

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento
Gerência de Produção Sustentável

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

feam
FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE

 **GOVERNO
DE MINAS**
MEIO AMBIENTE
E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento
Sustentável
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento
Gerência de Produção Sustentável

**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**

FEAM-DPED-GPROD- RT 03/2011

**Belo Horizonte
Dezembro / 2011**

© 2011 Fundação Estadual do Meio Ambiente
Governo do Estado de Minas Gerais
Antonio Augusto Junho Anastasia
Governador

Sistema Estadual do Meio Ambiente – Sisema
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Semad
Adriano Magalhães Chaves
Secretário

Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam
José Cláudio Junqueira Ribeiro
Presidente

Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento
Laura Maria Jacques Leroy
Diretora

Gerência de Produção Sustentável
Liliana Adriana Nappi Mateus
Gerente

Elaboração:
Fernanda Meneghin – Analista Ambiental
Ivana Carla Coelho – Analista Ambiental

Colaboradores:
Maxwell Ramos Silva – Prestador de Serviço Técnico Especializado
Antônio Augusto Melo Malard – Analista Ambiental
Geislaine Rosa da Silva – Auxiliar Administrativa

Capa:
Jaqueline Angelica Batista

F981p Fundação Estadual do Meio Ambiente.
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.

1. Laticínios. 2. Meio ambiente. I. Título.

CDU: 637.1:504.064(815.1)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma básico do processamento de leite	11
Figuras 2 – Recepção do leite à granel em caminhões refrigerados.....	12
Figura 3 – Recepção por latões	12
Figura 4 – Trocador de calor	14
Figura 5 – Fluxograma processo de pasteurização do leite.	17
Figura 6 – Fluxograma processo de produção do leite UHT.	19
Figura 7 – Fluxograma do processo produtivo de leite em pó.....	22
Figura 8 – Fluxograma do Processo Produtivo de Queijos	27
Figura 9 – Fluxograma do Processo Produtivo do Doce de Leite	28
Figura 10 – Etapas do processo de fabricação do soro em pó	32
Figura 11 – Distribuição dos empreendimentos por Superintendência Regional de Regularização Ambiental do Estado de Minas Gerais no ano de 2009.....	39
Figura 12 – Distribuição dos <i>laticínios</i> por Superintendência Regional de Regularização Ambiental no Estado de Minas Gerais no ano de 2009.....	40
Figura 13 – Distribuição postos de resfriamento por Superintendência Regional de Regularização Ambiental no Estado de Minas Gerais no ano de 2009.....	41
Figura 14 – Armazenamento de produto químico	63
Figura 15 – Flotador	68
Figura 16 – Biodigestores	69
Figura 17 – Biodigestor	69
Figura 18 – Detalhe do queimador de gases.....	70
Figura 19 – Lagoa aerada	70
Figura 20 – Vista geral da ETE	71
Figura 21 – Caldeira.....	71
Figura 22 – Tanques de combustível e bacia de contenção	75
Figura 23 – Distribuição da vazão gerada de efluentes líquidos pelos <i>laticínios</i> e <i>postos de resfriamento</i> por município no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008	81
Figura 24 – Distribuição da vazão gerada de efluentes líquidos pelos <i>laticínios</i> por município no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008.....	82
Figura 25 – Distribuição da vazão gerada de efluentes líquidos pelos <i>postos de resfriamento</i> por município no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008	83

Figura 26 – Distribuição da carga orgânica potencial total gerada pelos <i>laticínios</i> e <i>postos de resfriamento</i> no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008	87
Figura 27 – Distribuição da carga orgânica potencial total gerada pelos <i>laticínios</i> no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008	88
Figura 28 – Distribuição da carga orgânica potencial total gerada pelos <i>postos de resfriamento</i> no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008	89
Figura 29 – Distribuição da carga orgânica efetiva total gerada pelos <i>laticínios</i> e <i>postos de resfriamento</i> no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008	100
Figura 30 – Distribuição da carga orgânica efetiva total gerada pelos <i>laticínios</i> no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008	101
Figura 31 – Distribuição da carga orgânica efetiva total gerada pelos <i>postos de resfriamento</i> no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008.	102
Figura 32 – Leitões de secagem de lodo	113
Figura 33 – Cinzas da caldeira	115
Figura 34 – Armazenamento temporário de resíduos sólidos	116
Figura 35 – Coleta seletiva.....	116
Figura 36 – Esquema de reaproveitamento da energia térmica no pasteurizador	122

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição da Regularização Ambiental para empreendimentos que Preparam o Leite e fabricam produtos de laticínios em Minas Gerais ate 2009	47
Gráfico 2 – Distribuição da Regularização Ambiental dos empreendimentos que resfriam e distribuem o leite em instalações industriais em Minas Gerais até 2009.	47
Gráfico 3 – Distribuição dos empreendimentos por SUPRAM em Minas Gerais, em 2009	49
Gráfico 4 – Regularização Ambiental na SUPRAM Sul de Minas, em 2009	49
Gráfico 5 – Distribuição da capacidade instalada de laticínios e postos de resfriamento por SUPRAM no Estado.....	51
Gráfico 6 – Comparação entre capacidade nominal e produção efetiva dos empreendimentos.....	52
Gráfico 7 – Produtos produzidos diariamente no Estado de Minas Gerais em 2009	52
Gráfico 8 – Empreendimentos e os produtos fabricados.....	53
Gráfico 9 – Quantidades de produtos fabricados por empreendimentos	54
Gráfico 10 – Distribuição por empreendimento da origem da água utilizada nas atividades de fabricação de produtos lácteos e de resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais.....	56
Gráfico 11 – Situação da existência de plano de emergência para caso de acidentes com produtos químicos nos laticínios em 2009	61
Gráfico 12 – Situação da existência de plano de emergência para caso de acidentes com produtos químicos nos postos de resfriamento em 2009	62
Gráfico 13 – Porcentagem de automatização dos empreendimentos destinados a fabricação de produtos de laticínios.	64
Gráfico 14 – Porcentagem de automatização nos postos de resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais.....	64
Gráfico 15 – Origem da energia elétrica consumida pelos <i>laticínios</i>	65
Gráfico 16 – Combustível utilizado nas caldeiras dos empreendimentos pesquisados	73
Gráfico 17 – Origem da lenha	73
Gráfico 18 – Distribuição das bacias de contenção nos empreendimentos	75

Gráfico 19 – Distribuição das modalidades de tratamento de efluentes líquidos em operação	91
Gráfico 20 – Concepção do sistema de tratamento de efluentes dos laticínios	92
Gráfico 21 – Demanda Bioquímica de Oxigênio no efluente tratado.....	93
Gráfico 22 – Eficiência de remoção de DBO no efluente tratado	93
Gráfico 23 – Demanda Química de Oxigênio no efluente tratado	94
Gráfico 24 – Eficiência de remoção de DQO no efluente tratado.....	94
Gráfico 25 – pH do efluente tratado	95
Gráfico 26 – Temperatura do efluente tratado.....	96
Gráfico 27 – Sólidos Suspensos no efluente tratado.....	96
Gráfico 28 – Sólidos Sedimentáveis no efluente tratado	96
Gráfico 29 – Detergentes no efluente tratado.....	97
Gráfico 30 – Óleos e Graxas no efluente tratado	98
Gráfico 31 – Distribuição de carga orgânica efetiva, gerada diariamente, pelos laticínios e postos de resfriamento por SUPRAM.....	99
Gráfico 32 – Lançamento do efluente tratado nas ETEs em operação nos empreendimentos pesquisados.....	103
Gráfico 33 – Localização dos empreendimentos pesquisados.....	107
Gráfico 34 – Tipo de sistema de controle de emissões atmosféricas implantados.....	108
Gráfico 35 – Média das taxas de emissão de Material Particulado das caldeiras que utilizam lenha em 2006, 2007 e 2008.....	109
Gráfico 36 – Média das taxas de emissão de Material Particulado das caldeiras que utilizam óleo BPF em 2006, 2007 e 2008.....	110
Gráfico 37 – Média das taxas de emissão de SO ₂ das caldeiras que utilizam óleo BPF em 2006, 2007 e 2008.....	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tamanho da amostra separado por regiões.....	5
Tabela 2 – Classificação de laticínios (código D-01-06-6), segundo a DN COPAM N° 74/2004	43
Tabela 3 – Classe dos laticínios de acordo com a DN COPAM N° 74/2004	43
Tabela 4 – Classificação de postos de resfriamento, segundo a DN COPAM N° 74/2004	44
Tabela 5 – Classe dos postos de resfriamento de acordo com a DN COPAM N° 74/2004	44
Tabela 6 – Regularização ambiental dos empreendimentos das atividades no Estado em 2009	46
Tabela 7 – Regularização dos empreendimentos por SUPRAM no Estado de Minas Gerais em 2009	48
Tabela 8 – Consumo total e específico de água por atividade no ano de 2009	55
Tabela 9 – Cenário de consumo anual de água no ano de 2009.....	57
Tabela 10 – Consumo total e específico de ácidos em 2009	58
Tabela 11 – Cenários de consumo de ácidos em 2009.	58
Tabela 12 – Consumo total e específico de soda cáustica	59
Tabela 13 – Cenários de consumo de soda cáustica em 2009	59
Tabela 14 – Consumo total e específico de detergente em 2009	60
Tabela 15 – Cenários de consumo anual de detergente	60
Tabela 16 – Consumo total e específico de energia elétrica no ano de 2009 ..	66
Tabela 17 – Cenário do consumo anual de energia elétrica	67
Tabela 18 – Distribuição da capacidade instalada das caldeiras	72
Tabela 19 – Consumo total e específico de lenha.....	74
Tabela 20 – Consumo total e específico de Óleo BPF 2 A	74
Tabela 21 – Cenários de consumo anual de lenha e óleo BPF.....	76
Tabela 22 – Vazão específica para os empreendimentos referente aos resultados do monitoramento no período de 2006 a 2008	84
Tabela 23 – Vazão de efluente líquido e carga orgânica potencial dos <i>laticínios e postos de resfriamento</i>	85
Tabela 24 – Relação entre o consumo médio de água e o efluente líquido gerado	86

Tabela 25 – Parâmetros de lançamento de efluentes líquido estabelecido na Resolução CONAMA Nº 357/2005 e DN COPAM/CERH Nº 1/2008.....	90
Tabela 26 – Cenários de vazão de efluente líquido e carga orgânica efetiva para os laticínios e postos de resfriamento	98
Tabela 27 – Padrões de lançamento de efluentes atmosféricos da DN COPAM Nº 11/1986	105
Tabela 28 – Padrões de lançamento de efluentes atmosféricos da Resolução CONAMA Nº 382/2006.....	106
Tabela 29 – Distribuição da quantidade de resíduos sólido gerado por empreendimento.	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Graus Celsius

°D – Graus Dornic

% - Por Cento

AAF – Autorização Ambiental de Funcionamento

ABIA – Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental

CO₂ – Dióxido de Carbono

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

DPED – Diretoria de Desenvolvimento e Pesquisa

DN – Deliberação Normativa

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

FISPQ – Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos

GEE – Gás de Efeito Estufa

GPROD – Gerência de Produção Sustentável (FEAM)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária

IN (Nº) – Instrução Normativa (do Ministério da Agricultura)

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

LTLT – *Low Temperature, long time*

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MW - *Megawatts*

Óleo “BPF” – Óleo com Baixo Ponto de Fluidez

PCA – Plano de Controle Ambiental

pH – Potencial Hidrogeniônico

RCA – Relatório de Controle Ambiental

RIISPOA: Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

SIAM – Sistema Integrado de Informação Ambiental

SUPRAM – Superintendência Regional de Regularização Ambiental

UHT – *Ultra High Temperature*

UNFCCC – *United Nations Framework Conventio on Climate Cange*
(Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas)

SUMÁRIO

1	Introdução	2
1.1	Objetivo	3
1.1.1.	Objetivo Geral	3
1.1.2.	Objetivos Específicos	3
1.2	Metodologia	4
2	Processo Produtivo	9
2.1	Recepção e Preparação do Leite	12
2.2	Processo Produtivo do Leite Pasteurizado (Tipo A, B e pasteurizado)	15
2.3	Processo Produtivo do Leite UHT	18
2.4	Processo Produtivo do Leite em Pó	20
2.5	Processo Produtivo do Iogurte Natural ou Batido	23
2.6	Processo Produtivo da Fabricação de Queijos	24
2.7	Processo Produtivo do Doce de Leite	27
2.8	Produtos Lácteos com uso de soro	29
2.8.1.	Soro em pó	30
2.8.2.	Utilização do soro na alimentação humana	33
2.8.3.	Utilização do soro na alimentação animal	34
2.8.4.	Outras utilizações do soro	36
3	Caracterização do setor	38
3.1	Regularização Ambiental	42
3.2	Matéria Prima	50
3.3	Consumo de água	55
3.4	Produtos Químicos	58
3.5	Energia Elétrica e Térmica	63
3.5.1.	Energia Elétrica	63
3.5.2.	Energia Térmica	71
4	Aspectos e impactos ambientais	78
4.1	Efluentes Líquidos	78
4.2	Emissões Atmosféricas	104
4.3	Resíduos Sólidos	111
5	Produção mais limpa	118
5.1	Medidas de P + L para o setor de laticínios	118
5.1.1.	Compras e Aquisições	119

5.1.2. Recepção de leite	120
5.1.3. Pasteurização	120
5.1.4. Processos Produtivos	123
5.1.5. Limpeza de Equipamentos Pisos e Instalações.....	125
5.2 Resultados de um Programa de P + L.....	127
6 Conclusões	129
6.1 Plano de Ação	1344
7 Referência Bibliográfica	136

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos sempre desempenhou um importante papel na economia brasileira, representando uma das mais tradicionais estruturas produtivas existentes no País. Com um faturamento de cerca R\$ 330 bilhões essa indústria contribuiu com 9% do Produto Interno Bruto do país em 2009. O setor de laticínios aparece em 4º lugar no *ranking* das principais indústrias de alimentos (Abia, 2010).

O estado de Minas Gerais é o maior produtor de leite com 28% da produção nacional, ultrapassando a marca de 8 bilhões de litros por ano, segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE do primeiro semestre de 2010.

Esse setor, apesar de proporcionar considerável renda, tem contribuído para geração de efluentes líquidos com elevadas cargas orgânicas ocasionando impactos relevantes ao meio ambiente. Os impactos associados à geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas se fazem presentes mesmo estando em menor proporção.

Embora todos estes aspectos ambientais sejam inerentes ao processo produtivo, existem medidas que podem mitigar estes impactos, e devem ser aplicadas a todo empreendimento, para que se tenha uma melhoria da qualidade ambiental.

Nesse contexto, se iniciou em 1997 em Minas Gerais o Projeto Minas Ambiente/Setor Laticínios em que foi proposta a elaboração de um diagnóstico ambiental, estudos e análises para otimização do processo e para o tratamento de efluentes líquidos, gestão de resíduos sólidos e emissões atmosféricas voltados aos empreendimentos de médio e pequeno porte.

Entretanto, a adesão dos empreendimentos ao projeto foi reduzida, bem como foi pequena, dentre os empreendimentos signatários do projeto, a adoção das propostas de mitigação dos impactos, principalmente, quanto aos efluentes líquidos industriais. Neste sentido, considerando o elevado número de

empreendimentos que se destinam à recepção e ao resfriamento de leite e à industrialização de produtos de laticínios, junto à importância econômica dessa atividade industrial em Minas Gerais, demonstrou ser necessário um novo estudo visando a adequação ambiental desta atividade industrial,

O presente trabalho consiste do “Plano de Ação para Adequação Ambiental das Indústrias de Recepção e Preparação de Leite e Fabricação de Produtos de Laticínios” elaborado pela Gerência de Produção Sustentável (GPROD), que é uma atividade integrante da Ação 4090 – Gestão Ambiental – da Diretoria de Desenvolvimento e Pesquisa (DPED), que por sua vez integra o Projeto Associado Melhoria da Qualidade Ambiental do Governo do Estado de Minas Gerais.

1.1 Objetivo

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar a situação ambiental das indústrias de recepção e preparação de leite e de fabricação de produtos de laticínios no Estado, com ênfase nos impactos referentes ao lançamento dos efluentes líquidos, para subsídio ao planejamento de políticas públicas visando sua normatização e o seu desenvolvimento sustentável.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Estabelecer indicadores de consumo de leite e principais insumos, de produção e de geração de efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas.
- Elaborar os possíveis cenários para o setor.
- Verificar o atendimento do setor aos requisitos legais e a adequação da legislação ambiental.
- Propor o plano de ação para adequação ambiental do setor.

1.2 Metodologia

Para iniciar o estudo, foi realizado um levantamento preliminar dos empreendimentos cadastrados no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) de Minas Gerais.

Nesse primeiro levantamento, realizado em agosto de 2008, haviam no Estado cerca de 1.077 empreendimentos enquadrados sob os códigos “D-01-06-6: Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios” e “D-01-07-4: Resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais”, estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM Nº 74/2004. Após análise mais criteriosa, levando em consideração empreendimentos que apareciam repetidas vezes, ainda com números de processos diferentes o número de empreendimentos resultante correspondeu a 899 indústrias de laticínios, postos de resfriamento e cooperativas.

Para caracterização do setor, elaboração de indicadores e cenários, foram necessárias informações sobre o consumo de matérias-primas e insumos, além de qualificar e quantificar os impactos ambientais causados pelas atividades de produção de laticínios e resfriamento do leite, bem como de identificar as medidas mitigadoras adotadas pelos empreendimentos. Estas informações fazem parte dos estudos apresentados durante o licenciamento ambiental. Entretanto, para àqueles empreendimentos que não possuem a licença ambiental ou são passíveis de obtenção de Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF), tais informações não estão disponíveis no SIAM.

Desta forma, para o levantamento de dados e informações técnicas do setor de laticínios, foi desenvolvido pela FEAM um questionário padrão, cujo preenchimento foi realizado nas visitas técnicas aos empreendimentos.

Para a realização dos trabalhos de campo, considerando que dos 899 empreendimentos, 24 estavam desativados e 2 em fase de instalação, foi estabelecida uma amostragem de 200 empreendimentos. Este valor foi atribuído pela equipe técnica visando uma quantidade empresa que fosse significativa, ao mesmo tempo em que permanecesse dentro do orçamento

previsto para a execução deste trabalho. Também foi levado em consideração o tempo demandado para a realização destas visitas.

Assim, após a definição do universo de amostragem, foi distribuído proporcionalmente por regional (SUPRAM's) o número de empreendimentos a serem visitados naquele local.

Cabe destacar que foi dada prioridade a visita de campo aos empreendimentos sem licença ambiental ou com AAF, por representarem, juntos, uma parcela significativa do setor e, que de modo geral, não foram objeto de fiscalização pelo Estado. Foi também priorizada a visita aos empreendimentos que enviavam relatórios de automonitoramento regularmente.

Assim, após a realização das vistorias foi feito estudo estatístico para saber qual o grau de confiabilidade dos valores obtidos quando dados fossem extrapolados para determinada regional. Assim, assumindo a produção média de leite como base para cálculo do desvio padrão, o nível de confiança, bem como o erro estimado variam para cada regional conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Tamanho da amostra separado por regiões

Regional	Número de empreendimentos no universo	Erro de estimação ¹	Tamanho amostral calculado	Tamanho amostral obtido
Alto São Francisco	95	40.000	54	18
Central	76	40.000	51	10
Jequitinhonha	30	2.000	12	4
Leste Mineiro	100	30.000	33	23
Noroeste Mineiro	18	10.000	15	6
Norte de Minas	34	2.000	7	5
Sul de Minas	289	20.000	38	39
Triângulo Mineiro	123	40.000	44	27
Zona da Mata	201	10.000	66	19

Neste contexto, percebe-se que os valores obtidos para cada regional assume a probabilidade de erro calculada e representada na tabela supracitada

chegando até 40%, como é o caso da regional do triângulo Mineiro, Central e Alto São Francisco.

Foram realizadas visitas técnicas a 221 empreendimentos, entre os quais foram validados efetivamente 171 questionários. Os demais tratavam-se de empreendimentos que estava desativado. Foram realizadas vistorias em um período que se estendeu até 30-6-2010.

Para complementação das informações coletadas nas visitas técnicas, foram usados os dados de automonitoramento enviados por alguns empreendimentos regularmente durante o período de janeiro de 2006 a dezembro de 2008.

A partir dos dados obtidos foi possível gerar um estudo e estabelecer cenários considerando as melhores e as piores perspectivas em função dos valores menos e mais críticos obtidos. Foi possível obter os cenários para utilização de insumos como produtos químicos, combustível, consumo de água, vazão de efluentes líquidos, carga orgânica dos efluentes.

As informações obtidas no SIAM e nas visitas técnicas realizadas foram consolidadas em uma planilha do programa *Excel*, cujos resultados serão apresentados ao longo deste trabalho.

Paralelamente aos trabalhos de campo e levantamento de dados e informações dos estudos ambientais apresentados pelos empreendimentos para fins de regularização ambiental, foi realizada pesquisa na literatura técnica existente sobre o processo produtivo dos postos de resfriamento e fabricação de produtos de laticínios, visando caracterizar a evolução tecnológica do setor. Além disso, foi realizado um levantamento de normas técnicas e a legislação ambiental aplicável, bem como as medidas mitigadoras aos impactos ambientais causados por estas atividades.

Para simplificar a leitura deste relatório, levando em consideração que serão apresentadas tabelas, gráficos, figuras entre diversos resultados, foi utilizada a terminologia *Laticínios* para os empreendimentos cadastrados sob o código D-01-06-6 – Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios e *Postos*

de resfriamento para os empreendimentos cadastrados sob o código D-01-07-4
– Resfriamento e distribuição do leite em instalações industriais.

**PROCESSO
PRODUTIVO**

2 PROCESSO PRODUTIVO

Segundo a Instrução Normativa Nº 51/2002 (IN-51) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), *“entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda”*.

Em sua composição a água é o componente que se destaca, sendo 87% deste material. O restante é composto por vitaminas, proteínas, sais minerais, lipídios e carboidratos, sendo estes os responsáveis por torná-lo um líquido de coloração branca e sabor levemente adocicado, quando em seu estado habitual e ordenhado de animais sadios.

A qualidade de um produto lácteo tem um fator determinante que é a qualidade da matéria-prima. De acordo com estudos já realizados pode ser observado que a qualidade do leite independe do tipo de ordenha do animal, ou do local onde são realizadas (galpões fechados cimentados, diretamente sob solo, a céu aberto, etc), pois, neste momento, o que torna uma matéria-prima de boa qualidade são as condições de higiene do ordenhador (limpeza do úbere do animal, distinção entre eles, limpeza das mãos, etc) e de seus utensílios.

Cuidados também devem ser tomados durante o transporte do leite cru até o estabelecimento industrial. A proteção da matéria-prima, a utilização de vasilhame adequado para acondicionamento e transporte são fatores decisivos na qualidade do leite.

Todos esses detalhes ocasionam uma matéria-prima com maior qualidade, ao chegar à unidade industrial. Evita desperdícios e a geração de um novo resíduo, que em princípio é de responsabilidade do produtor, mas que na rotina são lançados em córregos, no solo ou mesmo destinados junto aos resíduos dos próprios laticínios.

Nos laticínios, algumas atividades iniciais são comuns, como a recepção, pasteurização e resfriamento para a fabricação dos diversos produtos lácteos.

Estas etapas estão descritas a seguir, é importante ressaltar que elas são primordiais para se ter um produto de maior qualidade. A Figura 1 ilustra alguns processos e as etapas consideradas similares aos laticínios.

São descritos também os processos produtivos de industrialização do leite, dos principais produtos encontrados no mercado (Leite pasteuriza, UHT, queijos, iogurtes, manteiga) sendo identificados os impactos ambientais gerados em cada etapa do processo, bem como os possíveis consumos de matérias-primas e insumos.

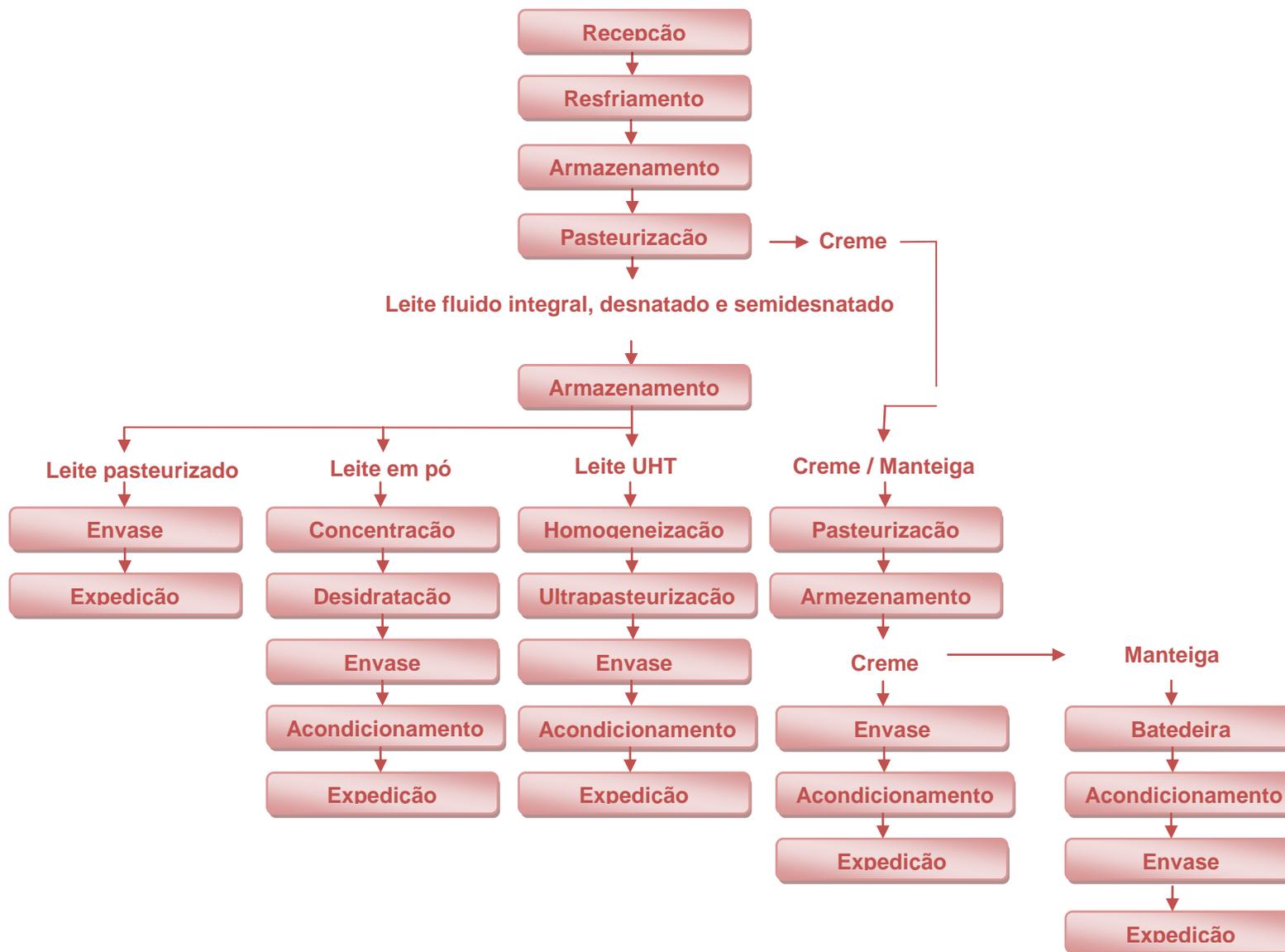


Figura 1 – Fluxograma básico do processamento de leite

Fonte: Adaptado de Brum *et al.*,2009

2.1 Recepção e Preparação do Leite

O início do processo industrial do leite ocorre na recepção. Seja esta realizada através de latões ou a granel (caminhões isotérmicos), cada remessa da matéria-prima é analisada rapidamente por meio do Teste de Plataforma. Neste é avaliada a acidez do leite através do teste do alizarol. Caso a amostra seja reprovada, todo o conteúdo é descartado ou devolvido ao produtor. A Figura 2 mostra uma recepção de leite à granel, por meio de caminhão refrigerado e a Figura 3 ilustra a recepção por meio de latões.



Figuras 2 – Recepção do leite à granel em caminhões refrigerados



Figura 3 – Recepção por latões

A Instrução Normativa Nº 51 (IN-51) prevê que o leite pode tanto sofrer resfriamento na propriedade rural ou no próprio posto ou cooperativa.

Caso o resfriamento ocorra na propriedade rural onde foi obtido, o leite resfriado poderá permanecer por no máximo 48 horas no local até ser transportado ao laticínio para processamento. Se o resfriamento acontecer em postos ou cooperativas, o leite deverá ser enviado até às 10 horas do dia de obtenção a esses estabelecimentos, onde também deverá ser mantido em temperatura igual ou inferior a 4°C e poderá permanecer por um período máximo de 36 horas.

O processo de resfriamento visa reduzir o crescimento de bactérias no leite e, conseqüentemente, evitar que se deteriore. O leite deve ser resfriado a temperatura igual ou inferior a 4 °C, até 3 horas após a ordenha. Sendo assim, o leite é resfriado e encaminhado para tanques isotérmicos de armazenamento, onde esperará pelo início do processo.

Para os empreendimentos cuja atividade é o resfriamento do leite para distribuição em empreendimentos terceiros, o processo é finalizado nesta etapa, sendo apenas seguida pela expedição do leite resfriado, com o bombeamento desde para os caminhões tanque.

Nos demais empreendimentos, para qualquer que seja a finalidade de produção da matéria-prima a principal etapa do processamento é a pasteurização, obrigatória para comercialização do leite ou de seus derivados. Consiste de um tratamento térmico para eliminação de bactérias patogênicas e deterioradoras do leite. Entretanto, a eficácia do tratamento varia de acordo com a contagem inicial de microorganismos presente no leite, cujo processo pode ser lento ou rápido.

Segundo a IN-51, a pasteurização lenta (sigla em inglês LTLT para *Low Temperature, Long Time*) é permitida em laticínios de pequeno porte cujos equipamentos atendam os requisitos ditados pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos Animal (RIISPOA) e o envase ocorra em circuito fechado no menor tempo possível. É realizada em empreendimentos

que processam uma pequena quantidade de leite e nos quais é onerosa a aquisição de um pasteurizador a placas.

A pasteurização rápida, de acordo com a IN-51, consiste no tratamento térmico na faixa de temperatura de 72°C a 75°C por um período que varia de 15 a 20 segundos, utilizando um pasteurizador de placas, ver Figura 4. Em seguida, o leite é resfriado rapidamente a temperatura igual ou inferior a 4°C em trocador de calor a placas, sendo envasado em circuito fechado no menor prazo possível. Tem como vantagem o menor consumo de energia e alta eficiência na redução de bactérias (99,5%). Entretanto, há uma maior alteração nas características do leite, com uma maior desnaturação das proteínas, dificultando a coagulação do leite na confecção de queijos.



Figura 4 – Trocador de calor

Os bons procedimentos de pasteurização são verificados por duas enzimas: a fosfatase alcalina e a peroxidase. Segundo PORTO, a pasteurização visa reduzir a população de *Coxiella burnetti* e a fosfatase alcalina tem resistência térmica ligeiramente superior a essa bactéria. Portanto, sua presença indica que o leite não atingiu a temperatura de pasteurização adequada. Em relação à peroxidase, essa se torna inativa a temperatura de 85°C, portanto, deverá estar presente no leite após a pasteurização. Caso esteja inativa, indica um sobreaquecimento do leite e pode mascarar um produto altamente contaminado.

Os impactos ambientais inerentes a estas atividades consistem no ruído de veículos, na geração de efluentes líquidos gerados na lavagem de equipamentos – tanques de armazenamento, caminhões tanque ou latões – de pisos e de recintos

Já na etapa da pasteurização, existe a peculiaridade dos impactos ocasionados devido à necessidade da utilização de calor. Para promoção deste calor, ocorre todo o trabalho do setor das caldeiras, portanto as emissões atmosféricas provenientes da queima dos combustíveis, além da geração de resíduos (cinzas) que esta queima provoca, dependendo do tipo de combustível, são os impactos mais comuns.

A seguir são apresentados alguns processos produtivos de produtos lácteos, levando em consideração a finalização das etapas iniciais. .

2.2 Processo Produtivo do Leite Pasteurizado (Tipo A, B e pasteurizado)

Conforme especifica a IN-51, existem três tipos de leite no mercado nacional, o tipo A, B ou pasteurizado, cuja principal diferença consiste na quantidade de microorganismos presentes antes e após a pasteurização. A seguir são feitas algumas considerações.

As denominações *integral*, *padronizado* e *desnatado* referem-se ao teor de gordura. Assim, o leite retirado do animal e processado sem nenhuma intervenção no teor de gordura recebe a denominação de integral. Quando o teor de gordura do leite é pré estabelecido e é obtido por meio de equipamentos como centrífuga padronizadora, é denominado leite padronizado, sendo que o leite sem qualquer teor de gordura é denominado desnatado.

- O leite tipo A somente admite ser pasteurizado, sendo classificado em integral, padronizado, semidesnatado ou desnatado, quanto ao teor de gordura. Ressalta-se que a legislação brasileira somente permite a produção de leite tipo A em caráter integral, não havendo, portanto comercialização de leite tipo A semidesnatado ou desnatado. É obtido, beneficiado e envasado na própria fazenda, e os equipamentos para a ordenha mecânica, pré-filtragem e

bombeamento até o tanque de depósito devem operar obrigatoriamente em circuito fechado.

- O leite tipo B pode ser refrigerado cru ou pasteurizado. O leite tipo B cru refrigerado é classificado como integral. Já o pasteurizado pode ser classificado em integral, padronizado, semidesnatado ou desnatado, quando o teor de gordura sofrer influência mecanizada, e este teor pode ser diferente (variação entre 3,0 a 3,5%) dependendo do empreendimento. Neste caso a ordenha pode ser tanto manual quanto mecânica. Como a pasteurização não é realizada nas fazendas, mas em laticínios, até 3 horas após a ordenha, deve ocorrer o resfriamento a uma temperatura igual ou inferior a 4°C. O leite resfriado pode ser mantido por um período máximo de 48 horas na unidade produtora antes do seu envio ao laticínio responsável por sua pasteurização.
- O leite pasteurizado substituiu o tipo C nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste desde 2005 e nas Regiões Norte e Nordeste desde 2007 de acordo com o determinado pela IN-51. Pode ser classificado em integral, padronizado a 3% m/m (três por cento massa por massa), semidesnatado ou desnatado quanto ao teor de gordura. Ele não é submetido a qualquer tipo de tratamento térmico (resfriamento ou pasteurização) na fazenda leiteira onde foi produzido, devendo ser entregue no estabelecimento industrial em até 10 horas da manhã do dia de sua obtenção.

A produção do leite pasteurizado ocorre com as etapas iniciais descritas anteriormente. No caso da padronização, esta ocorre logo após a pasteurização, por meio de centrífugas padronizadoras, que também ajudam na clarificação do leite. Neste caso é obtido um subproduto, o creme (gordura), que pode ser comercializado na íntegra, ou utilizado na produção de outros produtos, como a manteiga.

Conforme recomendação da IN-51, após a pasteurização/padronização, o leite deve ser resfriado imediatamente até uma temperatura igual ou inferior a 4°C. Dependendo do volume de produção, o leite pode ser armazenado em tanques, entretanto, o seu envase em embalagens para comercialização deve ser realizado no menor prazo possível. É feito em sacos plásticos de 1 litro de

capacidade para, em seguida, serem levados a câmaras frias onde permanecem até o momento da expedição. A Figura 5 a seguir, demonstra o fluxograma do processo produtivo.

