidos a tratamento térmico, refrigeração e armazenamento. Os usos mais frequentes da energia no setor de produtos lácteos estão indicados no Quadro 6 abaixo:

Quadro 6 – Usos da energia no processo produtivo de laticínios

ENERGIA	USO MAIS FREQUENTE	EQUIPAMENTO
<b>TÉRMICA</b>	Geração de vapor e água quente, limpeza	Pasteurizadores/esterilizadores, sistemas de limpeza CIP
<b>ELÉTRICA</b>	Refrigeração, iluminação, ventilação, operação de equipamentos	Equipamentos elétricos (bombas, misturadores etc.), rede elétrica, ventilação, geração de ar comprimido

Fonte: adaptado de MAGANHA, (2008)

De acordo com o Quadro 6, estima-se que cerca de 80% do consumo total de energia em laticínios seja térmica, obtida da combustão de combustível fóssil, e os 20% remanescentes sejam de energia elétrica. As operações que mais consomem energia são evaporação e a secagem do leite.

A pasteurização do leite, por exemplo, gera um gasto elevado de energia, para etapas de aquecimento e refrigeração (EUROPEAN COMMISSION, 2006). Na Tabela 3, são apresentados valores típicos para consumo de energia na indústria de laticínios europeia.

Tabela 3 – Consumo de energia em indústrias de laticínios europeias

PRODUTO	CONSUMO DE ENERGIA (GJ ton <sup>1</sup> leite processado)	
	Eletricidade	Combustível
Leite de Consumo e Iogurte	0,09	1,11
Queijo	0,06	2,08
Leite e Soro em Pó	0,85	6,47

Fonte: European Dairy Association, adaptado de Castanheira *et al.*, 2006

No estudo de caso referente a uma Auditoria Energética efetuada numa agroindústria de laticínios localizada na cidade de Guairá, Extremo Oeste paranaense, Debastiani (2014) analisou o consumo de energia elétrica associado aos processos produtivos, sistemas e equipamentos existentes, objetivando identificar e quantificar as cargas instaladas na agroindústria. Foram verificadas a energia consumida e a potência demandada em cada uma delas, a fim de determinar o potencial de conservação de energia para os usos finais existentes na empresa, por meio da identificação de oportunidades para implantação de medidas que aperfeiçoassem o uso da energia e para efetuar um estudo de viabilidade econômica que apontasse para a implementação de medidas de eficiência energética. Obteve-se um consumo específico médio (CE1) da agroindústria de 0,076421 kWh litros<sup>1</sup>.

Tal como no caso do consumo de água, o consumo de energia depende do tipo de produto preparado e de outros fatores relacionados à idade da instalação, grau de automação, tecnologia usada, operações de limpeza e medidas adotadas de economia de energia.

A auditoria energética em instalações da agroindústria de laticínios analisa o consumo de energia elétrica associado aos processos produtivos, sistemas e equipamentos existentes, além de identificar e quantificar as cargas instaladas, verificando a energia consumida e a potência demandada em cada uma delas, bem como determina o potencial de conservação de energia para os usos finais existentes nas empresas, assinalando oportunidades para implantação de medidas que otimizem o uso da energia. Após a análise das demandas energéticas e dos equipamentos instalados na agroindústria, destaca-se a possibilidade de aumento na oferta de energia elétrica apenas reduzindo-se o desperdício no setor industrial.

Assim, a primeira etapa de um programa de eficiência energética é a auditoria energética, que objetiva determinar onde, quando e como está sendo consumida a energia dentro da indústria e, a partir dessas informações, avaliar quais medidas de eficiência energética devem ser adotadas. Outra etapa de um programa de efficientização é a adoção de medidas de conservação do uso de energia de fácil implementação e baixo custo, levantadas na auditoria. Tais medidas estão relacionadas aos principais usos da energia em uma indústria que, em geral, concentram-se no sistema de iluminação, nos equipamentos de força motriz e aquecimento/refrigeração.

### **3.7 ECOEFICIÊNCIA E MELHORES TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS EM LATICÍNIOS**

#### Ecoeficiência

Conhecer o processo industrial e identificar respectivos aspectos e impactos ambientais é essencial para que sejam propostas melhorias no setor. Qualquer procedimento produtivo envolve insumos, processos e saídas que resultam em produto, porém, em paralelo ao processo produtivo se realiza outro similar, cujo resultado é composto de desperdícios que podem representar uma parcela considerável de custos de produção. (MAGANHA, 2006).

As indústrias, consideradas como principais agentes poluidores passam a desenvolver controles mais eficientes de custos ambientais e buscam diminuir o impacto fazendo uso mais racional dos recursos naturais e minimizando os reflexos negativos ao meio ambiente. A expressão ecoeficiência foi provinda desta preocupação na produção



de bens e serviços mais úteis e que reduzem ou causem o menor impacto ambiental negativo possível, desta forma diminuindo os custos e o consumo de recursos.

Na busca pela melhora do grau de ecoeficiência, as empresas utilizam como elementos principais: redução do consumo de energia; redução do consumo de matérias-primas; redução da emissão de substâncias tóxicas; otimização do uso sustentável de recursos renováveis e aumento da reciclabilidade; prolongamento do ciclo de vida dos produtos; aumento da intensidade de serviço (redução de desperdícios) e agregação de valor aos bens e serviços.

Na busca pela melhora do grau de ecoeficiência, as empresas utilizam como elementos principais: redução do consumo de energia; redução do consumo de matérias-primas; redução da emissão de substâncias tóxicas; otimização do uso sustentável de recursos renováveis e aumento da reciclabilidade; prolongamento do ciclo de vida dos produtos; aumento da intensidade de serviço (redução de desperdícios) e agregação de valor aos bens e serviços. (MICHELINI *et al.*, 2005).

Ampliando a definição e demonstrando um melhor detalhamento, Michelini *et al.*(2005), destacam que esses elementos podem ser agrupados em três objetivos principais:

- Redução do consumo de insumos - a ecoeficiência permite a utilização de um valor ótimo de matérias-primas, energia e água. Assim, mais produtos são produzidos utilizando-se menos insumos;
- Redução dos impactos ambientais - a ecoeficiência estimula o aumento da qualidade dos produtos e a diminuição dos desperdícios ao longo de toda cadeia de valor;
- Aumento do valor do produto ou serviço - além de estimular os objetivos citados, a ecoeficiência também estimula a criatividade, inovação e procura por novos caminhos para a produção.

A regulamentação ambiental é outro fator que contribui para que haja atitudes proativas na gestão ambiental das empresas, entendendo que as exigências legais que os órgãos governamentais impõem às indústrias, relacionadas a práticas e manejos adequados de conservação ambiental, bem como, a eliminação de desperdícios dentro dos processos produtivos, fazem com que as empresas busquem desenvolver estratégias operacionais que maximizam os resultados e que diretamente promovam a conscientização ambiental.

### Melhores Tecnologias Disponíveis

Conforme definição constante no art. 31 do Decreto-Lei nº 127/2013 de Portugal. São consideradas melhores tecnologias disponíveis (MTD) as práticas (que incluem procedimentos e tecnologias/equipamentos) mais eficazes em termos ambientais, evitando ou reduzindo as emissões e o impacto no ambiente da atividade que possam ser aplicadas em condições técnica e economicamente viáveis.

- Melhores: técnicas mais eficazes para alcançar um nível geral elevado de proteção do ambiente no seu todo.
- Técnicas: tanto as técnicas utilizadas no processo de produção como o modo segundo o qual a instalação é projetada, construída, conservada, explorada e desativada;
- Disponíveis: as técnicas desenvolvidas a uma escala que possibilite a sua aplicação no contexto do sector industrial em causa, em condições econômica e tecnicamente viáveis, tendo em conta os custos e os benefícios quer essas técnicas sejam ou não utilizadas ou produzidas no território do Estado-Membro em questão, desde que sejam acessíveis ao operador em condições razoáveis.

A indústria de laticínios no Brasil encontra-se estruturada de forma bastante heterogênea, em função principalmente do segmento e do porte das indústrias que atuam neste setor, fato que dificulta sua caracterização. A indústria de laticínios envolve múltiplas atividades e funções ao longo das diversas etapas de produção.

O desenvolvimento tecnológico acontece principalmente no plano dos conhecimentos científicos aplicáveis à produção, não se incorporando necessariamente ao processo produtivo, e geralmente precede o progresso técnico, que somente se materializa a partir do momento em que essa integração ocorre. A defasagem cronológica que separa esses dois momentos pode ser a responsável pela lentidão na difusão de novos desenvolvimentos e pela perda da potencialidade econômica de muitas de suas aplicações.

Isso sugere que as tecnologias adotadas no Brasil foram desenvolvidas em países com realidades econômicas diferentes e, por isso, nem sempre estão de acordo com os interesses dos brasileiros, principalmente as tecnologias relacionadas ao emprego de mão-de-obra e ao meio ambiente. Outro fato importante é que os empresários da

indústria nacional de alimentos, na maioria das vezes, não se preocupam em calcular a eficiência no uso das tecnologias. Em uma indústria de alimentos, nem sempre uma tecnologia de ponta será a melhor; portanto, é interessante que a introdução de uma nova tecnologia venha acompanhada da análise das variáveis que envolvem a sua adoção, principalmente as relacionadas aos custos financeiros, sociais e ambientais e às possibilidades de mercado.

Observa-se que mesmo demandando tecnologias diferentes e diferentes níveis de qualificação de mão de obra, existem situações distintas dentro de cada segmento. Existem empresas tecnologicamente avançadas e outras de estruturas rudimentares. Também existem diferenças de utilização de matérias-primas e recursos, conferindo níveis tecnológicos diferentes para os produtos acabados.

As Melhores Práticas Disponíveis compõem-se de princípios de regras para direcionar os empreendedores públicos e privados, utilizadores de recursos naturais e causadores de externalidades, a incorporar em seus processos produtivos e de prestação de serviços, os conhecimentos tecnocientíficos mais adequados para proteger a saúde e o meio ambiente.

### **3.8 LICENCIAMENTO NO ESTADO DA BAHIA**

O licenciamento ambiental é uma exigência legal a que estão sujeitos todos os empreendimentos ou atividades que empregam recursos naturais ou que possam causar algum tipo de poluição ou degradação ao meio ambiente. É um procedimento administrativo pelo qual são autorizadas a localização, instalação, ampliação e operação desses empreendimentos e/ou atividades (BRASIL, 1981). Sendo um instrumento de gestão da Administração Pública, por meio do licenciamento é exercido o necessário controle sobre as atividades humanas que interferem nas condições ambientais, permitindo a conciliação do desenvolvimento econômico com o uso dos recursos naturais, de modo a assegurar a sustentabilidade do meio ambiente, nos seus aspectos físicos, socioculturais e econômicos.

A Lei Federal de nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981) estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), que tem como órgão consultivo e deliberativo o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que trouxe em suas Resoluções (CONAMA

001/86 e 237/97) um conjunto de normas para a preservação ambiental e determinou procedimentos para o licenciamento ambiental. A Lei Complementar 140/2011 fixa normas de cooperação entre as três esferas da administração (federal, estadual e municipal) na defesa do meio ambiente (BRASIL,2011).

A legislação ambiental no estado da Bahia foi pioneira ao criar o Conselho Estadual de Proteção Ambiental (CEPRAM), o primeiro do país, e teve seu marco legal na Lei Estadual de nº. 3.163 de outubro de 1973 (SOUZA, 2009). Atualmente, é regida pela Lei de nº. 10.431, de 20 de dezembro de 2006 (BAHIA, 2006), que dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, regulamentada pelo Decreto Estadual nº. 14.024 de junho de 2012 e dá outras providências, sendo o licenciamento ambiental também um de seus instrumentos.

No estado da Bahia, este instrumento de gestão estabelece um procedimento administrativo voltado para as atividades potencialmente poluidoras ou capazes de causar degradação ambiental. O Licenciamento Ambiental possui oito modalidades de licença: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO), Licença Prévia de Operação (LPO), Licença Unificada (LU), Licença de Alteração (LA), Licença de Regularização (LR) e Licença Ambiental por Adesão e Compromisso (LAC). Sem dúvida, as atividades da indústria de laticínios estão entre as tipologias passíveis ao licenciamento (BAHIA, 2012).

Uma condição importante no processo de licenciamento ambiental é a concessão de licença previamente. O ato administrativo deverá anteceder os procedimentos necessários para as etapas de localização, implantação, operação e alteração do empreendimento, concedendo as licenças pertinentes para cada uma dessas etapas. A LP deverá atestar a viabilidade ambiental do empreendimento, já estabelecendo as medidas necessárias para a próxima fase do licenciamento, e está relacionada com a aprovação de sua localização e da concepção do projeto.

A Licença de Instalação (LI) destina-se à efetiva implantação do empreendimento ou atividade; fase na qual são analisados os equipamentos e medidas de controle ambiental especificados nos planos, programas e projetos.

A próxima etapa do licenciamento está relacionada com o início da produção, quando é solicitada a Licença de Operação, devendo o Órgão Ambiental verificar o cumprimento das exigências contidas nas licenças anteriores, estabelecidas nos

condicionantes, além de determinar as medidas de controle ambiental para a fase de operação.

O órgão ambiental poderá conceder uma Licença Prévia de Operação nos casos em que haja dúvidas sobre a eficiência dos equipamentos e medidas de controle, e quando se trata de uma atividade com alto poder poluidor. No caso de empreendimentos ou atividades de baixo e médio potencial poluidor, poderá, em situações definidas pela Lei de nº. 10.431 de 20 de dezembro de 2006, ser concedida Licença Ambiental por Adesão e Compromisso, através de declaração do empreendedor, atendendo aos critérios e condições pré-definidas pelo Órgão Ambiental.

Em caso de empreendimentos da classe 1, 2 e 3, conforme a classificação estabelecida pelo Regulamento da Lei de nº. 10.431 de 20 de dezembro de 2006, como mostra o Quadro 7, será concedida Licença Unificada englobando as fases de localização, implantação e operação (BAHIA, 2012), com uma análise simplificada e com instrumentos específicos.

Para empreendimentos que foram classificados como classes 4, 5 e 6, devido ao potencial poluidor, por ser de porte grande, será necessário que estes passem por todas as etapas de licenciamento relativas às Licenças Prévia, Instalação e Operação. O que será diferenciado é o tipo de estudo ambiental, conforme apresentado na Quadro 7 (BAHIA, 2012).

Além dessas modalidades de licenças ambientais definidas pela Política Estadual de Meio Ambiente do Estado da Bahia, e como forma de institucionalizar a integração das Políticas Estruturantes de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos e a modernização e qualificação do processo de gestão ambiental na Bahia, foi sancionada no mês de dezembro de 2011 a Lei nº 12.377/2011, alterando a de nº 10.431/2006, trazendo novas modalidades de licenciamento, como a Licença de Regulamentação (LR), concedida para regularizar atividades ou empreendimentos em instalação ou funcionamento, mediante recuperação ambiental, e a Licença Ambiental por Adesão e Compromisso (LAC), concedida eletronicamente para empreendimentos de pequenos e médios portes.

Na indústria de produtos lácteos, independente do porte de seu potencial poluidor, este foi considerado pequeno. No Quadro 8, tem-se o tipo de licenciamento ambiental que esta atividade é submetida, segundo os instrumentos legais atuais do estado da Bahia.

Quadro 7 – Divisão, tipologia, capacidade instalada, porte e potencial poluidor para fins de licenciamento ambiental no estado da Bahia

DIVISÃO	TIPOLOGIA	UNIDADE DE MEDIDA	PORTE	POTENCIAL POLUIDOR
Industria	Laticínios, (Pasteurização e Derivados do Leite)	Capacidade Instalada litros de leite/Dia	Pequeno ≥ 2.000 < 25.000 Médio > 25.000 < 250.000 Grande ≥ 250.000	P

Fonte: Lei Estadual Bahia (2015)

A Política Estadual de Meio Ambiente do Estado da Bahia (PEMA) contém princípios, objetivos e diretrizes, descritas no Quadro 9, que devem incentivar a busca por processos mais eficientes. Neste contexto, o Art. 104 do regulamento da Lei de nº. 10.431 estabelece, como um de seus critérios, a aplicação da melhor tecnologia disponível, adotando-se os princípios da produção mais limpa, durante a apreciação de projetos submetidos ao licenciamento ambiental.

Quadro 8 – Princípio, objetivo e diretriz da Lei Estadual nº. 10.431/2006

<b>PRINCÍPIO</b>	Adoção de práticas, tecnologias e mecanismos que contemplem o aumento da eficiência ambiental na produção de bens e serviços, no consumo e no uso dos recursos ambientais
<b>OBJETIVO</b>	Otimizar o uso de energia, bens ambientais e insumos, visando à economia dos recursos naturais e à redução da geração de resíduos líquidos, sólidos e gasosos
<b>DIRETRIZ</b>	Uso sustentável dos recursos ambientais, desenvolvimento de pesquisas, inovação tecnológica ambiental e busca por eco-eficiência

Fonte: Lei Estadual Bahia (2006)

Apesar de estarem contidas em um instrumento legal, muitas empresas utilizam práticas de Produção Mais Limpa por iniciativa própria, visando a reduzir os seus custos de produção, ao mesmo tempo em que atingem suas metas de ecoeficiência e, com isso, evitam penalidades da legislação ambiental e prejuízos para a sua imagem (ANDRADE, 2007).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 TIPO DE PESQUISA**

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa documental e bibliográfica, por meio de dados secundários, obtidos de processos administrativos de Licenciamento Ambiental, analisados e concluídos junto ao Órgão executor da Política Ambiental do Estado da Bahia.

### **4.2 OBJETO DE ESTUDO**

A análise das tecnologias adotadas pelos laticínios licenciados no Estado da Bahia é o objeto de estudo, através de dados de consumo de água e de energia declarados no licenciamento ambiental desses empreendimentos.

### **4.3 COLETA DE DADOS**

Foram selecionados, na primeira etapa, 31 processos administrativos oficiais iniciados e concluídos no período de 2006 a 2015, relacionados com a Indústria de Laticínios e Produtos Derivados. Os empreendimentos foram analisados, inventariados a todos. Definiu-se esse período com vistas a contemplar o máximo de empreendimentos que desenvolvem a atividade, ponderando que o tempo médio para o prazo de validade das licenças ambientais é de cinco anos e, com isso, observando, também, os pedidos de renovação da licença ambiental.

Para a seleção de processos, foram utilizados os dados disponibilizados pelo Sistema Corporativo de Tecnologia e Gestão (CERBERUS) e o Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), este último em substituição ao primeiro deste de 2012, passando a ser uma ferramenta única na gestão, informação e análise técnica do licenciamento ambiental integrado com o acesso a serviços *on-line*. Foram identificados os processos relacionados com a atividade de laticínios, em todas as etapas do licenciamento ambiental (localização, implantação e operação), além de alteração de

licença e manifestação prévia sobre a viabilidade ambiental. Encontrou-se um quantitativo de 31 processos.

Decidiu-se selecionar para esta análise apenas os processos com portaria expedida em Diário Oficial do Estado, relacionados à etapa de operação, devido à possibilidade de se obterem dados de empreendimentos em atividades que correspondam à realidade atual e não com estimativas de projetos. Neste cenário, foram listados 23 processos de licenciamento ambiental, dentre os do tipo simplificado e unificado, cujo licenciamento também contempla as etapas de localização e implantação.

Dentre os processos a serem analisados, foram descartados os empreendimentos que não desenvolvem a atividade de laticínios e os que não estão sob a guarda do arquivo técnico do INEMA ou banco de dados do SEIA. Destes, que estão localizados em diversas regiões do estado da Bahia, foram coletados dados de consumo de água e de energia, obtidos nos documentos obrigatórios apresentados aos processos administrativos de licenciamento ambiental, os quais formam seu arcabouço legal.

Para a coleta de dados, foi utilizado um formulário elaborado pelo autor, preenchido para cada processo, com todas as informações necessárias sobre os seguintes dados secundários referentes ao empreendimento:

- Volume de leite processado
- Porte do empreendimento
- Consumo de água (quantidade total e por etapa de industrialização e a fonte de captação)
- Consumo de energia (quantidade e tipo de energia)
- Volume de efluente gerado

#### **4.4 ANÁLISE DOS DADOS**

Os dados secundários obtidos na pesquisa foram sistematizados por meio de tabulação e tratamento estatístico. Santos (2004) sugere que os dados sejam organizados e classificados em três etapas: seleção, codificação e tabulação. Na fase da seleção, o pesquisador irá avaliar a confiabilidade dos dados, no sentido de identificar informações falsas, confusas ou distorcidas. Além disso, analisar se os dados coletados atendem os objetivos da pesquisa e se há necessidade de retorno à fonte. Na codificação, os dados



são classificados pelo porte (pequeno, médio e grande), segundo critérios estabelecidos no Decreto Estadual de nº. 14.024 de 06 de junho de 2012. E na fase de tabulação, o objetivo foi dispor os dados em tabelas e gráfico ou outras ferramentas gráficas para um melhor entendimento e compreensão do pesquisador, facilitando a interpretação dos resultados encontrados.