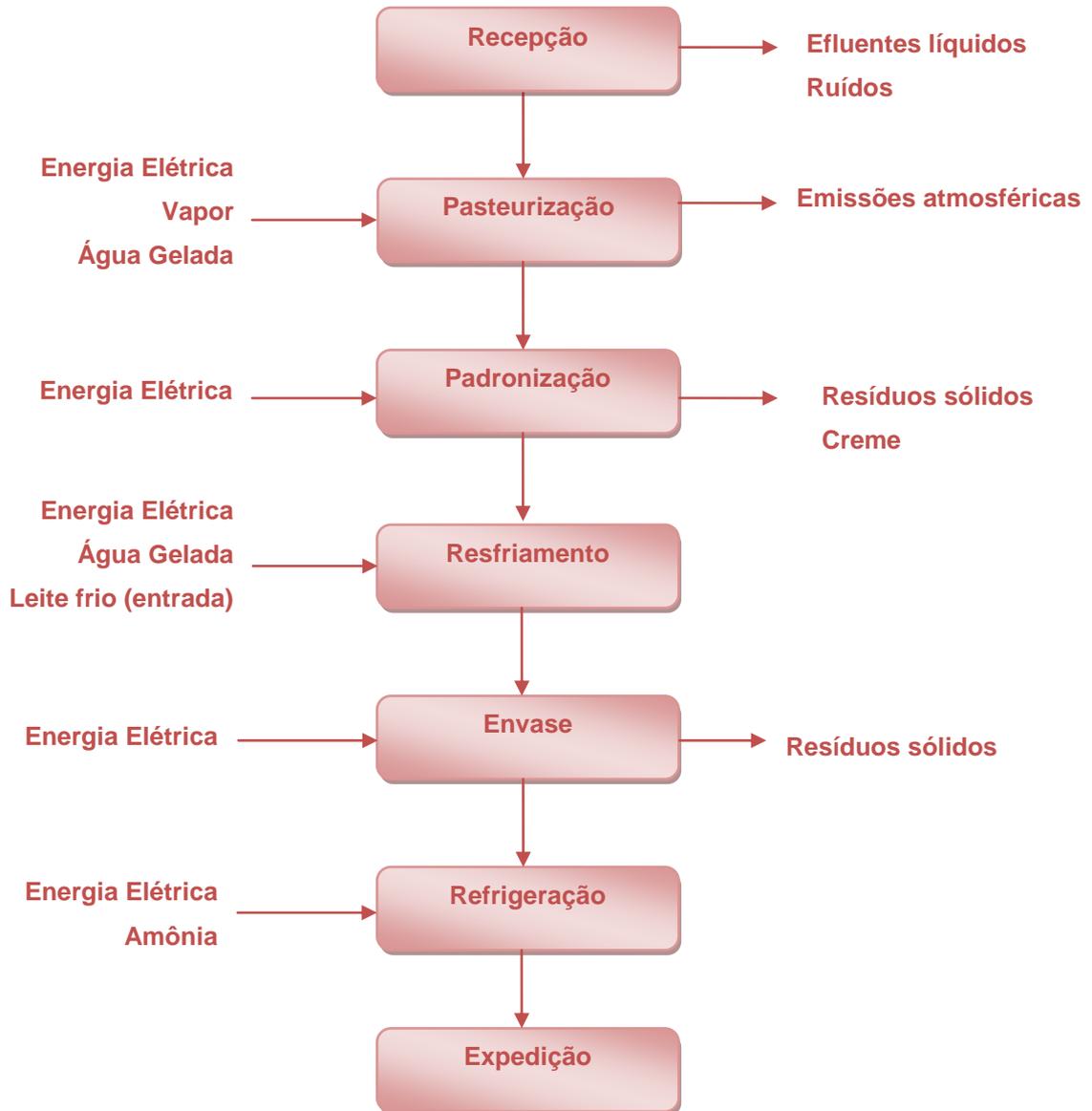


Figura 5 – Fluxograma processo de pasteurização do leite.

Os impactos ambientais observados a partir da padronização consistem na geração de efluentes líquidos provenientes das águas de lavagens de pisos e equipamentos e na possível geração de resíduos sólidos, quando é levado em consideração embalagens plásticas defeituosas.

2.3 Processo Produtivo do Leite UHT

A Instrução Normativa Nº 16/2005 (IN-16) do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA define o UHT (da sigla em inglês para *Ultra High Temperature*) como “o leite integral, parcialmente desnatado ou semidesnatado e desnatado, homogeneizado que foi submetido, durante 2 a 4 segundos, a uma temperatura entre 130°C e 150°C, mediante um processo térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32°C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas”

O leite UHT apresenta como vantagem uma esterilização maior do leite, prolongando sua vida de prateleira em relação à do leite pasteurizado e não necessita de refrigeração enquanto fechado. Conforme a Figura 1, o processo produtivo do UHT é similar ao do leite pasteurizado até a etapa de armazenamento, após a pasteurização.

Entretanto, de modo usual, o leite utilizado para produção de UHT deve passar pelas etapas de filtração, clarificação e padronização antes da pasteurização. A filtração consiste na remoção de impurezas e partículas mais grosseiras que possam estar presentes no leite. A clarificação removerá partículas estranhas, leucócitos e outras células por meio da centrifugação. A padronização consiste no ajuste do percentual de gordura presente no leite. Nessas etapas, são gerados resíduos sólidos e, na clarificação, o creme que é utilizado na fabricação de produtos de laticínios.

Após essas etapas, ocorre a pasteurização, já descrita anteriormente. Em seguida, é realizada a homogeneização que fará a redução dos glóbulos de gordura ao pulverizá-los mecanicamente (utiliza-se um homogeneizador). O objetivo da homogeneização é garantir que não haja acúmulo da gordura na superfície do leite dentro da caixinha até seu prazo de validade.

O fluxograma desse processo produtivo é demonstrado na Figura 6.

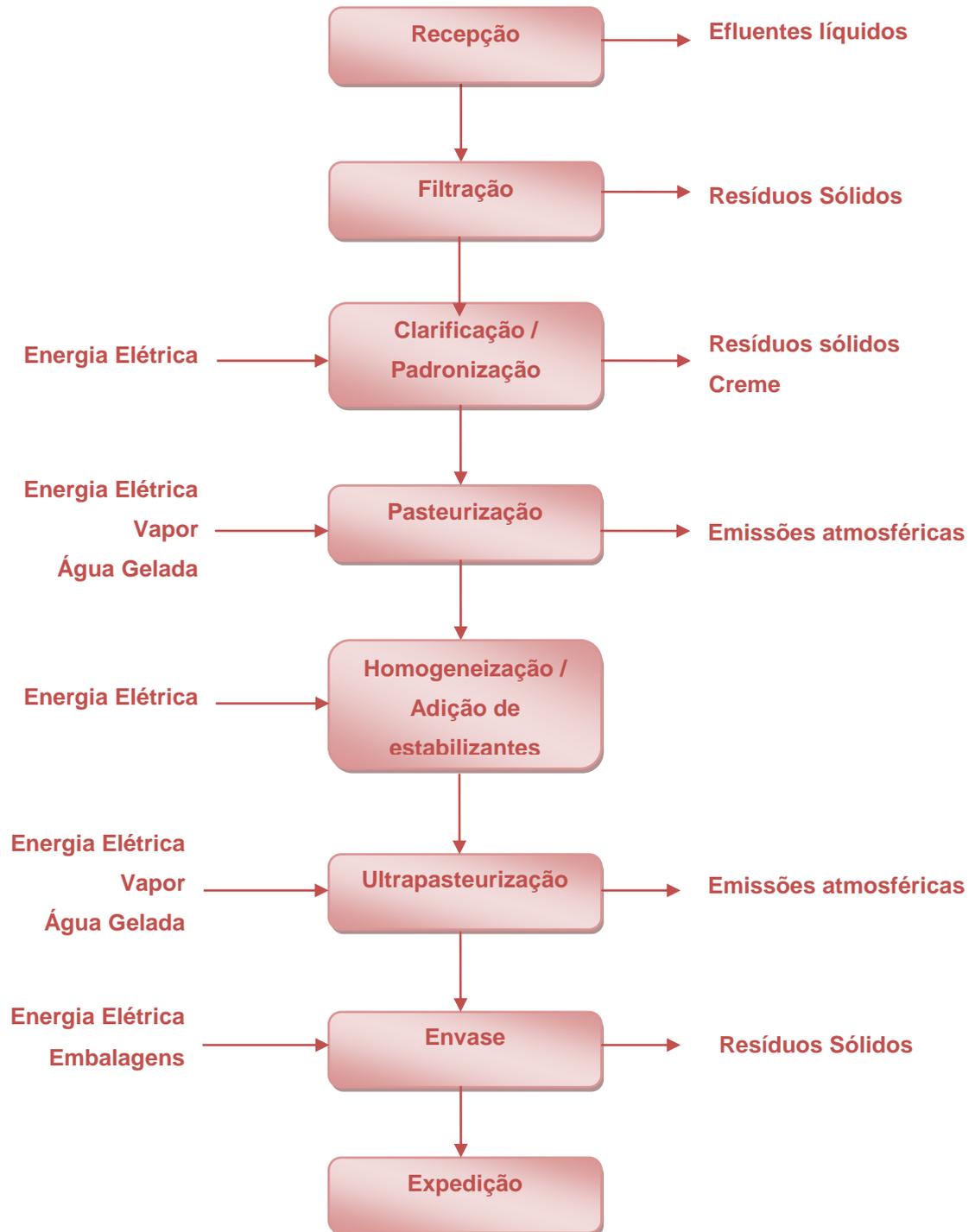


Figura 6 – Fluxograma processo de produção do leite UHT.

A próxima etapa é a ultrapasteurização que, seguindo a definição da IN-16 para UHT, irá elevar a temperatura do leite entre 130°C e 150°C durante um curto espaço de tempo, entre 2 a 4 segundos. Entretanto, temperaturas maiores são mais agressivas aos próprios ingredientes naturais e saudáveis do leite. Pode ocorrer, portanto, a adição de estabilizantes naturais, tais como o

citrato de sódio, para estabilidade das proteínas durante o processo de ultrapasteurização. Os impactos identificados nesta etapa são aqueles que demandam da utilização do vapor, das caldeiras.

Para se evitar a contaminação do leite, o envase deve ocorrer em circuito fechado desde a montagem de embalagens herméticas até a dosagem do alimento, garantindo assim que o produto permaneça esterilizado. Nesta etapa pode ocorrer a geração de resíduos caso existam defeitos nas embalagens.

2.4 Processo Produtivo do Leite em Pó

A IN-16 do MAPA entende leite em pó como *“o produto obtido por desidratação do leite integral de vaca, desnatado ou parcialmente desnatado e apto para a alimentação humana, mediante processos tecnologicamente adequados”*.

Assim como o pasteurizado e o UHT, o processamento do leite em pó se inicia pelas fases de recepção, resfriamento, clarificação, padronização, homogeneização e pasteurização.

Para o processo de produção do leite em pó desnatado, o desnate é realizado concomitantemente com a clarificação. Caso seja produzido o leite em pó integral, deve ser realizada a padronização para recuperação da gordura separada durante a clarificação.

Após a pasteurização, podem ser adicionadas vitaminas para aumentar o valor nutricional do produto final. A homogeneização manterá a emulsão gordurosa estável durante o armazenamento, tendo como efeitos secundários aumento da viscosidade e diminuição da estabilidade do leite ao calor e a dispersão das proteínas coaguladas (UFSC, 2011).

Antes da concentração, pode ser realizado um pré-aquecimento, responsável por muitas propriedades do produto final, das seguintes maneiras:.

- a baixas temperaturas cujo processo é equivalente a pasteurização e o leite utilizado deve ser de excelente qualidade;

- a temperaturas médias que tem melhor efeito bactericida e, no caso do leite integral, aumenta sua capacidade de conservação;
- a altas temperaturas na qual o leite em pó obtido é de melhor sabor e é mais solúvel.

A próxima etapa é a concentração que consiste na retirada de parte d'água do leite, aumentando o percentual de extrato seco de 9 a 13% para um valor entre 45 e 55% (RÉVILLION, 2011). O processo mais usual de concentração nas unidades industriais é a evaporação com eliminação da água na forma de vapor por meio de concentrador único ou de 3 etapas.

Em seguida, o leite concentrado é bombeado a uma torre de secagem, onde é pulverizado contra um fluxo de ar filtrado com temperatura ente 150°C e 175°C. O movimento turbulento dessa corrente de ar quente facilita o depósito de pó na base da câmara e, no orifício de saída, essa mistura de ar e pó é aspirada. A mistura passa então por um sistema de exaustores tipo ciclone onde o leite em pó decanta e é recolhido em caixa na parte inferior (USFC, 2011).

Devido à hidrofobicidade da gordura, há uma dificuldade na dissolução total do leite em pó, notadamente o integral, em água. Assim, o leite pode passar por fluidizadores onde será misturado a lecitina de soja que é a responsável por melhorar a solubilidade e dispersão do leite (RÉVILLION, 2011).

Posteriormente, o leite em pó é estocado em silos. As embalagens no processo de envase podem ser de material metálico ou plástico, sendo de extrema importância o bloqueio da entrada de luz, pois esta acelera a vida útil do produto, além de permitir alterações e perda de sabor do alimento. A Figura 7 apresenta o fluxograma do processo produtivo do leite em pó.

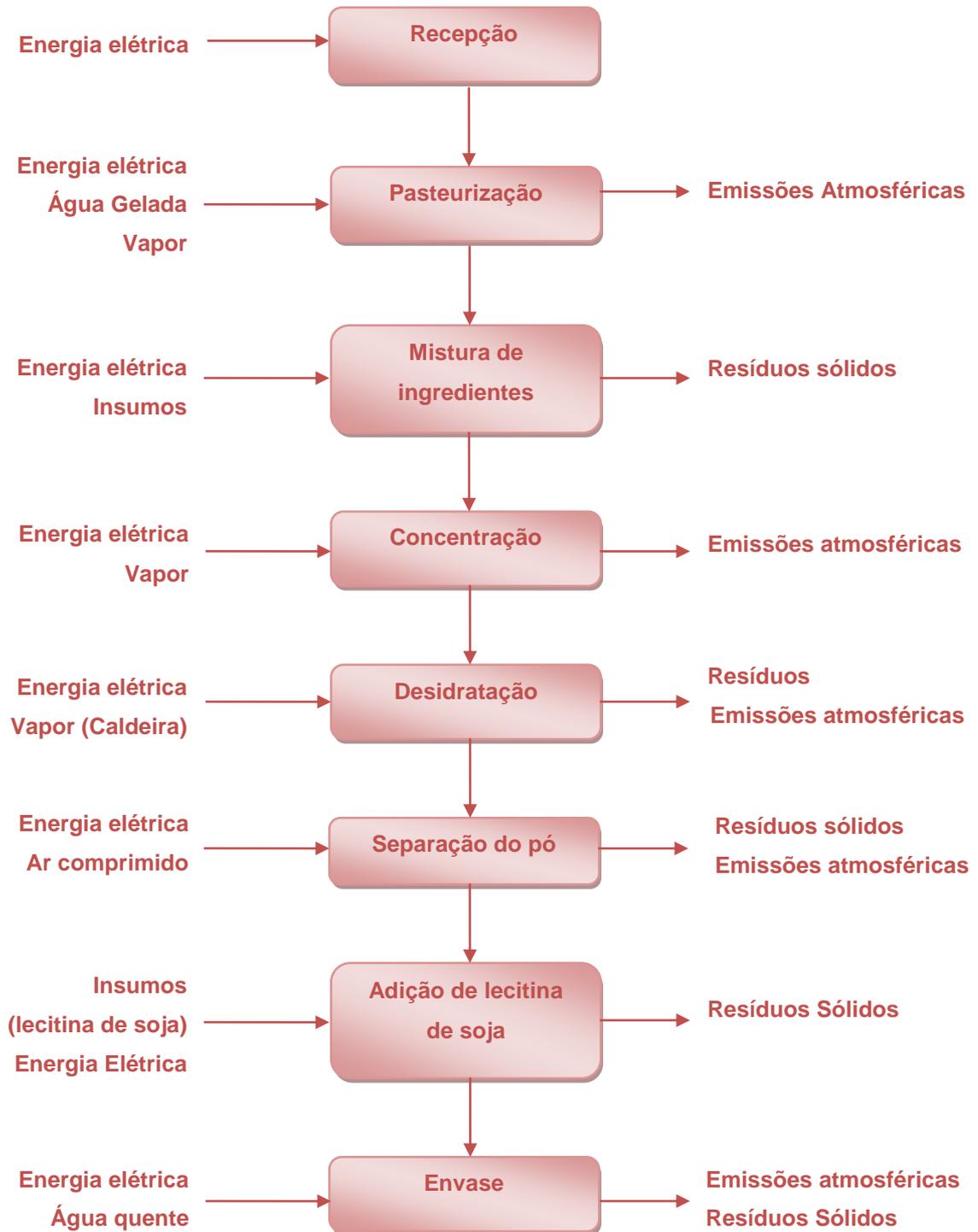


Figura 7 – Fluxograma do processo produtivo de leite em pó

Os impactos inerentes a este processo são os efluentes líquidos na limpeza de pisos e equipamentos, a geração de resíduos sólidos decorrente das embalagens e as emissões atmosféricas provenientes das caldeiras e fornos de aquecimento das torres de secagem, Ocorrem também emissões atmosféricas que vem da água evaporada do produto (leite) carregada com

partículas extremamente leves e finas (leite em pó). Entretanto, essas partículas são o produto comercial em si, de forma que as empresas previnem ao máximo essa perda, utilizando sistemas como filtro de mangas para evitar o desperdício.

2.5 Processo Produtivo do Iogurte Natural ou Batido

De acordo com a Instrução Normativa Nº 46/2007 (IN-46) do MAPA, entende-se por iogurte o leite fermentado *“cuj a fermentação se realiza com cultivos protosimbíóticos de Streptococcus salivarius subsp. (subespécie) thermophilus e Lactobacillus delbrueckii subsp. (subespécie) bulgaricus aos quais podem-se acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade contribuem para a determinação das características do produto final”*.

Atualmente no mercado nacional são encontrados diversos tipos de iogurtes para consumo, como o natural, batido, açucarado, adicionado de frutas e geléias, probióticos, *diet* e *light*, entre outros.

Entretanto, considerando suas variações, o processo produtivo baseia-se em etapas padrões para a variedade de tipos de iogurtes, com acréscimo de operações como agitação, adição de insumos.

O leite recebido, ainda que contenha alto teor de gordura, não possui o teor de sólidos suficiente para a boa consistência de um iogurte. Desta forma, em alguns casos são adicionados leite em pó ou leite concentrado para se obter uma boa textura, sendo homogeneizada esta mistura que, em seguida, é pasteurizada. Após esta etapa é então adicionada a cultura de microrganismos, e assim a mistura permanece em repouso até que seja atingida a acidez ideal e que seja formado um coágulo, que por sua vez é rompido por meio de agitação. As etapas finais consistem na filtração e pasteurização do iogurte, sendo então resfriado e embalado. Por ser um produto altamente perecível necessita de ser armazenado sob refrigeração.

Os impactos ambientais provenientes deste processo produtivo são os mesmos listados para a produção de queijos (citado no capítulo a seguir), e para a

produção de leite pasteurizado, sendo eles a geração de efluentes líquidos provenientes das águas de lavagem de pisos, equipamentos e utensílios, emissões atmosféricas provenientes da caldeira, que é utilizada na produção de vapor, e os resíduos sólidos, que neste caso, referem-se geralmente à ocorrência de embalagens danificadas.

2.6 Processo Produtivo da Fabricação de Queijos

No mercado brasileiro há uma gama de produtos de queijarias que somam mais de cem tipos distintos. Esses queijos recebem em sua formulação diversos fermentos, incrementos e ingredientes, aliados a diferentes tempos de cura e salgas.

Entretanto, apesar de existir essa variedade de produtos, o princípio da formulação dos queijos é o mesmo, composto de coagulação e fermentação.

Assim, como todos os produtos lácteos, ao ser recebido, o leite deve ser avaliado na plataforma de recepção, para averiguação de sua qualidade. Após, deve ter seu teor de gordura padronizado e pasteurizado. Algumas queijarias não utilizam trocadores de calor tipo placas para realizar a pasteurização, que ocorre em tanque encamisado, com a inserção indireta de vapor. Em pequenas queijarias o processo de fabricação ocorre dentro destes mesmos tanques.

Após ser pasteurizado, o leite é resfriado e a acidez é corrigida de acordo com o tipo de queijo que se deseja obter. Em seguida é adicionado o coalho para ocorrer à coagulação. Para isto é mantido o repouso da mistura.

O coalho é um produto que tem sua origem no estômago dos mamíferos durante o período de alimentação láctea. Industrialmente, é retirado de estômago de vitelos e borregos. São comercializados sob diversas formas, podendo ser líquidos, em pó e comprimidos (TORRES, 1986).

A coagulação é um fenômeno que ocorre no leite quando existe a ação de ácido sobre a caseína. Ocorre a separação de um líquido (o soro) e a junção de determinados materiais sólidos, formando uma massa homogênea.

Ao se adicionar o coalho também são adicionados fermento lácteo, que é responsável pelo sabor, e outros ingredientes que são determinantes do tipo de queijo produzido. A massa é agitada para ocorrer mistura dos ingredientes e novamente volta a ficar em repouso.

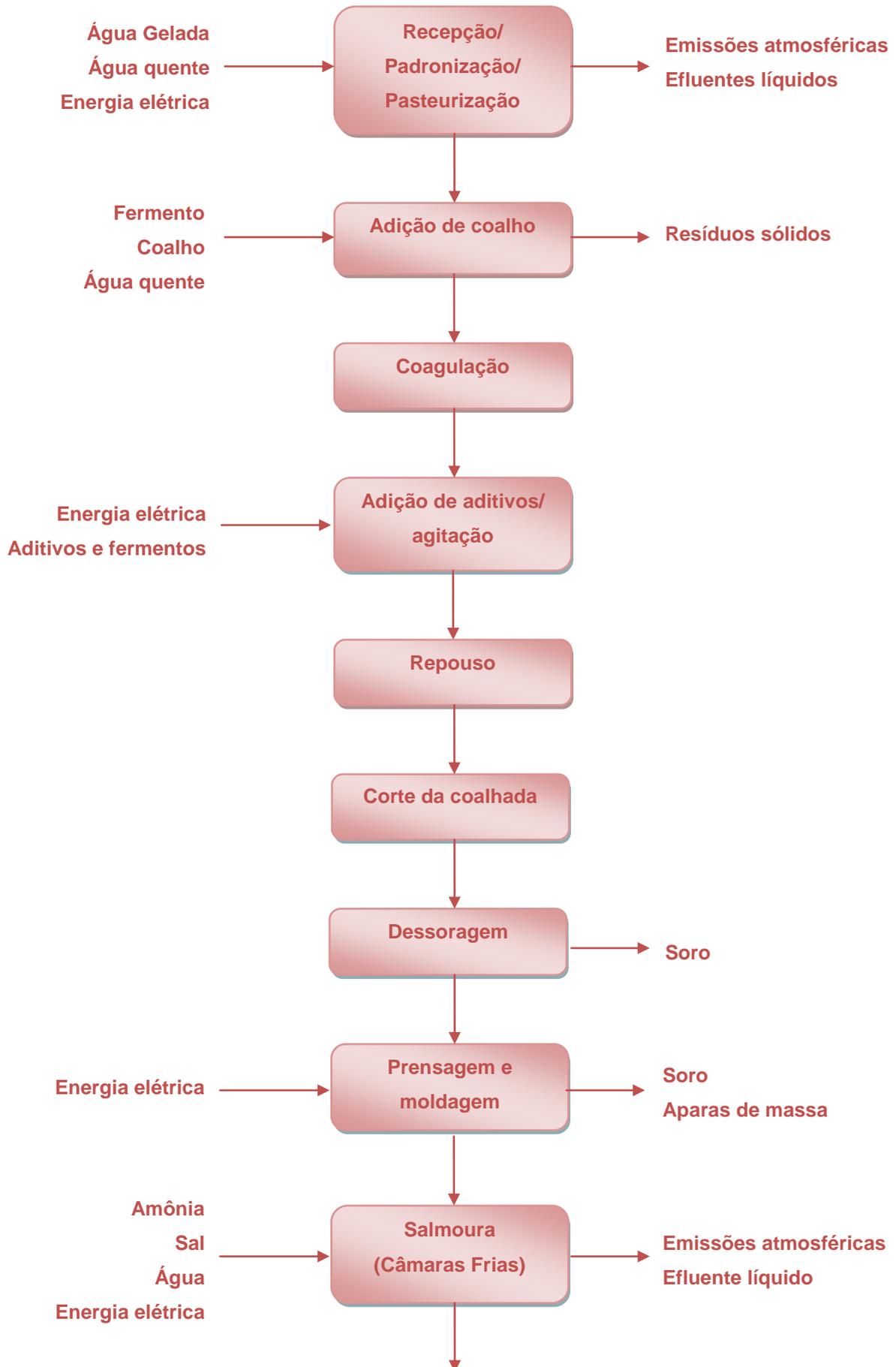
Até este momento os únicos impactos ambientais identificados são as emissões atmosféricas, provenientes da caldeira, para o aquecimento da massa e os resíduos sólidos oriundos das embalagens dos aditivos.

A massa formada passa então pela etapa de cortes, que são feitos por meio de liras com diferentes espessuras a depender do tipo de queijo que se deseja produzir e então é dessorada.

O soro gerado pela maioria dos queijos é o denominado soro doce, por ter uma menor acidez. Entretanto, tipos específicos de queijos como o *Cottage* e a *Ricota* geram o soro ácido, assim denominado por possuir uma maior acidez.

O soro é um resíduo peculiar dos laticínios que tem a fabricação de queijos. Quando não destinados de forma adequada e lançado *in natura* no ambiente, na água ou no solo, são de grande impacto negativo. O item 2.8 detalha as melhores destinações para este subproduto.

A massa seca é enformada e segue para salga e câmaras de maturação. Em algumas tipologias os queijos podem ser curados e defumados, etapas que finalizam o tratamento do queijo. Após todo seu tempo de espera, o queijo é embalado e deve permanecer em câmaras frias para sua maior conservação. As águas provenientes das câmaras de salga são trocadas frequentemente, sendo este um efluente líquido que carrega consigo uma grande quantidade de sal. Deve ser tratado junto aos efluentes da empresa. A Figura 8 ilustra o processo produtivo dos queijos.



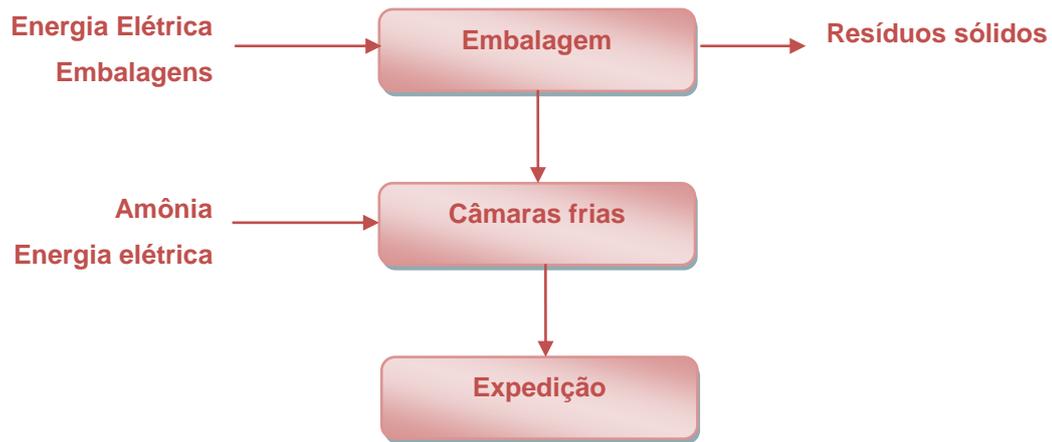


Figura 8 – Fluxograma do Processo Produtivo de Queijos

Os impactos ambientais ocasionados neste processo industrial são os comuns para os laticínios. A geração de efluentes líquidos, proveniente da lavagem de pisos, equipamentos e utensílios, as emissões atmosféricas, para aquecimento dos tanques e da massa e os resíduos sólidos provenientes de restos de embalagens. No processo de enformagem pode ocorrer geração de aparas de queijo para determinar o formato uniforme.

2.7 Processo Produtivo do Doce de Leite

O processo principal e determinante da fabricação do doce de leite é a concentração e a adição de açúcar. Em decorrência destas atividades, o doce se torna mais resistente à atuação de microrganismos, pela sua baixa quantidade de água livre, assim torna-se um produto que não necessita ser mantido sob refrigeração, possuindo maior vida útil.

No mercado brasileiro o doce de leite pode ser encontrado na forma pastosa, ou em tabletes e com aromatizantes, como chocolates, frutas, entre outros.

O processo produtivo inicia-se com os mesmos critérios de qualidade na recepção de leite empregados para todos os produtos de laticínios.

O leite deve ser pasteurizado e padronizado. A sua acidez pode interferir no ponto final do doce, portanto esta deve ser corrigida a 13ºD (Graus Dornic). Alguns fabricantes procedem à filtragem deste leite para a obtenção de um produto com textura mais suave.

O leite então segue para a concentração, sendo esta feita em tachos encamisados de aço inoxidável e com aquecimento indireto gradual. Permanece sob agitação mecânica, enquanto são adicionados os ingredientes até que se atinja o “ponto”. Em seguida ocorre o envase.

Dependendo da embalagem, o doce é embalado ainda quente, para que ao ocorrer o fechamento, exista também a geração de vácuo. A Figura 9 apresenta o fluxograma do processo básico de produção do doce de leite.

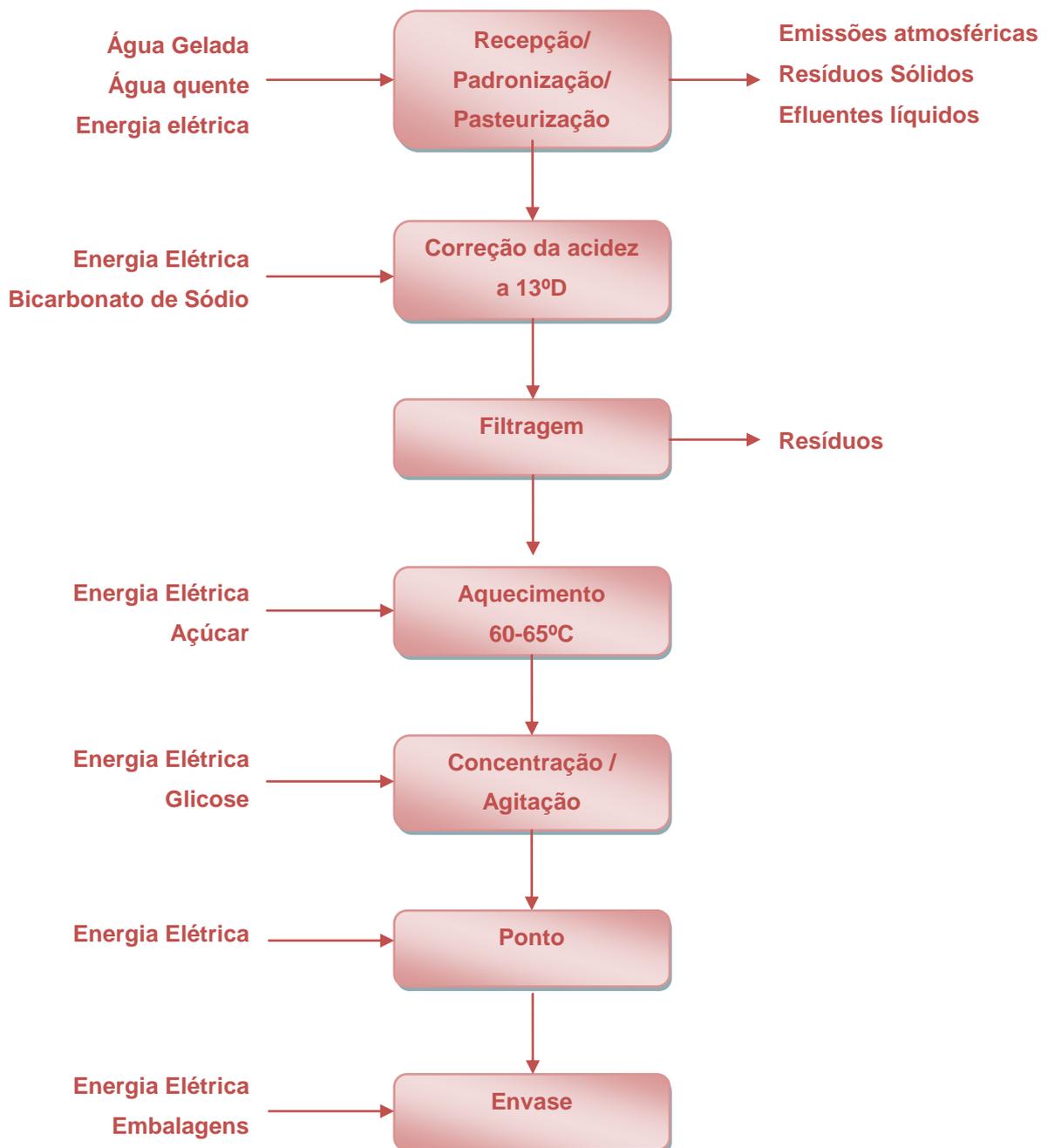


Figura 9 – Fluxograma do Processo Produtivo do Doce de Leite

Os impactos ambientais observados neste tipo de processo são os mesmos já listados nas etapas principais de tratamento do leite. O efluente líquido oriundo da limpeza de pisos e equipamentos, as emissões atmosféricas provenientes do trabalho das caldeiras, na utilização de vapor para o aquecimento do leite e do doce de leite e os resíduos sólidos que são gerados a partir das embalagens dos insumos (açúcar e outros) e embalagens de produto defeituosas.

2.8 Produtos Lácteos com uso de soro

O soro de queijo ou soro de leite é o líquido resultante da coagulação do leite durante a elaboração do queijo, que apresenta elevado potencial de impactos negativos se descartado diretamente no ambiente.

Em termos de volume, se estima a geração média de 9 a 12 litros de soro para cada quilo de queijo, sendo que este volume varia em função das técnicas de produção e do tipo de queijo a ser produzido (GIROTO & PAWLOWSKY, 2001).

Há dois tipos básicos de soro fluido - o doce e o ácido - que variam de acordo com o tipo de queijo produzido (RÉVILLION, 2009).

O soro ácido provém principalmente da fabricação de queijos tipo Cottage e Ricota. No caso da fabricação de queijo *Cottage*, uma quantidade significativa da lactose do leite é convertida em ácido láctico antes que o soro seja separado da massa. À medida que aumenta a acidez, uma quantidade crescente dos sais de cálcio, no leite, se dissociam, o que provoca a solubilização do cálcio. Também a quantidade de cálcio retido no gel de caseína é menor. Assim sendo, a fabricação de queijo tipo Cottage, dá origem a um tipo de soro com acidez titulável mais elevada (superior a 0,35% de ácido láctico). Além disso, produz soro com teor de lactose mais baixo, teor de cálcio mais alto e perfil de minerais diferentes do soro doce (RÉVILLION, 2009).

O soro doce é subproduto da fabricação de queijos tipo Cheddar, Suíço, Mussarela e outros similares. Este tipo de soro contém baixo teor de ácido láctico (inferior a 0,16%), percentual de lactose mais elevado e menor teor de

cálcio em comparação ao soro ácido. A maior parte dos produtos de soro são derivados de soro doce (RÉVILLION, 2009).

Sendo o soro um produto com características desejáveis para as indústrias de alimento, vem ocorrendo investimentos em pesquisas para desenvolver produtos a base de soro, fazendo com que este subproduto deixe de ser um inconveniente às indústrias de laticínios para ser mais uma fonte de renda, agregando valor aos seus produtos, em vez de representar um custo, se considerado um efluente que necessita de tratamento para disposição final.

Segundo Mawson *apud* DRAGONE, 2009, as proteínas contidas no soro, por exemplo, podem ser separadas por ultrafiltração e utilizadas como suplemento alimentar ou como matéria-prima para a fabricação de produtos nutricionais.

Neste contexto, já existem diversas formas, economicamente viáveis e ecologicamente corretas, de se dar um destino adequado para o soro, tanto para alimentação animal como para a alimentação humana, sendo que para alimentação animal o soro é usado desde tempos antigos, sendo fornecido aos animais diretamente.

2.8.1. Soro em pó

Uma forma de se otimizar esse aproveitamento do soro é a fabricação de soro em pó, o que agrega valor ao produto e o torna mais comerciável e fácil de transportar, além de apresentar uma concentração maior de proteínas por unidade de volume.

Segundo Luiz Afonso Vaz de Oliveira, coordenador do Programa Minas Leite, da Secretaria de Estado da Agricultura e Pecuária e Abastecimento, (citado por ROCHA, 2007), o destino de 3,2 bilhões de litros de soro de leite, resultantes da produção anual de queijos em Minas Gerais, pode deixar de ser um problema, graças à tecnologia de secagem do soro, iniciada no Estado em 2007. O subproduto equivale a 28 mil toneladas de proteína de alto valor biológico.

No que se refere às aplicações, o soro ácido é utilizado como realçador de sabor em molhos cremosos para saladas; é também empregado como retentor de água, emulsificador e fonte de cálcio. O soro doce é muito utilizado em produtos de panificação, salgadinhos, sorvetes e sobremesas lácteas. No que se refere aos dois primeiros produtos, a utilização do soro de leite em pó intensifica o desenvolvimento de cor durante o cozimento e forneamento a alta temperatura, além de aumentar o volume dos pães e atuar como veículo anti-aglutinante em misturas secas. No caso dos sorvetes e sobremesas lácteas, o uso do soro doce ajuda a formar espumas estáveis e facilita aeração (RÉVILLION, 2009).