Na análise dos dados quantitativos, foram estabelecidos indicadores de desempenho ambiental referentes à água, energia e efluente, provenientes de medidas diretas ou indiretas de qualidade ambiental. Os indicadores quantificam o coeficiente médio de consumo de água na agroindústria de laticínio no estado da Bahia, o qual representa o valor da relação entre a vazão da água consumida pelos laticínios e o volume de leite processado (litros de água consumido/litros de leite processado). O coeficiente médio de geração de efluentes da indústria de laticínios tem seu valor estabelecido pela relação entre a vazão de efluentes líquidos e a vazão de água consumida pelos laticínios (litros de efluentes gerados/litros de água consumida). A importância desse indicador é a possibilidade de avaliar o grau de eficiência do consumo de água e energia da indústria de produtos lácteos.

Da mesma maneira, o valor do coeficiente do consumo médio de energia na agroindústria de laticínio no estado é estimado através da relação entre o consumo médio de energia (elétrica e térmica) e o volume de leite processado (energia em KW consumido/litros de leite processado). Para a determinação do consumo de energia térmica, foram utilizados dados de consumo de lenha nos empreendimentos, pela mesma ser a única fonte de combustão utilizada pelos laticínios, fazendo a relação desse consumo com o potencial energético da madeira. Para tanto, utilizaram-se estudos e bibliografias existentes.

Os indicadores foram utilizados para avaliar, apontar a situação e as tendências das condições do ambiente, e servir como uma ferramenta útil para tomada de decisão e para comparação de desempenho ambiental de empresas do setor de laticínios licenciadas no estado da Bahia.

Para caracterização dos estabelecimentos, levando-se em conta os objetivos deste trabalho e a apresentação de seus resultados, os laticínios foram tipificados em relação à capacidade licenciada de leite recebido diariamente, como: micro e pequeno (até 25.000 litros), médio (25.000 até 250.000) e grande porte (acima 250.000). A caracterização baseada no volume diário de leite recebido e licenciado foi escolhida por

representar a situação real vivida pela empresa quando da realização da pesquisa, assim como está de acordo com a Resolução nº 3.925 de 2009, do Conselho Estadual de Meio Ambiente – CEPRAM, a qual define as atividades de impacto ambiental local (BAHIA, 2009).

Com os dados tabulados e quantificados, foi analisado, separadamente, o consumo de cada insumo (água e energia), com auxílio de gráficos, sendo estabelecidos os Indicadores de Desempenho Ambiental para consumo de água e energia da atividade de Laticínios no Estado da Bahia, verificando a eficiência do setor na utilização desses recursos e estabelecendo uma comparação com os valores de “benchmarking” desse setor no Brasil e no mundo, no nível de consumo hídrico e energético e indicadores. Nas tabelas, foram determinadas as médias e o desvio padrão, segregando a análise por porte do empreendimento.

Quanto ao consumo energético, para a determinação do consumo de energia térmica, foram utilizados dados de consumo de lenha nos empreendimentos pela mesma ser a única fonte de combustão utilizada, fazendo a relação desse consumo com o potencial energético da madeira. Usou-se, para esta relação, estudo realizado por Castro (2013) que avaliou o potencial energético da madeira de eucalipto ( $2.926 \text{ kWh/m}^3$ ), que é a mais utilizada pelos empreendimentos.

Na avaliação dos procedimentos adotados no licenciamento ambiental no estado da Bahia, e suas influências na quantificação dos indicadores obtidos do consumo de água e de energia, foram incorporadas as análises desses indicadores ambientais com base na ecoeficiência.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 23 empreendimentos, os quais localizam-se geográfica em diversas regiões do estado da Bahia, conforme pode ser observado na Figura 5.

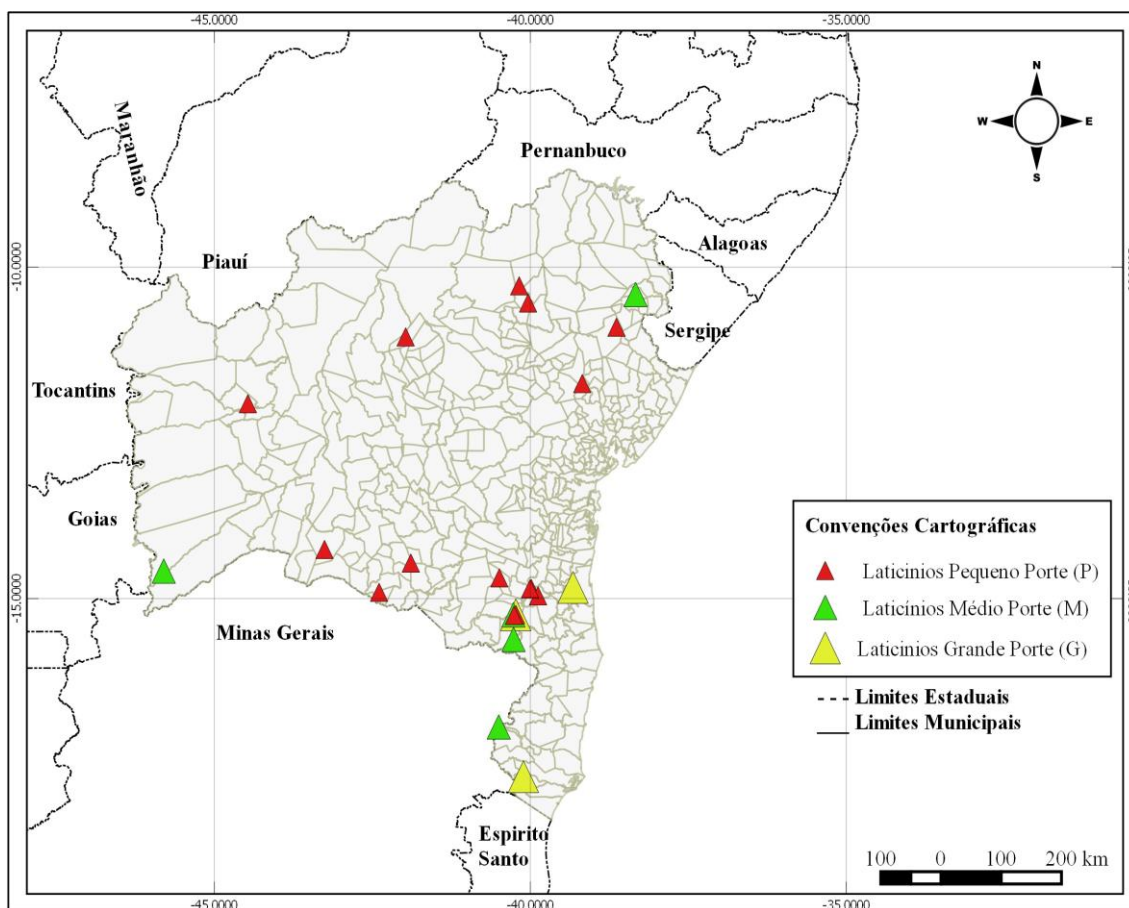


Figura 4 – Localização dos laticínios selecionados e avaliados

Dentre os laticínios analisados, 52% estão localizados nas bacias hidrográficas do Rio de Contas e Recôncavo Sul. Tais bacias são importantes para as atividades industriais e agrícolas, permitindo-se afirmar que estas são as mais importantes bacias leiteiras da Bahia e que concentra também uma parcela significativa das indústrias de laticínios do estado.

Os processos selecionados, conforme Tabela 4, correspondem a 21% dos estabelecimentos registrados no Serviço de Inspeção Estadual (ADAB, 2015). A quantidade diária de leite cru adquirido e industrializado por esses empreendimentos equivale a 19% da produção diária no estado da Bahia, ou seja, 774.100 lt/dia, segundo

dados da Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB, 2015), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA (BRASIL, 2015) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

Tabela – 4 Quantidade e volume dos laticínios selecionados

EMPREENDIMENTOS	QUANTIDADE	VOLUME PROCESSADO LEITE (lt/dia)	PERCENTUAL
Laticínios com SIE	86	3.320.797	100%
Laticínios pesquisados	23	774.100	21% e 19%

Fonte: ADAB (2015), MAPA (2015) e IBGE (2015)

Os empreendimentos analisados foram qualificados em relação à quantidade de leite recebido diariamente, como: pequeno porte 15 , médio porte 5 e 3 de grande porte, conforme apresentado na Figura 6.

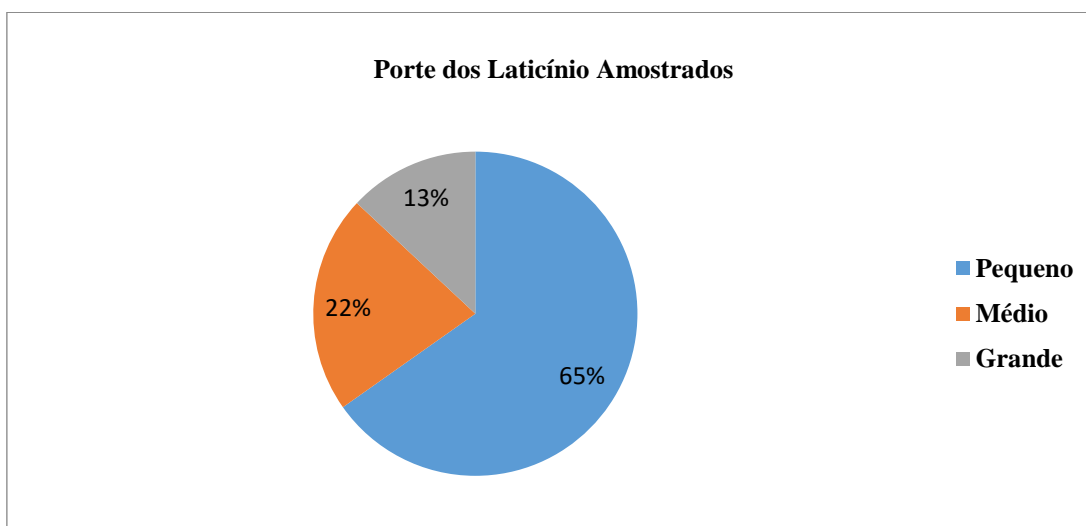


Figura 5 – Porte dos laticínios amostrados  
Fonte: dados da pesquisa

Os valores encontrados são próximos aos descritos por Barbosa *et al.* (2009) em seu estudo sobre as indústrias de laticínios que atuam formalmente em Minas Gerais, em que no seu perfil apresentou que 90% delas são de pequeno e médio porte, constituindo como uma característica do setor a predominância este tipo de empreendimento. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016), o estado de Minas Gerais lidera a produção nacional de leite e derivados, sendo responsável pela maior número de estabelecimento de laticínios.

## 5.1 CONSUMO DE ÁGUA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LATICÍNIOS

A água utilizada nas indústrias é proveniente de duas fontes concessionárias públicas e captação superficial ou subterrânea. A Figura 7 mostra que 52% das indústrias avaliadas consomem água proveniente das concessionárias; quando somadas às que possuem as duas fontes, alcança-se um percentual de 61% das indústrias.