O processo produtivo de soro em pó tem início na chegada do soro, que deve ser centrifugado para remoção de partículas e impurezas. Nessa etapa consegue-se obter ainda restos de gordura e da proteína, como a caseína. O soro é pasteurizado para garantia da qualidade em relação à contagem bacteriana.

Em seguida inicia-se o processo de secagem propriamente dito com a concentração do soro. Ocorre a evaporação (cerca de 85°C) para garantir que se obtenha 45 a 55% de extrato seco.

A mistura é resfriada para se obter a cristalização da lactose. Pode ocorrer uma centrifugação neste momento, mas isto dependerá dos critérios utilizados pela empresa. Em seguida inicia-se a secagem da mistura. Para o soro de leite com teor de lactose reduzido, os cristais de lactose formados são removidos por centrifugação.

Assim como no processo de fabricação do leite em pó são utilizados Spray Drier's para toda esta obtenção. O fluxograma apresentado na Figura 10 ilustra as etapas do processo de fabricação do soro em pó.

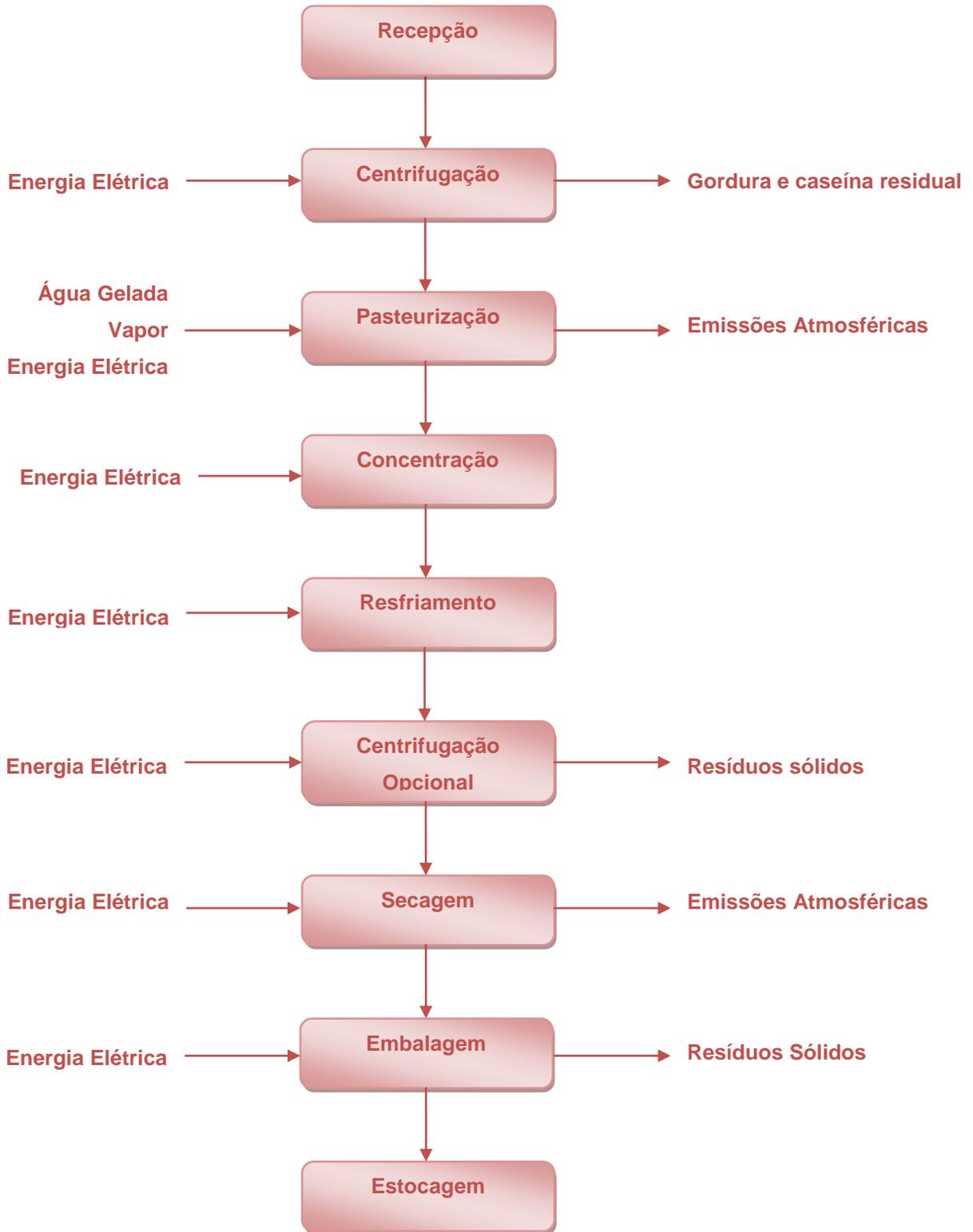


Figura 10 – Etapas do processo de fabricação do soro em pó

Fonte: Adaptado de RÉVILLION, 2009.

2.8.2. Utilização do soro na alimentação humana

Como aditivo ou complemento alimentar, pode ser utilizado em leite reconstituído, dietas infantis, gelados, bebidas, carnes processadas (hambúrgueres) e, devido às suas propriedades de geleificação, pode ser utilizado, com vantagem, na substituição da clara do ovo, uma vez que apresenta uma firmeza três vezes superior.

O soro é comumente usado para fabricação de uma variedade de tipos e de marcas das chamadas bebidas lácteas.

Um dos ingredientes mais importantes das bebidas e fórmulas nutricionais é a proteína. A proteína é fonte de vida. Ela não só é responsável pelo desenvolvimento dos músculos como também é fonte essencial em quase todas as funções do corpo humano. Daí em diante é fácil de compreender porque as proteínas do soro são especialmente indicadas para a formulação destas bebidas nutricionais e energéticas. As proteínas de soro fornecem alta qualidade protéica com um baixo teor de gordura e lactose (COUNCIL, 2005).

Segundo Council (2005), as bebidas prontas e misturas secas para bebidas nutricionais utilizam as proteínas provenientes do soro de leite. O concentrado protéico de soro de leite tem baixa viscosidade, similar à água, e tem também a propriedade de continuar estável em pH ácido. A estabilidade frente ao ácido é particularmente desejável, pois a maioria destas bebidas tem o sabor cítrico. Além disso, estas bebidas são pasteurizadas ou embaladas a quente e necessitam que seus ingredientes não desnaturem após o processamento.

Council (2005) ainda enfatiza mais vantagens do uso de alimentos a base de soro de leite. Seus estudos mostram que atletas profissionais perdem em média de 2 kg a 3 kg por dia. Nestes casos, o consumo de proteína é mais que necessário, porém os atletas devem controlar o conteúdo de gordura e carboidratos. Antigamente, estes atletas costumavam consumir grandes quantidades de ovos e carnes, porém paralelamente aumentavam em muito o teor de gordura em seus organismos, pois estes alimentos têm alto teor de lipídios, o que se tornava um problema. Assim, com o surgimento das bebidas nutricionais destinadas a estes atletas, houve uma maximização da construção

de músculos, mantendo níveis ótimos de proteínas sem adquirir gordura. Muitos pesquisadores acreditam que proteínas podem estimular a síntese dos hormônios de crescimento muscular, sendo outra forte razão para o consumo de bebidas com concentrado protéico.

- Proteínas do soro

As fibras apresentam a propriedade de formar complexos com proteínas e minerais promovendo seu arraste. A extração das proteínas do soro de queijo utilizando fibras solúveis se destina a minimizar perdas nutritivas desse insumo, para seu uso no enriquecimento de produtos alimentícios (ARAÚJO *et al* , 2006).

Araújo *et al* (2006) realizou uma pesquisa com algumas fibras solúveis (quitosana, pectina e farinha de maracujá), observando que pectina é a fibra que mais tempo leva para sua total solubilização, enquanto a quitosana é a mais rápida, além de apresentar a melhor separação de fases após o processo de decantação, favorecendo a retirada da fibra. Em seu trabalho, concluiu que o arraste nas proteínas foi muito sensível, especialmente para a pectina cítrica e a farinha de maracujá, apresentando redução de 77%. Para a gordura as fibras promoveram o arraste de 89%, considerando assim a proposta de utilização das fibras no arraste de proteínas do soro extremamente eficiente.

As proteínas retiradas do soro são muito utilizadas na alimentação humana, como complemento alimentício para recuperação muscular. Comercialmente é conhecida como *whey protein*. Estes alimentos são habitualmente usados por pessoas que praticam musculação e fisiculturismo.

2.8.3. Utilização do soro na alimentação animal

Uma das destinações finais mais comuns entre as indústrias de laticínios que geram soro no processo produtivo é a sua doação para a alimentação animal. De modo geral, os próprios fornecedores, na entrega do leite nos laticínios, recebem o soro para, como complemento, alimentar o rebanho leiteiro, inclusive bezerras.

Este tipo de disposição final é adotado principalmente pelos laticínios de pequeno e médio porte. As grandes fábricas de laticínios, geralmente, preferem vender ou doar o soro para outras fábricas que irão utilizá-lo como insumos de outros produtos. Isto se deve ao fato do elevado volume de soro gerado por estas grandes empresas, tornando difícil estabelecer uma logística de distribuição do soro entre os produtores rurais para alimentação animal, de modo que não haja sobra de soro em seus reservatórios.

Os pesquisadores da EMBRAPA, Rosane Scatamburlo Lizieire e Oriel Fajardo de Campos, realizaram em 2006, um estudo para avaliar o uso do soro do queijo “in natura” na alimentação de gado de leite, e observaram que ele pode ser adicionado à alimentação animal, sendo que para animais de até 200 kg de peso vivo, o fornecimento de soro deve ser limitado entre 10 a 15 litros por dia por animal, e animais com peso vivo acima de 200 kg, o soro deve ser fornecido, no máximo, 30% do total de matéria seca consumida pelo animal.

O fornecimento de volumes maiores que os recomendados reduzem o consumo de matéria seca prejudicando o ganho de peso de animais em recria e a produção de leite de vacas em lactação.

Este estudo enfatiza ainda que o soro não pode ser usado como substituto do leite na alimentação de bezerros nos dois primeiros meses de vida por não conter nutrientes suficientes para esta fase de vida do animal.

Lizieire e Campos mostram ainda em seus estudos que o soro pode ser fornecido separadamente, à livre escolha dos animais, método este que é mais usado pelos produtores, ou em rações complementares misturando-o em alimentos volumosos e concentrados, mas que em ambos os casos os animais necessitam de um período de adaptação, com duração de uma semana, com aumento gradativo da quantidade de soro oferecida para evitar diarreias e timpanismo. Uma vez adaptados, os animais chegam a consumir cerca de 2/3 de seu consumo de água como soro.

2.8.4. Outras utilizações do soro

Outra possibilidade é o aproveitamento da lactose contida no soro como substrato para leveduras na produção de etanol. Desde 1930, o soro é empregado industrialmente para produção de ácido lático e lactados por meio da fermentação, sendo hoje o substrato mais comum para este fim. O soro pode ainda ser fermentado, com o objetivo de reduzir sua carga poluidora, produzindo neste processo biogás e biomassa que podem ser utilizados como fonte de energia. (PONSANO & CASTRO-GOMES, 1995, *apud* ALESSI, 2005).

Para a indústria farmacêutica, a lactose retirada do soro é largamente utilizada para a fabricação de muitos medicamentos.

Entre outras possibilidades, o soro é ainda utilizado na fabricação de plásticos biodegradáveis. Na Alemanha, grande parte das sacolas plásticas de supermercado utilizam este tipo de plástico, que não perdura como resíduo. Também são utilizados como dissolventes ou como substitutos da celulose no processo de fabricação do papel.

CARACTERIZAÇÃO DO SETOR

3 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR

A caracterização do setor no Estado foi iniciada com o levantamento dos empreendimentos cadastrados, até 31-5-2009, no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) de Minas Gerais considerando os códigos de atividades da Deliberação Normativa COPAM Nº 74/2004, D-01-06-6 – Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios e D-01-07-4 – Resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais.

A consolidação das informações e dados obtidos possibilitou verificar a existência de um total de 875 empreendimentos em atividade. Convém destacar que outros 24 empreendimentos estão com as atividades comprovadamente paralisadas ou desativadas.

Entretanto, o número efetivo de empreendimentos no Estado que desenvolvem estas atividades não é conhecido. Numa tentativa de conhecer este universo, em consulta ao Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), até novembro de 2011, foi verificado que estavam registradas 120 indústrias de laticínios e 69 usinas de beneficiamento de leite. No Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, neste mesmo período estavam registrados 77 postos de resfriamento, 103 usinas de beneficiamento de leite e 317 indústrias de laticínio em Minas Gerais. O número de registros em ambas as entidades é muito inferior aos registros existentes no SIAM.

A distribuição desses 899 empreendimentos por Superintendência Regional de Regularização Ambiental no Estado de Minas Gerais está apresentada na Figura 11, bem como a distribuição por tipo de atividade desenvolvida, códigos D-01-06-6 – Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios e D-01-07-4 – Resfriamento e distribuição do leite em instalações industriais da Deliberação Normativa Nº 74/2004, representada nas Figura 11 e Figura 12, respectivamente.

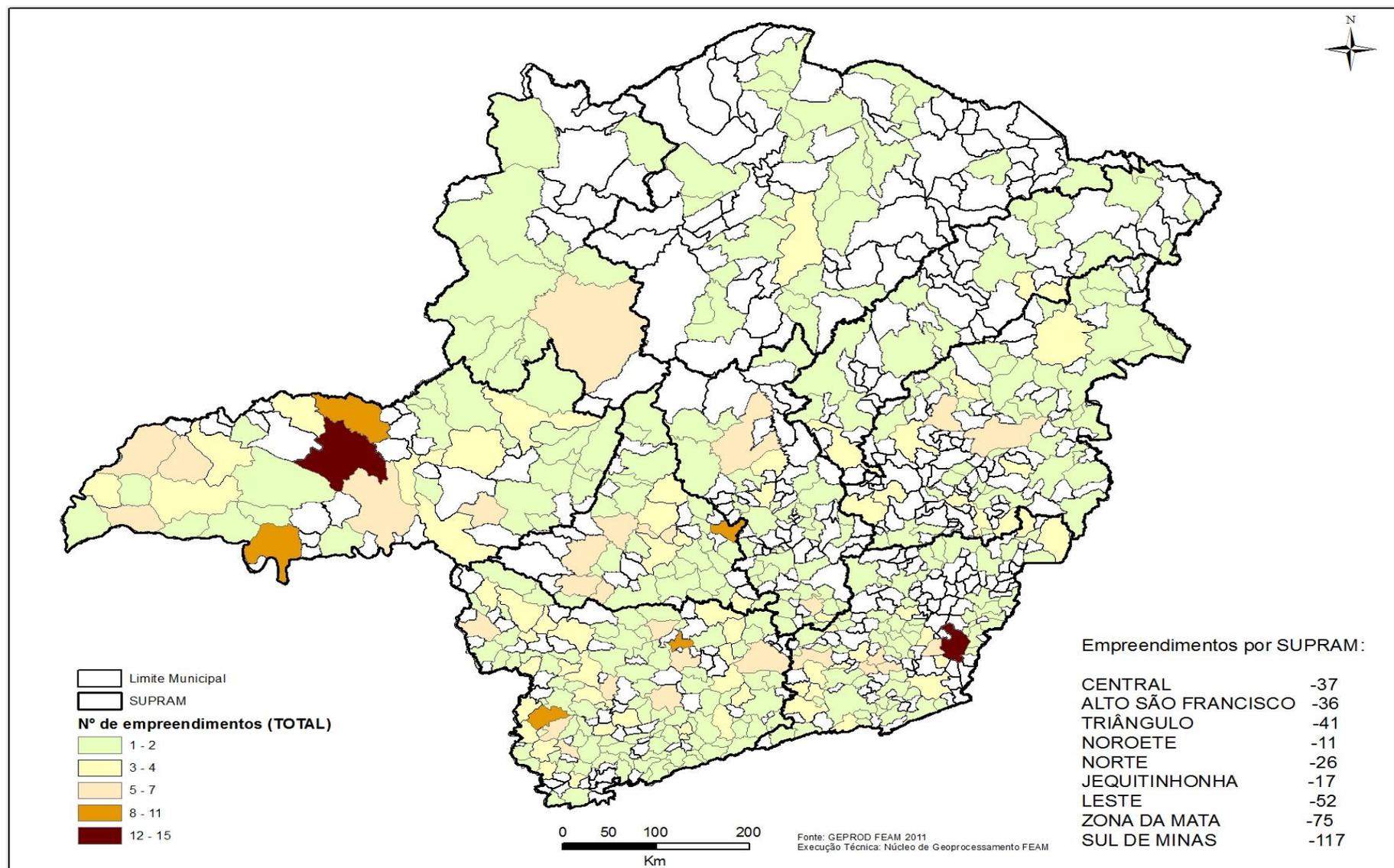


Figura 11 – Distribuição dos empreendimentos por Superintendência Regional de Regularização Ambiental do Estado de Minas Gerais no ano de 2009

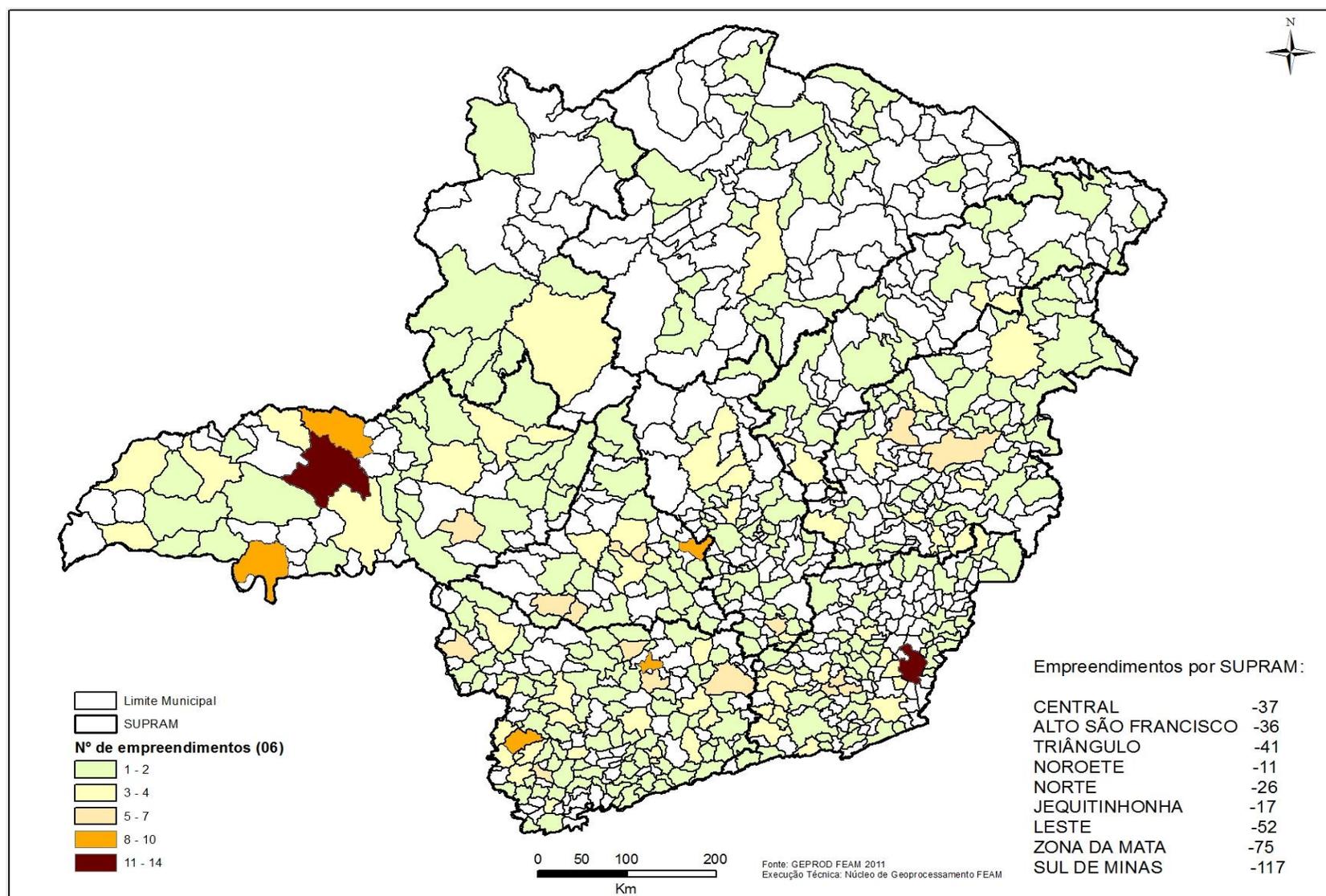


Figura 12 – Distribuição dos *laticínios* por Superintendência Regional de Regularização Ambiental no Estado de Minas Gerais no ano de 2009

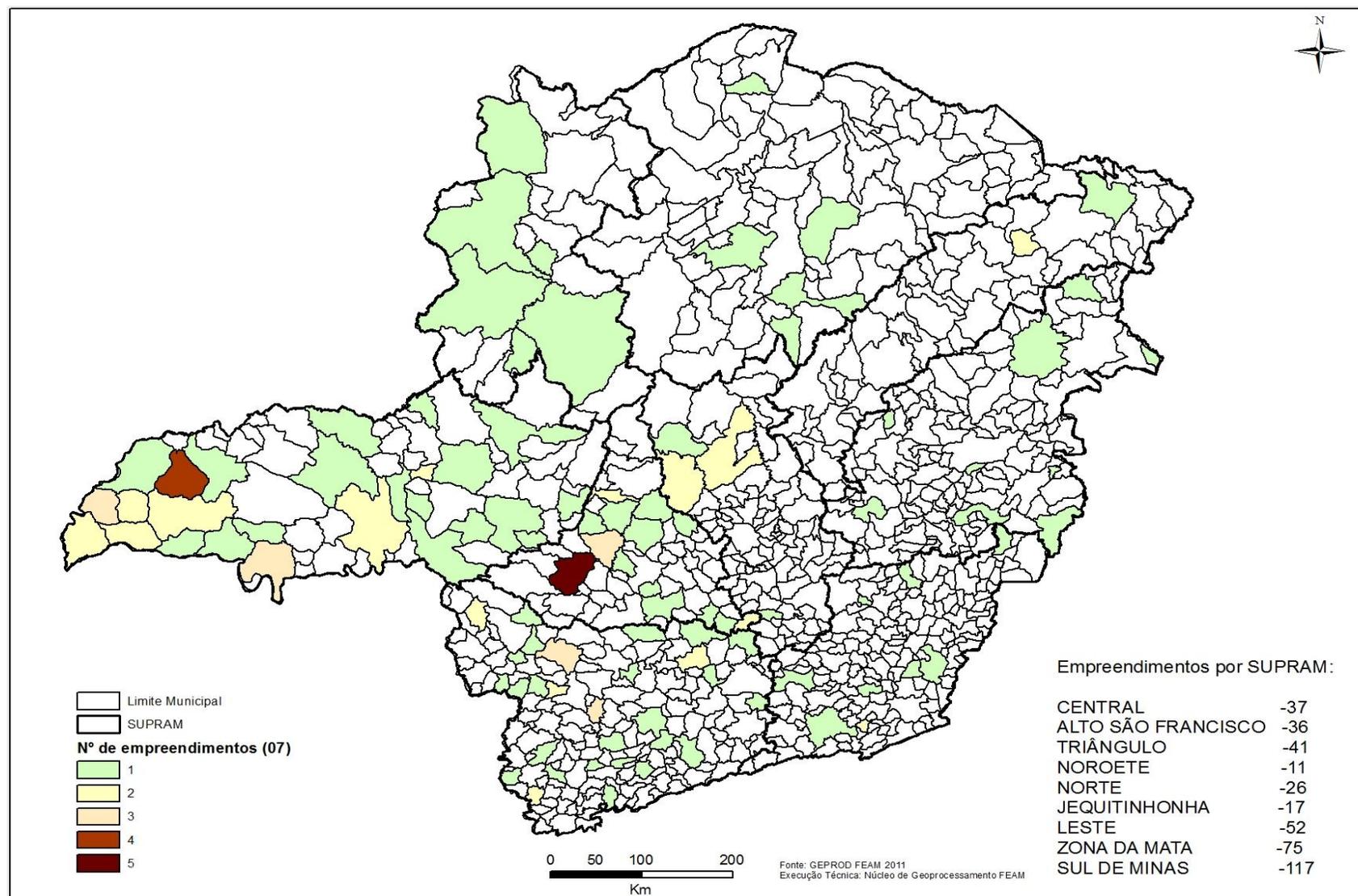


Figura 13 – Distribuição postos de resfriamento por Superintendência Regional de Regularização Ambiental no Estado de Minas Gerais no ano de 2009

3.1 Regularização Ambiental

O primeiro passo na caracterização do setor consistiu em verificar o nível de regularização ambiental dos 875 (já considerando aqueles que apenas estavam em operação) empreendimentos cadastrados no SIAM. Entende-se como regularização ambiental o procedimento pelo qual o poder público autoriza e acompanha a implantação e operação das atividades que utilizam recursos naturais que possam ser consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente.

Em Minas Gerais, o poder público ambiental é representado pelos órgãos seccionais de apoio a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), sendo eles: Fundação Estadual de Minas Gerais (FEAM), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Instituto Estadual de Florestas (IEF) e as nove Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAM).

O processo de regularização ambiental consiste na concessão de Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) ou de Licença Ambiental pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) que integra a SEMAD, mas se efetiva com a implantação de medidas de controle e mitigação pelos empreendimentos. Para fins dessa regularização no nível estadual se verifica o enquadramento da atividade na DN COPAM Nº 74/2004, segundo o porte e o seu potencial poluidor, sendo possível a classificação do empreendimento em 6 classes.

As classes 1 e 2, obrigam o empreendimento a se regularizar por meio da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) enquanto para os empreendimentos enquadrados nas classes 3 a 6 a regularização ocorre por meio de licença ambiental.

No caso das atividades de recepção e resfriamento de leite e de fabricação de produtos de laticínio, existe também a possibilidade do empreendimento não ser passível de regularização no nível estadual. Isto ocorre quando sua capacidade é inferior a capacidade mínima do porte pequeno, ou seja, inferior a 500 l/dia, e no caso dos postos de resfriamento este valor mínimo seria de 5.000 l/dia

Desta forma, para a atividade relativa ao código D-01-06-6 – Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios, empreendimentos aqui chamados apenas de

laticínios, cujo potencial poluidor/degradador geral é médio, são apresentadas na Tabela 2 as possíveis classes.

Tabela 2 – Classificação de laticínios (código D-01-06-6), segundo a DN COPAM Nº 74/2004

Capacidade instalada (CI) (ℓ de leite/dia)	Porte	Classe
$500 < CI < 15.000$	P	1
$15.000 \leq CI \leq 80.000$	M	3
$CI > 80.000$	G	5

A partir dos critérios estabelecidos pela DN COPAM Nº 74/2004 para os *laticínios*, foi verificado que do total de 875 (899 – 24 desativados) empreendimentos cadastrados no SIAM, 738 desenvolvem esta atividade. Além disso, foi possível verificar a distribuição desses empreendimentos por classe, apresentada na Tabela 3, com exceção de 30 deles, em vista da ausência de informações. Somatizam 26 os empreendimentos que atuam nesta atividade e que sua capacidade nominal não atinge 500 ℓ/dia, permitindo a estes o enquadramento como empreendimentos não passíveis de licenciamento.

Tabela 3 – Classe dos laticínios de acordo com a DN COPAM Nº 74/2004

Empreendimentos D-01-06-6	Pequeno Porte / Classe 1	Médio Porte / Classe 3	Grande Porte / Classe 5
Laticínios	494	93	3
Cooperativas	13	24	22
Total	507	118	57

Para os postos e cooperativas de resfriamento de leite enquadrados no código D-01-07-4, aqui chamados de postos de resfriamento, a classificação e porte pela DN COPAM Nº 74/2004, que correspondem 137 empreendimentos do total cadastrado no SIAM, também são apresentados na Tabela 4 e na Tabela 5, o enquadramento e a distribuição por porte. Cabe destacar que para 11 empreendimentos também não foi possível estabelecer as respectivas classes em vista da ausência de informação de capacidade instalada ou de produção.

Tabela 4 – Classificação de postos de resfriamento, segundo a DN COPAM Nº 74/2004

Capacidade instalada (CI) (ℓ de leite/dia)	Porte	Classe
$5.000 < CI < 30.000$	P	1
$30.000 \leq CI \leq 80.000$	M	2
$CI > 80.000$	G	4

Tabela 5 – Classe dos postos de resfriamento de acordo com a DN COPAM Nº 74/2004

Empreendimentos D-01-07-4	Pequeno Porte / Classe 1	Médio Porte / Classe 2	Grande Porte / Classe 4
Postos	26	22	5
Cooperativa	17	22	10
Total	44	44	14

Considerando os 834 empreendimentos dos quais se conhece porte e classe, foi possível verificar que uma parcela significativa, 594 empreendimentos, são passíveis de obtenção de Autorização Ambiental de Funcionamento, entretanto apenas 338 obtiveram esse documento legal.

A regularização por meio da AAF é um processo simplificado no qual o empreendedor implanta as medidas de controle de impactos ambientais sem qualquer análise prévia do órgão ambiental.

A verificação da efetiva implantação e operação dos sistemas de controle adotados pelo empreendimento, por meio de fiscalização do órgão ambiental competente, ocorre numa etapa posterior à obtenção da AAF. Entretanto, durante a fase de sua obtenção a implantação desses sistemas é garantida explicitamente pelo empreendedor e pelo responsável técnico do empreendimento em um termo de responsabilidade, devidamente assinado por ambos.

Qualquer desconformidade verificada pelo órgão ambiental poderá ensejar no cancelamento da AAF e embargo da atividade. Ressalta-se que não há condicionantes na concessão da AAF, mas o empreendedor fica obrigado a garantir a eficiência dos sistemas de controle adotados, cuja comprovação é feita por meio do respectivo monitoramento.

Em relação a licença ambiental, tendo em vista que é previsto um tipo distinto em cada fase do planejamento, implantação e operação de um empreendimento são apresentadas as respectivas definições.

- Licença Prévia (LP): concedida em fase preliminar do empreendimento e tem como objetivo aprovar sua concepção, localização e viabilidade ambiental (Minas Gerais, 2008). A validade da LP varia de acordo com o cronograma para elaboração de projetos, planos e programas relativos ao empreendimento, mas pode ter duração de até 4 anos (Minas Gerais, 1996).
- Licença de Instalação (LI): autoriza a instalação do empreendimento de acordo com os estudos apresentados, incluindo as medidas de controle e demais condicionantes (Minas Gerais, 2008). A validade da LI varia de acordo com o cronograma de implantação do empreendimento até o máximo de 6 anos (Minas Gerais, 1996).
- Licença de Operação (LO): autoriza a operação do empreendimento desde que cumprido as medidas e condicionantes aprovadas nas licenças anteriores (Minas Gerais, 2008). Os prazos da LO podem variar até 6 anos para os empreendimentos classe 3 e 4, e de 4 anos para os de classe 5 e 6 (Minas Gerais, 1996). Na revalidação, em virtude do bom desempenho ambiental do empreendimento, esses prazos podem ser acrescidos em dois anos.

A partir da definição das licenças prévia, de instalação ou operação, observa-se que esse tipo de regularização ambiental é um processo mais complexo que o processo de AAF. É necessária a apresentação do Relatório de Controle Ambiental (RCA) ou/e do Plano de Controle Ambiental (PCA) elaborados conforme Termo de Referência específico do setor. No RCA, será realizada a caracterização do empreendimento e identificação dos impactos ambientais gerados, enquanto no PCA, serão apresentadas as medidas e ações mitigadoras dos impactos identificados.

A concessão da licença é de competência do COPAM, subsidiada pela avaliação dos estudos ambientais pelas Superintendências Regionais de Regularização Ambiental por meio de parecer técnico.

Quanto aos 190 empreendimentos enquadrados nas classes 3, 4 ou 5, portanto, passíveis de obtenção de licença ambiental – *laticínios* e *postos de resfriamento* – até dezembro de 2009, um possuía licença de instalação vigente, dez com licença de operação em análise e 128 com licença de operação vigente.

Quanto aos empreendimentos com capacidades instaladas de processamento do leite inferiores a 500 *ℓ*/dia e os *postos de resfriamento* com capacidades instaladas de recebimento de leite inferiores a 5.000 *ℓ*/dia, fica facultada a obtenção da Certidão de Dispensa emitida pelo órgão ambiental competente. Na prática, isso significa que a responsabilidade do licenciamento é do município, entretanto as exigências para adoção de controle ambiental dos impactos inerentes às atividades industriais permanecem.

Dos 875 *laticínios* e *postos de resfriamento* cadastrados no SIAM em dezembro de 2009, haviam 50 dispensados de licenciamento no nível estadual.

Na Tabela 6, é apresentada a distribuição do nível de regularização por empreendimentos, em 2009. O Gráfico 1 e Gráfico 2 mostram esta regularização em separado para as duas atividades destacadas

Tabela 6 – Regularização ambiental dos empreendimentos das atividades no Estado em 2009

Regularização ambiental	Laticínios (D-01-06-6)	Postos de Resfriamento (D-01-07-4)
AAF concedida	298	40
LI vigente	1	2
LO em análise	8	14
LO vigente	114	21
Dispensados	18	60
Irregulares	299	3
Total	759	140

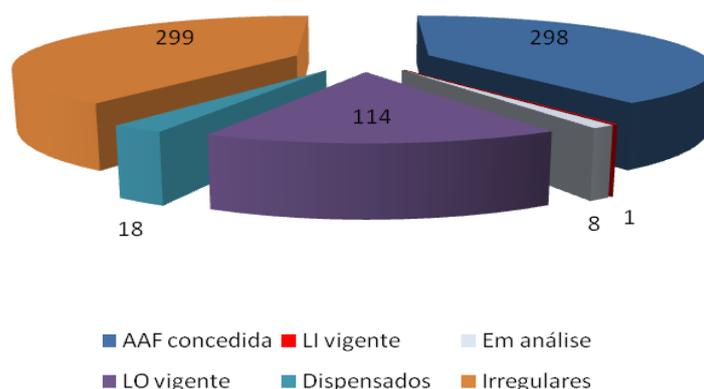


Gráfico 1 – Distribuição da Regularização Ambiental para empreendimentos que Preparam o Leite e fabricam produtos de laticínios em Minas Gerais até 2009

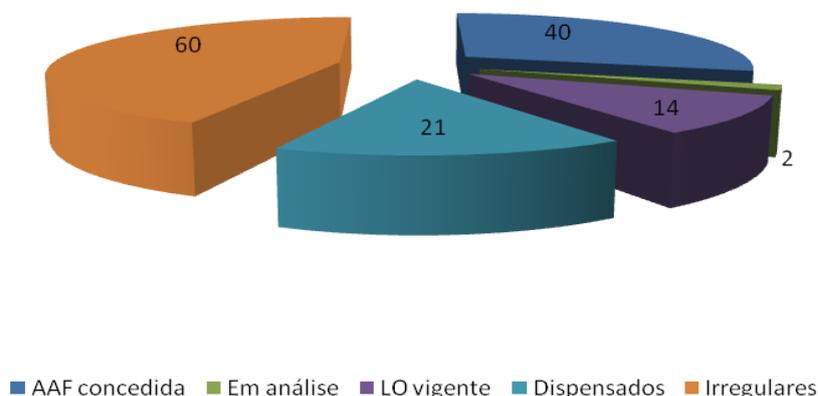


Gráfico 2 – Distribuição da Regularização Ambiental dos empreendimentos que resfriam e distribuem o leite em instalações industriais em Minas Gerais até 2009.

Os empreendimentos enquadrados como “irregulares” são aqueles cuja licença estava vencida, indeferida, aguardando formalização do respectivo processo ou sem licença ambiental propriamente dita. Observa-se que dos 825 empreendimentos sujeitos a regularização ambiental no nível estadual, excluindo-se os dispensados e os desativados, apenas 477 – cerca de 60% – se encontram regulares. Verifica-se ainda que o principal instrumento utilizado para regularização ambiental do setor é a AAF, concedida a quase quatro vezes mais empreendimentos do que as licenças ambientais.

Devido o processo simplificado para concessão das AAFs, aliado aos mais de 40% dos empreendimentos em situação irregular no Estado, até dezembro de 2009, para 420 empreendimentos não foi realizada uma fiscalização nas suas instalações. Além disso, pelo fato de não ser obrigatório o envio ao órgão ambiental competente dos resultados

do monitoramento dos sistemas de controle adotados pelos empreendimentos detentores de AAF, não há como comprovar a eficiência desses sistemas.

Deste modo, se torna evidente a necessidade em realizar campanhas de fiscalização sistemática visando a regularização ambiental dos empreendimentos do setor de laticínios em Minas Gerais.

A distribuição do número de licenças ambientais, de AAFs, de não passíveis de regularização ambiental, de empreendimentos irregulares por SUPRAM em Minas Gerais é apresentada na Tabela 7.

Nesta tabela observa-se que, a exceção da SUPRAM Noroeste de Minas que tem duas licenças de operação a mais do que o número de AAFs concedidas, em todas as demais SUPRAMs o número de autorizações concedidas é muito superior ao número de licenças ambientais.

Tabela 7 – Regularização dos empreendimentos por SUPRAM no Estado de Minas Gerais em 2009

Supram	Número de Empreendimentos	Licença em análise	Regularização ambiental				Irregular
			LI vigente	AAF vigente	LO vigente	Não passível	
Alto São Francisco	102	4	0	44	5	5	36
Central	63	1	0	29	6	5	22
Jequitinhonha	24	0	0	11	2	2	8
Leste Mineiro	99	0	1	38	15	4	38
Noroeste de Minas	18	0	0	6	8	0	4
Norte de Minas	36	0	0	17	3	1	12
Sul de Minas	267	2	0	81	45	9	123
Triângulo Mineiro	126	2	0	42	27	7	47
Zona da Mata	164	1	0	70	17	6	69
Total	899	10	1	338	128	39	359

Em termos de número de empreendimentos, se observa que a SUPRAM Sul de Minas é a maior detentora de empreendimentos em sua área de jurisdição, com quase 30% do total de laticínios e postos de resfriamento de leite no Estado. Este resultado é melhor observado pelo Gráfico 3.

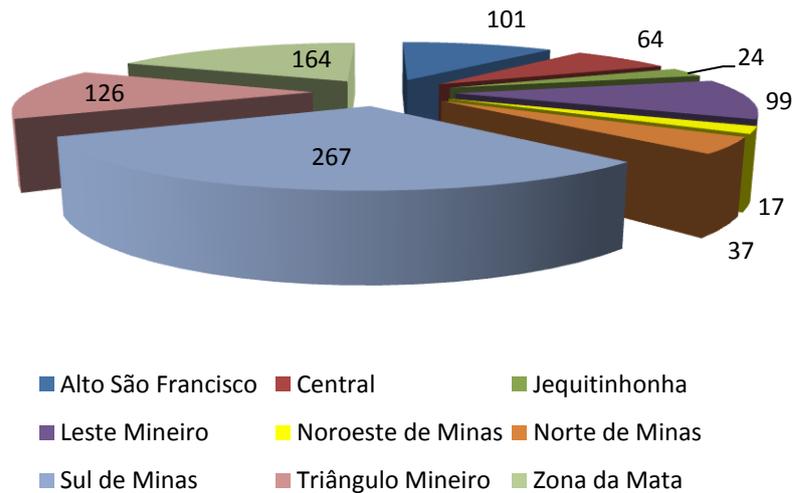


Gráfico 3 – Distribuição dos empreendimentos por SUPRAM em Minas Gerais, em 2009

Do total de 267 empreendimentos localizados nesta Superintendência, nove *postos de resfriamentos* não são passíveis de licenciamento no nível estadual. Dos 258 empreendimentos restantes, obrigados a regularização ambiental, cerca de 49% está em situação irregular e a maior parte dos empreendimentos em situação regular mediante a obtenção de AAF, 2 empreendimentos estão com seu processo de licenciamento ambiental em análise no órgão ambiental. O Gráfico 4 mostra a regularização ambiental dos empreendimentos instalados nesta SUPRAM.

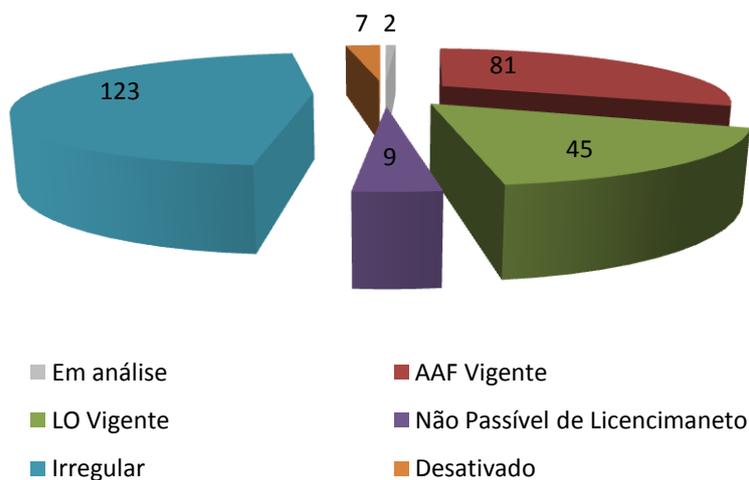


Gráfico 4 – Regularização Ambiental na SUPRAM Sul de Minas, em 2009

Dos 123 empreendimentos sem licença até dezembro de 2009 na SUPRAM Sul de Minas, 95 são passíveis de obtenção da Autorização Ambiental de Funcionamento. Além

disso, 83 empreendimentos não foram fiscalizados pelo órgão ambiental, o que justifica a ausência de autos de infração por operarem sem a devida regularização.

A necessidade de maior fiscalização se verifica também na SUPRAM Sul de Minas naqueles 81 empreendimentos que obtiveram AAF, dentre os quais, mais da metade, 48, até o momento não foi vistoriado pelo órgão ambiental.

A ausência de vistorias nos *laticínios* e *postos de resfriamento* de leite verificada na SUPRAM Sul de Minas é uma situação que se reflete nas demais SUPRAMs.

Confrontando as informações das Tabelas 3, 5 e 6, se observa que há vinte autorizações ambientais de funcionamento concedidas erroneamente a 18 *laticínios* e a duas cooperativas, tendo em vista que todos são enquadrados na classe 3 nos termos da DN Nº 74/2004, portanto, obrigados a obter a licença ambiental.

Existem ainda seis licenças de operação concedidas a empreendimentos enquadrados nas classes 1 (duas cooperativas que se destinam a fabricação de produtos de laticínios) e classe 2 (dois postos e duas cooperativas destinadas ao resfriamento de leite) em razão de terem obtido suas licenças antes da entrada em vigor da DN COPAM Nº 74/2004.

Ressalta-se que todos os empreendimentos que solicitaram ou obtiveram Autorização Ambiental de Funcionamento foram considerados estarem em operação, quando da ausência de vistoria, tendo em vista a condição para obtenção da AAF na qual o empreendimento deve estar com os sistemas implantados e em funcionamento.

3.2 Matéria Prima

Considerando que dos 875 empreendimentos, 40 não dispõem de quaisquer informações sobre a respectiva capacidade instalada ou de produção e os dois em instalação, restam 833 empreendimentos em operação no Estado, que juntos, são responsáveis por um potencial para recebimento de leite superior a 13 milhões de m³ de leite ao ano. Estes empreendimentos se subdividem em laticínios e cooperativas que fabricam produtos de laticínios que são responsáveis por cerca de 11 milhões de m³ de leite ao ano e os postos e cooperativas de resfriamento, responsáveis por 2 milhões de

m³ de leite ao ano. A distribuição deste potencial por SUPRAM é apresentada no Gráfico 5.

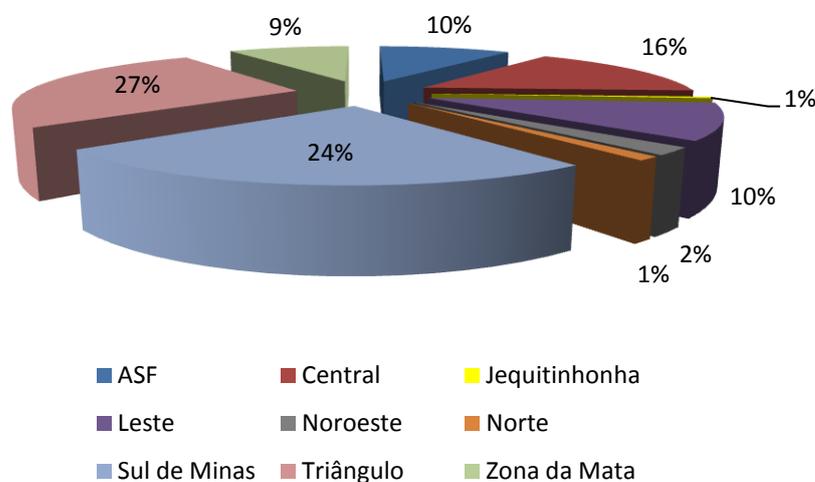


Gráfico 5 – Distribuição da capacidade instalada de laticínios e postos de resfriamento por SUPRAM no Estado

A SUPRAM Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba detém o maior potencial para recebimento de leite no Estado de Minas Gerais, com um volume superior a 3,6 milhões de m³ de leite ao ano, ainda que mais de 60% dos 110 empreendimentos em operação sejam de pequeno porte. A SUPRAM Sul de Minas ocupa o segundo lugar, com capacidade para recepção de leite de 3,3 milhões de m³ ao ano. A SUPRAM Jequitinhonha possui a menor capacidade de recebimento de leite com um potencial pouco maior que 0,06 milhões de m³ de leite ao ano.

No levantamento de campo, do total de 171 empreendimentos e que preencheram o questionário padrão apenas 166 empreendimentos informaram precisamente a produção diária do empreendimento. Conforme observado, este potencial não é totalmente utilizado, restando uma capacidade ociosa de produtividade significativa. Este fato se deve às divergências entre preço e produto, e ainda períodos de safra e entressafra. O Gráfico 6 ilustra o potencial produtivo perdido, levando em consideração a capacidade nominal do empreendimento e a sua produção diária.

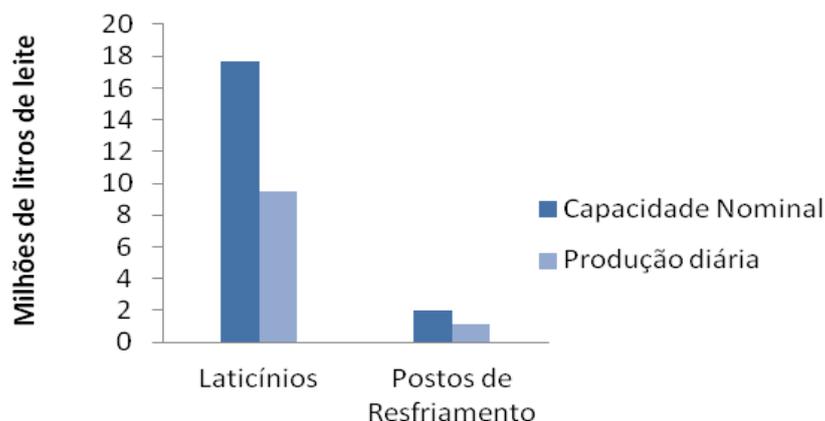


Gráfico 6 – Comparação entre capacidade nominal e produção efetiva dos empreendimentos

A maioria dos *laticínios* existentes em Minas Gerais, bem como em todo país, fabricam uma gama de diversos tipos de produtos para atender as necessidades do mercado, bem como para o reaproveitamento de subprodutos, como é o caso da utilização do soro na produção da ricota.

Levantando as informações obtidas por meio das vistorias e dos *check lists* aplicados, foi possível trabalhar dados de apenas 110 empreendimentos para o caso de tipo de produtos fabricados, já que os demais não apresentaram informações consistentes neste aspecto, ou mesmo não tratavam de tal atividade. De acordo com o Gráfico 7, pode-se comparar a proporção de produção destes dentro do Estado, em 2009. Para comparação foram utilizados os produtos com a maior incidência de fabricação nos empreendimentos.

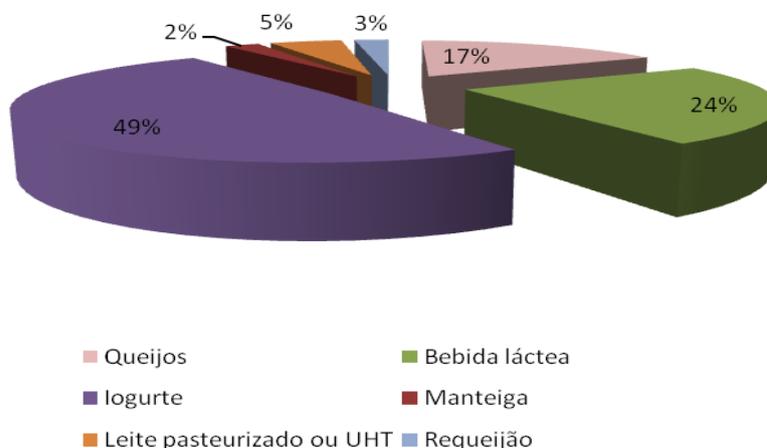


Gráfico 7 – Produtos produzidos diariamente no Estado de Minas Gerais em 2009

Observa-se que a produção de logurte lidera, sendo responsável por quase 50% da destinação do leite recebido na amostragem obtida. Seguida pela bebida láctea e pelo queijo, que juntos são responsáveis por mais de 41% da produção. Entretanto, uma das matérias primas utilizadas na fabricação da bebida láctea é o soro, não se tornando este produto responsável pela grande utilização de leite *in natura*.

Os produtos como a manteiga, o leite pasteurizado e o requeijão somatizam menos de 10% de produção no Estado. Demais produtos ficam abaixo de 1% em termos de produção. Levando em consideração às quantidades de empreendimentos produtores de determinados produtos, o quadro já se mostra diferente, conforme pode ser observado no Gráfico 8.

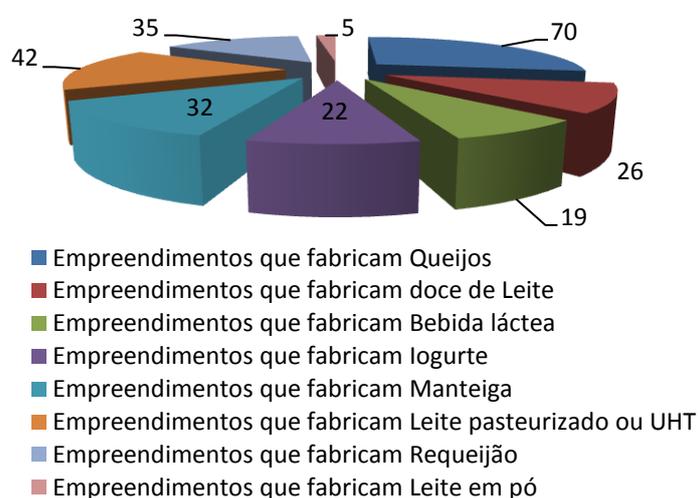


Gráfico 8 – Empreendimentos e os produtos fabricados

Já neste ponto de vista, nota-se que dos 110 empreendimentos, 70 produzem queijos, representando um valor significativo de 63% de empresas especializadas neste ramo. Representando pouco mais da metade deste percentual estão os empreendimentos que são especializados na produção de leite pasteurizado ou UHT, somando juntos 38% do total. Ainda nesta comparação por ultimo aparecem as empresas especializadas na fabricação de leite em pó, representando apenas 4% dos empreendimentos.

Verificado por este ângulo, embora a produção de queijo não seja a maior, maior é o número de empreendimentos que o fabricam. No caso da bebida láctea, que lidera a quantidade de produto fabricado os empreendimentos que são responsáveis por sua produção ocupam o 3º lugar, com apenas 19 empresas especializadas nesta área.

Entretanto, conforme dito anteriormente, existem empresas que possuem mais de uma linha de produção, sendo responsáveis pela fabricação de diversos produtos. Estes valores, obtidos por meio da amostra e dos 110 empreendimentos que apresentaram esta informação, pode ser observado por meio do Gráfico 9.

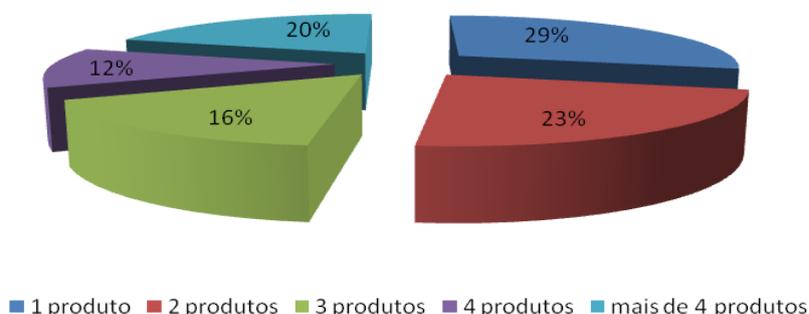


Gráfico 9 – Quantidades de produtos fabricados por empreendimentos

Mediante esta grande variação, e, nas informações obtidas pelas empresas em vistorias, não foi especificado a quantidade de leite encaminhada para determinados produtos, em separado. Foi informado apenas a quantidade de leite recebida diariamente para o funcionamento de todo o laticínio e seus diversos produtos. Por este ponto de vista, é impossível determinar a quantidade de leite por quilo, ou litro de produto.

Mesmo que fosse possível tal determinação, fica a informação que a qualidade e a peculiaridade de cada marca de produto, fabricada pelo empreendimento, faz com que existam diferenças na utilização ℓ de leite/kg ou ℓ de produto para determinados produtos. Fica difícil então dizer qual seria o “melhor” e o “pior” cenário levando em consideração que o melhor cenário fosse aquele em que o consumo de leite é menor e o pior cenário aquele em que o consumo de leite fosse o maior.

Apenas na produção de queijos, em relação aos resultados obtidos, foi possível observar que existem tipos que utilizam 9 litros para fabricação de 1 quilo, bem como existem tipos de queijo que utilizam quase 15 litros para produção de 1 quilo.

Já no caso da fabricação de leite pasteurizado ou UHT, como não existe incorporação de mais insumos, e o processo apenas se justifica para conservação do produto, toda matéria prima utilizada tem a mesma proporção do produto em questão. Sendo assim,

tem-se que 1 litro de leite é responsável pela fabricação de 1 litro de leite pasteurizado ou UHT.

3.3 Consumo de água

As atividades de fabricação de produtos de laticínios e de recepção e resfriamento do leite consomem elevados volumes de água para as atividades de limpeza, higienização das instalações e equipamentos, além de ser necessária durante o próprio processo produtivo. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo – CETESB (2008), o consumo específico médio de água varia entre 1 a 1,6 litros/litro de leite recebido, podendo ser reduzido de acordo as otimizações no processo industrial dos laticínios e postos de resfriamento. No desenvolvimento do Projeto Minas Ambiente/Setor Laticínios (2008), o consumo específico médio dos empreendimentos (laticínios e postos de resfriamento) signatários variou entre 1,5 a 3,5 litros de água/litro de leite recebido.

Neste estudo, com base na consolidação de informações e dados obtidos no preenchimento do questionário padrão por 171 empreendimentos, no ano de 2009, foi obtido um consumo total 6,37 milhões de m³ de água para os empreendimentos destinados à atividade de preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios e de 0,14 milhões de m³ de água para os empreendimentos destinados ao resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais.

Considerando o consumo de água e o recebimento efetivo de leite para os 171 empreendimentos, foram calculados os consumos específicos, mínimo, médio e máximo, de água por litro de leite recebido, que são apresentados na Tabela 8

Tabela 8 – Consumo total e específico de água por atividade no ano de 2009

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Consumo de água total (milhões de m ³ /ano)	Consumo específico de água (m ³ /m ³ de leite)		
			Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	3,41	6,37	0,02	1,88	6,67
Postos de Resfriamento	0,52	0,14	0,01	0,29	1,00

Grande parte do volume de água utilizado é devido às atividades de processamento do leite realizadas pelos *laticínios*.

Observando-se os indicadores de consumo específico de água por litro de leite recebido na Tabela 8, verifica-se que os valores médios são condizentes com a literatura existente.

Cabe destacar que essa ampla faixa entre os consumos específicos mínimo e máximo pode ser explicada pelo fato de 85% dos empreendimentos utilizarem sistema de abastecimento de água próprio, seja por meio de captação subterrânea ou superficial, sem causar ônus para o empreendedor.

A distribuição da origem da água utilizada nos 171 empreendimentos que responderam ao questionário padrão é apresentada no Gráfico 10.

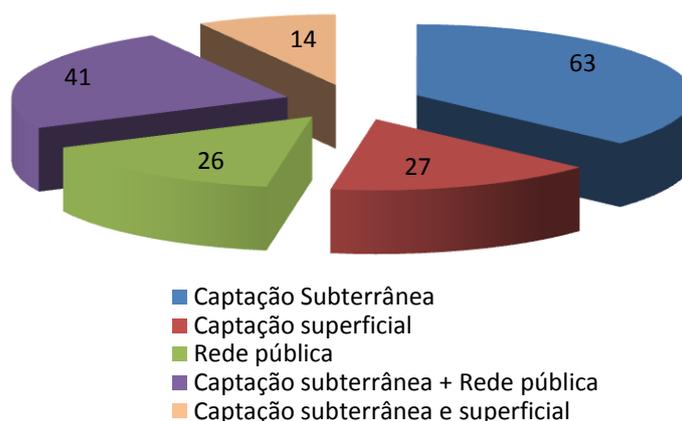


Gráfico 10 – Distribuição por empreendimento da origem da água utilizada nas atividades de fabricação de produtos lácteos e de resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais

Cerca de 37% dos empreendimentos utilizam água, exclusivamente, de captação subterrânea, notadamente de poços artesianos, enquanto outros 24%, utilizam concomitantemente água de captação subterrânea e proveniente da rede pública, sendo essa última utilizada apenas como reserva e em quantidades mínimas.

Dos 171 empreendimentos, 145 utilizam sistema de abastecimento de água próprio e, portanto, são passíveis de obtenção de outorga junto ao IGAM. Desses 145, apenas 83

possuem outorga vigente, outros 10 têm declarações de uso insignificante da água e o 52 empreendimentos restantes se encontram em situação irregular junto ao IGAM.

Nas visitas técnicas foi verificada, em grande parte dos empreendimentos dotados de sistema próprio de abastecimento, a ausência de hidrômetros para medir o respectivo consumo de água. Do total de 145 empreendimentos, apenas 13 possuíam hidrômetros instalados. Como conseqüência, os valores informados de consumo de água desses 145 empreendimentos são apenas estimados por eles e não efetivamente mensurados. Além desses, outros 8 laticínios sequer souberam informar a quantidade de água que utilizam em suas atividades.

Um exemplo dessa situação é o empreendimento que possui o consumo específico mais elevado dentre os empreendimentos analisados, de 6,67 litros de água por litro de leite. Esse empreendimento, tendo em vista sua reduzida capacidade instalada de recepção de leite, não é passível de obter a regularização ambiental no nível estadual. Entretanto, utiliza água de captação superficial, sem outorga e sem hidrômetro ou qualquer sistema de controle equivalente.

Apesar da imprecisão dos valores de consumo de água informados pelos empreendimentos, foram estabelecidos cenários de consumo de água no Estado para este setor industrial, considerando os 834 empreendimentos em operação e as respectivas capacidades instaladas. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Cenário de consumo anual de água no ano de 2009.

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Consumo específico de água (m ³ /m ³ de leite)			Cenário de Consumo de água (milhões m ³ /ano)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Melhor	Média	Pior
Laticínios	7,74	0,02	1,88	6,67	0,17	14,66	51,62
Postos de Resfriamento	1,98	0,01	0,29	1,00	0,02	0,56	1,98

Os resultados da Tabela 9 demonstram a necessidade de um maior controle por parte do órgão ambiental do consumo de água propriamente dito e a concessão das outorgas aos empreendimentos deste setor de preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios e de resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais.

3.4 Produtos Químicos

Para auxiliar a realização da limpeza e sanitização de recintos, equipamentos e maquinários, são utilizadas uma grande variedades de produtos químicos bem como nas estações de tratamento de água ou efluentes líquidos e nos sistemas de refrigeração de matéria prima, insumos e produtos.

Nos processos de limpeza de pisos, recintos e equipamentos são empregados em geral os ácidos nítricos, a soda cáustica e os detergentes.

No levantamento realizado nas visitas técnicas foi possível obter os dados e informações do consumo de ácido de 78 empreendimentos *laticínios* e de *postos de resfriamento* de leite, que estão consolidados na Tabela 10.

Tabela 10 – Consumo total e específico de ácidos em 2009

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões m ³ /ano)	Consumo de Ácidos total (t/ano)	Consumo específico de Ácidos (kg/m ³ de leite)		
			Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	2,85	1902,4	0,003	0,347	2,268
Postos de resfriamento	0,27	9,02	0,002	0,043	0,096

Com o consumo específico de ácido, foi possível estabelecer cenários deste consumo, se observando que a pior situação corresponde ao maior consumo de ácido, sendo a melhor situação aquela em que o consumo de ácido é menor. Na Tabela 11 são apresentados estes cenários para ambas as tipologias de empreendimentos, considerando o volume total de leite recebido pelos 833 empreendimentos, que representam o universo efetivamente conhecido pelo órgão ambiental.

Tabela 11 – Cenários de consumo de ácidos em 2009.

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Consumo específico de ácido (kg/m ³ de leite)			Cenário de consumo de ácido (t/ano)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Melhor	Média	Pior
Laticínios	7,74	0,003	0,347	2,268	20,318	2686,722	17553,460
Postos de resfriamento	1,98	0,002	0,043	0,096	4,620	84,759	190,385

Ampliando os consumos específicos de ácido obtidos para o consumo de leite geral no Estado, entendemos que seria o melhor cenário aquele que apresentasse um consumo menor e o pior cenário aquele que apresenta um consumo maior para cada m³ de leite. No caso das empresas que fabricam produtos de laticínios e dos postos de resfriamento a diferença entre estes cenários é gritante, como no primeiro caso em que o consumo anual podendo ser de 20 quilos ao ano chega até 17.000 quilos ao ano.

A soda cáustica é outro produto químico utilizado para limpeza de pisos, recintos e equipamentos. Com elevado potencial de risco para saúde em caso de inalação, contato com a pele e ingestão, dependendo da concentração, este produto deve ser mantido à distância do contato com as pessoas, em locais fechados e reservados, com acesso restrito, sua utilização deve ser realizada por profissional capacitado. O consumo de soda cáustica foi informado por 88 laticínios e por 12 postos de resfriamento de leite. O consumo total e específico de soda cáustica por esses empreendimentos é apresentado na Tabela 12, que notadamente demonstra uma variação significativa quanto ao consumo específico.

Tabela 12 – Consumo total e específico de soda cáustica

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões m ³ /ano)	Consumo Total de Soda Cáustica (t/ano)	Consumo específico de Soda Cáustica (kg/m ³ de leite)		
			Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	2867,03	5030,48	0,019	0,929	6,243
Postos de resfriamento	0,36	45,29	0,003	0,122	0,506

A partir destes consumos específicos foram estabelecidos cenários de consumo de soda cáustica, apresentados na Tabela 13, pelos 833 empreendimentos, sendo o melhor cenário aquele com menor consumo deste produto químico.

Tabela 13 – Cenários de consumo de soda cáustica em 2009

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Consumo específico de ácido (kg/m ³ de leite)			Cenário de consumo de ácido (t/ano)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Melhor	Média	Pior
Laticínios	7,74	0,019	0,929	6,243	145,164	7192,635	48317,380
Postos de resfriamento	1,98	0,003	0,122	0,506	5,824	241,585	1002,532

Finalmente para a limpeza de pisos, recintos e equipamentos são utilizados os detergentes, muitas vezes adquiridos no estado pastoso, para serem diluídos previamente ao uso. O produto pastoso apresenta maior durabilidade, economia na aquisição do produto, menor necessidade de espaço para estocagem e reduz a geração de resíduos sólidos, compostos por embalagens vazias.

A Tabela 14 ilustra o consumo geral e específico de detergente, segundo as informações obtidas nas visitas técnicas realizadas em 93 laticínios e 13 postos de resfriamento.

Tabela 14 – Consumo total e específico de detergente em 2009

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Consumo de detergente total (t/ano)	Consumo específico de detergente (kg/m ³ de leite)		
			Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	2,82	506,99	0,004	0,466	2,778
Postos de resfriamento	0,39	19,21	0,002	0,081	0,245

Com estes valores foi possível estabelecer cenários de consumo anual de detergente (Tabela 15), levando em consideração o recebimento de leite dos 833 empreendimentos que estão cadastrados no SIAM. O melhor cenário, quanto aos aspectos ambientais, considera o menor consumo de detergente.

Tabela 15 – Cenários de consumo anual de detergente

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Consumo específico de ácido (kg/m ³ de leite)			Cenário de consumo de ácido (t/ano)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Melhor	Média	Pior
Laticínios	7,74	0,004	0,466	2,778	33,540	3605,901	358,886
Postos de resfriamento	1,98	0,002	0,081	0,245	3,520	161,257	485,294

Nota-se que os cenários estabelecidos para os consumos de ácido, soda cáustica e detergente apresentam grandes diferenças levando à valores exorbitantes quando considerado o maior consumo e ampliando para a capacidade de recepção de leite do estado como um todo em ambos os tipos de empreendimentos, o que resulta em um pior cenário. Tais cenários demonstram a necessidade de um controle mais efetivo pelos empreendimentos nestes consumos, uma vez que todos estes produtos químicos são direcionados ao ambiente, principalmente, como efluentes líquidos, acarretando

prejuízos ao empreendimento que termos de gastos na sua aquisição e no tratamento dos efluentes.

É obrigação de todos os empreendimentos que utilizam produtos químicos implantar e manter um plano de emergência ambiental e pessoal para caso de possíveis acidentes.

O acidente ambiental pode ser caracterizado por um evento não-planejado que venha a ocorrer dentro do estabelecimento, sendo de pequena ou grande proporção, que poderá afetar as condições naturais do meio ambiente (solo, ar e água) e da saúde pública. O plano de emergência ambiental consiste em um conjunto de medidas pré-estabelecidas que deverão ser adotadas caso alguns destes eventos venham a ocorrer.

No caso de laticínios, existem ocorrências de vazamento de amônia, que ocasionaram intoxicações e vazamentos de produtos químicos líquidos diretamente no solo, seja pelo tombamento de algum recipiente ou furo na embalagem. Ainda assim não devem ser descartadas possíveis ocorrências mais graves ou danosas ao meio ambiente, já que existe o risco do manuseio do produto químico.

Na amostra de empreendimentos estudados neste plano foi possível observar que praticamente metade das empresas não possuem nenhum tipo de plano para emergência, nem mesmo de segurança dos seus operários para caso de ferimentos ocasionados por contato, ingestão ou inalação com tais produtos, conforme exemplificam os Gráfico 11 e Gráfico 12.

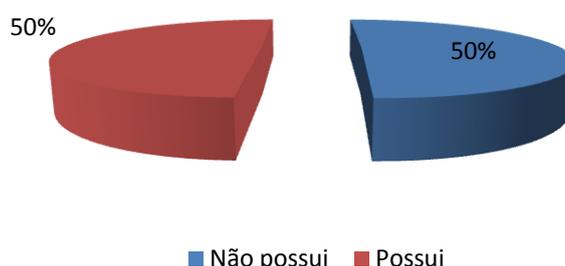


Gráfico 11 – Situação da existência de plano de emergência para caso de acidentes com produtos químicos nos laticínios em 2009

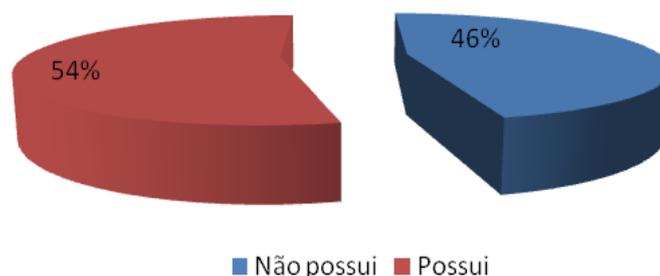


Gráfico 12 – Situação da existência de plano de emergência para caso de acidentes com produtos químicos nos postos de resfriamento em 2009

Observa-se que a falta do plano de emergência está presente nos empreendimentos que possuem uma menor capacidade produtiva, enquadrados como classe 1, 2, 3 e 4, inclusive naqueles empreendimentos que não possuem licença ambiental.

Dos empreendimentos não passíveis de licenciamento fiscalizados nenhum possuía o plano de emergência, tendo sido alegado por eles o uso das instruções listadas nos rótulos dos produtos químicos ou mesmo seguir instruções da Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos, fornecida junto ao produto químico adquirido.

Ainda com relação à periculosidade dos produtos químicos, outro aspecto relevante é sua forma de armazenamento. O local mais adequado para o armazenamento deste produtos devem possuir cobertura, impermeabilização de pisos, não expostos ao calor e iminência de faíscas e fogos. Devem ser fechados, possuir avisos de segurança e permitir a entrada apenas de pessoas especializada, em curto espaço de tempo. Um dos locais assim observados dentre os laticínios visitados, encontra-se demonstrado na Figura 14.



Figura 14 – Armazenamento de produto químico

3.5 Energia Elétrica e Térmica

3.5.1. Energia Elétrica

Os empreendimentos do setor destinados à atividade de preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios e de resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais, utilizam energia elétrica para o funcionamento da planta industrial. Entretanto, alguns empreendimentos fazem pouco uso desta energia, mantendo a tradição da fabricação manual de seus produtos. Um fator que contribui para o aumento do consumo de energia elétrica é a automação do processo produtivo. Conforme pode ser observado no Gráfico 13, os *laticínios* atualmente contam com grande parte do processo já automatizado, com equipamentos que cortam, misturam, e agitam mecanicamente.

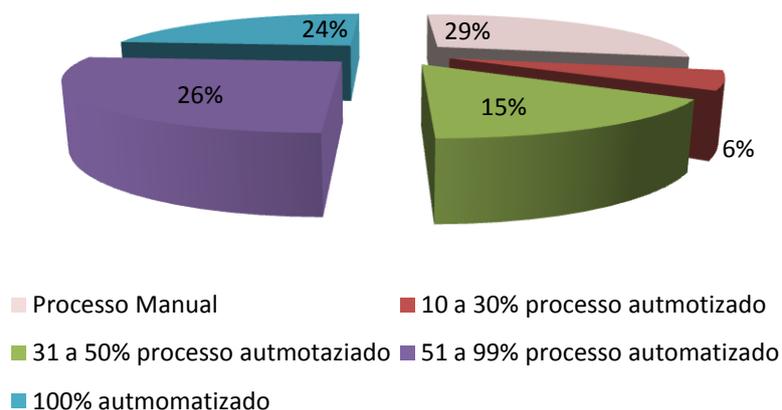


Gráfico 13 – Porcentagem de automatização dos empreendimentos destinados a fabricação de produtos de laticínios.

Dos 136 *laticínios* que foi possível obter esta informação de maneira precisa, 39 (ou 29%) tem seu processo totalmente artesanal, de forma a se obter a pasteurização do leite direto nos equipamentos ou tachos de preparação de produtos. Neste intervalo foram encontradas queijarias e fábricas de doce de leite e fabricação de manteiga. Já 32 empreendimentos (ou 24% do total da amostragem) consideraram que seu processo é totalmente automatizado, entrando neste perfil empresas que processam leite em pó, leite UHT e leite pasteurizado.

Nos *postos de resfriamento* e a situação encontrada foi bem diferente, de forma que a maioria dos empreendimentos tem seu processo completamente automatizado, conforme mostra o Gráfico 14.

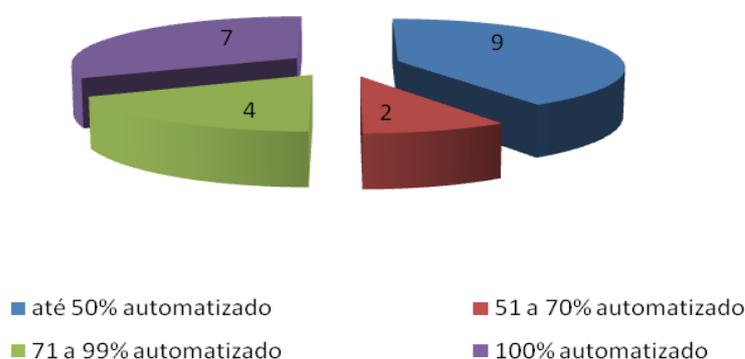


Gráfico 14 – Porcentagem de automatização nos postos de resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais

Do universo de amostras dos *postos de resfriamento*, foi possível obter esta informação precisa de 22 empreendimentos. Observa-se que não houve postos cujo processo fosse completamente manual. A maior parte dos empreendimentos, cerca de 41% possui até metade da sua produção automatizada, são os casos dos postos que recebem o leite em latões. Em segundo (32%) lugar estão os empreendimentos que possuem todo o seu processo automatizado. As demais variações chegam juntas ao total de 27% dos empreendimentos. Esta variação divergem entre si nos casos de empresas que recebem detreminada quantidade de seu leite em latões e o restante a granel (por meio de caminhões refrigerados).