Nas empresas que não utilizam o sistema municipal de abastecimento, não foi possível obter informações sobre o consumo total de água. Em quatro empresas (médio e grande porte), foi observada alguma iniciativa no sentido de reduzir o consumo de água, por meio da gestão do processo produtivo.

Para aferição do consumo de água, é necessário conhecê-lo em cada etapa do processo produtivo. Nesta pesquisa, não foi possível a coleta dos dados por etapa de produção de laticínios em 100% do universo amostral, já que na totalidade dos empreendimentos lácteos apenas o consumo total era informado nos processos de licenciamento.

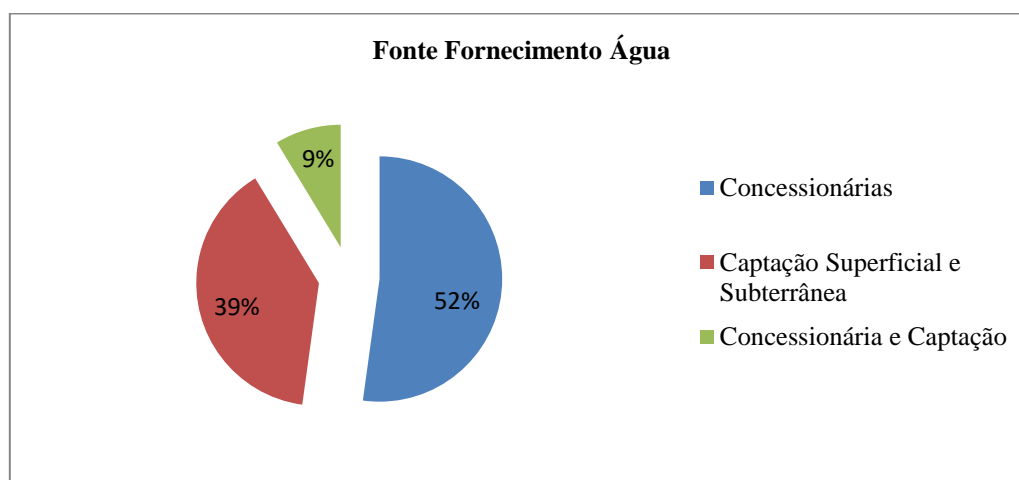


Figura 6 – Número de empresas (%) por fonte de fornecimento de água  
Fonte: dados da pesquisa

No levantamento realizado nos processos de licenciamento dos empreendimentos, foram obtidos os dados de produção, tais como: o porte da empresa, quantidade de leite processado, consumo de água e geração de efluente, conforme Tabela 5. Pode-se observar que a quantidade de laticínios que compõe a amostra em relação aos empreendimentos que possuem registro no Serviço de Inspeção Sanitária Estadual (SIE), é relativamente pequena, dessa forma, nota-se que existe uma grande quantidade de empreendimentos operando de forma irregular ambientalmente.

Tabela 5 – Porte, quantidade de leite processado, consumo de água e geração de efluente dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015)

<b>PORTE</b>	<b>LEITE PROCESSADO (L/dia)</b>	<b>CONSUMO DE ÁGUA (L/dia)</b>	<b>EFLUENTE PRODUZIDO (L/dia)</b>	<b>CONSUMO/ EFLUENTE</b>
P	3.000	1.000	NI	NI
P	7.000	10.000	NI	NI
P	1.200	1.020	1.200	0,85
P	5.000	2.000	4.000	0,5
P	5.000	6.000	4.000	1,5
P	10.000	24.000	20.000	1,2
P	3.000	8.000	1.800	4,4
P	2.200	5.000	NI	NI
P	5.000	36.000	36.000	1
P	2.000	5.000	7.300	0,7
P	2.000	6.000	7.600	0,8
P	3.000	15.000	15.000	1
P	1.500	4.000	NI	NI
P	3.000	20.000	NI	NI
P	1.200	6.000	NI	NI
<b>Total</b>	<b>54.100</b>	<b>149.020</b>	<b>96.900</b>	<b>1,5</b>
<b>Média</b>	<b>3.607</b>	<b>9.935</b>	<b>7.167</b>	<b>1,4</b>
<b>Desv Padrão</b>	<b>2.433</b>	<b>9.958</b>	<b>11.322</b>	<b>0,9</b>
M	20.000	60.000	160.000	0,4
M	20.000	100.000	NI	NI
M	20.000	75.000	91.000	0,8
M	15.000	40.000	52.000	0,8
M	15.000	100.000	23.330	4,3
<b>Total</b>	<b>90.000</b>	<b>375.000</b>	<b>326.330</b>	<b>1,1</b>
<b>Média</b>	<b>18.000</b>	<b>75.000</b>	<b>81.583</b>	<b>0,9</b>
<b>Desv Padrão</b>	<b>2.739</b>	<b>25.981</b>	<b>59.179</b>	<b>0,4</b>
G	200.000	378.000	402.000	0,9
G	229.338	650.000	600.000	1,1
G	200.000	600.000	734.000	0,8
<b>Total</b>	<b>629.338</b>	<b>1.628.000</b>	<b>1.736.000</b>	<b>0,9</b>
<b>Média</b>	<b>209.780</b>	<b>539.334</b>	<b>578.667</b>	<b>0,9</b>
<b>Desv Padrão</b>	<b>16.938</b>	<b>150.470</b>	<b>167.025</b>	<b>0,9</b>
<b>Total Geral</b>	<b>773.438</b>	<b>2.152.020</b>	<b>2.159.230</b>	<b>1,0</b>
<b>Média Geral</b>	<b>33.628</b>	<b>93.566</b>	<b>134.952</b>	<b>0,7</b>

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental.

Fonte: dados da pesquisa

Conforme a tabela acima foram analisados, 15 laticínios de pequeno porte, 5 de médio porte e 3 de grande porte, onde foram determinados os valores médios e desvio padrão, de leite processado, consumo de água e efluente produzido, assim como o valor da taxa de transformação de água consumida para efluente gerado.

Quando observado os valores médios encontrados para consumo de água e volume de efluentes produzidos por porte dos empreendimentos. Verifica-se que na coluna relativa à divisão entre consumo de água e efluente gerado, valores superiores a 1 indicam menor geração de litro de efluente por litro de água consumida pelo empreendimento, o que teve ocorrência nos laticínios de pequeno porte (P), obtendo-se valores elevados para este tipo de atividade. Também foram observados valores abaixo de 1, para empreendimento de pequeno indicando geração de efluente acima do consumo de água, mesmo para empreendimento que incorporam o soro do leite ao efluente, esses valores possuem indicativos de não medição dos volumes informados podendo ser oriundos de estimativas.

Para os demais portes, ou seja, de médio (M) e grande porte (G), verifica que os valores encontrado taxa de transformação de água consumida para efluente gerado, estão com valores médios e individuais próximo de 1, sugerindo um equilíbrio da água consumida e efluente gerado, diferenciando dos empreendimentos de pequeno porte, isto pode ser explicado devido a utilização de alguma ferramenta de gestão do consumo pelos laticínios.

Com base nos dados levantados sobre porte dos empreendimentos, consumo diário de água e geração diária de efluente, foram estabelecidos os indicadores de desempenho ambiental referentes ao consumo de água e à geração de efluente. Estes indicadores relacionam-se à quantificação do coeficiente médio de consumo de água na agroindústria de laticínios, que é o valor da relação entre a vazão da água consumida e o volume de leite processado (litros de água consumido/litros de leite processado).

O coeficiente médio de geração de efluentes da indústria de laticínios tem seu valor estabelecido pela relação entre a vazão de efluentes líquidos e vazão de água consumida pelos laticínios (litros de efluentes gerados/litros de água consumida), que possibilita avaliar o grau de eficiência do consumo de água e energia da indústria de produtos lácteos. Foram desprezados os dados relativos a efluentes que possuíam inconsistência, tais como valor superior à soma da quantidade leite processado por dia e consumo de água.

Na Tabela 6, são apresentados os resultados da caracterização quantitativa das indústrias, que são coeficientes médios de consumo de água ( $L.L^{-1}$  leite processado) e coeficiente médio de geração de efluente ( $L.L^{-1}$  leite processado).

Tabela 6 – Coeficientes de consumo de água e geração de efluente ( $L.L^{-1}$  leite processado) dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015)

PORTE	COEFICIENTE CONSUMO DE ÁGUA ( $L.L^{-1}$ Leite Processado)	COEFICIENTE GERAÇÃO DE EFLUENTE ( $L.L^{-1}$ Leite Processado)
P	0,33	NI
P	1,43	NI
P	0,85	1,0
P	0,40	0,8
P	1,20	0,8
P	2,40	2,0
P	2,67	0,6
P	2,27	NI
P	7,20	7,2
P	2,50	3,65
P	3,00	3,8
P	5,00	5,0
P	2,67	NI
P	6,67	NI
P	5,00	NI
Media	2,91	2,76
Desvio Padrão	2,15	2,31
M	3,00	8,0
M	5,00	NI
M	3,75	4,55
M	2,67	3,47
M	6,67	1,56
Média	4,22	4,39
Desvio Padrão	1,64	2,70
G	1,89	2,01
G	2,83	2,61
G	3,00	3,67
Média	2,56	2,76
Desvio Padrão	0,63	0,84
<b>Média Geral</b>	<b>3,15</b>	<b>3,17</b>

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental

Fonte: dados da pesquisa

O consumo de água é variável conforme o tipo de indústria, as técnicas, os processos e equipamentos utilizados no processamento do leite. O coeficiente médio de consumo de água dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015), obtido por este estudo foi de  $3,15 L.L^{-1}$  de leite processado; resultado semelhante ao encontrado por Machado *et al.* (2002) quando avaliaram indústrias do estado de Minas Gerais com capacidade de recebimento e processamento de leite entre 10.000 e 20.000  $L.dia^{-1}$ , nas quais os coeficientes de consumo de água variaram entre 3,0 e  $4,5 L.L^{-1}$  de



leite processado. Por outro lado, Silva (2006) encontrou coeficiente de consumo de água de  $6,1 \text{ L.L}^{-1}$  de leite processado em uma indústria de laticínios de pequeno porte, localizada na Zona da Mata mineira. No entanto, Castro (2007), realizando estudo no mesmo laticínio, em épocas diferentes, encontrou coeficiente de consumo de água médio de  $5,7 \text{ L.L}^{-1}$  de leite processado.

Verifica-se, segundo análise dos resultados dos coeficientes médio do consumo de água dos empreendimentos aqui estudados, uma variação alta dos valores encontrados, que vai de  $0,33 \text{ L.L}^{-1}$  até  $7,20 \text{ L.L}^{-1}$  de leite processado, visto que isto pode ocorrer devido à característica do porte do empreendimento e ou à gestão do recurso no processo produtivo. Desta forma, a análise de tais resultados foi contemplada na análise desse coeficiente por porte da agroindústria.