A energia elétrica utilizada pelos empreendimentos, em sua maioria são provenientes da concessionária local. Nos empreedimentos vistoriados e que fizeram parte da amostragem foi possível encontrar três concessionárias diferentes, sendo elas: CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais, que abrange a maior parte do Estado, a ENERGISA que abrange algumas cidades da Zona da Mata (Tabuleiro, Guiricema, Muriaé e Manhuaçu das cidades vistoriadas) e a LIGHT, agência que fornece energia para o Estado do Rio de Janeiro e que também fornece energia para o laticínio localizado em Belmiro Braga, divisa dos dois Estados.

Ainda existem os empreendimentos que contam com a geração própria de energia, através de geradores ou de processos como biodigestão. Em todos os casos das empresas vistoriadas esta geração própria apenas é um complemento para os casos dos picos de consumo ou emergencia, utilizada em conjunto com a concessionária.

No caso dos laticínios que fabricam produtos esse percentual é variado, conforme mostra o Gráfico 15.

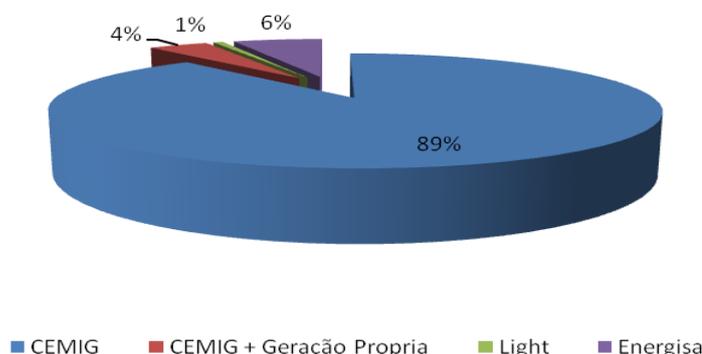


Gráfico 15 – Origem da energia elétrica consumida pelos laticínios

De todos os *laticínios* que fazem parte da amostragem foi possível avaliar esta informação de apenas 144 empresas. Destes 144 empreendimentos a grande maioria, 128 (89%) utilizam energia da CEMIG, somando com os empreendimentos que além da energia da concessionária ainda possuem geração própria (4% ou 6 empresas) tem-se que as demais concessionárias somam 7% deste total.

No caso dos *postos de resfriamentos* 100% dos empreendimentos vistoriados utilizavam energia fornecida pela CEMIG.

Para tentar quantificar qual seria o consumo de energia elétrica no setor, foi levantado os valores consumidos em kwh pelos empreendimentos em um período mensal, de forma a poder calcular o consumo específico para cada m³ de leite recebido. A Tabela 16 demonstra estes valores.

Tabela 16 – Consumo total e específico de energia elétrica no ano de 2009

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões m ³ /ano)	Consumo Energia Elétrica (milhões de Kw/ano)	Consumo específico de Energia Elétrica (kw/m ³ de leite)		
			Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	2,65	14	7,328	55,745	188,889
Postos de resfriamento	0,38	0,31	4,000	10,603	17,308

Diante de uma grande variação nas unidades informadas e em valores de consumo não confiáveis, para se trabalhar os dados obtidos foram contemplados apenas 115 empreendimentos que fabricam produtos de laticínios e 16 postos de resfriamento. Pode-se observar que a variação nos consumos de energia para a atividade de resfriamento do leite permanece com um menor intervalo. Tal fato pode ser explicado pela semelhança do processo produtivo que é inerente a esta atividade. Em contrapartida, a variação dos consumos específicos para os laticínios é muito grande. Em princípio esta variação se explica pela diferença entre os tipos de processos industriais utilizados para diferentes tipos de produtos.

Como exemplo, o empreendimento que possui o segundo maior consumo específico de energia trata-se de um laticínio que é responsável pela produção de soro e leite em pó. Tal empresa é de médio porte e classe 3 de acordo com a DN 74/2004. Entretanto, o maior consumo obtido para o caso de laticínio trata-se de uma empresa, cuja classe é 3

e médio porte. Até o momento permanece sem a devida licença ambiental e em sua produção encontra-se linhas de fabricação de queijos, doce de leite, leite pasteurizado. O empreendimento que determinou o menor consumo específico não possui processo automatizado e fabrica diversos tipos de queijos.

Esta explanação nos permite observar que além do processo produtivo ser um fator decisivo no consumo específico de energia, ocorrem grandes desperdícios, levando empresas que têm processos semelhantes e fabricam os mesmos tipos de produtos se situarem como maior e menor consumo de energia para cada m³ de leite processado.

Com estes indicadores de consumo foi possível estabelecer um cenário anual do consumo de energia elétrica para os 833 empreendimentos cadastrados, levando em consideração que o pior cenário é aqueles em que o consumo é maior. Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 17.

Tabela 17 – Cenário do consumo anual de energia elétrica

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Consumo específico de Energia elétrica (kw/m ³ de leite)			Cenário de consumo de Energia elétrica (milhões de kw/ano)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Melhor	Média	Pior
Laticínios	7,74	7,328	55,745	188,889	56,720	431,467	1462,000
Postos de resfriamento	1,98	4,000	10,603	17,308	7,920	20,995	34,269

Conforme demonstrado, o pior cenário para este consumo chega a ser mais de 25 vezes maior que o caso do melhor cenário, que representa o menor consumo. Em termos práticos, a diferença anual entre o melhor e pior cenário poderia ser responsável pelo processamento de cerca de 190 m³ de leite, caso fosse utilizado o consumo mínimo de energia elétrica.

É importante ressaltar ainda a existência de um empreendimento cujo sistema de tratamento dos efluentes líquidos possui biodigestores anaeróbios, por meio do qual o metano produzido é captado, gerando assim energia. Resultou em um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) apresentado a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC sigla em inglês para *United Nations Framework Convention on Climate Change*). No Documento de Concepção do

Projeto (DCP), o empreendimento previa a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) gerados durante o processo de tratamento dos efluentes líquidos.

A partir da adequação da ETE com a instalação de equipamentos de recuperação do metano nas lagoas anaeróbias existentes, instalação de reatores anaeróbios de fluxo ascendente de manta de lodo e digestor de lodo, seria possível uma redução média anual das emissões de 6.837 toneladas de CO₂. O metano recuperado é canalizado para um sistema de tratamento para remoção de sulfetos e vapor d'água, gerando desse modo o biogás. Então, é canalizado para um sistema constituído de motor a biogás e gerador, com capacidade para geração de energia menor que 15 MW. A energia gerada deverá ser utilizada para funcionamento da ETE e o excesso de biogás poderá ser encaminhado para queimador instalado. Além da redução das emissões dos GEE e do consumo de energia no empreendimento, essa modificação possibilitará a venda de créditos de carbono. Nas Figuras de 15 a 20, são apresentados algumas unidades da ETE do referido empreendimento.



Figura 15 – Flotador



Figura 16 – Biodigestores



Figura 17 – Biodigestor



Figura 18 – Detalhe do queimador de gases



Figura 19 – Lagoa aerada



Figura 20 – Vista geral da ETE

3.5.2. Energia Térmica

A necessidade de energia térmica nos empreendimentos destinados à fabricação de produtos de laticínio e dos postos de resfriamento é suprida por meio da utilização de vapor proveniente, basicamente, de caldeiras, exemplo ilustrado na Figura 21.



Figura 21 – Caldeira

Para os 171 empreendimentos pesquisados, foram verificados os equipamentos para produção de vapor. Em 17 deles, não havia caldeiras implantadas uma vez que 14 empreendimentos se destinam exclusivamente ao resfriamento do leite, enquanto os

outros três utilizavam resistência elétrica ou trocadores para fornecer o calor necessário ao processo.

Os 154 empreendimentos juntos, dotados de caldeira, contabilizam 206 equipamentos em funcionamento, conforme a Tabela 18, cuja capacidade instalada de geração de vapor totaliza 877,7 toneladas de vapor por hora.

Tabela 18 – Distribuição da capacidade instalada das caldeiras

Empreendimento	Capacidade de geração de vapor (kg/h)		
	≤ 1.000	> 1.000 e ≤ 2.000	> 2.000
Laticínios	117	23	53
Postos de resfriamento	11	1	1
Total	128	24	54

Cerca de 62% das caldeiras instaladas apresentam capacidade de geração de vapor inferior 1.000 kg/h e metade delas são menores que 500 kg/h. Verificou-se ainda que dessas 128 caldeiras, 98 pertencem a empreendimentos considerados de pequeno porte, dentre os quais 62 empreendimentos detinham a Autorização Ambiental de Funcionamento e os 36 empreendimentos restantes estavam irregulares devido a ausência de licença ambiental ou AAF.

Dos 26% empreendimentos que possuem caldeiras com capacidade de geração de vapor superior a 2.000 kg/h, 34 equipamentos geram até 10.000 kg/h de vapor, enquanto das 20 caldeiras restantes, apenas 6 ultrapassam 20.000 kg/h de vapor. A maior capacidade instalada de caldeira observada nos 171 empreendimentos correspondeu a 60.000 kg/h, em um único empreendimento que possui três equipamentos com esta mesma capacidade. Observou-se ainda que 50 dessas caldeiras pertencem a empreendimentos de médio e grande porte.

Os combustíveis utilizados para a geração de vapor são variados, e para sua utilização as principais propriedades a observar são a composição química, poder calorífico, decomposição pelo calor, velocidade de queima, quantidade e características dos gases gerados, custo e disponibilidade.

No levantamento de campo realizado, a lenha é o combustível mais utilizado (Gráfico 16), seguida de óleo de baixo ponto de fluidez (BPF) tipo 2A, serragem e gás, e por

último a biomassa. Esta biomassa representa o sebo bovino e a casca de café enquanto o gás se refere ao gás liquefeito de petróleo (GLP) e ao natural.

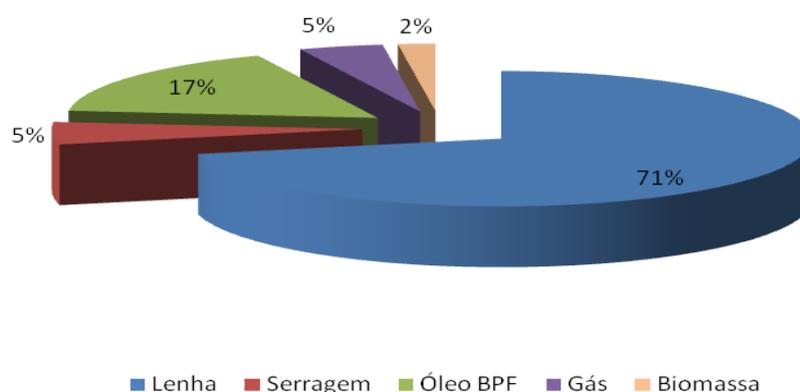


Gráfico 16 – Combustível utilizado nas caldeiras dos empreendimentos pesquisados

Entretanto foi verificado que alguns empreendimentos utilizam uma mistura de dois combustíveis, como lenha e biomassa, ou lenha e óleo BPF, ou outras combinações, visando à reduzir custos.

Em relação ao consumo de lenha, foi possível observar que um expressivo número de empreendimentos não possui o registro de regularidade do Instituto Estadual de Florestas (IEF) para sua utilização. Além disso, se observou que grande parte da lenha utilizada é proveniente de reflorestamento, embora a lenha de origem nativa represente um consumo superior a 7%, conforme o Gráfico 17. Existe também uma porcentagem de empreendimentos que utilizam restos de pallets, restos de madeiras vindos de serralherias e fábricas de móveis, restos de caixas de madeiras. Estes materiais, por terem uma grande diversidade, são classificados no gráfico como outros.

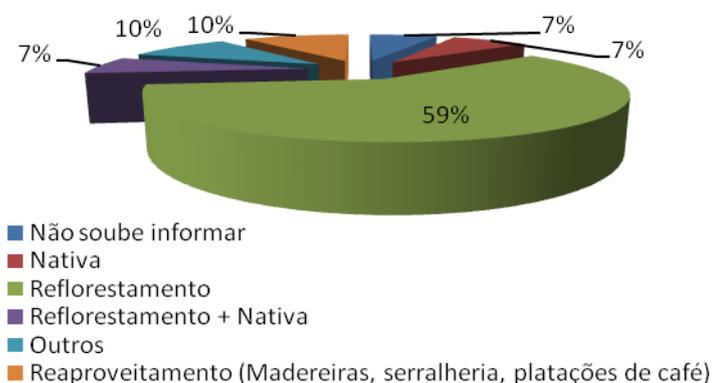


Gráfico 17 – Origem da lenha

Na Tabela 19 são apresentados os consumos específicos de lenha, considerando as informações dos laticínios que tem a fabricação de produtos e dos postos de resfriamento que foram vistoriados. Foi possível trabalhar os dados de 85 laticínios e de 8 postos de resfriamento.

Tabela 19 – Consumo total e específico de lenha

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Consumo de lenha total (m ³ /ano)	Consumo específico de lenha (m ³ /m ³ de leite)		
			Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	0,87	138.198	0,011	0,228	1,500
Postos de resfriamento	0,12	1.446	0,005	0,016	0,033

Nota-se que a variação entre o consumo mínimo e máximo não é tão grande, em vistas aos demais temas abordados neste estudo. Entretanto, os fatores que podem interferir neste tipo de consumo são a calibração da caldeira e o controle da qualidade da lenha que será queimada. Casos de exposição destas ao tempo podem alavancar um menor poder calórico pela absorção de umidade pela madeira.

Outro combustível que tem um consumo expressivo neste setor é o óleo BPF 2 A. Nas vistorias realizadas foi possível obter informações precisas de apenas 8 empreendimentos que tem a fabricação de produtos. Com relação aos postos de resfriamento não foi observada a utilização deste combustível nos empreendimentos que foram vistoriados. O consumo total e específico do óleo para o setor de laticínio pode ser observado na Tabela 20.

Tabela 20 – Consumo total e específico de Óleo BPF 2 A

Empreendimento	Recebimento de leite total (m ³ /ano)	Consumo de Óleo BPF total (t/ano)	Consumo específico de óleo BPF (kg/m ³ de leite)		
			Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	0,55	13	13,205	26,850	48,067

A utilização de óleo combustível implica seu armazenamento em tanques dotados de bacia de contenção, para o controle de eventual vazamento deste produto (Figura 22). Entretanto, conforme pôde ser observado nas visitas de campo, representadas no

Gráfico 18, nem todos os empreendimentos vistoriados utilizam esta medida de segurança ambiental.

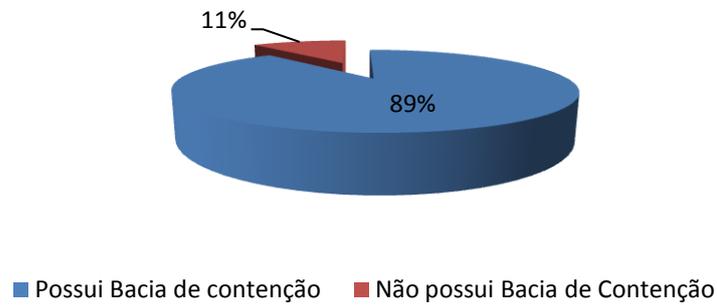


Gráfico 18 – Distribuição das bacias de contenção nos empreendimentos



Figura 22 – Tanques de combustível e bacia de contenção

Determinados os consumos específicos de lenha e óleo BPF, estes valores foram extrapolados para os 833 empreendimentos em operação para se estabelecer um cenário de consumo, apresentado na Tabela 21.

Tabela 21 – Cenários de consumo anual de lenha e óleo BPF

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões de m ³ /ano)	Combustível	Cenários de consumo de combustível ao ano (em milhão)		
			Melhor	Médio	Pior
Laticínios	7,47	Lenha (m ³)	0,083	1,70	11,205
		Óleo BPF (t)	0,099	0,201	0,359
Postos de resfriamento	1,98	Lenha (m ³)	0,010	0,031	0,066

Conforme observado por meio da Tabela 19, o consumo específico médio de lenha para a produção de 1 m³ de leite, é de 0,228 m³ de lenha para o caso dos laticínios e 0,016 m³ para o caso dos postos de resfriamento.

De acordo com ABRAF (2011), em 2010 o incremento médio anual – IMA acerca do plantio de eucalipto foi de 41,3 m³/ha.ano e para o caso de pinus foi 37,6 m³/ha.ano. Em relação ao ano de 2005 houve um crescimento de 12% no caso de eucalipto e 22,5% no caso de pinus.

Supondo a situação em que toda a utilização de lenha para as caldeiras dos laticínios pertencesse a florestas plantadas de eucalipto, seriam necessários 0,006 ha para produzir 1 m³ de leite. Considerando todo volume de leite recebido para produção no Estado, que é de 7,47 milhões de m³ ao ano, a área em floresta plantada de eucalipto deveria corresponder à 41.238,7 ha. Conforme o IBGE, Minas Gerais possui uma área de 59.000.000 m² em toda sua extensão, e tal produção equivaleria à 7% do território mineiro.

Caso o consumo fosse de floresta plantada de pinus, a área necessária para alimentar o mercado de produção de leite de 7,47 milhões de m³, seria de 45.296ha o que corresponde a 7,6% do território mineiro.

A falta de manutenção e de controle de processo das caldeiras, a utilização dos combustíveis com baixo poder calorífico, por exemplo com teor de umidade elevado, são fatores que justificam um cenário de maior consumo específico de combustível. Em muitos casos se percebe que o próprio empreendedor não tem o conhecimento suficiente para determinar a quantidade de combustível utilizada, e ainda ocasionando perdas ou até mesmo uso indevido.

**ASPECTOS
AMBIENTAIS**

4 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

O processo produtivo de recebimento e distribuição de leite para as indústrias e de fabricação de produtos de laticínios implica em impactos negativos ao ambiente, devido à geração de efluentes líquidos, notadamente, de resíduos sólidos e de emissões atmosféricas, que são detalhados ao longo deste capítulo.

4.1 Efluentes Líquidos

Como consequência direta do alto consumo de água necessário as atividades de higienização e limpeza de recintos e equipamentos, um dos principais impactos ambientais causados pelas atividades dos *laticínios* e de dos *postos de resfriamento* é a geração de efluentes líquidos.

Devido à alta carga orgânica presente nas águas de lavagem, de pisos, equipamentos, entre outros, torna-se necessário o tratamento e disposição adequada do efluente líquido gerado de modo a atender a legislação vigente e minimizar o impacto ambiental negativo da atividade.

Além do grande volume gerado durante as atividades industriais, o efluente líquido apresenta elevados teores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), de sólidos suspensos, de óleos e graxas, de demanda química de oxigênio (DQO) e elevadas temperaturas.

Para fins de caracterização do efluente gerado pelos empreendimentos do setor leiteiro (postos de resfriamento e laticínios), foram obtidos dados e informações relativos ao volume, o tipo de tratamento adotado pelo empreendimento e a carga orgânica, durante as visitas técnicas realizadas ou em consulta aos relatórios de monitoramento enviados pelos empreendimentos.

Convém mencionar que dos 874 empreendimentos cadastrados no SIAM e em operação no Estado de Minas Gerais, apenas os 128 que obtiveram licença ambiental tem a obrigatoriedade do envio dos relatórios de monitoramento ao órgão ambiental, uma vez que são parte integrante das condicionantes das licenças concedidas. Os relatórios contemplam os resultados das análises dos seguintes parâmetros, para o efluente

líquido bruto e tratado: vazão, pH, temperatura, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, DBO, DQO, detergentes, óleos e graxas.

Em relação aos empreendimentos que obtiveram a regularização ambiental, por meio da Autorização Ambiental de Funcionamento, não são passíveis de enviar ao órgão ambiental os resultados de análises físico-químicas dos efluentes líquidos bruto e tratado, embora continuem obrigados a atenderem a legislação vigente e dispor adequadamente os despejos gerados.

Entretanto, se observou nas visitas técnicas que a grande parcela dos empreendimentos detentores de AAF, embora obrigados a garantir que os sistemas de controle ambientais atendem aos requisitos legais, não realizam o monitoramento dos efluentes líquidos, desta forma, desconhecendo suas características reais, bem a eficiência do sistema de tratamento adotado e, portanto, se esses despejos não estão degradando ou poluindo o ambiente quando do seu lançamento em curso d'água ou solo. Assim, não foi possível obter as informações de vazão e carga orgânica na grande maioria das AAFs e daqueles sem a licença ambiental.

Para obter uma série histórica consistente, optou-se por compilar os dados de monitoramento enviados regularmente durante o período de 2006 a 2008 por 31 empreendimentos, entre laticínios e postos de resfriamento.

Dos 31 empreendimentos, 27 estão enquadrados sob o código D-01-06-6: Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios e quatro sob o código D-01-07-4 – Resfriamento e distribuição do leite em instalações industriais. Entretanto, um *laticínio* se encontrava com as atividades paralisadas quando da realização das visitas técnicas e da aplicação do questionário padrão, sendo utilizados os dados de monitoramento, mas desconsiderado situações, como por exemplo, dados de produção, cálculo da vazão específica, entre outros. Ressalta-se que esses 31 empreendimentos constam entre àqueles 171 que foram visitados a fim de aplicar o questionário padrão.

A vazão dos efluentes líquidos gerados a partir das atividades de fabricação de produtos de laticínios e resfriamento do leite é extremamente variável ao longo do dia, alterando-se de acordo com as operações de processamento ou de limpeza que estejam em curso no empreendimento. Juntos, os 30 empreendimentos em operação geravam um volume

anual de 4,42 milhões de m³ de efluentes líquidos para um recebimento médio anual de mais de 2,4 milhões de m³ de leite.

Nas Figura 23, Figura 24 e Figura 25 são apresentadas as distribuições das vazões de efluentes líquidos por município no Estado de Minas Gerais.

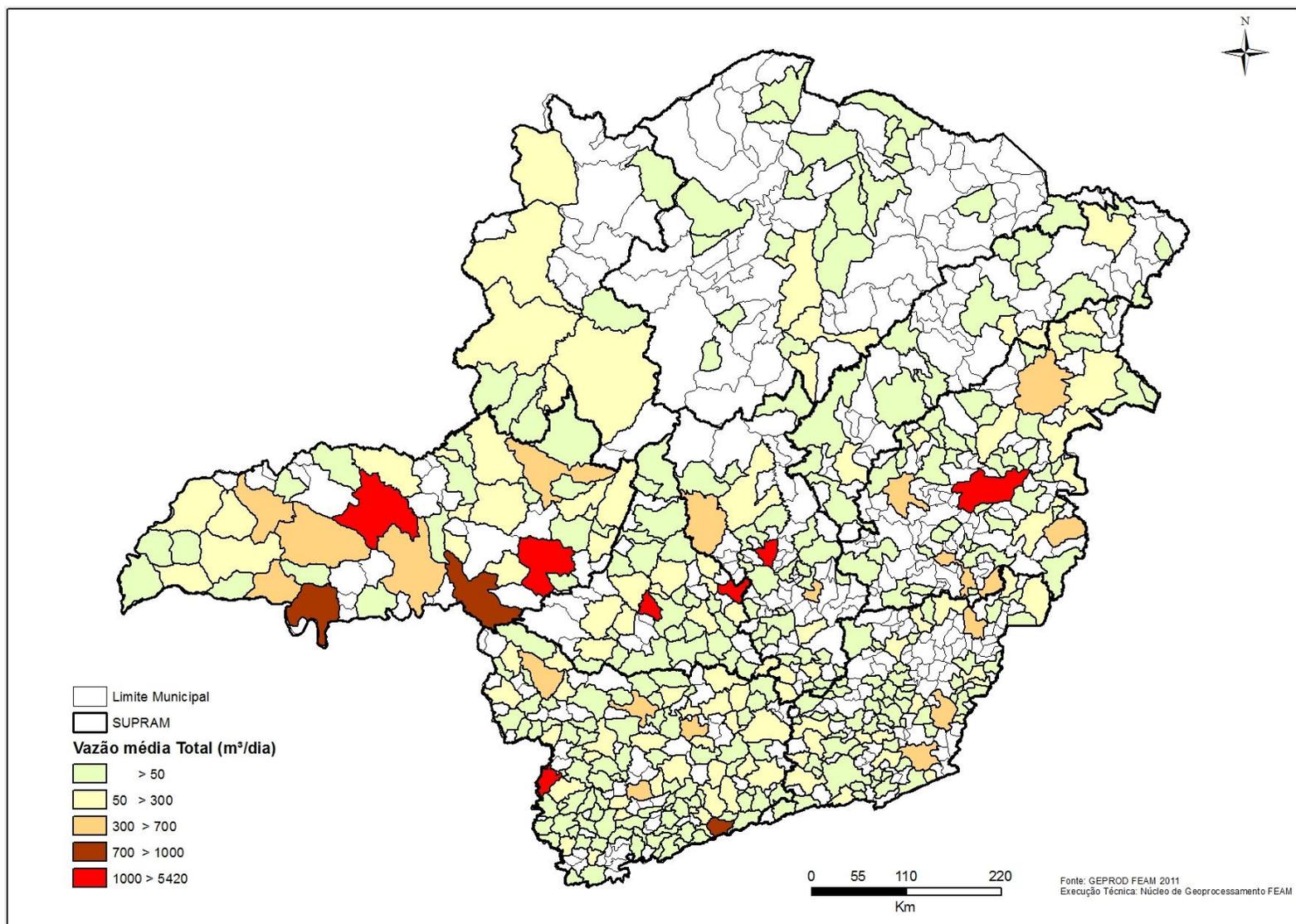


Figura 23 – Distribuição da vazão gerada de efluentes líquidos pelos *laticínios e postos de resfriamento* por município no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008

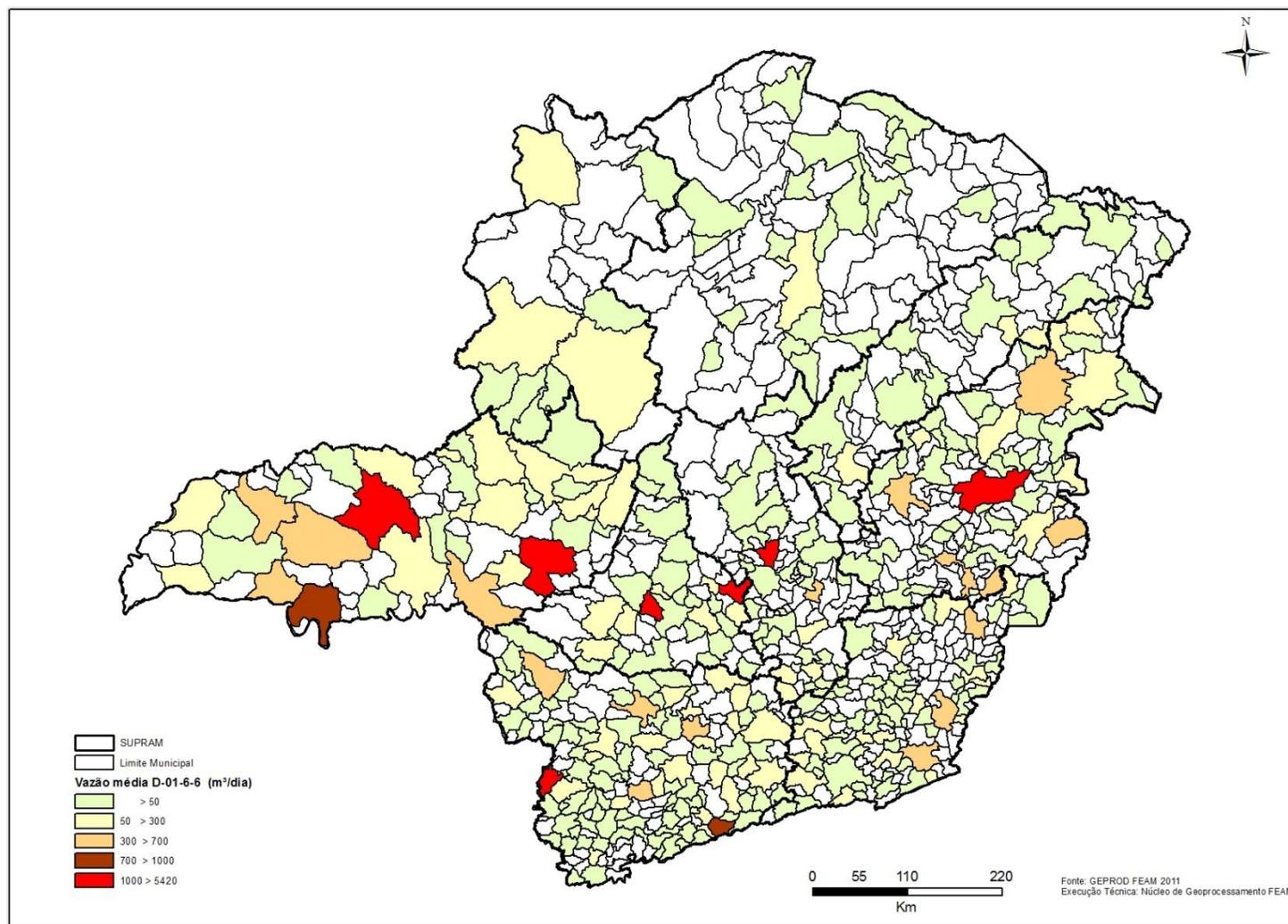


Figura 24 – Distribuição da vazão gerada de efluentes líquidos pelos *laticínios* por município no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008

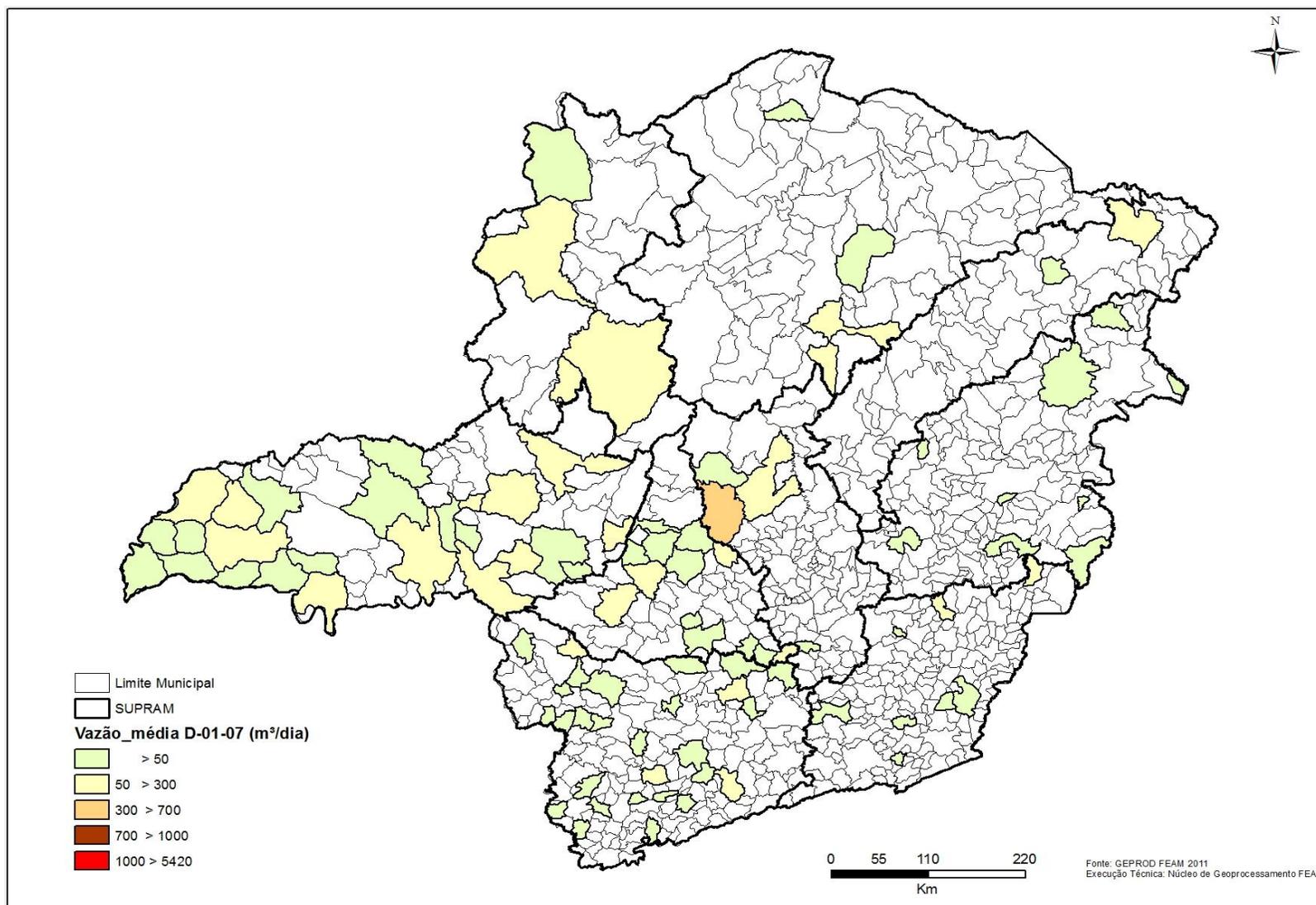


Figura 25 – Distribuição da vazão gerada de efluentes líquidos pelos *postos de resfriamento* por município no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008

A partir dos relatórios de monitoramento enviados, foram calculadas as vazões específicas e os possíveis cenários de geração de efluente líquido. Os *laticínios* foram separados por quantidade de leite recebido diariamente: de 12.000 a 60.000 litros (porte pequeno e médio) e acima de 80.000 litros (porte grande). O único empreendimento de pequeno porte foi incluído ao grupo de empreendimentos de médio porte. Para os *postos de resfriamento*, esses não foram diferenciados por porte, pois são apenas 4.

Na Tabela 22 são apresentados os valores de vazão específica calculada e alguns cenários para os 30 empreendimentos em funcionamento e que enviaram os relatórios de automonitoramento no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2008.

Tabela 22 – Vazão específica para os empreendimentos referente aos resultados do monitoramento no período de 2006 a 2008

Empreendimento	Recebimento de leite (m ³ /dia)	Recebimento de leite total (mil m ³ /ano)	Vazão específica de efluente líquido (m ³ /m ³ de leite)			Cenários de vazão de efluente líquido gerado (milhões m ³ /ano)		
			Mínimo	Médio	Máximo	Melhor	Média	Pior
Laticínios	12 a 60	119,4	0,53	2,15	4,15	0,60	0,26	0,50
	127 a 1.130	2.254,8	0,51	1,96	3,30	1,15	4,42	7,44
Postos de resfriamento	25 a 150	117,9	0,15	0,81	2,41	0,02	0,09	0,28

Para os 11 *laticínios* que recebem até 60 m³/dia de leite, observa-se que o pior cenário representa um volume de efluente líquido gerado superior a cerca de 8 vezes ao melhor cenário o que implica na necessidade de tratar um volume de 432 mil m³ de efluentes líquidos no ano e uma carga orgânica anual superior a 706 t DBO.

Quanto aos outros 15 empreendimentos, que recebem até 1.130 m³/dia de leite, se verifica que o pior cenário o volume de efluente gerado é 6 vezes maior que o melhor cenário, o que representa uma diferença de mais de 6 milhões de m³ no ano e uma carga orgânica 10.283 t DBO/ano.

Em relação aos 4 *postos de resfriamento* de mais de 117 mil m³ de leite ao ano, tem-se que o pior cenário apresenta uma vazão de efluente líquido cerca de 16 vezes maior que a situação mais favorável, representando uma diferença de mais de 266 mil m³ de efluentes líquidos a ser tratado e uma carga orgânica de 694 t DBO/ano.

A partir das vazões específicas da Tabela 22, foram elaborados cenários de carga orgânica potencial para os *laticínios* e *postos de resfriamentos* em funcionamento no Estado de Minas Gerais. Para o cálculo da carga orgânica e o respectivo equivalente populacional foram feitas as seguintes considerações:

- adoção dos cenários mais desfavoráveis nos cálculos, aplicando-se o princípio da precaução;
- carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio - DBO dos empreendimentos foi calculada a partir do produto da sua vazão diária pela concentração de DBO, obtidos dos relatórios de monitoramento;
- para o cálculo da vazão, quando não mencionada ou ausente nos relatórios de monitoramento, foi adotado o indicador de vazão específica e concentração de DBO estabelecido a partir dos dados existentes;
- carga orgânica diária gerada por habitante de 54 g de DBO5 (SPERLING, 2006).