Quanto ao coeficiente médio de geração de efluentes dos laticínios o resultado encontrado foi de  $3,17 \text{ L.L}^{-1}$  de leite processado. Verifica-se que esse valor é muito próximo ao encontrado por Saraiva (2009), que foi de  $3,5 \text{ L.L}^{-1}$  de leite processado, em um estudo para determinar o consumo de água e geração de efluentes em um laticínio de pequeno porte. Esses valores estão de acordo aos encontrados em dados da literatura e de organismos públicos, que apresenta o intervalo do coeficiente de geração de efluente de 1,1 a  $6,8 \text{ L.L}^{-1}$  de leite processado.

#### 5.1.1 Consumo de Água em Laticínios de Pequeno Porte

Como já mencionado, quando se analisa o consumo de água em certo empreendimento, é necessário determinar o porte, visto que tal característica possui influência direta sobre o consumo desse recurso na indústria de laticínios. Nesta pesquisa, os dados coletados por porte da agroindústria apresentam resultados diferenciados devido às características da estrutura física, tipo de procedimentos de licenciamento e exigência técnica. Para os laticínios classificados como porte pequeno, que corresponde a 65% dos empreendimentos amostrados, os resultados obtidos encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Coeficientes de consumo de água e geração de efluente ( $L \cdot L^{-1}$  leite processado) em laticínios de porte pequeno, licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015)

PORTE	COEFICIENTE CONSUMO ÁGUA ( $L \cdot L^{-1}$ Leite Processado)	COEFICIENTE GERAÇÃO EFLUENTE ( $L \cdot L^{-1}$ Leite Processado)
P	0,33	NI
P	1,43	NI
P	0,85	1,0
P	0,40	0,8
P	1,20	0,8
P	2,40	2,0
P	2,67	0,6
P	2,27	NI
P	7,20	7,2
P	2,50	3,65
P	3,00	3,8
P	5,00	5,0
P	2,67	NI
P	6,67	NI
P	5,00	NI
Média	2,91	2,76
Desvio Padrão	2,15	2,31

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental

Fonte: dados da pesquisa

Observa-se nos resultados médios obtidos, dos coeficientes de consumo de água e de geração de efluentes, respectivamente de 2,91 e 2,76  $L \cdot L^{-1}$  leite processado, que estes estão abaixo dos encontrados por Saraiva (2009), cujo coeficiente médio de consumo de água na unidade industrial foi de 3,5  $L \cdot L^{-1}$  de leite processado e de 3,20 para coeficiente médio de geração de efluentes.

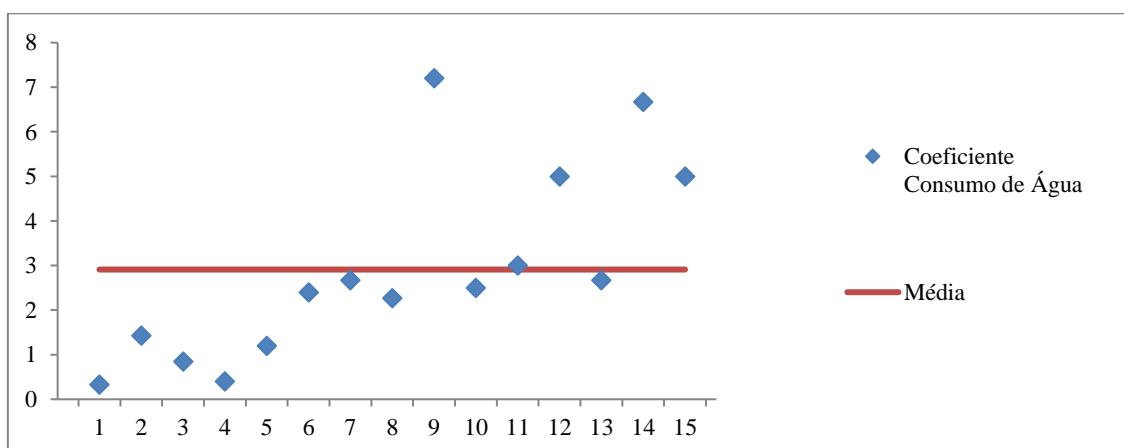


Figura 7 – Coeficientes de consumo de água e média, de laticínios de pequeno porte

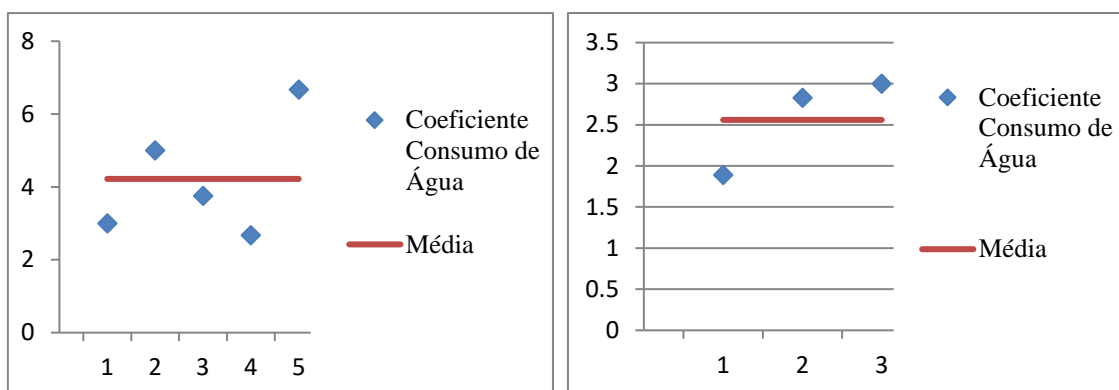


Figura 8 e 9 – Coeficientes de consumo de água e média, de laticínios de médio e grande porte

Pode-se verificar uma grande variação entre os coeficientes médios obtidos, por unidade fabril, tais como 0,33 a 7,20 para consumo de água e de 0,60 a 7,20 L.L<sup>-1</sup> leite processado para geração de efluentes. Essa variação tem melhor visualização na Figura 8, onde estão representados os coeficientes de consumo de água e a média encontrada para empreendimentos deste porte.

Este comportamento é explicado, devido ao porte do empreendimento, que possui suas fontes baseadas em estimativas e não efetivamente mensuradas, pois o processo produtivo não é testado ou avaliado, com isso sua capacidade produtiva muitas vezes é sub ou superdimensionada, e, também, pelo fato de o ato licenciatório para porte da atividade ser simplificado, menos detalhado, ocorrendo no mesmo momento a análise de localização, implantação e operação.

### 5.1.2 Consumo de Água em Laticínios de Médio Porte

Para os laticínios classificados pela norma como de porte médio (5 unidades), constata-se que os valores encontrados para os coeficientes médios de consumo de água, conforme Tabela 8, possui menor amplitude de valores, quando comparados aos de porte pequeno, situado ente 2,67 a 6,67 L.L<sup>-1</sup> leite processado. Machado *et al.* (2002) encontraram coeficientes de consumo de água que variaram entre 3,0 e 4,5 L.L<sup>-1</sup> leite processado, portanto, valores mais próximos do valor da média dos empreendimentos, que é de 4,22 L.L<sup>-1</sup> leite processado.

Tabela 8 – Coeficientes de consumo de água e de geração de efluente ( $L \cdot L^{-1}$  leite processado) dos laticínios de médio porte licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015)

PORTE	COEFICIENTE CONSUMO ÁGUA ( $L \cdot L^{-1}$ Leite Processado)	COEFICIENTE GERAÇÃO EFLUENTE ( $L \cdot L^{-1}$ Leite Processado)
M	3,00	8,0
M	5,00	NI
M	3,75	4,55
M	2,67	3,47
M	6,67	1,56
Média	4,22	4,39
Desvio Padrão	1,64	2,70

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental

Fonte: dados da pesquisa

Em relação ao coeficiente de geração de efluentes, a amplitude dos valores encontrados foram maiores, apesar de que o valor correspondente à média dos empreendimentos foi de  $4,39 L \cdot L^{-1}$  leite processado (Tabela 08), próximo à média informada por Machado *et al.* (2002) que foi de 4,0 litros de despejos por litro de leite processado, nos laticínios de médio porte.

Os resultados obtidos para os empreendimentos desse porte possuem valores com menor amplitude, o que pode ser explicado por se tratarem de plantas indústrias em funcionamento que já possuem, de alguma maneira, instrumentos de medição e, em algumas delas, procedimentos de gestão de insumos.

### 5.1.3 Consumo de Água em Laticínios de Grande Porte

Observa-se que os resultados obtidos para indústrias desse porte são os menores encontrados na média, os que possuem menores amplitudes de coeficientes de consumo de água e de geração de efluentes (cerca de 2,56 e 2,76  $L \cdot L^{-1}$  leite processado, respectivamente, conforme a Tabela 9) e os de valores abaixo dos encontrados nos dados da literatura e de organismos públicos. Tal fenômeno ocorre devido ao desenvolvimento de sistema de gestão de recursos hídricos, seja pelo elevado volume de água consumida, demandando alto custo, seja por se tratar de unidade submetida à gestão ambiental com a implementação da ISO.

Tabela 9 – Coeficientes de consumo de água e de geração de efluente ( $L.L^{-1}$  leite processado) de laticínios de porte grande licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015)

<b>PORTE</b>	<b>COEFICIENTE CONSUMO ÁGUA (<math>L.L^{-1}</math> Leite Processado)</b>	<b>COEFICIENTE GERAÇÃO EFLUENTE (<math>L.L^{-1}</math> Leite Processado)</b>
G	1,89	2,01
G	2,83	2,61
G	3,00	3,67
Média	2,56	2,76
Desvio Padrão	0,63	0,84

Fonte: dados da pesquisa

Apesar dos resultados obtidos possuírem os valores mais baixos entre as classes de porte, verifica-se que os mesmos estão abaixo dos encontrados por Rabelo (2015) –  $1,21 L.L^{-1}$  leite processado, para coeficiente de consumo médio de água, e  $1,25 L.L^{-1}$  leite processado, para o coeficiente médio de geração de efluente –, quando analisou os benefícios obtidos em uma indústria de laticínios que processa volume de  $200.000 L.dia^{-1}$  com a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

## 5.2 CONSUMO DE ENERGIA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LATICÍNIOS

Obtiveram-se dados relacionados aos consumos das energias térmica e elétrica e dos combustíveis utilizados para a sua geração e necessários para produção de produtos lácteos, por parte dos empreendimentos amostrados, tais como: o porte destes, quantidade de leite processado por dia, consumo de energia e de combustíveis (lenha), conforme apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Porte, quantidade de leite processado, consumo de água e geração de vapor, consumo de lenha, energia e resultados do coeficiente de consumo de energia elétrica e térmica dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015)

<b>PORTE</b>	<b>GERAÇÃO VAPOR (kg/h)</b>	<b>CONSUMO LENHA (m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>CONSUMO ELÉTRICA (kW)</b>	<b>COEFICIENTE CONSUMO ENERGIA (kW/L. Leite)</b>	<b>COEFICIENTE ENERGIA TÉRMICA (kWh/L.Leite)</b>
P	300	NI	NI	NI	NI
P	300	0,5	NI	NI	0,12
P	NI	NI	NI	NI	NI
P	NI	NI	NI	NI	NI
P	NI	NI	NI	NI	NI
P	860	3,0	NI	NI	0,50
P	300	NI	NI	NI	NI
P	360	1,6	60	0,03	1,20
P	NI	NI	NI	NI	NI
P	150	NI	112	0,06	NI
P	150	NI	NI	NI	NI
P	NI	0,4	NI	NI	0,22
P	NI	NI	NI	NI	NI
P	400	NI	NI	NI	NI
P	300	NI	NI	NI	NI
M	1.000	1,33	NI	NI	0,11
M	300	NI	NI	NI	NI
M	120	0,5	NI	NI	0,04
M	NI	NI	NI	NI	NI
M	300	0,1	9.470	0,63	0,01
G	1.760	NI	NI	NI	NI
G	12.000	NI	NI	NI	NI
G	NI	0,5	NI	NI	0,04
Média	1.240,0	0,99	3.214,0	0,24	0,28
Desvio Padrão	3.007,87	0,96	5.417,92	0,34	0,40

NI: Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental

Fonte: dados da pesquisa

Observa-se, na Tabela 10, que apenas 65% dos laticínios disponibilizaram nos processos de licenciamento ambiental dado referente à geração de vapor, com uma média de 1.240 kg/h. Quanto ao consumo de energia elétrica e de outras fontes de energia, apenas 13% informaram, demonstrando que o licenciamento ambiental não considera necessária a análise desses dados.

Verifica-se discrepância em meio aos valores de geração de vapor d'água entre os laticínios, os quais são informados nos processos de licenciamento ambiental, conforme apresentados na Tabela 10. Um laticínio tem uma produção sete vezes menor que outro, porém, a capacidade de geração de vapor d'água é a mesma. Neste caso, pode estar havendo um subdimensionamento do sistema ou omissão de valores.

Quanto à energia elétrica consumida pelos laticínios, apenas 13% das empresas licenciadas apresentaram dados relativos ao consumo. Foi obtido coeficiente de

consumo médio de energia por litro de leite processado com valor de 0,24 kWh/L. Esse valor está abaixo do encontrado por Rabelo (2016), quando este analisou a implantação de um sistema ambiental e encontrou o valor de 0,60 kWh/L de leite processado. Também Silva (2014), ao avaliar a gestão ambiental de indústria de laticínio, em Poços de Calda encontrou valor de 0,16 kWh/L de leite processado. Quando se analisam valores individuais dos empreendimentos aqui estudados, há uma grande variação entre os resultados, com valores muito baixos, como é o caso dos laticínios com 0,03 e 0,06, enquanto outro possui valor compatível com o encontrado na bibliografia. Isto pode ser explicado devido às fontes estarem baseadas em estimativas sub ou superdimensionadas, já que não há obrigação de comprovação desses dados.

Na etapa de coleta de dados, verificou-se que todos os laticínios, apesar de parte deles não informar a quantidade, afirmaram utilizar biomassa para a geração de energia térmica. Para as fontes desse tipo de energia, 35% dos empreendimentos amostrados informaram o consumo de lenha de eucalipto e apenas um empreendimento utiliza outra fonte de biomassa, mas considera para os cálculos do consumo de energia térmica os valores de potencial energético da madeira de eucalipto. Uma forma de diminuir o impacto com a supressão de vegetação seria otimizar o uso dessa energia.

Castro (2013) avaliou o potencial energético da madeira de eucalipto, que é a mais utilizada, e encontrou para esse tipo de madeira um potencial de 2.926 kWh/m<sup>3</sup>. Com tal dado, foi possível estimar o consumo de energia térmica, apresentado na Tabela 10. Observa-se que foi encontrado um valor médio para o coeficiente de consumo de energia térmica de 0,28 kWh/L de leite processado. Esse valor se aproxima ao encontrado por Silva (2014), em estudo desenvolvido em uma empresa de laticínios, na qual o valor foi de 0,20 kWh/L de leite processado. Verifica-se em tal resultado também uma amplitude muito grande dos valores encontrados para cada empreendimento, o que reforça a hipótese de imprecisão dos valores.

Com relação ao coeficiente médio de energia total (coeficiente energia elétrica + coeficiente energia térmica) por litro de leite processado, devido à falta de dados no licenciamento, apenas pôde-se avaliar dois empreendimentos, sendo obtido valor médio de 0,94 kWh/L de leite processado, conforme Tabela 11. Comparando com o resultado encontrado por Silva (2014) – valor médio de 0,27 kWh/L de leite processado –, na análise da gestão de energia em uma indústria de laticínios com característica semelhante à de produção de energia térmica através de biomassa, foi verificado valor

de 0,32 kWh/L de leite processado. Observa-se, assim, que os valores obtidos neste trabalho estão muito acima dos encontrados na literatura.

Esses resultados podem ser explicados devido à imprecisão dos dados coletados, resultado da falta de exigência do licenciamento que não analisa a eficiência do empreendimento quanto ao uso dos insumos. Isso pode ser comprovado na análise dos valores individuais, quando se verifica a ocorrência de laticínios com a quantidade de processamento de quase sete vezes menos que outro que possui um consumo de energia térmica de cem vezes mais.

Alem disso, quando se observam os resultados levantados, conforme a Tabela 11, constatam-se que todos os empreendimentos de grande porte praticamente não apresentaram dados relativos ao consumo de energias, exceto um cujo consumo refere-se à energia térmica. Verifica-se situação semelhante para empreendimentos de médio porte, apesar destes apresentarem um maior número de dados do que os anteriores. Esperava-se, pelo potencial de consumo, importância e custo do referido insumo, um maior registro ou controle.



Tabela 11 – Porte, quantidade leite processado, coeficiente de consumo de energia elétrica, térmica e total dos laticínios licenciados no estado da Bahia (2006 a 2015)

PORTE	COEFICIENTE ENERGIA ELÉTRICA kW/L. Leite	COEFICIENTE ENERGIA TÉRMICA kWh/L. Leite	COEFICIENTE ENERGIA TOTAL kWh/L. Leite
P	--	--	--
P	--	0,12	--
P	--	--	--
P	--	--	--
P	--	--	--
P	--	0,50	--
P	--	--	--
P	0,03	1,20	1,23
P	--	--	--
P	0,06	--	--
P	--	--	--
P	--	0,22	--
P	--	--	--
P	--	--	--
P	--	--	--
M	--	0,11	--
M	--	--	--
M	--	0,04	--
M	--	--	--
M	0,63	0,01	0,64
G	--	--	--
G	--	--	--
G	--	0,04	--
Média	0,24	0,28	0,94
D.Padrão	0,34	0,40	0,42

-- Dados não informados nos processos de licenciamento ambiental

Fonte: dados da pesquisa

### 5.3 ANÁLISE DE *BENCHMARKING*

No caso desta pesquisa, “benchmarking” consiste em uma análise do desempenho dos laticínios em relação ao consumo de água e energia, através de um comparativo com os padrões de melhores práticas ou tecnologias. É uma ferramenta poderosa para indicar quanto de espaço há para a melhoria, permitindo que organizações identifiquem e quantifiquem uma potencial situação de eficiência, estabelecendo os melhores, piores e médios níveis de desempenho em termos de energia e água.

Utilizados como instrumentos, os indicadores de desempenho ambiental obtidos nesta pesquisa, referentes à indústria de laticínios licenciadas no estado da Bahia,

mesmo com os obstáculos de ausência de dados ou pouco confiáveis, permitiram estabelecer um comparativo com as melhores práticas do setor.

Para análise do consumo de água dos laticínios, entre o período de 2006 a 2015, foi estimado um consumo médio de 3,15 L.L<sup>-1</sup> de leite. Verificou-se que este valor médio encontra-se muito acima do encontrado nos laticínios Australianos, o qual varia entre 1,5-1,9 L.L<sup>-1</sup> de leite processado, conforme Prasad (2005). Tal comparação é importante visto que aquele país possui características de clima e solo semelhantes ao nosso. Nas modernas fábricas de processamento de leite da União Europeia, dados dos indicadores da UNEP (2000), a taxa de consumo de água variaram entre 1,3-2,5 L.L<sup>-1</sup>, o que demonstra a possibilidade de otimização da eficiência do uso desse recurso e a redução dos impactos causados pelo seu consumo.

Da mesma forma, analisando os resultados obtidos por porte do empreendimento, em relação às melhores práticas do setor de produtos lácteos, encontram-se os seguintes dados, conforme a tabela 12.

Tabela 12 – Análise de *benchmarking* do consumo de água e geração de efluentes em laticínios com diferentes portes e origem

ORIGEM LATICÍNIOS	COEFICIENTE CONSUMO ÁGUA (L.L <sup>-1</sup> )	COEFICIENTE GERAÇÃO EFLUENTE (L.L <sup>-1</sup> )
Laticínios Amostrados (P)	2,91	2,76
Laticínios Amostrados (M)	4,22	4,39
Laticínios Amostrados (G)	2,56	2,76
Laticínios Australianos	1,5-1,9	0,90-2,20
Laticínios da União Europeia	1,3-2,5	0,96-2,43

Fonte: dados da pesquisa

Observa-se que os laticínios de grande porte obtiveram valores mais próximos aos índices dos laticínios australianos, visto que essas organizações possuem alguma forma de gestão do consumo de água, mas ainda há espaço para melhorias e otimização do uso deste recurso. Quando comparado com os laticínios que possuem melhores práticas na União Europeia, o valor também está próximo e pode-se aumentar a eficiência quanto à utilização de água.

Quanto aos laticínios com porte pequeno e médio, verifica-se que o valor encontrado, em comparação com os coeficientes de consumo de água dos laticínios com as melhores práticas ou tecnologias, revela menos eficiência na utilização deste recurso. Os de médio porte apresentam um coeficiente correspondente a quase o dobro do

consumo de água obtido no estudo e, em certo caso, quase o triplo quando comparado com os melhores resultados.

Tais resultados são importantes visto que, conforme foi analisado neste trabalho, 87% dos laticínios amostrados são de pequeno (65%) e médio porte (22%), o que demonstra a necessidade de o setor de fabricação de produtos lácteos no Estado da Bahia adequar seus procedimentos e instrumentos de análise no que se refere ao consumo de água.

Para o coeficiente de geração de efluente, conforme Tabela 12, apesar de se verificar uma menor diferença, quando se analisa em relação ao porte do empreendimento, os valores obtidos nos laticínios amostrados estão acima dos utilizados aqui para comparação, ou seja, os que apresentam melhor eficiência no uso do recurso.