Desse modo, foi calculada a carga orgânica potencial e efetiva para os 831 empreendimentos em funcionamento e dos quais se conhece a capacidade instalada ou de produção. Ressalta-se, portanto, que para aqueles 40 empreendimentos cuja capacidade instalada ou produção média não foi obtida a carga orgânica foi considerada nula. O resultado pode ser observado na Tabela 23.

Tabela 23 – Vazão de efluente líquido e carga orgânica potencial dos *laticínios* e *postos de resfriamento*

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões m ³ /ano)	Cenários de vazão de efluente líquido gerado (milhões m ³ /ano)			Cenários de carga orgânica potencial (mil t DBO/ano)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	7,75	1,67	7,035	16,49	3,13	12,83	29,2
Postos de Resfriamento	1,99	0,17	0,81	2,67	0,44	2,065	6,95

Observa-se que os 831 empreendimentos cadastrados no SIAM e em operação no Estado totalizam o volume médio de efluente líquido de quase 16 milhões de m³ ao ano. Na melhor situação, a geração mínima de efluente corresponde a apenas 35% do valor

médio, cerca de 5,47 milhões de m³ ao ano e no pior cenário, o volume praticamente dobra, ultrapassando os 28 milhões de m³ ao ano.

Em relação ainda a Tabela 23, como a carga orgânica tem relação direta com o volume de efluente gerado, o melhor cenário acontece com a vazão mínima. Porém corresponde a mais de 10 mil t DBO/ano, o equivalente a carga gerada diariamente por uma população de 537 mil habitantes. Em contrapartida, o pior cenário seria aquele com maior geração de efluente líquido, o que resultaria na carga orgânica potencial de mais de 54 mil t DBO/ano, correspondendo a carga gerada por mais de 2,8 milhões de pessoas. Na situação intermediária, a carga orgânica potencial é de mais de 30 mil t DBO/ano e a população equivalente superior a 1,5 milhão de pessoas.

Em termos comparativos desse equivalente populacional, segundo estimativa do IBGE para a população de 2.452.617 habitantes de Belo Horizonte no ano de 2009, a carga orgânica potencial da melhor situação corresponderia a 22% da carga gerada pela população de Belo Horizonte em 2009 (superior, entretanto, a gerada pelos habitantes da cidade de Betim no mesmo ano). Na situação intermediária, a carga foi cerca de 63% em relação a carga gerada pela população de Belo Horizonte (e mais que o dobro em relação a cidade de Uberlândia). Na pior situação, ultrapassou em 15% a carga gerada pela população de Belo Horizonte.

A relação do consumo médio anual de água e a geração de efluentes líquidos, mínima, média e máxima, é apresentada na Tabela 24.

Tabela 24 – Relação entre o consumo médio de água e o efluente líquido gerado

Empreendimentos	Relação consumo de água/geração de efluente líquido		
	Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	0,32	1,075	1,86
Postos de Resfriamento	0,51	2	7,960

Nas Figura 26, Figura 27 e Figura 28 estão apresentadas as distribuições de carga orgânica potencial nos municípios do Estado de Minas Gerais por empreendimento, e por atividade gerada no período de 2006 a 2008.

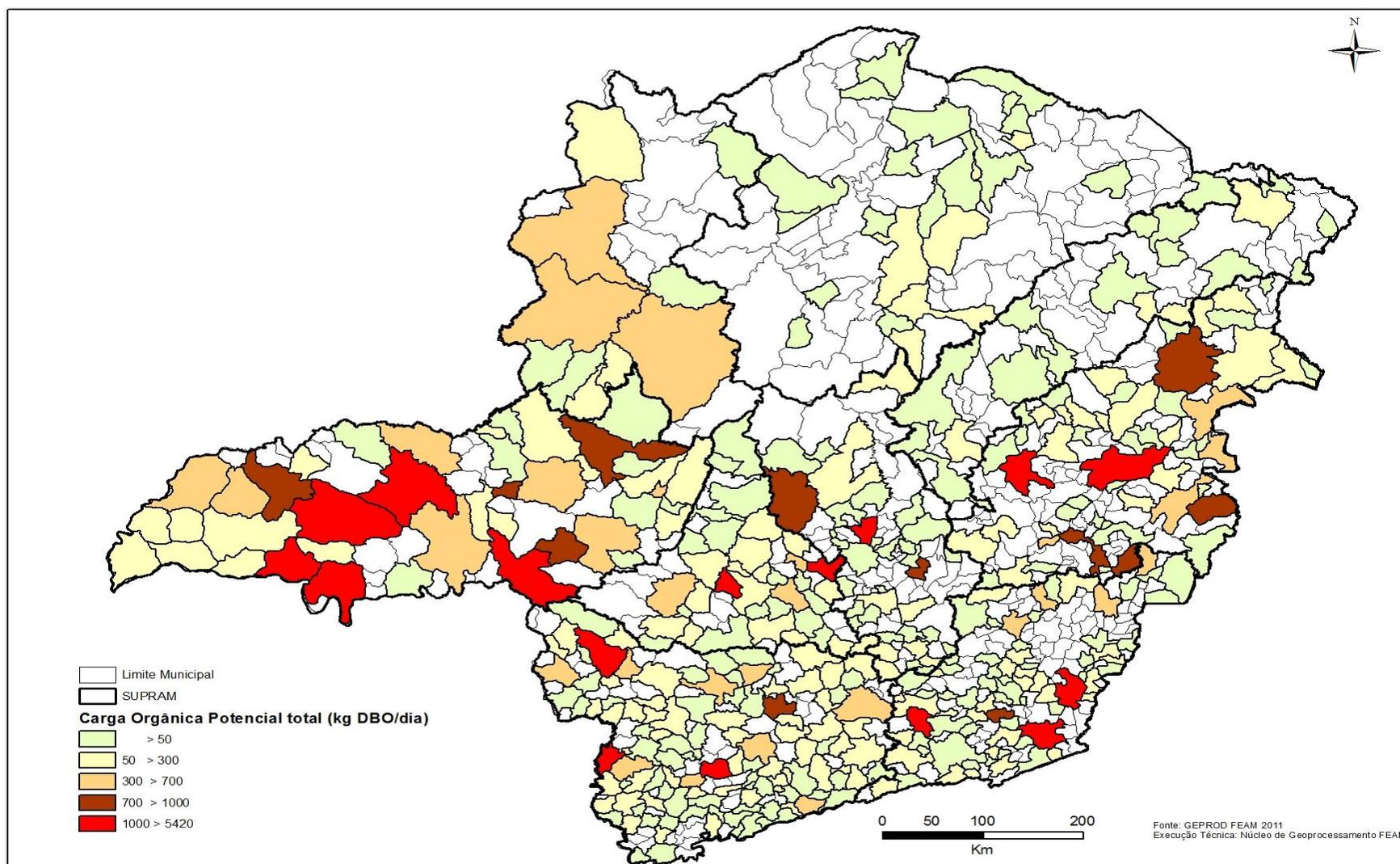


Figura 26 – Distribuição da carga orgânica potencial total gerada pelos *laticínios e postos de resfriamento* no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008

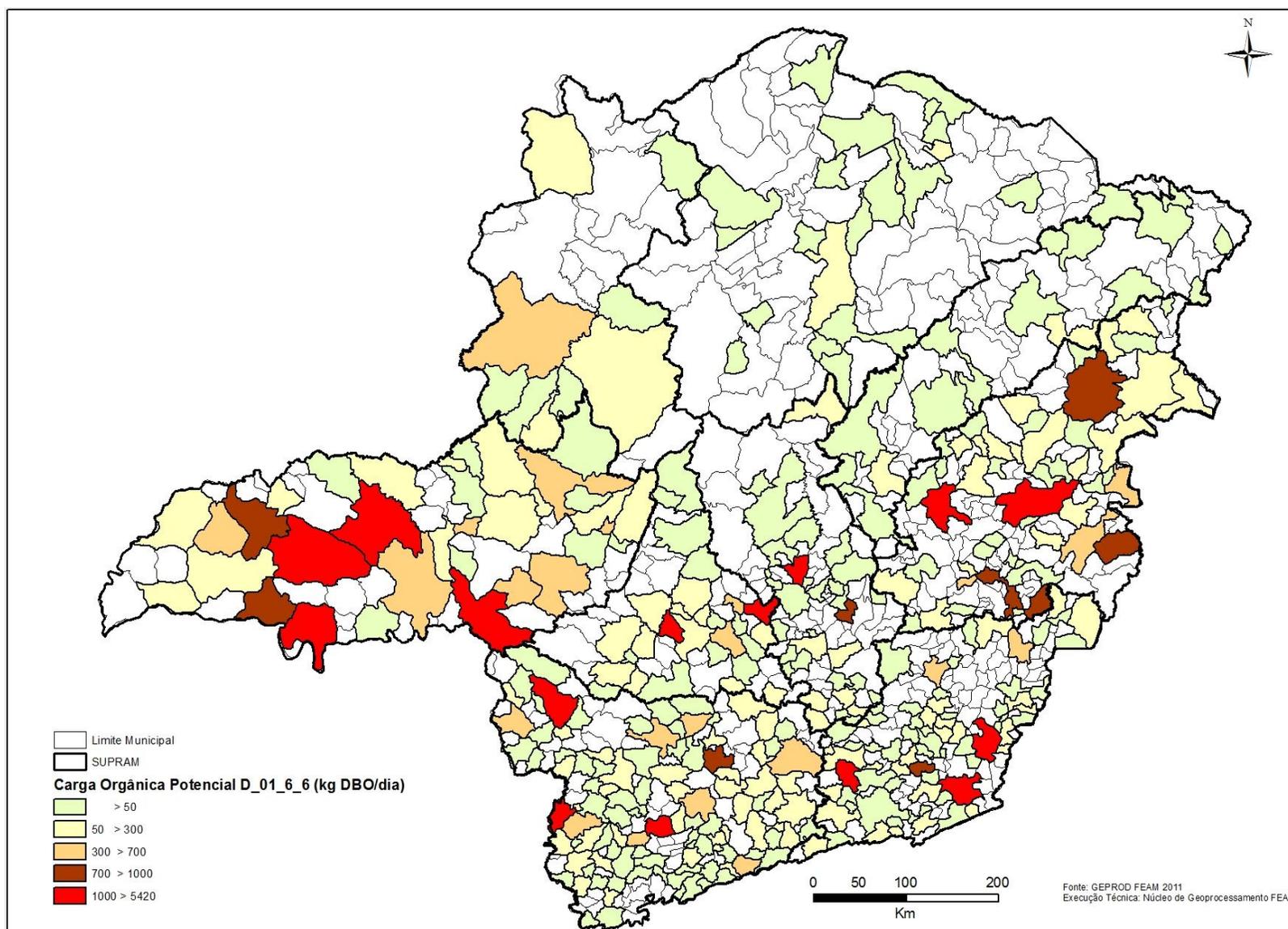


Figura 27 – Distribuição da carga orgânica potencial total gerada pelos *laticínios* no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008

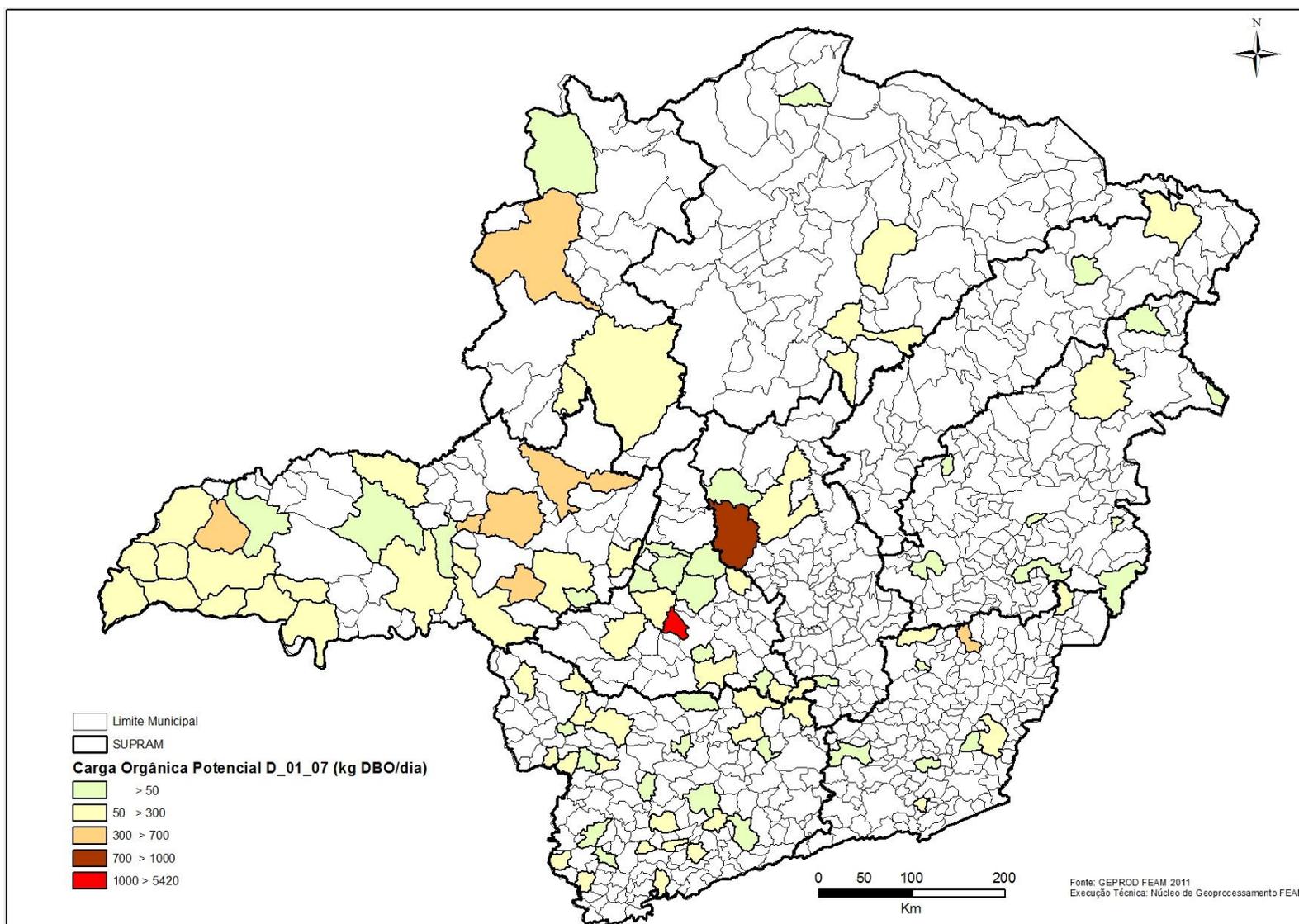


Figura 28 – Distribuição da carga orgânica potencial total gerada pelos *postos de resfriamento* no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008

Com volume e carga orgânica tão elevados, é necessária uma disposição adequada para esses efluentes, cujas opções são o lançamento em águas superficiais, na rede pública, a infiltração no solo ou a irrigação de culturas.

O lançamento em cursos d'água é a forma mais usual de disposição dos efluentes líquidos, sendo condicionado ao atendimento dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 ou pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH Nº 1/2008, adotando-se como referência aquela cujos valores são mais restritivos. A Tabela 25 apresenta os principais parâmetros a serem atendidos de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005 e a DN COPAM/CERH Nº 1/2008.

Tabela 25 – Parâmetros de lançamento de efluentes líquido estabelecido na Resolução CONAMA Nº 357/2005 e DN COPAM/CERH Nº 1/2008

Parâmetros	Resolução CONAMA Nº357/2005	DN COPAM/CERH Nº1/2008
pH	5 a 9	6 a 9
Temperatura (°C)	< 40	< 40
Sólidos suspensos (mg/ℓ)	0	100
Materiais sedimentáveis (m ℓ /ℓ)	< 1	< 1
Óleos e graxas (mg/ℓ)	50	50
DBO (mg/ℓ)	-	60
DQO (mg/ℓ)	-	180
Eficiência de remoção DBO	-	> 75% e média anual ≥ 85%
Eficiência de remoção DQO	-	> 70% e média anual ≥ 55%

Fonte: Deliberação Normativa COPAM/CERH Nº 1/2008 e Resolução CONAMA Nº 357/2005.

O efluente líquido industrial bruto não atende as exigências da Resolução CONAMA Nº 357/2005 e a DN COPAM/CERH Nº 1/2008, tornando necessário seu prévio tratamento antes do lançamento. O tratamento de efluentes líquidos pode ser classificado em três tipos:

- Primário: caracterizado, principalmente, por processos físicos de remoção dos sólidos grosseiros, sólidos suspensos e flotáveis.
- Secundário: caracterizado pelos processos biológicos de remoção de carga orgânica. Considerando as características do efluente líquido dessa tipologia, o tratametno secundário seria o mínimo esperado.

- Terciário: caracterizado por processos de melhoria da qualidade do efluente tratado, tal como redução de cor residual, nutrientes, metais pesados, microorganismos patogênicos etc.

Para os 171 empreendimentos que responderam ao questionário padrão, verificou-se que 55% deles tinham estação de tratamento de efluentes implantada e em operação. A modalidade de tratamento notadamente utilizada pelos empreendimentos é o sistema de lodos ativados. No Gráfico 19 é apresentada a distribuição das modalidades de sistemas de tratamento de efluentes líquidos em operação nesses empreendimentos.

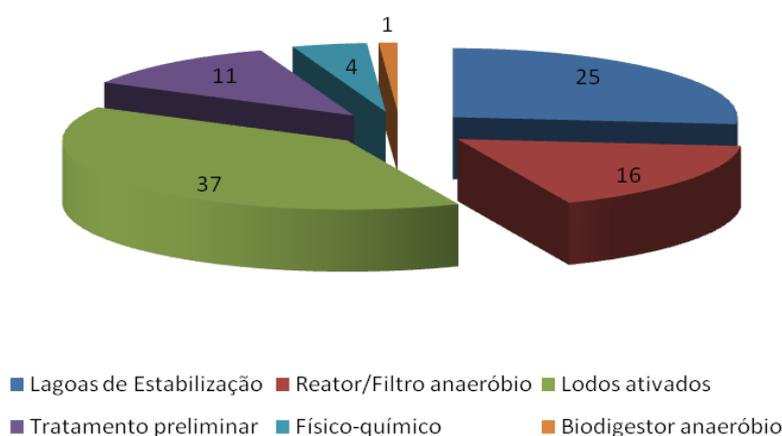


Gráfico 19 – Distribuição das modalidades de tratamento de efluentes líquidos em operação

Em relação ao Gráfico 19, verifica-se que 15 das 94 estações implantadas consistem apenas de tratamento primário. Onze são compostas apenas de tratamento preliminar, usualmente, composto por gradeamento e caixa de gordura ou tanque de decantação. Em ambos os casos, esses sistemas são insuficientes para reduzir a carga orgânica presente nos efluentes de *laticínios* ou *postos de resfriamento*, de modo a atender os limites legais.

A concepção de outras quatro ETEs é físico-química, diferindo do tratamento preliminar apenas pela adição de produtos químicos no tanque de decantação, sendo esses produtos os responsáveis pela eficiência de remoção da carga orgânica do efluente. Em princípio, apresenta como ponto positivo a possibilidade de uma estação mais compacta. No entanto, tem a desvantagem de onerar o tratamento pela necessidade constante da utilização de produtos químicos e geração de lodo que se apresenta saturado desses produtos, portanto que requer um controle mais restritivo para disposição.

As demais 79 estações utilizam tratamento secundário, composto por lagoas de estabilização, sistemas anaeróbios ou lodos ativados. Ressalta-se que das 94 ETEs implantadas, apenas 51 têm medidor de vazão, o que restringe uma avaliação quantitativa dos efluentes gerados por essa atividade industrial.

Em relação aos 31 empreendimentos que enviaram os relatórios de automonitoramento regularmente, no período de 2006 a 2008, a concepção de tratamento mais utilizada é o tipo lodos ativados, conforme apresentado no Gráfico 20, onde se observa também que a concepção de tratamento biológica é adotada por todos os empreendimentos.



Gráfico 20 – Conceção do sistema de tratamento de efluentes dos laticínios

A avaliação do desempenho destes 31 sistemas de tratamento segundo os limites da DN COPAM/CERH Nº 1/2008, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2008, é apresentada nos Gráfico 21 e Gráfico 22, quanto aos parâmetros: DBO, DQO, pH, temperatura, sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, detergentes (ABS) e óleos e graxas.

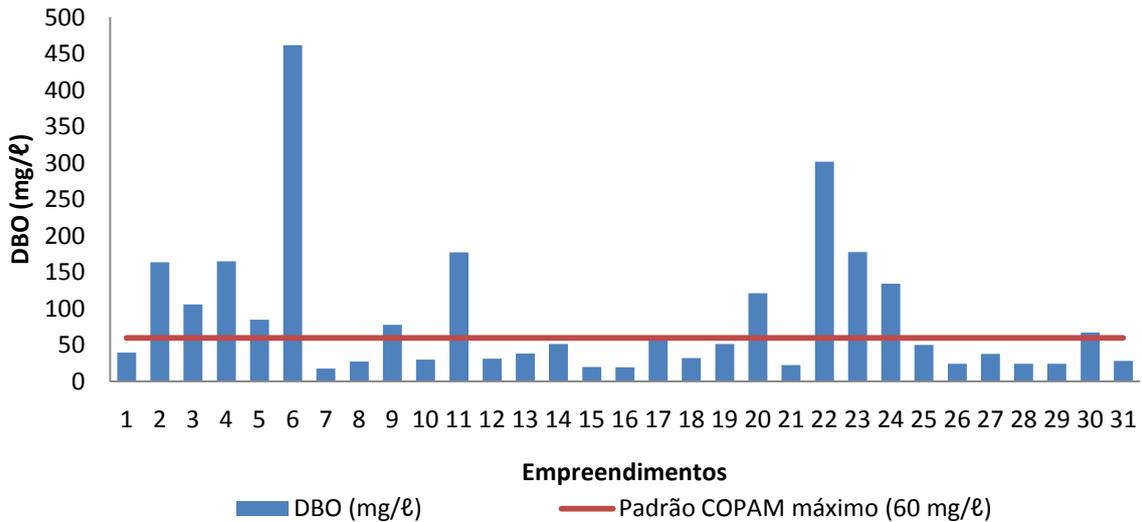


Gráfico 21 – Demanda Bioquímica de Oxigênio no efluente tratado

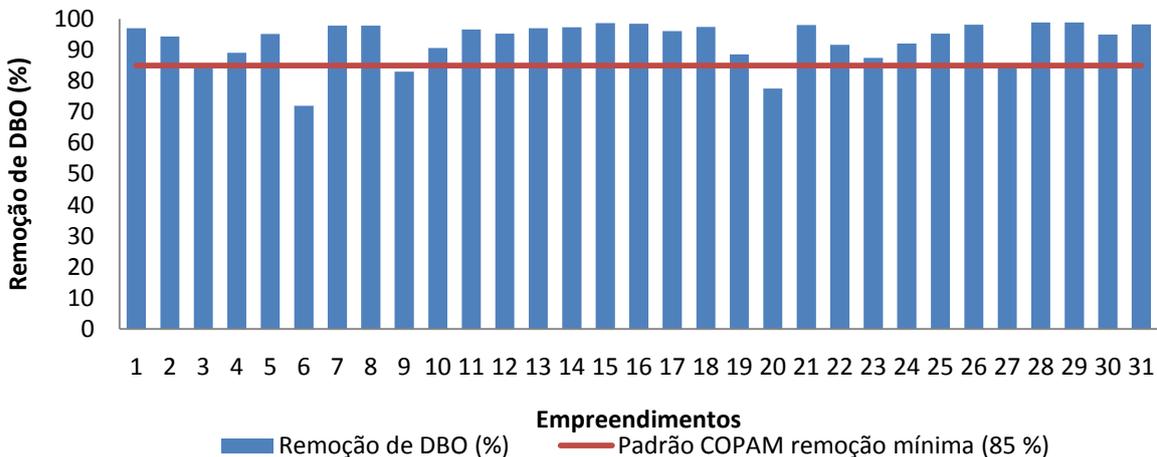


Gráfico 22 – Eficiência de remoção de DBO no efluente tratado

A DN COPAM/CERH N° 1/2008 estabelece o valor máximo de 60 mg/ℓ de DBO para o lançamento de efluentes líquidos em curso d'água e a respectiva eficiência do sistema de tratamento em termos de remoção deste parâmetro de 75% para a média mensal e de 85% para a média anual. Como é possível observar no Gráfico 21, dentre os 31 empreendimentos que encaminharam regularmente os resultados de monitoramento, 13 empreendimentos não atenderam limite de lançamento de 60 mg/ℓ. Considerando os valores de eficiência de remoção anual de 85%, Gráfico 22, o número de empreendimentos que não atingem ao padrão reduz para 4. Entretanto, ao se avaliar apenas a eficiência, a carga orgânica excedente lançada por estes 13 empreendimentos que corresponde a 25 t DBO/mês, e cujo equivalente populacional representa uma contribuição diária de 15.706 pessoas, deixa de ser considerada.

Ressalta-se que, conforme citado anteriormente, de acordo com a DN COPAM Nº 41/2000, o lançamento de soro em curso d'água é expressamente proibido. A presença de leite, soro, leiteiro e restos da fabricação lançadas nas ETEs pode elevar significativamente a carga orgânica a ser tratada, o que poderia justificar os elevados teores de DBO no efluente tratado no mínimo para dois empreendimentos.

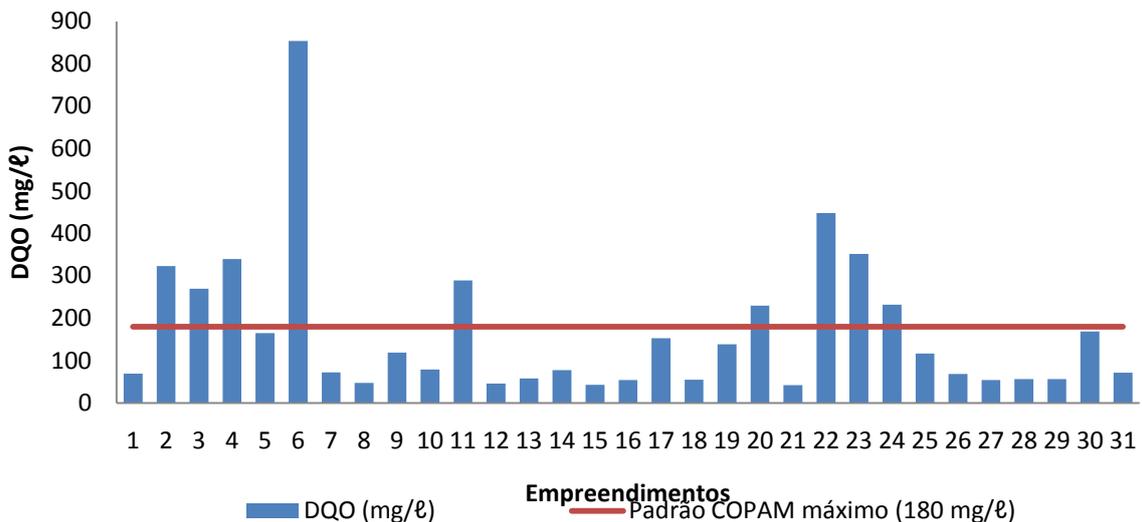


Gráfico 23 – Demanda Química de Oxigênio no efluente tratado

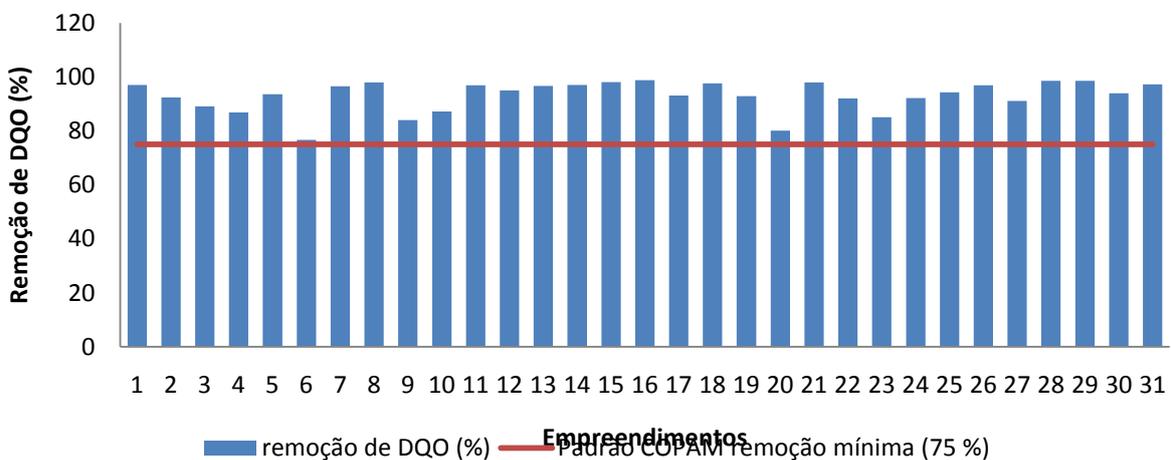


Gráfico 24 – Eficiência de remoção de DQO no efluente tratado

A concentração máxima de DQO no efluente tratado, nos termos da DN COPAM/CERH Nº 1/2008, é 180 mg/ℓ para o lançamento em curso d'água e a respectiva eficiência do sistema de tratamento de remoção média mensal de 70% e anual de 75%.

A DQO representa tanto a matéria biodegradável, principal componente dos efluentes líquidos das atividades de laticínios e resfriamento do leite, quanto a matéria não-biodegradável e pode ser correlacionada com a DBO, para fins de avaliar qual a concepção de tratamento adequada para determinado efluente, para fins de oxidação desta carga orgânica. Para esses 31 empreendimentos, a relação média entre a DBO e DQO é de 0,54 que, segundo o projeto Minas Ambiente/Laticínios (2002) está entre os valores comuns para as indústrias dessas tipologias.

No Gráfico 23 observa-se que 9 empreendimentos excederam o limite 180 mg/l de DQO, enquanto que, conforme o Gráfico 24, todos os 31 empreendimentos atenderam ao padrão de eficiência anual de 75%.

Em relação aos parâmetros pH e temperatura, cujos resultados de monitoramento são ilustrados nos Gráfico 25, e Gráfico 26, os limites de 6 a 9 e 40° C, respectivamente foram atendidos pelos 31 empreendimentos.

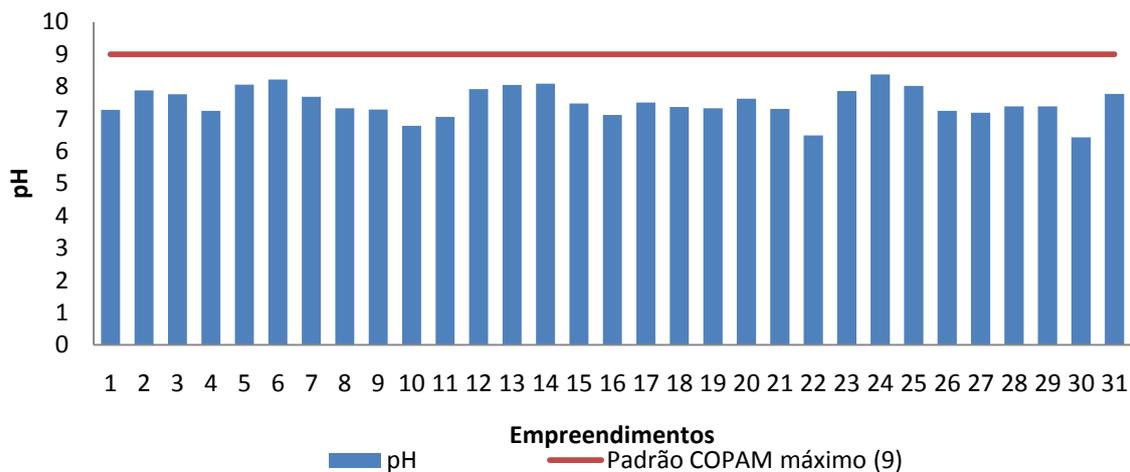


Gráfico 25 – pH do efluente tratado

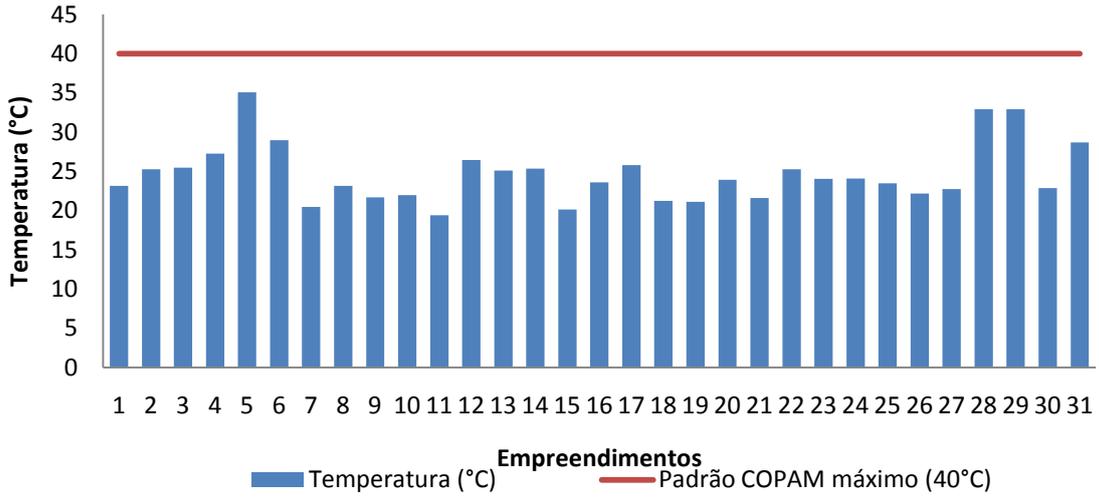


Gráfico 26 – Temperatura do efluente tratado

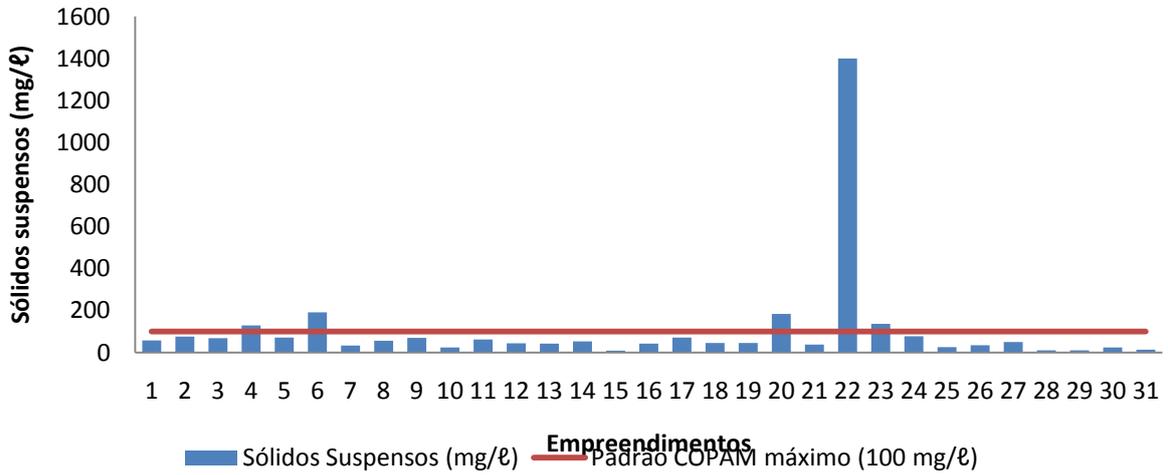


Gráfico 27 – Sólidos Suspensos no efluente tratado

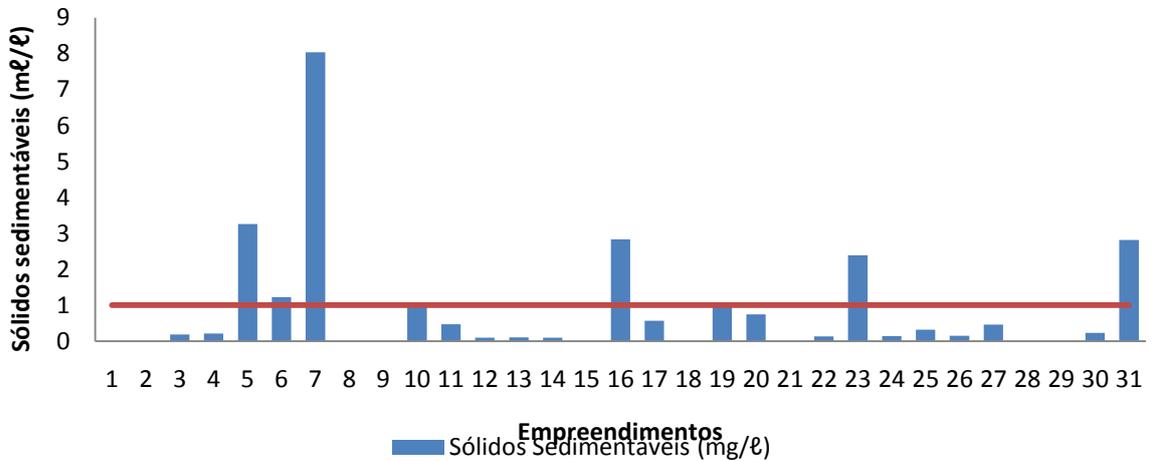


Gráfico 28 – Sólidos Sedimentáveis no efluente tratado

Os Gráfico 27 e Gráfico 28 demonstram que cinco empreendimentos não atendem o parâmetro sólidos suspensos e, para sólidos sedimentáveis, oito não monitoraram o parâmetro e outras sete não atendem ao padrão estabelecido pela legislação ambiental. Cabe destacar que um dos laticínios apresenta um efluente tratado com teor de sólidos em suspensão 10 vezes maior que o limite permitido, fato que pode ser justificado pelos elevados teores desse parâmetro no efluente bruto e cujo tratamento primário, constituído por peneiramento e caixa de gordura, não é suficiente para enquadrar este parâmetros a legislação. Além disto, a média anual de sólidos sedimentáveis de um empreendimento, que correspondeu a 126 ml/l, por ser muito discrepante dos demais resultados nao foi considerada na elaboração do referido Gráfico 28.