Os resultados dos indicadores de geração de efluente apresentam resultados quase idênticos aos indicadores de consumo de água em relação ao porte dos laticínios analisados, devendo ser levado em conta, além das características físicas, o grau de confiabilidade das informações extraídas dos processos licenciatórios que, no caso de empreendimentos de pequeno porte, na sua maioria, provém de estimativas.

Com relação aos coeficientes de consumo de energia elétrica, térmica e total, a análise comparativa com as melhores práticas (*benchmarking*) do segmento da agroindústria de laticínios ficou prejudicada devido à falta de dados informados pelas organizações, nos seus processos de licenciamento ambiental, e, também, por conta da ausência de exigência do órgão responsável pela gestão ambiental no estado da Bahia.

Na Tabela 13, são apresentados os resultados dos consumos médios das energias elétrica, térmica e total dos laticínios pesquisados neste trabalho.

Tabela 13 – Análise de *benchmarking* do consumo de energia elétrica, termal e total kWh por litro de leite

Origem Laticínios	Coefficiente consumo energia elétrica kWh/l	Coefficiente consumo energia térmica kWh/l	Coefficiente consumo energia total kWh/l
L. Amostrado (P)	0,03	1,20	1,23
L. Amostrado (M)	0,63	0,05	0,69
L. Amostrado (G)	NI	0,04	--
L. Australianos	--	--	0,14 - 0,55
L. União Europeia	--	--	0,14 - 0,33

Fonte: dados da pesquisa (-- sem dados para o item)

No caso do consumo de energia, pode-se destacar a indisponibilidade de informações, com exceção de alguns empreendimentos que forneceram dados de consumo de lenha e apenas três de energia elétrica, sendo dois de pequeno porte e um de médio porte; com isso, obteve-se o coeficiente de consumo de energia total (consumo de energia elétrica + consumo de energia térmica). Em um comparativo com as melhores práticas, pode-se observar que os resultados obtidos pelos laticínios de pequeno e médio porte estão próximos ao limite máximo de consumo encontrado nos laticínios australianos. Quando comparados com os dados da UNEP (2006), observa-se que o consumo dos laticínios analisados é muito superior, sinalizando, assim, possibilidade de melhorias do desempenho energético dos empreendimentos.

Observa-se, ainda, que os resultados do coeficiente de energia total dos empreendimentos de pequeno porte estão bem próximos aos resultados obtidos nos laticínios de médio porte devido ao fato de os dados dos primeiros, como já mencionado, serem baseados em estimativas e não efetivamente mensurados, ou em sua capacidade produtiva, o que torna tais valores de consumo não confiáveis.

#### **5.4 RELAÇÃO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL COM OS DADOS DE CONSUMOS DE ÁGUA E DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS NO ESTADO DA BAHIA**

Nas indústrias, exigem-se recursos com os quais os produtos são desenvolvidos e manufaturados. Esses recursos estão na forma de matéria-prima principal e energia na forma de água, ar ou combustível para o seu processamento. Todos esses recursos são finitos, portanto, sua utilização descontrolada levará à sua escassez e ao desequilíbrio ambiental. Porém, quando se trata de licenciamento ambiental, esta relação, que deveria ser mais intrínseca, ainda não possui uma conexão com a questão da ecoeficiência.

Apesar dos avanços da legislação ambiental do estado da Bahia, que estabelece incentivos aos usos das melhores tecnologias disponíveis, quando são analisados os processos de licenciamento, como feito nesta pesquisa, observa-se pelos dados examinados que o licenciamento não analisa ou englobam o consumo de água e de energia no desenvolvimento do processo produtivo e muito menos sua gestão, ou uso eficiente desses recursos. Quanto ao consumo de água, a análise do órgão licenciador se restringe a conferir se o volume disponibilizado pela outorga atende a necessidade de

demanda do empreendimento estabelecida nos documentos descritivos dos processos produtivos e o tipo de fonte para captação.

Entretanto, se a abordagem e os mecanismos utilizados para este exame fossem adaptados ou modificados, com objetivo de estabelecer um diagnóstico atual com projeções futuras para melhorias no desempenho ambiental das organizações, poderia este instrumento contribuir ainda mais para avaliação dos efeitos das atividades e empreendimentos e, assim, diminuir seus impactos ambientais. Como exemplo, podem-se citar os laticínios amostrados que, anualmente, no estado da Bahia, processam em torno de 283.000 m<sup>3</sup> de leite, com consumo de aproximadamente 785.487 m<sup>3</sup> de água. Se, conforme estabelecido pela ONU, cada pessoa necessita de 3,3 m<sup>3</sup> de água por mês, o consumo anual dos laticínios amostrados corresponde ao consumo de mais de 20.000 pessoas em um ano, equivalente ao consumo anual do município de Conceição do Jacuipé/BA, por exemplo.

Verificou-se que muitos dos processos de licenciamento ambiental analisados apresentavam a não mensuração ou imprecisão da informação sobre o consumo de água no processo produtivo ou por produto desenvolvido. Na análise e avaliação da atividade, deveriam existir formas ou mecanismos de obrigatoriedade das análises dos insumos água e energia para regularização dos empreendimentos e atividade passíveis de licenciamento.

Na indústria de laticínios, há uma alta demanda por água no processo produtivo, gerando um grande volume de efluentes líquidos que deverão ser tratados e destinados adequadamente. Observa-se que é neste ponto que o Órgão Ambiental centraliza sua atuação com relação aos padrões de lançamento determinados, mas esse tipo de análise equivale a uma prática tradicional, quando o mais aceitável seria uma abordagem voltada ao aumento da eficiência, com redução de consumo na fonte ou o reúso, atendendo aos princípios da P+L.

Quanto ao insumo energia, não há análise do licenciamento ambiental no que diz respeito à qualificação e quantificação, principalmente em relação à energia elétrica. Quando se trata desse tipo de energia, a análise está voltada à sua disponibilidade, não importando a quantidade consumida. Nesta pesquisa, em apenas três processos administrativos da indústria de laticínios foi informado o consumo de energia elétrica, sem identificação da fonte da mensuração.

A energia térmica nos processos de licenciamento se refere ao tipo de combustível consumido. Há um grande controle para avaliar a qualidade do ar impactada por poluentes originados da combustão, quando os empreendimentos utilizam combustíveis de origem fóssil. Quando o combustível é originado da lenha, é exigida apenas a comprovação da origem legal ou de plantios de reflorestamento, não havendo uma apreciação quanto ao consumo.

Também quanto à energia térmica, constata-se que existe um controle maior do órgão ambiental quanto ao tipo de emissão atmosférica que deve atender aos padrões de lançamento de fonte pontual, conforme determinam as legislações pertinentes. Mais de 95% dos laticínios licenciados nos estado da Bahia (2005 a 2015) utilizam como combustível, na geração de energia térmica, a lenha de eucalipto, o que contribui para a sustentabilidade do setor lácteo, através da redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Com base nos dados declarados no licenciamento ambiental de laticínios do estado da Bahia, o consumo médio de lenha para a produção de 1 m<sup>3</sup> de leite é de 0,029 m<sup>3</sup> de lenha. Levando em consideração o potencial de energia térmica e a produção de laticínios, em 2015, de 217.567 t (IBGE, 2015), estima-se um potencial de área de cerca de 3.500 ha por ano, com melhoria da eficiência energética na indústria.

A utilização de fontes alternativas de energia deve ser incentivada por parte do licenciamento ambiental, seguindo os princípios da P+L e da política estadual de meio ambiente, para incremento da eficiência hidroenergética na agroindústria de laticínios. Nessa circunstância, o uso da energia solar, eólica, como também do metano gerado nos processos anaeróbicos dos sistemas de tratamento de efluentes poderia ser transformado em energia elétrica. No entanto, o setor de produtos lácteos ainda não foi impregnado pelo atual cenário de desenvolvimento de tecnologias mais adequadas que utilizam fontes naturais. O órgão ambiental, por sua vez, tem função preponderante na gestão e proteção dos recursos naturais, bem como de seu uso mais eficiente.

O incentivo ao fornecimento de valores de consumo mais precisos deve ser estimulado para que sejam efetuadas análises mais condizentes com a realidade encontrada em cada empreendimento.

## 6 CONCLUSÃO

A partir dos dados selecionados nos processo de licenciamento ambiental no estado da Bahia, foram obtidos indicadores de desempenho do consumo de água e energia para os laticínios licenciados, os quais apresentaram resultados menos eficientes na utilização desses insumos quando comparados com resultados da indústria nacional. Em relação à análise de “benchmarking” da atividade, os resultados de desempenho das organizações pesquisadas foram ainda menores. Quando considerados os resultados de consumo de água, verifica-se que os laticínios de grande porte alcançaram os melhores resultados em relação aos de pequeno e médio porte. Destacam-se, ainda, as seguintes conclusões:

- 87% dos laticínios licenciados no estado da Bahia, no período de 2006 a 2015, foram classificados como de pequeno e médio porte e tiveram uma grande amplitude de dados que resultaram em indicadores de desempenho para consumo de água fora da realidade pela falta de dados realísticos e efetivamente medidos;
- A indústria de produtos lácteos apresentou os seguintes indicadores de desempenho ambiental: coeficiente médio de consumo de água de 3,15 L.L<sup>-1</sup> de leite processado; e coeficiente médio de geração de efluente de 3,17 L.L<sup>-1</sup> de leite processado. Esses índices estão compatíveis com tecnologias tradicionais, presentes em todos os empreendimentos avaliados;
- Os dados de consumo de água, no processo produtivo de fabricação de lácteos, que foram disponibilizados nos 62% processos de licenciamento ambiental, classificados de pequeno porte, consistem de estimativas, uma vez que tais empreendimentos não possuem medição do seu efetivo de consumo de água, indicando que estes necessitam praticar a gestão quanto ao uso racional desse recurso mineral; e
- Estima-se em 785.487 m<sup>3</sup> de água o consumo anual dos laticínios amostrados, equivalente, por exemplo, ao consumo anual de um município de 20.000 pessoas em um ano.

Para os indicadores de energia, os dados disponibilizados conforme previsto foram insatisfatórios, já que os empreendimentos não declararam o seu consumo de energia elétrica, o que impossibilitou a obtenção de resultados confiáveis. No entanto, conclui-se o seguinte:

- Aproximadamente, apenas 13% dos empreendimentos informaram dados do consumo de energia elétrica e 35% indicaram consumo de combustíveis (lenha) para energia térmica;
- A capacidade instalada de geração de vapor de 23 empreendimentos corresponde a 18,60 toneladas de vapor por hora. A lenha é o combustível mais utilizado, equivalendo a quase 100% das caldeiras;

Diante do explicitado, destaca-se que o licenciamento ambiental deveria ter um papel mais preponderante para obtenção de melhor eficiência nos processos produtivos. No entanto, observou-se nesta pesquisa que os dados de consumo de água e de energia informados pelas indústrias de fabricação de produtos de laticínios, licenciados no estado da Bahia, deveriam estar num nível mais compatível com os alcançados por empreendimentos similares e que usam melhores tecnologias. Além disso, o licenciamento ambiental deve incorporar as análises de consumo de água e energia com base na ecoeficiência, utilizando-se para isso indicadores ambientais. Destaca-se que muitos dos dados necessários para essa avaliação não constam nos processos por não ser praticados pelo próprio Órgão Ambiental, apesar da previsão na lei.

Ressalva-se, ainda, que ocorrem variações de consumos de água e energia durante a operação dos empreendimentos, e que os dados informados nesta pesquisa foram obtidos nos processos administrativos de licenciamento ambiental e não medidos em campo.

Com base no exposto, tendo em vista o resultado alcançado neste estudo, recomenda-se:

- Realização de um plano de ação para adequação das indústrias de preparação de Leite e fabricação de produtos de laticínios, avaliando a situação atual quanto consumo de insumos, atendimento por parte do setor aos requisitos legais e a adequação da legislação ambiental com ênfase nos impactos ambientais e para subsídio ao planejamento de políticas públicas, visando sua normatização e o seu desenvolvimento sustentável;



- Revisão dos critérios de enquadramento dos empreendimentos do setor de indústrias de fabricação de produtos de laticínios, com reestruturação
- dos instrumentos de descrição do processo produtivo e processo de produção regional do empreendimento, devendo constar dados reais de consumo de água e energia e a exigência de adoção de práticas de produção mais limpa por parte dos empreendimentos de pequeno porte;
- Elaboração de cartilha educativa / orientativa direcionada para o setor produtivo e de manuais que auxiliem o corpo técnico do Órgão Ambiental nas análises e permissões das licenças, contendo indicadores ambientais que possam mensurar a ecoeficiência dos empreendimentos;
- Adotar nos processos de concessão de outorga a exigência de monitoramento e comprovação, por parte dos empreendimentos, do volume de água captado, através da instalação de instrumentos de medição; e
- Exigir estudo detalhado do balanço hídrico e energético do processo produtivo de fabricação de laticínios, tendo em vista a grande discrepância de valores praticados pelos empreendimentos.

## **6.1 LIMITAÇÃO DO ESTUDO**

- A falta de informações sobre o consumo de água e energia por unidade de produtos derivados e ou por atividade do processo produtivo impediu a apresentação de dados mais robustos quanto ao consumo real, bem como uma melhor avaliação dos índices de consumo de água e de energia com os valores de “benchmarking” do setor de laticínios;
- Ausência de confiabilidade e disponibilidades dos dados, já que muitos destes foram bastante limitados, pois oriundos de estimativas e sem informações sobre a fonte e a origem dos mesmos. Os dados foram pouco divulgados ou subestimados no âmbito do licenciamento estadual, porém, não comprometeu o resultado da pesquisa;
- O período de coleta e o tamanho da amostra poderiam ser maiores, o que evidenciaria uma melhor compreensão dos resultados.

## 7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE DEFESA AGROPECUÁRIA DA BAHIA. **Lista de estabelecimentos registrados no S.I.E.** Classificados por natureza do estabelecimento. Disponível em: <<http://www.adab.ba.gov.br/wp-content/uploads/2014/08/LISTADE-ESTABELECEMENTOS-REGISTRADOS-02.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** 2015. Brasília, 2015. 432 p.

ANDRADE, José Célio Silveira; MARINHO, Márcia Mara de Oliveira; CARDOSO, Lígia Maria França; SANTOS, Jamile Oliveira. Análise dos balanços ambientais no estado da Bahia da perspectiva da produção mais limpa. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 66-81, jan./abril 2007. Disponível em: <<http://www.rgsa.com.br/>>, Acesso em: 19 jan. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório anual. São Paulo: Abpa, 2014. 55 p. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicações/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2015.

BAHIA. **Lei nº 10431, de 20 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, e dá outras providências. Salvador, BA: Diário Oficial do Estado da Bahia, 21 dez. 2006.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11062, de 08 de outubro de 2009.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Salvador, BA: Diário Oficial do Estado da Bahia, 09 out. 2009.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 14024, de 06 de junho de 2012.** Aprova o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de Dezembro de 2006, que instituiu a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, e da Lei Nº 11.612, de 08 de Outubro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual

de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Salvador, BA: Diário Oficial do Estado da Bahia, 07 dez. 2012.

BALDASSO, Camila. **Fracionamento dos componentes do soro de leite por meio da tecnologia de separação por membranas**. 2011. 310f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 24643, de 10 de junho de 1934**. Decreta o Código de Águas. Brasília: CLBR, 27 jul. 1934.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6981, 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. Brasília: Diário Oficial da União, 02 set. 1981.

\_\_\_\_\_. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília: Diário Oficial da União, 05 out. 1988. Seção 1, p. 1.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9433, de 08 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. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 09 jan. 1997. Seção 1, p. 470.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997**. Aprova o Regulamento Técnico: "Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos", conforme Anexo I. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 28 out. 2014.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília, DF, 22 dez. 1997. p. 30841-30843.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de 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. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 18 mar. 2005. n. 053, p. 58-63.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). **Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso de água não potável de água, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 09 mar. 2006. Seção 1, p. 91.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 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. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 16 mai. 2011. n. 92, p. 89.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do Art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF, 09 dez. 2011.

BRIÃO, V.B.; GRANHEN TAVARES, C. R. Prevenção da poluição na indústria de laticínios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22. 2003, Joinville. **Anais...** Joinville/SC: ABES-Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003.

BRUM, J. V. R. Análise de perigos e pontos críticos de controle em indústria de laticínios de Curitiba – PR. 2004. 143f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

CESARETTI, Marcos de Araújo. Análise comparativa entre fontes de geração elétrica segundo critérios socioambientais e econômicos. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2010.

CASTANHEIRA, Erica Geraldês. Avaliação do ciclo de vida dos produtos lácteos em Portugal Continental. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Aveiro, Aveiro, 2008.

CASTRO, A.F.N.M; CARNEIRO, A.C.O; SANTOS, C.S; FERREIRA, L.P; DAMÁSIO, R.A.P; VITAL, B.R. Potencial energético da madeira de eucalipto. **Revista da Madeira**, n. 137, p- 128 a142, outubro. 2013.

CASTRO, Vanessa Cristina. Diagnóstico do consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em laticínios de pequeno porte. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Série de Manuais de Produção Limpa**. Porto Alegre, 2000.

CRUZ, Inamar Simões da. A prevenção de riscos de acidentes no licenciamento ambiental de sistema de distribuição de gás natural. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010..

DOTTO, Vanessa Reuter. Sistema de gestão ambiental: estudo de caso em uma agroindústria. 2012. 145 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2015: Ano base 2015**. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 296p.

EUROPEAN COMMISSION. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Reference document on best available techniques in the food, drink and milk industries. Sevilha: EIPPCB, jan. 2006. Disponível em: < <http://eippcb.jrc.es/pages/> >. Acesso em: 20 set. 2016.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO / CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP/CIESP). Conservação e Reuso de Água. **Manual de Orientação para o Setor Industrial**. Vol. 1, 2004.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). Plano de ação para adequação ambiental das indústrias de recepção e preparação de leite e fabricação de produtos de laticínios no Estado de Minas Gerais. Relatório Final /Gerência de Produção Sustentável. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2011. 129p.

JUNIOR, M. L. N. Aplicação da metodologia produção limpa em uma pequena empresa de laticínios. 2002. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MADERI, T. R. Diagnóstico da gestão integrada em indústrias de laticínios do Território de Identidade do Médio Sudoeste. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – UESB, Itapetinga, BA, 2014.

MACHADO, R.M.G.; FREIRE, V.H.; SILVA, P.C.; FIGUEIREDO, D.V.; FERREIRA, P.E. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios**. Projeto Minas Ambiente, Belo Horizonte, 2002.

MAGANHA, M. F. B. Guia técnico ambiental da indústria de produto lácteos. São Paulo: CETESB, 2008. 95 p.

MARTINS, M. V. L. Proposta de metodologia para análise de eficiência hidroenergética e ambiental: estudo de caso da agroindústria. 138 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

MATOS, Juliano Souza; PEREIRA, Jaildo Santos. A política de recursos hídricos no estado da Bahia. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v.1, n. 1, p. 149-159, jan./abril. 2012. Disponível em: <<http://www.rigs.ufba.br/>>. Acesso em: 14 jan. 2016.

MICHELINI, Artur N. da C. Modelo de avaliação da ecoeficiência termelétrica – um estudo multicaso 162 f. Dissertação (mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis 2005.

MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 143 p.

PRASAD, P.; PAGAN, R.; KAUTER, M.; PRICE, N. Eco-efficiency for the dairy processing industry. **Environmental Management Centre**, The University of Queensland, St. Lucia, 43–48, p. 57–66. 2004.

RABELO, Wanderley Alves. In: Implantação de Sistema de Gestão Ambiental em uma Indústria de Laticínios. XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2016, Campinas-SP. **Anais Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Campinas: ABAS-Associação Brasileira de Águas Subterrâneas 2016**. Vol. 3.

RABELO, Wanderley Alves; AMARAL, Alex Ezequiel. In: Implantação de um sistema de Gestão Ambiental em uma Indústria de Laticínios, Baseado nos Requisitos da NBR-ISSO 14.000. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE – Congesta, 2014, João Pessoa. **Anais Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, João Pessoa: ECOGESTÃO BRASIL, 2014**. Vol. 2.

SANTOS, Luiz Carlos dos. **A fase da tabulação e tratamento dos dados na pesquisa científica**. Disponível em: <<http://www.lcsantos.pro.br/arquivos /35 A FASE>

TABULACAO TRATAMENTO DADOS 01042010-175558. pdf>. Acesso em: 28 mar. 2016.

SARAIVA, C.B.; MEDONÇA, R.C.S.; SANTOS, A.L.; PEREIRA, D.A. Consumo de água e geração de efluentes em uma indústria de laticínios. **Rev. Inst. Latic.** “**Cândido Tostes**”, n. 367/368, p. 10-16, mar./jun. 2009.

SILVA, Andressa Carla Cintra da. Conservação e gerenciamento de energia em sistemas de vapor. 2013. 195 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

SILVA, D. J. P. Diagnóstico da geração de resíduos e consumo de água em uma indústria de laticínios e desenvolvimento de um sistema multimídia de apoio a decisão. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SILVA, N. F. Desenvolvimento de metodologia de eficiência energética para aplicação em processos industriais de laticínios. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

WEBER, Cristiano Corrêa; CYBIS, Luiz Fernando; BEAL, Lademir Luiz. Conservação da água aplicada a uma indústria de papelão ondulado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 291-300, jul. 2010.