Quanto ao parâmetro detergentes, apresentado no Gráfico 29, apenas três empreendimento excederem o limite de 2 mg/ ℓ, entretanto, oito empreendimentos não executam o seu monitoramento. O Gráfico 30, que ilustra os resultados de monitoramento de óleos e graxas, demonstram que o limite de 50 mg/l foi excedido por quatro empreendimentos.

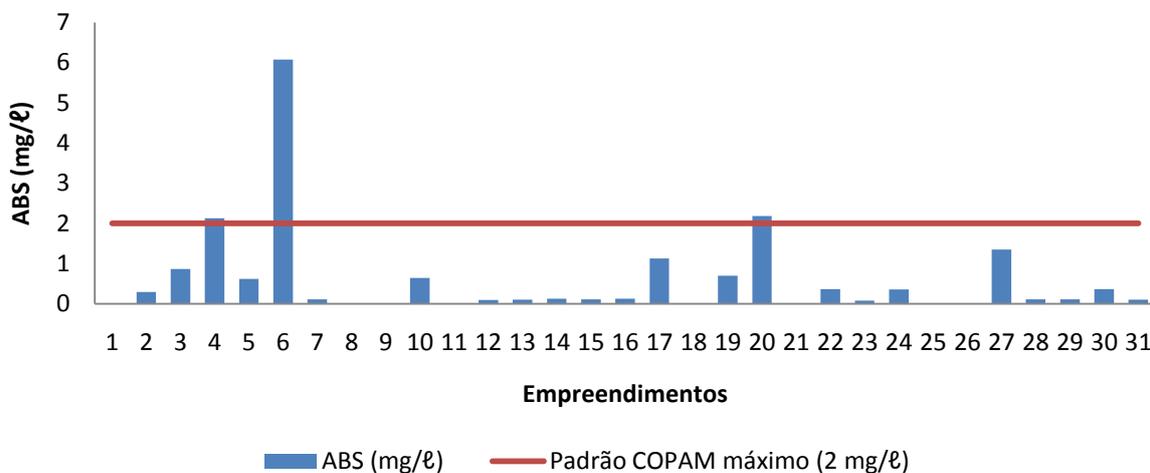


Gráfico 29 – Detergentes no efluente tratado

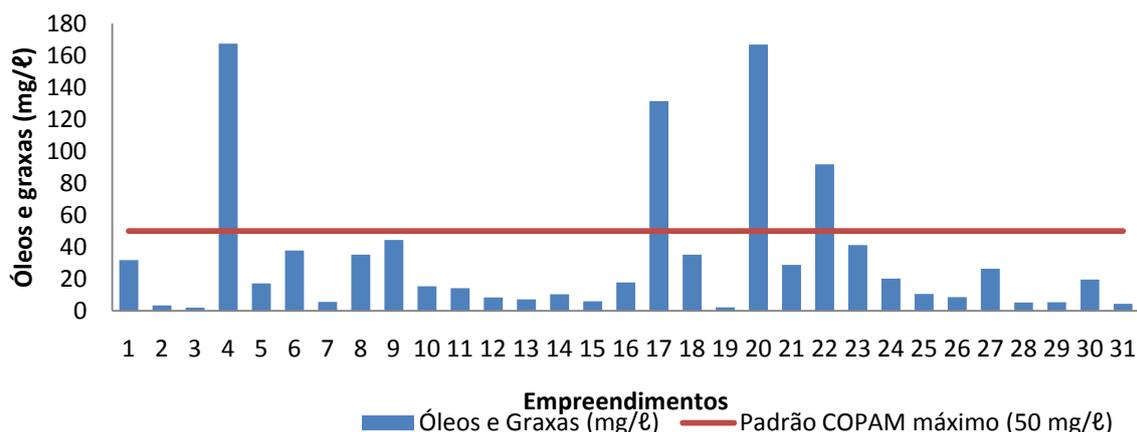


Gráfico 30 – Óleos e Graxas no efluente tratado

Utilizando-se os mesmos critérios para calcular a carga orgânica potencial, procurou-se estimar a carga orgânica efetiva no Estado, sendo considerados os resultados de monitoramento referentes a vazão e a concentração de DBO do efluente tratado.

Para os empreendimentos que não enviam relatórios de automonitoramento, em princípio seriam utilizadas as informações obtidas durante as visitas de campo. Para aqueles regularizados por meio de AAF, que não estão obrigados a encaminhar os resultados de monitoramento ao órgão ambiental, apesar da existência de estação de tratamento de efluentes em funcionamento, pelo princípio da precaução, adotou-se a carga orgânica efetiva como sendo igual a carga orgânica potencial, o que significa dizer que estes efluentes não passaram por qualquer tipo de tratamento. Deste modo, a redução de carga orgânica se limitou aos 31 empreendimentos que enviaram os relatórios de automonitoramento regularmente.

A Tabela 26 apresenta os cenários para geração de efluente líquido e carga orgânica efetiva para os 831 empreendimentos do Estado.

Tabela 26 – Cenários de vazão de efluente líquido e carga orgânica efetiva para os laticínios e postos de resfriamento

Empreendimento	Recebimento de leite total (milhões m ³ /ano)	Cenário de vazão de efluente líquido gerado (milhões m ³ /ano)			Cenário de carga orgânica potencial (mil t DBO/ano)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Laticínios	7,75	1,06	6,645	16,19	1,37	9,175	23,55
Postos de resfriamento	1,99	0,17	0,805	2,67	0,29	1,96	6,92

Para os três cenários, há uma diferença de aproximadamente 1 milhão de m³/ano entre os efluentes que são encaminhados à estação de tratamento e o que efetivamente sai do sistema. Teoricamente, os valores de entrada e saída do sistema de tratamento as vazões deveriam ser similares, entretanto, há perdas devido aos processos de evaporação que são em torno de 5 a 10%.

Juntos, os 30 empreendimentos que enviaram o programa de automonitoramento no ano de 2006 a 2008 foram responsáveis por uma redução média em 27 % da carga orgânica média total gerada. Essa redução, cerca de 7 mil t DBO/ano, é o equivalente a carga orgânica gerada por uma população de mais de 408 mil habitantes.

No Gráfico 31 é apresentada a distribuição da redução de carga orgânica, refletida em termos da carga efetiva, efetiva gerada diariamente por SUPRAM.

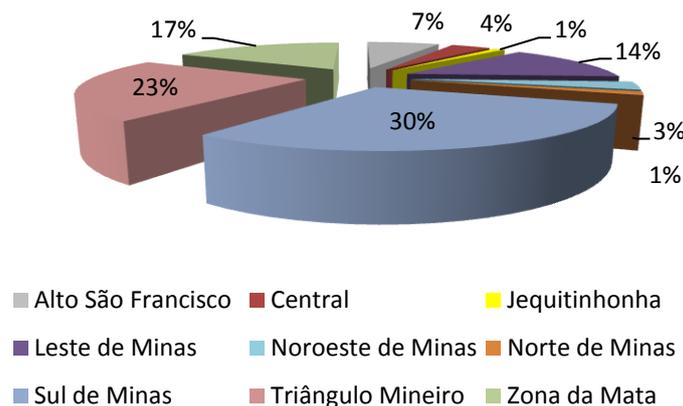


Gráfico 31 – Distribuição de carga orgânica efetiva, gerada diariamente, pelos laticínios e postos de resfriamento por SUPRAM

Observa-se que as maiores reduções na carga orgânica foram relativas as SUPRAMs Alto São Francisco e Central, que reduziram respectivamente 30% e 26% do total. Nas Figura 29, Figura 30 e Figura 31 são apresentadas as distribuições de carga orgânica efetiva nos municípios do Estado.

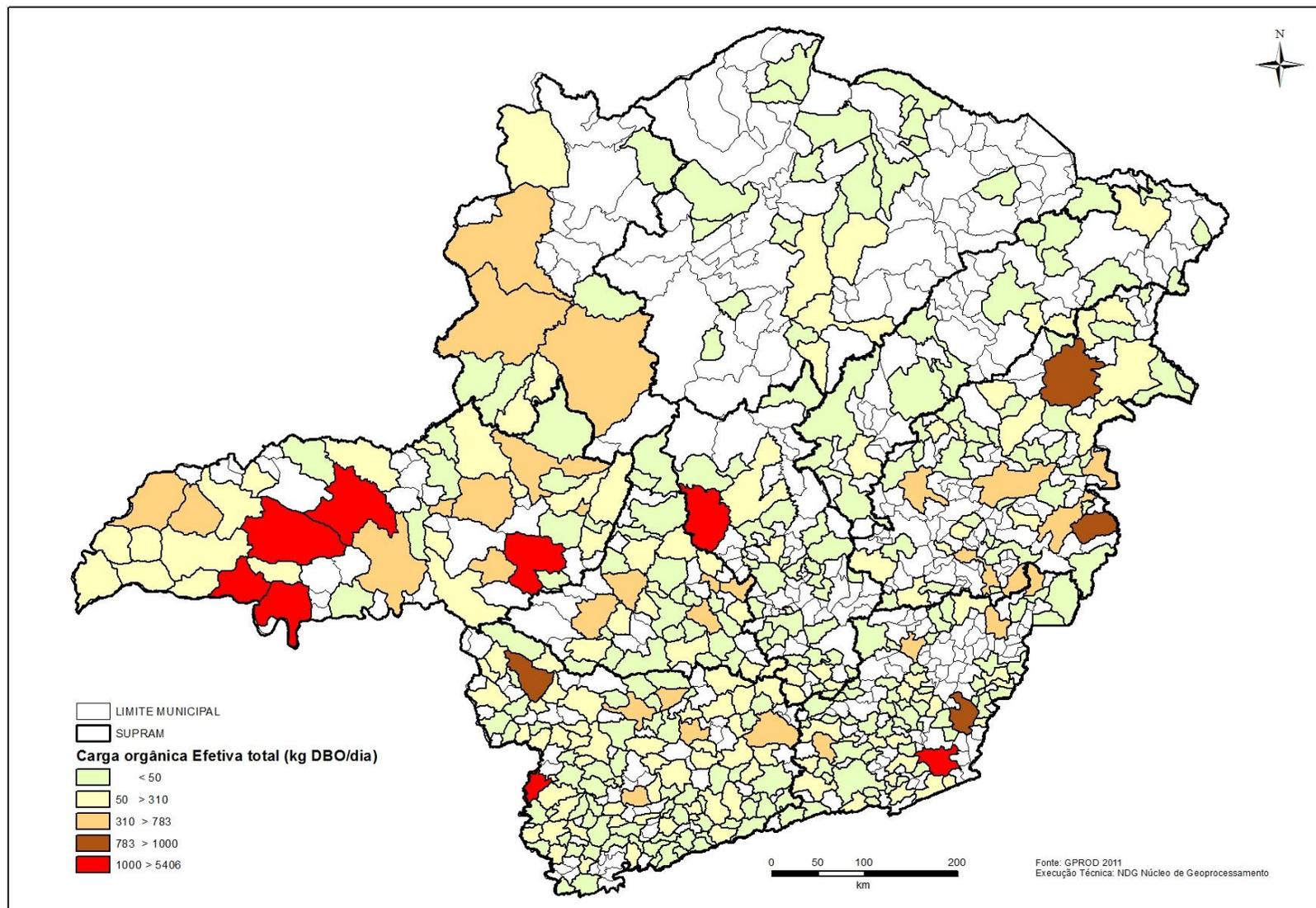


Figura 29 – Distribuição da carga orgânica efetiva total gerada pelos *laticínios e postos de resfriamento* no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008

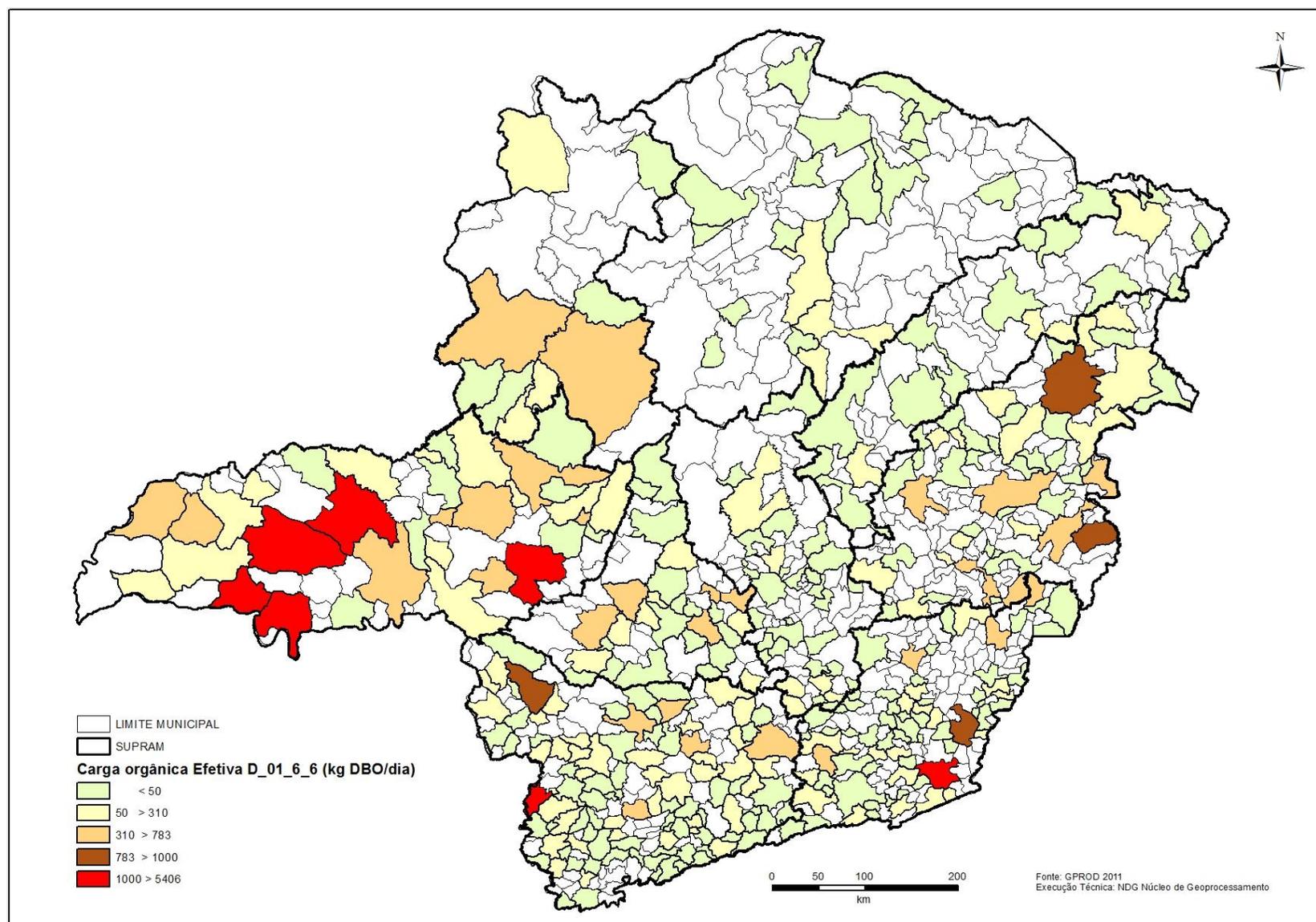


Figura 30 – Distribuição da carga orgânica efetiva total gerada pelos *laticínios* no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008

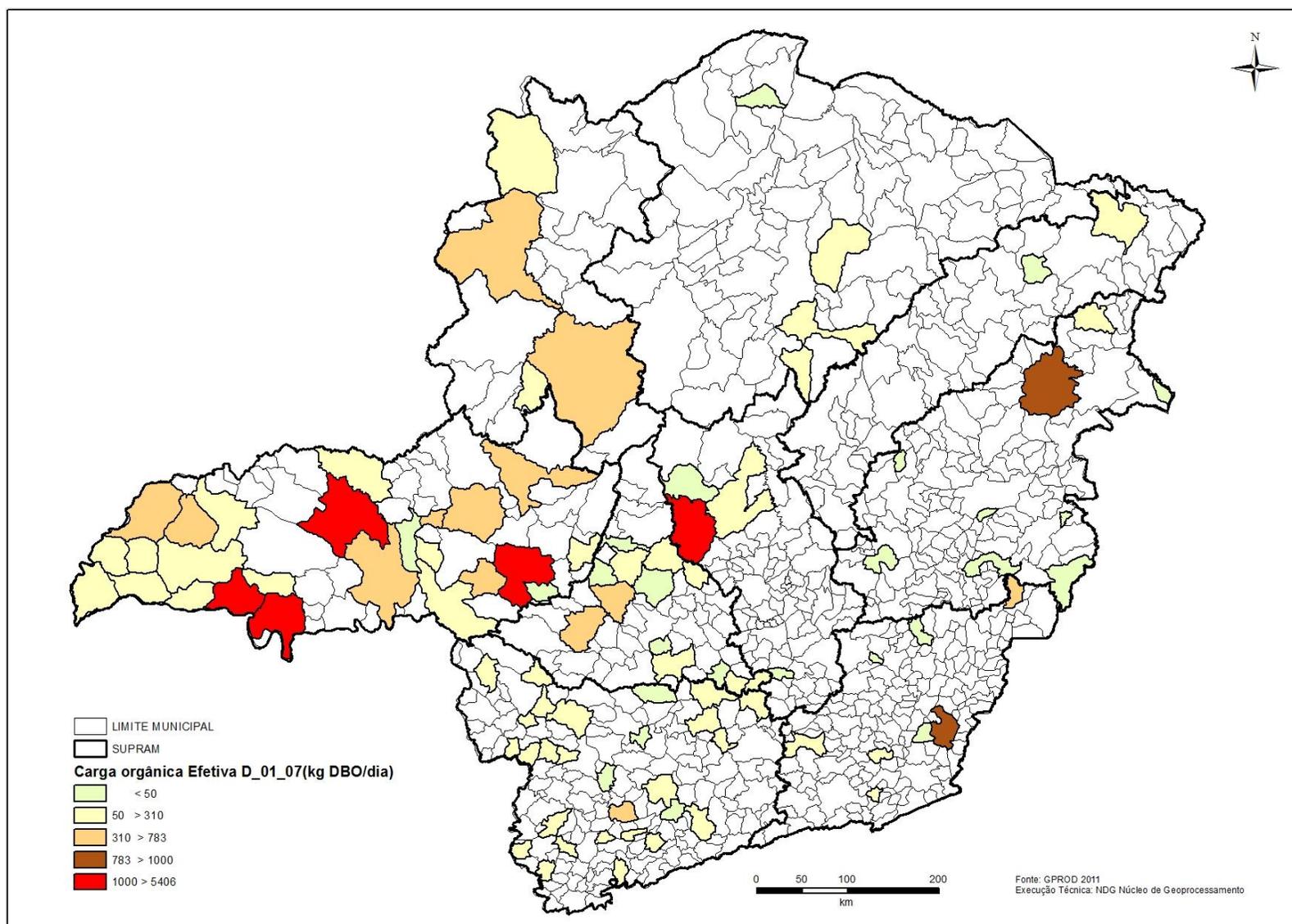


Figura 31 – Distribuição da carga orgânica efetiva total gerada pelos *postos de resfriamento* no Estado de Minas Gerais no período de 2006 a 2008.

Conforme explanação desta contribuição da vazão e carga orgânica por litro de leite processado nota-se que seu lançamento no corpo d'água é extremamente prejudicial à vida aquática. A carga orgânica que é lançada nos rios compete com os peixes no consumo do Oxigênio livre, que para este ultimo é motivo de respiração enquanto que no primeiro para deterioração.

Ainda não foi feito no Estado um estudo mais aprofundado sobre a contribuição dos lançamentos dos laticínios na qualidade das águas de uma bacia hidrográfica. Cabe ressaltar a importância de tal averiguação após a constatação dos cenários de vazão e carga orgânica obtidas neste relatório.

Em relação à forma de destinação final do efluente líquido tratado, dos 94 empreendimentos com ETEs implantadas, observou-se que o lançamento em corpos d'água, diretamente, é a mais recorrente, como é possível verificar no Gráfico 32 abaixo.

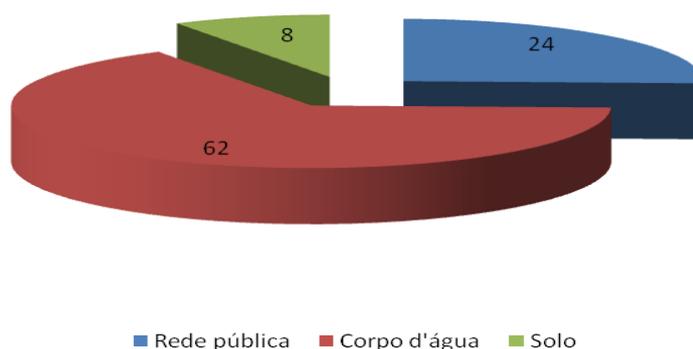


Gráfico 32 – Lançamento do efluente tratado nas ETEs em operação nos empreendimentos pesquisados

Convém destacar que a disposição do efluente líquido no solo é preocupante, quando realizada sem observância dos critérios técnicos.

A prática de infiltração no solo pode causar uma série de prejuízos quando realizada sem uma análise de viabilidade cuidadosa. A carga orgânica excessiva pode causar a redução da permeabilidade do solo, causada pela presença de elevados teores de óleos e graxas, e odores desagradáveis devido ao desenvolvimento de condições anaeróbias.

A aplicação excessiva de nitrogênio, presente neste tipo de efluente tratado, pode contaminar o lençol freático por meio de sua percolação no solo, assim como acontece com o fósforo. Esses elementos também podem atingir as águas superficiais quando

são carregados pelas águas pluviais. A possibilidade de exposição a micro-organismos patogênicos apenas quando em conjunto com o esgoto também deve ser considerada no caso da aplicação.

A infiltração no solo ou a irrigação de culturas podem ser técnicas de disposição viáveis se atendidos requisitos como caracterização do solo, determinação de fator limitante na composição do efluente tratado e estabelecimento de taxas de aplicação, que visam atender as necessidades das culturas e de manutenção da sanidade do solo.

Fatores dificultadores para o lançamento destes efluentes líquidos no solo são a ausência de limites legais e custo elevado de monitoramento das áreas de disposição, que incluem análises físico-químicas e biológicas de solo, efluentes e águas superficiais e subterrâneas.

Em relação aos 171 empreendimentos para os quais foram realizadas visitas técnicas, 13 empreendimentos estão em fase de implantação dos sistemas de tratamento de efluentes líquidos, enquanto os 64 restantes ainda não o fizeram.

O lançamento mais comum do efluente sem tratamento é em rede pública. Entretanto, cerca de 36%, ainda lança em corpos d'água e 25% dispõe em solo. Não há restrições para o lançamento em rede pública, desde que o município tenha estação de tratamento licenciada e capaz de tratar o efluente da indústria. De modo geral, o lançamento está condicionado ao aceite desse efluente pela concessionária ou responsável.

4.2 Emissões Atmosféricas

As emissões atmosféricas provenientes dos sistemas utilizados para geração de calor necessário ao processo produtivo são outra fonte significativa de impacto ao ambiente.

Usualmente, são utilizadas caldeiras para fornecimento do vapor e as emissões geradas dependem da natureza do combustível queimado, podendo ser liberados óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio e/ou material particulado. Caso os valores medidos ultrapassem os estabelecidos pela legislação ambiental vigente, é necessária a adoção de medidas de controle.

Os padrões de lançamento de fonte pontual devem atender ao estabelecido nas Deliberações Normativas COPAM Nº 11/1986, Deliberação Normativa COPAM Nº 01/1992 (Tabela 27), e pela Resolução CONAMA Nº 382/2006 (Tabela 28).

Tabela 27 – Padrões de lançamento de efluentes atmosféricos da DN COPAM Nº 11/1986

Fontes	Parâmetros DN COPAM Nº 11/1986 e Nº01/1992	
	MP	SO ₂
Caldeiras a lenha	200 mg/Nm ³	-
Caldeiras a biomassa	200 mg/Nm ³	-
Fontes não listadas	150 mg/Nm ³	2.500 mg/Nm ³
Caldeiras a óleo	100 mg/Nm ³	Instalações com potência nominal total ≤ 70: 5.000 gSO ₂ /10 ⁶ kcal Instalações novas com potência nominal total >70: 2.000 gSO ₂ /10 ⁶ kcal Instalações existentes com potência nominal total >70: 2.750 gSO ₂ /10 ⁶ kcal

Fonte: DN COPAM 11/1986

Tabela 28 – Padrões de lançamento de efluentes atmosféricos da Resolução CONAMA Nº 382/2006

Combustível	Potência térmica nominal (MW)	Parâmetros Resolução CONAMA Nº 382/2006		
		MP (mg/Nm ³)	NO ₂ (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)
Óleo combustível	Menor que 10	300	1.600	2.700
	Entre 10 e 70	250	1.000	2.700
	Maior que 70	100	1.000	1.800
Bagaço de cana-de-açúcar	Menor que 10	280	-	-
	Entre 10 e 75	230	350	-
	Maior que 75	200	350	-
Derivados de madeira	Menor que 10	730	-	-
	Entre 10 e 30	520	650	-
	Entre 30 e 70	260	650	-
Gás natural	Maior que 70	130	650	-
	Menor que 10	-	320	-
	Maior ou igual a 70	-	200	-

Fonte: Resolução CONAMA 382/2006

O atendimento à Resolução CONAMA ou a Deliberação Normativa COPAM dependerá da legislação cujo parâmetro analisado for mais restritivo. Obrigatoriamente todos deverão estabelecer a Resolução CONAMA Nº 382/2006 para o parâmetro NO₂, uma vez que a DN COPAM Nº 11/1986 não o contempla.

No âmbito do projeto Minas Ambiente/Setor Laticínios, coordenado pela FEAM, a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) realizou um estudo sobre a dependência do nível de emissões atmosféricas com a capacidade instalada da caldeira e sua localização, em área urbana e rural, definindo os critérios estabelecidos no Anexo II da DN COPAM Nº 68/2003. Na referida deliberação, empreendimentos localizados em área urbana com capacidade de geração de vapor até 1.000 kg/h ou em área rural e capacidade até 2.000 kg/h estariam dispensados de implantar sistemas de controle, desde que fossem adotadas as medidas operacionais adequadas. A obrigatoriedade do

sistema de controle de emissões seria para aqueles em área urbana com capacidade de geração de vapor superior a 1.000 kg/h ou em área rural superior a 2.000 kg/h.

Utilizando-se dessa prerrogativa, durante a análise do processo de licenciamento de empresas que não faziam parte do projeto Minas Ambiente, o órgão ambiental vem utilizando este mesmo critério. Cabe destacar, entretanto, que essa dispensa da exigência de adoção de sistema de controle estava condicionada a comprovar, por meio do laudo de amostragem da chaminé o atendimento a legislação ambiental.

Considerando os critérios dessa deliberação, metade dos empreendimentos levantados neste estudo, por se encontrarem localizados em área urbana, deveria ter sistema de controle caso a capacidade de geração de vapor da caldeira fosse superior a 1.000 kg/h, conforme mostra o Gráfico 33.

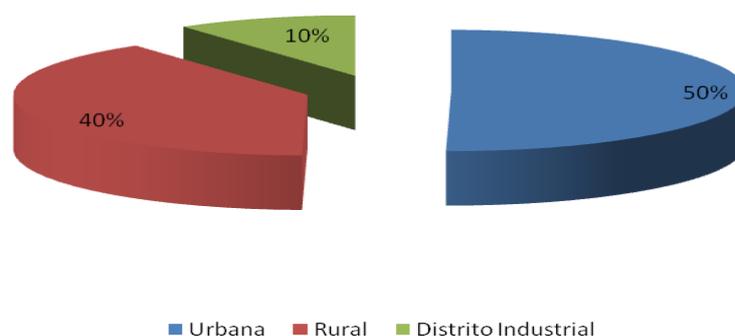


Gráfico 33 – Localização dos empreendimentos pesquisados

Entretanto, conforme já citado, a utilização do critério da DN COPAM Nº 68/2003 dependia da verificação durante a análise do processo de licenciamento das características da caldeira e do laudo apresentado pelo empreendedor da medição das emissões atmosféricas, tanto nos estudos ambiental (RCA/PCA) quanto na periodicidade estabelecida nas condicionantes da licença. Caso fosse verificado o descumprimento da legislação, o órgão ambiental poderia, a qualquer momento, solicitar a implantação dos sistemas de controles adequados.

Como não são apresentados estudos para concessão da AAF ou condicionantes a serem cumpridas, nestes casos, não há como determinar qual é o nível de atendimento aos padrões definidos pela legislação nas chaminés de caldeiras. Obviamente, este mesmo desconhecimento se aplica aos empreendimentos que não tem licença vigente.

Cerca de 71% das caldeiras implantadas nas empresas pesquisadas não têm sistema de controle de emissões atmosféricas, aumentando para 87% quando consideradas apenas àquelas com AAF ou sem licença ambiental. A maior parte dos empreendimentos que possuem sistema de controle de emissões implantados, cerca de 70%, possuem a licença ambiental. Àqueles sem licença ou apenas com AAF que tem sistema de controle estão localizados exclusivamente em área urbana.

Na prática, observa-se que algumas empresas optam pela utilização de combustíveis tais como gás natural, GLP ou sebo bovino para um atendimento a legislação ambiental sem a necessidade de implantar sistemas para controle das emissões atmosféricas. Conforme já relatado no sub item 3.5.2 – Energia Térmica, o combustível mais utilizado por empresas do setor é a lenha, acompanhado do óleo BPF. Ainda assim, ocorrem variações para o abastecimento das caldeiras, mesmo em pequenas quantidades, como a utilização de biomassa e gás GLP.

Dentre os sistemas de controle de emissões mais utilizados estão os ciclones e lavadores de gases, sendo também utilizado catafuligem, principalmente, para caldeiras de pequenas capacidade e que utilizam a lenha para redução do material particulado emitido. Tal distribuição é melhor representada pelo Gráfico 34.

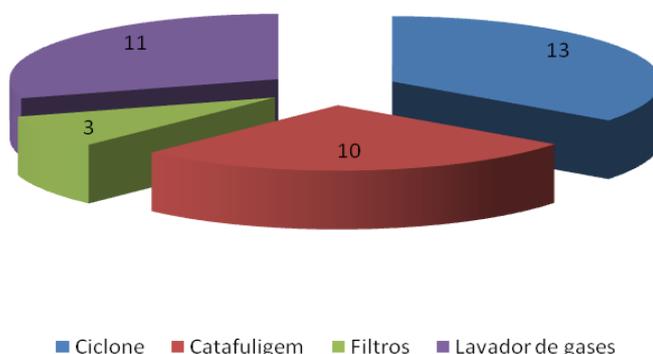


Gráfico 34 – Tipo de sistema de controle de emissões atmosféricas implantados

Os ciclones e filtros são comumente usados quando o combustível é a lenha e seus derivados. No caso da utilização do óleo BPF, por se tratar de um combustível fóssil, sua combustão resulta na emissão de dióxido de enxofre (SO_2), o que exige um controle maior, já que este é um dos gases colaboradores para o efeito estufa. Os lavadores de gases são sistemas que consegue sequestrar tais substâncias no momento da emissão, o que não seria possível obter com sistemas de filtros ou ciclones.

Normalmente, as condicionantes de um processo de licença ambiental solicitam o encaminhamento de relatório de monitoramento das caldeiras uma vez ao ano, para o setor de laticínios. Para termos uma noção de como se mostra este impacto no setor, foram analisados laudos dos anos de 2006, 2007 e 2008 dos empreendimentos que enviavam tais análises. Notou-se que pouquíssimas empresas apresentavam freqüência no envio dos documentos. Ainda assim, foi possível uma análise em relação aos dados obtidos de 30 empreendimentos.

Desses empreendimentos, 4 possuíam mais de uma caldeira, que também alternavam seus combustíveis entre lenha e óleo BPF. Para 10 empresas não foi possível utilizar dados, pois apresentavam valores discrepantes, com unidades variadas, que não se enquadravam nos padrões solicitados.

Sendo assim, trabalhou-se os dados de 28 caldeiras, sendo 14 a lenha e as demais a óleo BPF. Para o caso das caldeiras que usavam lenha vou verificar o parâmetro Material Particulado, conforme Gráfico 35.

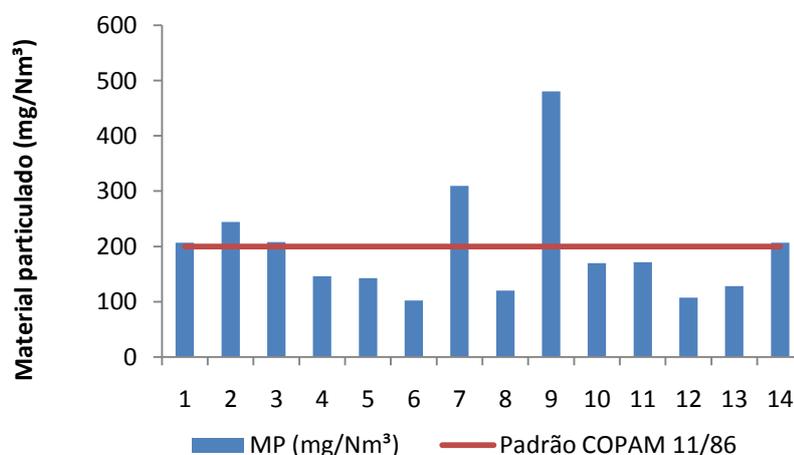


Gráfico 35 – Média das taxas de emissão de Material Particulado das caldeiras que utilizam lenha em 2006, 2007 e 2008.

De 14 caldeiras verificadas, 6 não atenderam ao padrão estabelecido pela DN COPAM 11/86, que é de 200 mg/Nm³. Destas 6 empresas, aquelas que mais se aproximaram do padrão (3) possuíam sistema de controle tipo “catafuligem” e, as demais que ultrapassaram em mais de 10% o padrão não possuíam nenhum equipamento de controle das emissões.

Das 14 caldeiras que utilizavam óleo BPF como combustível foi possível avaliar dados de apenas 10 equipamentos, pois os demais apresentavam valores duvidosos muito fora do padrão que se observa nos lançamentos. Os parâmetros analisados para este combustível foi Material particulado e Dióxido de Enxofre (SO₂). O comportamento das vazões nas emissões podem ser observados por meio dos Gráfico 36 e Gráfico 37.

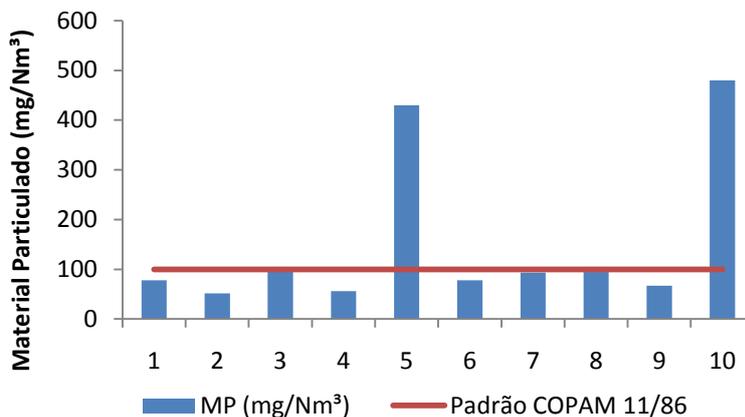


Gráfico 36 – Média das taxas de emissão de Material Particulado das caldeiras que utilizam óleo BPF em 2006, 2007 e 2008.

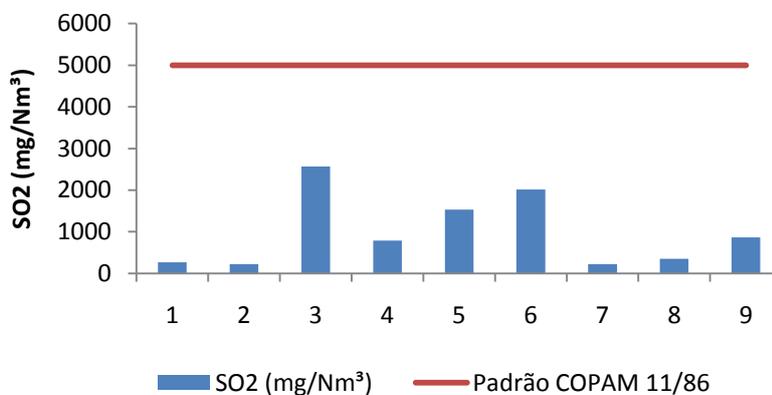


Gráfico 37 – Média das taxas de emissão de SO₂ das caldeiras que utilizam óleo BPF em 2006, 2007 e 2008.

Neste caso, observou-se que apenas duas empresas excederam o padrão para o parâmetro material particulado e todas apresentaram taxas de emissão muito abaixo do padrão para o parâmetro SO₂. Todas as caldeiras eram dotadas de sistema de controle de emissões tipo lavador de gases.

Conforme observado, os sistemas de controle são os responsáveis pelo atendimento da legislação, porém, para seu perfeito funcionamento os mesmos devem passar por freqüentes manutenções e regulagens.

4.3 Resíduos Sólidos

A geração de resíduos sólidos também é um impacto ambiental significativo da atividade.

A Lei Estadual Nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, classifica *destinação final* como o encaminhamento dos resíduos sólidos para que sejam submetidos ao processo adequado, seja ele a reutilização, o reaproveitamento, a reciclagem, a compostagem, a geração de energia, o tratamento ou a disposição final, de acordo com a natureza e as características dos resíduos e de forma compatível com a saúde pública e a proteção do meio ambiente, e *disposição final* a disposição dos resíduos sólidos em local adequado, de acordo com critérios técnicos aprovados no processo de licenciamento ambiental pelo órgão competente. Portanto, a Lei Estadual Nº 18.031/2009 determina que, sem exceção do nível de regularização do empreendimento junto ao órgão ambiental, todos os resíduos gerados devem ter a disposição e tratamento ambientalmente corretos pelo gerador.

Procurou-se na execução deste trabalho quantificar os resíduos gerados pelas atividades de fabricação de produtos de laticínio e de resfriamento de leite. Entretanto, houve uma grande dificuldade para obtenção dessas informações.

A DN COPAM Nº 90/2005, que dispõe sobre a obrigatoriedade da declaração da geração, características, armazenamento, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos, não contempla o setor de laticínios e resfriamento de leite. Assim, os únicos dados quantitativos que se dispõe são os que constam dos estudos apresentados quando ocorre o licenciamento ambiental e dos relatórios de resíduos solicitados nas condicionantes da licença concedida.

Para os mesmos 31 empreendimentos que foram solicitados dados e informações sobre o monitoramento de efluentes líquidos e emissões atmosféricas, foram solicitados dados referentes ao monitoramento de resíduos sólidos, os quais se referem ao período de 2006 a 2008.

Todavia, devido à heterogeneidade das informações declaradas pelos empreendimentos, não foi possível estabelecer uma relação entre a quantidade de leite recebida ou processada e a geração de resíduo sólido gerado. Alguns empreendimentos têm contabilizado apenas os resíduos compostos por plástico, papel, papelão e alumínio. Outros empreendimentos declaram, além desses resíduos, lâmpadas fluorescentes, baterias e equipamentos de proteção individual em desuso.

Conforme dito anteriormente, entre os resíduos gerados pelo setor, é possível verificar a existência de plástico (de embalagens e botas), papel, papelão, vidro, bombonas plásticas, embalagens de produtos químicos, sucata metálica, lâmpadas, pilhas, baterias, cinzas ou fuligem da caldeira, restos de produção, resíduos da estação de tratamento de efluentes (retido no gradeamento e peneiras, lodo biológico etc), além daqueles de característica domiciliar, tais como os provenientes de banheiros e refeitórios.

No questionário padrão respondido pelos 171 empreendimentos, incluindo-se os 31 que enviaram as informações de monitoramento, verificou-se a tendência a separação do plástico e do papel (juntamente com o papelão) para a venda ou doação a terceiros, com os demais resíduos sendo recolhidos pela coleta pública, incluindo no caso de restos de produção ou resíduos da ETE, quando estes eram declarados, ou quando o empreendimento era detentor de uma estação de tratamento. Em relação às quantidades geradas de resíduos, somente foram consistidos os valores informados pelos empreendedores que efetivamente mensuram tais resíduos. A Tabela 29 apresenta a distribuição do tipo de resíduo sólido gerado por número de empreendimentos e o somatório das quantidades informadas.

Tabela 29 – Distribuição da quantidade de resíduos sólido gerado por empreendimento.

Resíduo sólido	Número de Empreendimentos que informaram o resíduo	Quantidade de resíduo total (t/mês)
Plástico	102	93,41
Papel/Papelão	89	177,55
Resíduos da ETE	43	637,76
Sucata metálica	25	137,99
Restos de produção	25	60,73
Cinzas da caldeira	19	21,46
Lixo doméstico	15	15,22
Vidro	4	0,19
Total	171	1.144,29

Apesar do plástico e papel/papelão serem os resíduos notadamente presentes nos empreendimentos, os resíduos mais volumosos são originados na ETE. Ressalta-se que, os resíduos da ETE referem-se aos retidos no tratamento primário – do gradeamento, peneiras, flotador etc – e ao lodo do biológico. Obviamente, o volume de lodo depende do seu teor de umidade antes da disposição final, para isto alguns empreendimentos utilizam leitos de secagem (Figura 32), São abertos, com canaletas de coleta de água residuária que voltam para a ETE.

**Figura 32 – Leitos de secagem de lodo**

Para os resíduos de origem exclusivamente biológica, há estudos apresentados ao órgão ambiental para disposição em área agrícolas. Entretanto, essa opção pode ser comprometida caso haja o lançamento de efluente sanitário na ETE ou uma grande adição de produtos químicos para o tratamento, tornando a disposição em aterros industriais a única opção aceitável.

O lodo da ETE possui características interessantes quando comparado à adubação do solo para determinadas plantações. É aceitável esta disposição desde que seja realizada conforme um projeto elaborado por profissional habilitado, levando em consideração as características do lodo em questão e à carência e aceitação do solo. importantes para o solo. A Resolução CONAMA 375/2006 estabelece critérios para esta disposição, que atualmente é adotada como padrão exigido na entrega de projetos junto ao órgão ambiental competente na análise e liberação desta atividade.

Existem mais estudos no Estado para a disposição deste resíduo, como a obtenção de adubo orgânico, junto ao soro ácido e a outros resíduos, ou também estudos de utilização deste lodo como combustível para caldeiras. Entretanto apenas o primeiro estudo foi comprovado e liberado para implantação.

Caso semelhante são as cinzas retiradas das caldeiras. (Figura 33). Suas características também se apresentam para boa adubação para determinadas plantações e determinados tipos de solo. Cabe ressaltar que esta disposição apenas é aceitável após liberação pelo órgão ambiental responsável pelo acompanhamento da empresa e por meio de projeto apresentado e assinado por profissional habilitado, em comum acordo.



Figura 33 – Cinzas da caldeira

As formas de disposição mais utilizadas para o material reciclável (plásticos, papel, papelão, sucata, vidro), para os empreendimentos com licença ambiental, foi a comercialização com empresas também regularizadas junto ao órgão ambiental. No casos de empreendimentos que obtiveram AAF ou irregulares, a destinação mais comum é a venda para terceiros sem preocupação deste estar regular, ou doação para catadores.

Quanto aos resíduos da ETE, restos de produção e cinzas da caldeira, a forma usual é disposição no solo em área agrícola, aterro sanitário ou alimentação animal (nesse caso, exclusive as cinzas). Por fim, o lixo doméstico, recolhido pelo de coleta público. Nesse caso, a disposição é considerada inadequada quando o município não possui aterro sanitário devidamente licenciado.

Outro aspecto que é importante ser lembrado é sobre o armazenamento temporário dos resíduos, que geralmente acontece dentro do complexo empresarial, e este por ser de cunho alimentício, além das questões ambientais devem seguir à regras higienico-sanitárias para não comprometer a qualidade de seus produtos.

O local adequado deve ser afastado da unidade produtiva, de fácil acesso aos caminhões e transportes coletores, com piso impermeabilizado, cobertura e fechado. Deve ser arejado, ser separado de acordo com suas características e devidamente identificados, conforme mostra Figura 34.



Figura 34 – Armazenamento temporário de resíduos sólidos

Coletas seletivas devem ser espalhadas ao longo do empreendimento para facilitar a separação do resíduo gerados pelos funcionários e demais pessoas que circulam o local (Figura 35)



Figura 35 – Coleta seletiva

Estes locais para armazenamento temporário de resíduos podem ser observados nos em alguns empreendimentos de maior porte, que possuem licença, porém, de acordo com as vistorias nem todos os empreendimentos licenciados possuem tal local, nem mesmo coleta seletiva.

**PRODUÇÃO
MAIS LIMPA (P+L)**

5 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992, colocou em pauta um novo modelo de desenvolvimento para o século 21 definindo um marco histórico de nível internacional em relação às estratégias para o desenvolvimento sustentável (PNUMA, 2004).

Em tais estratégias se encaixam os programas de Produção Mais Limpa (P+L), que podem ser vistos como importante ferramenta para a promoção do desenvolvimento sustentável, uma vez que estes visam principalmente o aumento da eficiência produtiva e a redução dos impactos causados pelas atividades industriais, levando em consideração inclusive o ciclo de vida de todos os produtos envolvidos no processo.

O conceito de P+L foi definido pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) no início da década de 1990, como sendo a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco-eficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. Aplica-se a:

- Processos produtivos: inclui conservação de recursos naturais e energia, eliminação de matérias primas tóxicas e redução da quantidade e da toxicidade dos resíduos e emissões;
- Produtos: envolve a redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração de matérias-primas até a sua disposição final, e
- Serviços: estratégia para incorporação de considerações ambientais no planejamento e entrega dos serviços.

5.1 Medidas de P + L para o setor de laticínios

De maneira geral, um programa de P+L tende a seguir algumas linhas que servem como piloto para elaboração de um plano específico para cada empreendimento. Este plano pode variar de acordo com o porte do empreendimento e da intenção da abrangência do programa. Sendo assim, segundo a CETESB (2008a), pode-se implementar o programa basicamente de duas formas:

- Por situações específicas, claramente aparentes, buscando atingir setores específicos da empresa, sendo a escolha desses setores definidos pela maior necessidade em relação ao consumo de insumos, geração de resíduos e/ou efluentes, geração de poluição, grau de riscos de acidentes (ameaçadores do meio ambiente e/ou da saúde e bem estar da população diretamente afetada pelo empreendimento), dentre outros aspectos que atinjam somente aqueles setores geradores de problemas ambientais e/ou de rendimento e desperdícios da empresa;
- Por meio da elaboração, programação e execução de um “Programa de P+L”, que exige um grau de planejamento maior, abrangendo todos os setores da empresa, e ainda o maior nível de detalhamento da identificação dos problemas e das propostas de soluções, maior uso de recursos humanos e materiais, alto nível burocrático e grande tempo de abrangência do programa.

Para os empreendimentos destinados a fabricação de produtos de laticínios e de resfriamento de leite no Estado de Minas Gerais, são apresentadas, de uma forma generalizada, medidas para uma produção mais limpa aplicável aos diversos setores e aos processos existentes neste tipo de empreendimento, principalmente voltados para as empresas de pequeno e médio porte, e também abranger as diversas linhas de produção existentes no ramo dos laticínios.

5.1.1. Compras e Aquisições

Nesta etapa prevalece o gerenciamento de matérias primas e insumos, como água, produtos químicos e energia, visando reduzir a necessidade de grandes espaços para armazenamento, minimizar as perdas, facilitar o acompanhamento do consumo de cada insumo e produto - uso mais consciente e sem desperdícios, evitar perdas por vencimento de prazos de validade e, conseqüentemente, a redução de resíduos e efluentes, e reduzir o risco de acidentes com produtos perigosos.

Ações como análise do ciclo de vida de cada insumo, qualidade e rendimento e uso de produtos similares menos agressivos ao meio ambiente são o primeiro passo deste setor.

É válido lembrar que a mão de obra também gera impactos como efluentes. Um bom programa de P+L deve considerar este fator, buscando mão de obra mais qualificada

para melhoria da eficiência dos serviços o que pode gerar uma redução no quadro de empregado.

5.1.2. Recepção de leite

Neste estudo, se considerou parte da etapa de recepção de leite, além da transferência do leite dos caminhões para a planta industrial do laticínio, a análise do leite recebido e a lavagem dos tanques dos caminhões.

As medidas de P+L viáveis nesta etapa de recepção de leite estão descritas a seguir:

Recepção de leite propriamente dita:

- Identificar e corrigir vazamentos nas conexões, mangueiras e/ou tubulações de transferência do leite;
- Reduzir a recepção em latões;
- Favorecer a inclinação do caminhão tanque para o completo transbordo de leite;
- Certificar que todo o leite foi transferido;
- Manter o motor do caminhão desligado durante a descarga.

Lavagem dos tanques dos caminhões;

- Usar equipamentos pressurizadores de baixo consumo de água;
- Encaminhar a água de lavagem para a tratamento específico;
- Certificar que não fique água dentro do tanque do caminhão.

5.1.3. Pasteurização

O processo de pasteurização requer muita energia devido à necessidade de altas temperaturas, necessitando para isto o vapor, que é produzido em caldeiras.

A escolha do combustível deve considerar fatores como disponibilidade deste na região, eficiência energética, emissão de poluentes e facilidade de controle na operação.

Como na pasteurização, o leite aquecido é submetido a um resfriamento rápido, para abaixar a temperatura são geralmente usados sistemas de refrigeração a base de amônia.

As medidas de P+L em relação à pasteurização do leite estão aqui divididas em sistema de aquecimento, sistema de resfriamento e a pasteurização propriamente dita.

Sistema de aquecimento - caldeira:

- Dimensionar adequadamente o equipamento para evitar desperdício de vapor ou falta do mesmo;
- Proceder a manutenção com as frequências recomendadas pelo fabricante;
- Reutilizar do vapor condensado da caldeira, preservando sua temperatura até o momento de reentrada na caldeira, melhorando assim a eficiência energética do equipamento e reduzindo o consumo de água e produtos químicos usados para o tratamento desta;
- Utilizar os trocadores de calor do sistema de exaustão da caldeira para aquecer a água de abastecimento. Desta forma a água na alimentação da caldeira já estará a temperaturas mais elevadas;
- Identificar e conter vazamentos;
- Instalar bons sistemas de isolamento térmico nas tubulações e no tanque de abastecimento de água (após o pré-aquecimento);
- Monitorar e, se necessário, controlar os gases de exaustão da caldeira, respeitando os limites da legislação pertinente;
- Usar preferencialmente combustíveis renováveis;
- Conscientizar e treinar dos funcionários para evitar desperdício de vapor;

- Treinar o operador da caldeira para que forneça somente a quantidade de combustível necessária para manter a pressão de trabalho do equipamento.

Sistema de resfriamento do pasteurizador:

- Dimensionar adequadamente o equipamento para evitar desperdício de energia;
- Proceder a manutenção com as frequências recomendadas pelo fabricante;
- Identificar e conter vazamentos;
- Elaborar um plano de emergência em caso de vazamento da amônia, contendo inclusive as propostas mitigadoras para o controle de águas contaminadas com amônia;
- Usar bons sistemas de isolamento térmico.

Pasteurização do leite:

Uso de equipamentos com sistema de trocadores de calor, como demonstrado na Figura 36.

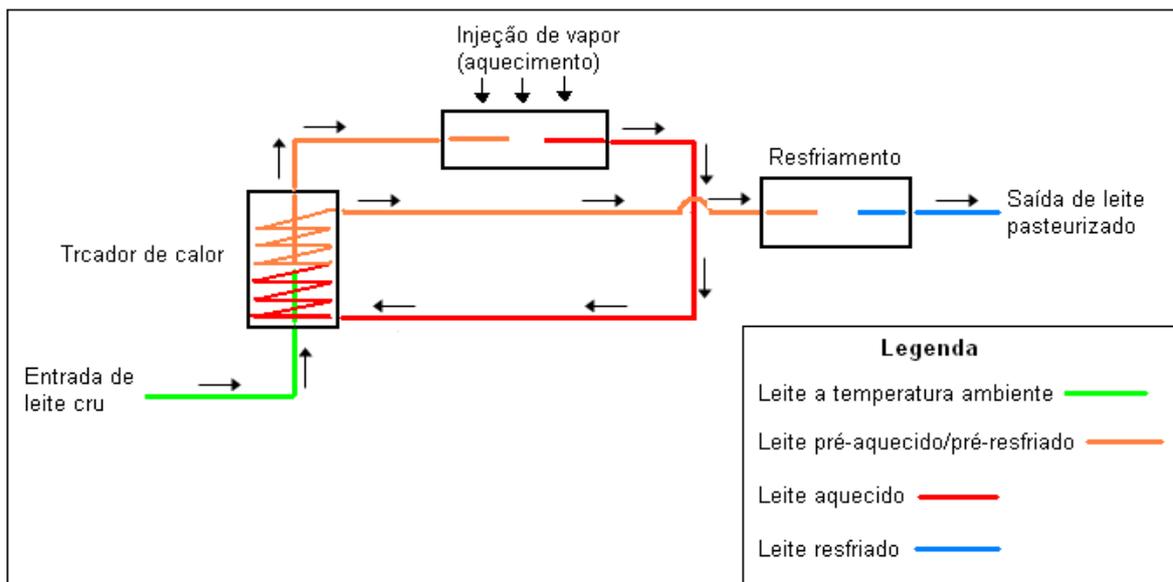


Figura 36 – Esquema de reaproveitamento da energia térmica no pasteurizador

- Proceder a análise do leite antes e imediatamente depois do processo de pasteurização, detectando problemas antes da próxima etapa de produção;

- Identificar e conter vazamentos;
- Seguir as recomendações do fabricante.

5.1.4. Processos Produtivos

No que diz respeito ao processo produtivo são enfatizadas as propostas de P+L para o processo produtivo do leite UHT, do leite pasteurizado e de queijo, sendo estes os produtos mais comuns nos laticínios, e por conter características que podem ser expandidas para outros produtos de uma planta industrial.

Processo Produtivo do Leite UHT

O processo produtivo do leite UHT é bastante simplificado por ser um processamento de circuito fechado, podendo ser dividido em três etapas: recepção do leite, pasteurização e embalagem. Quanto ao processo de recepção e pasteurização já foram citadas as propostas de P+L.

Para processo de embalagem, no caso do leite UHT, podem ser adotadas as seguintes medidas:

- Manutenção e correta regulação do equipamento embalador, uma vez que as perdas estão diretamente relacionadas a estes aspectos;
- Treinamento dos funcionários;
- Seguir as orientações do fabricante.

Processo Produtivo do Leite Pasteurizado

Assim como o leite UHT, o processo produtivo do leite pasteurizado também pode ser dividido em recepção do leite, pasteurização e embalagem, porém nesta última etapa o leite pasteurizado requer mais medidas de controle por não ser, na maioria das vezes, um sistema fechado.

Para o processo de embalagem do leite pasteurizado sugerem-se as seguintes medidas de P+L:

- Proceder a manutenção e correta regulagem do equipamento embalador, uma vez que as perdas estão diretamente relacionadas a estes aspectos;
- Executar o treinamento de funcionários;
- Seguir as orientações do fabricante dos equipamentos principalmente de envase.
- Proceder as análises freqüentes do leite nas várias etapas do processo, inclusive antes de ser encaminhado para as câmaras frias, onde será armazenado até a comercialização;
- Proceder a análise de organismos patogênicos nas embalagens que serão descartadas, caso se observe a contaminação do leite nas análises pós-embalagem;

Processo Produtivo dos Queijos

Pode-se dizer que este processo é o mais complexo do setor de laticínios, e nele há inúmeras variações de acordo com a tecnologia de produção e com o tipo de produto produzido.

A fabricação de queijos é, de forma simplificada e genérica, descrita a seguir com as etapas do processo vinculadas às medidas de P+L:

Fabricação do queijo:

- Ajuste da temperatura nos casos de aquecimento da massa ou do leite – Verificar a viabilidade de recuperação térmica de algum processo interno, por troca de calor, para aumentar a temperatura até a faixa ideal para a coagulação do leite. Caso não seja possível, utilizar tanques encamisados para aquecimento com vapor, com controle constante da temperatura para evitar desperdício de energia térmica;
- Adição dos insumos – Controlar a qualidade dos insumos de modo a evitar o desperdício dos mesmos;
- Dessoragem – Utilizar o soro no proceso produtivo, quando não for possível proceder outra destinação adequada, exclusive seu descarte em sistema de tratamento de efluentes líquidos;

- Prensagem – Executar de forma a permitir a coleta e direcionamento de todo o soro para reuso no processo industrial ou outra destinação final adequada;
- Salga – Evitar desperdícios de sal, água ou produto (queijo), utilizando o procedimento correto de imersão do produto em termos de quantidade que a salga suportará.;
- Maturação e armazenagem – Manter a câmara de maturação e a câmara fria de armazenamento de produto acabado limpas para evitar a necessidade de lavagens constantes, o que implica na elevação da temperatura da câmara e em consequente desperdício de energia elétrica;

Deve-se lembrar que em todo o processo produtivo, um dos principais objetivos das medidas de P+L é a redução do desperdício, principalmente dos gastos com a aquisição de insumos, e da geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos.

5.1.5. Limpeza de Equipamentos Pisos e Instalações

A higienização dos laticínios é realizada com a utilização de água, sabões e detergentes, escovas, vassouras e rodos, equipamentos pressurizadores de água, energia elétrica e energia térmica na forma de vapor.

Dentre estes, a água é o principal insumo e compõe parte significativa dos efluentes líquidos industriais gerado neste setor produtivo a ser tratada.

Para o processo de higienização de equipamentos, pisos e recintos, conforme as recomendações da CETESB (2008b), as medidas de P+L em relação a cada insumo são descritas a seguir.

Água

- Promover treinamentos junto aos empregados para conscientização quanto ao uso correto e redução de desperdícios;
- Utilizar equipamentos pressurizadores de água, como forma de reduzir o consumo de água e de otimizar o processo de higienização;

- Estabelecer o consumo específico de água para cada operação;
- Elaborar o balanço hídrico do empreendimento para facilitar a gestão do uso da água, detectando usos desnecessários, assim como facilitar a percepção dos setores que estão reduzindo o consumo de água;
- Tratamento adequado do efluente para retorná-lo ao meio ambiente com qualidade e sem prejudicá-lo;
- Detectar e corrigir vazamentos.
- Instalar registros em diversos pontos da tubulação afim de evitar vazamentos durante manutenções;
- Utilizar circuito fechado para o sistema de resfriamento e semi-aberto para o sistema de geração de vapor, neste caso possibilitando o reuso do vapor condensado nas caldeiras;
- Avaliar a possibilidade de utilizar o efluente líquido tratado, desde que dentro dos níveis aceitáveis de qualidade, para usos menos nobres como na operação de lavagem de áreas externas e irrigação.

Sabões e detergentes

- Promover treinamentos para conscientizar os funcionários sobre o uso correto dos sabões e detergentes;
- Estabelecer o consumo específico de sabões e detergentes para cada operação, inclusive reavaliando as dosagens recomendadas pelos fabricantes;
- Usar preferencialmente produtos biodegradáveis;

Materiais de limpeza

- Adotar materiais de limpeza, como rodos, vassouras e panos de chão, eficientes e que apresentem boa durabilidade.

Energia elétrica e térmica (vapor)

- Adotar equipamentos de alta eficiência energética;
- Usar o vapor somente para limpeza de equipamentos da produção, que necessitem de desinfecção por meio de temperatura elevada.

5.2 Resultados de um Programa de P + L

Para que um programa de P+L atinja seus objetivos, considerando aspectos econômicos e ambientais , é necessário estabelecer um planejamento antes de qualquer estratégia de ação.

Sendo assim, a elaboração de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) muitas vezes ajudam a orientar o funcionário sobre a melhor maneira de realizar suas tarefas, sejam elas simples ou complexas, com maior eficiência.

CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho consiste em avaliar a situação ambiental das indústrias de recepção e preparação de leite e de fabricação de produtos de laticínios no Estado, com ênfase nos impactos referentes ao lançamento dos efluentes líquidos, para subsídio ao planejamento de políticas públicas visando sua normatização e o seu desenvolvimento sustentável.

Para isto foram levantadas informações e dados técnicos referentes aos estudos ambientais dos 899 empreendimentos que estão cadastrados no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) do Estado, quanto ao período de janeiro de 2006 a dezembro de 2009, bem como foram realizadas visitas técnicas a 171 empreendimentos, selecionados por meio de tratamento estatístico, que preencheram o questionário padrão desenvolvido pela FEAM.

Conforme as análises realizadas, a situação ambiental do setor é descrita a seguir.

- 738 empreendimentos realizam as atividades de preparação e fabricação de produtos de laticínio e 137 empreendimentos se destinam exclusivamente ao recebimento e resfriamento de leite.
- Do total de 899 laticínios e postos de resfriamento, 51 empreendimentos estavam dispensados de licenciamento no nível estadual e outros 24 estavam com as atividades comprovadamente paralisadas ou desativadas.
- Dos 824 empreendimentos sujeitos a regularização ambiental no nível estadual, apenas 478 encontram-se regulares, ou seja pouco mais da metade. Dessa forma, nota-se que existe uma grande quantidade de empreendimentos operando de forma irregular, sendo necessárias campanhas de fiscalização e conscientização para que todos estes empreendimentos busquem sua regularização,
- Estes 824 empreendimentos são responsáveis por uma capacidade instalada de recebimento de leite superior a 13 milhões de m³ ao ano, sendo que o recebimento pelas indústrias de fabricação de produtos de laticínio corresponde a 11 milhões de m³ de leite

ao ano, enquanto que os postos de resfriamento são responsáveis por cerca de 2 milhões de m³ de leite ao ano.

- A Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) é o principal instrumento utilizado para regularização deste setor no Estado de Minas Gerais. Dos 478 empreendimentos regularizados, 338 o fizeram por meio da obtenção de AAF. Cabe destacar que 595 empreendimentos, segundo a Deliberação Normativa COPAM Nº 74/2004, são enquadrados nas classes 1 e 2, sendo, portanto, passíveis de AAF. Uma vez que o processo de regularização por meio de AAF é mais simplificado, tomando como base um termo de responsabilidade assinado pelo empreendedor, garantindo ter instalado todos os sistemas de controle pertinentes operando com eficiência, cerca de 72% dos empreendimentos do setor não são efetivamente conhecidos em relação ao seu controle ambiental.

- Devido aos critérios para concessão das AAFs, aliado aos mais de 40% de empreendimentos em situação irregular no Estado de Minas Gerais, até dezembro de 2009, 420 empresas jamais foram objeto de fiscalização pelo órgão ambiental, impossibilitando avaliar sua situação e a tomada de providências cabíveis.

O estabelecimento de cenários para os consumos específicos de matéria-prima e insumos e de efluentes líquidos e resíduos sólidos, bem como, baseados no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2009, foram estabelecidos nos dados e informações apresentados pelos 171 empreendimentos que preencheram o questionário padrão quando das visitas técnicas realizadas pela FEAM. A situação consolidada demonstra que:

- Juntos, anualmente, recebem quase 4 milhões de m³ de leite e são responsáveis pelo consumo estimado de mais de 6 milhões de m³ de água. Conforme estabelecido pela ONU cada pessoa necessita de 3,3 m³ de água por mês. Este consumo anual dos laticínios equivale ao consumo de mais de 150.000 pessoas em um ano, equivalente ao consumo do município de Poços de Caldas, por exemplo.

- Dentre estes empreendimentos, 146 utilizam sistema de abastecimento de água próprio, seja por meio de captação subterrânea ou superficial. Isto pode fazer com que o

consumo de água seja demasiado, pois não onera o empreendedor como aconteceria se utilizasse água da rede pública.

- Destes 146, apenas 84 empreendimentos possuem outorga vigente e para outros 10 empreendimentos foram expedidas declarações de uso insignificante da água. Os demais 52 empreendimentos encontram-se em situação irregular junto ao IGAM. Nota-se portanto o descumprimento por meio dos empreendimentos em relação às legislações e normas ambientais, o que poderia ser minimizado caso existisse maior frequência de fiscalização, com aplicação das penalidades previstas em lei para estes casos de descumprimento.
- Os valores de consumo de água informados por 125 empreendimentos consistem de estimativas, uma vez que estes empreendimentos não possuem hidrômetros para medição do seu efetivo consumo de água. Outros 8 empreendimentos sequer souberam estimar a quantidade que consumiam. Tal constatação demonstra a pouca preocupação deste consumo por parte dos empreendedores, muito menos de intenções de reutilização. Outra medida que seria de grande importância é a instalação de hidrômetros para quantificar tal consumo e ainda justificar as outorgas ou declarações de uso insignificante, por meio de dados reais e não subjetivos.
- 31 empreendimentos, entre laticínios e postos de resfriamento, enviaram regularmente dados de automonitoramento durante o período de 2006 a 2008, sendo os parâmetros informados utilizados para criar os indicadores para este setor. Juntos, estes empreendimentos geraram um volume anual de 4,42 milhões de m³ de efluente líquido para um recebimento médio anual de mais de 2,4 milhões de m³ de leite. Até o momento não foram realizados estudos a respeito da contribuição desta carga lançada pelos laticínios em uma Bacia Hidrográfica do Estado. Em 2004 foi assumido no Estado a Meta da Bacia do Rio das Velhas, na região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), de pescar, nadar e navegar nas partes mais poluídas desta Bacia, até 2010. Com um sucesso de 60% do cumprimento, o projeto foi estendido à 2014 com compromisso de promover a volta dos peixes e nadar no rio das velhas na RMBH. Tendo em vista que existem cerca de 44 empreendimentos do setor de laticínios implantados nesta bacia, contribuindo com o lançamento de seus efluentes, entende-se a necessidade de verificar a influência dessas empresas na qualidade do Rio das Velhas.

- Extrapolando o dado obtido neste estudo da geração específica de efluentes líquidos por litro de leite industrializado, para todos os 824 empreendimentos cadastrados no SIAM em atividade, levando em consideração suas capacidades produtivas previstas no FCEI, totaliza-se o volume médio de efluente líquido de quase 16 milhões de m³ ao ano. Na melhor situação, a geração mínima de efluente corresponde a apenas 35% do valor médio, cerca de 5,73 milhões de m³ ao ano, enquanto que no pior cenário, o volume praticamente dobra, ultrapassando os 28 milhões de m³ ao ano. Para o volume de efluente líquido médio gerado, a carga orgânica potencial é de mais de 30 mil t DBO/ano e a respectiva população equivalente supera 1,5 milhão de pessoas.
- Dos 171 empreendimentos visitados pela FEAM, 55% tinham estação de tratamento de efluentes líquidos (ETE) implantada e em operação, sendo a concepção de tratamento mais utilizada o tipo lodos ativados. Entretanto, destes 94 empreendimentos com ETEs implantadas, 11 empreendimentos implantaram apenas tratamento preliminar, 15 empreendimentos implantaram unicamente o tratamento primário e 4 empreendimentos adotaram a concepção de tratamento tipo físico-química.
- Dos 94 empreendimentos, 62 lançam o efluente líquido tratado em cursos d'água, 24 em rede pública e 8 empreendimentos lançam o efluente tratado no solo ou por meio de infiltração ou irrigação.
- Em relação aos demais 78 empreendimentos, 13 estão com as ETEs em fase de implantação e 64 ainda não possuem sistema de tratamento. O lançamento mais comum do efluente sem tratamento é em rede pública. Entretanto, cerca de 36%, ainda lançam os efluentes brutos em corpos d'água, enquanto que 25% dos empreendimentos dispõem em solo.
- A capacidade instalada de geração de vapor de 154 empreendimentos, que juntos somam 206 equipamentos em funcionamento, corresponde a 877,77 toneladas de vapor por hora. Cerca de 62% das caldeiras instaladas apresentam capacidade de geração de vapor inferior 1.000 kg/h e metade delas são menores que 500 kg/h. A lenha é o combustível mais utilizado, correspondendo ao combustível de 71% das caldeiras, seguido pelo óleo BPF que representa 17%.

- Cerca de 71% das caldeiras não são dotadas de sistema de controle de emissões atmosféricas, aumentando para 87% quando considerados apenas os empreendimentos que estão regularizados por meio de AAF ou que não possuem a licença ambiental. A grande parcela dos empreendimentos cujas caldeiras são dotadas de sistema de controle de emissões, cerca de 70%, possuem Licença de Operação. Embora os valores demonstrados para caldeiras sem sistemas de controle das emissões seja muito grande, cabe ressaltar que os mesmos obedecem à legislação que prevê local de implantação do empreendimento aliado à capacidade de geração de vapor das caldeiras para exigência do sistema de controle (condições apresentadas no item 4.2). Entretanto, para se ter certeza que o lançamento das emissões atendem à Legislação que determina os limites – DN COPAM 11/86, deveria o empreendedor se comprometer em elaborar um laudo de análises dessas emissões, ainda assim para justificar a inexistência do sistema de controle. Tal medida, até mesmo para empreendimentos classe 1 e 2, passíveis da obtenção de AAF, não é solicitada como condição para obtenção desta regularização. Fica sob a responsabilidade do empreendedor a elaboração deste laudo para casos de fiscalização e comprovação. Como para elaboração deste laudo é cobrado um valor significativo, devido à complexidade das análises e coletas, muitos empreendedores não o fazem, comprometendo assim a garantia da qualidade do ar.

- Em relação aos resíduos sólidos, apenas 89 empreendimentos souberam informar a quantidade mensal gerada. Juntos totalizam cerca de 1.114 t/mês de resíduos sólidos, compostos por plásticos, papel, papelão, resíduos da ETE, sucata metálica, aparas de produto (queijo), cinzas da caldeira, lixo doméstico e vidro.

Considerando que os resultados apresentados demonstram que o setor de fabricação de produtos de laticínios e de receção e resfriamento de leite no Estado de Minas Gerais ainda requer adequações ambientais, está sendo proposto um Plano de Ação.

6.1 Plano de Ação

- Divulgação do trabalho por meio de seminário / *work shop* para o SISEMA e sociedade civil, em especial os empreendimentos do setor, Sindicato das Indústrias de Laticínios do Estado de Minas Gerais (SILEMG), Associações e Federação das Indústrias de Minas Gerais (FIEMG).
- Elaboração de cartilha educativa / orientativa direcionada para o setor produtivo.
- Adotar nos processos de concessão de outorga a exigência de comprovação, pelos empreendimentos, da instalação dos hidrômetros.
- Estudo detalhado do balanço hídrico no processo de fabricação de produtos de laticínios e recepção e resfriamento de leite, tendo em vista a grande discrepância de valores praticados pelos empreendimentos.
- Revisão dos critérios de enquadramento da Deliberação Normativa COPAM Nº 74/2004 dos empreendimentos do setor de indústrias de fabricação de produtos de laticínios e recepção e resfriamento de leite.
- Avaliação do solo nas áreas de disposição dos efluentes líquidos e proposição das medidas mitigadoras necessárias.
- Estudo do lodo gerado nas estações de tratamento de efluentes com concepção físico-química e, a partir dos resultados, estabelecer critérios mínimos de disposição no solo.
- Estudo acerca dos critérios de dispensa dos sistemas de controle de emissões atmosféricas de caldeiras estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM Nº 68/2003.
- Estudo de viabilidade da redução da geração e reuso de resíduos sólidos industriais.

- Fomentar a a adoção de práticas de produção mais limpa pelos empreendimentos de pequeno porte. Estudar a redução de consumo de água, bem como a viabilidade de reaproveitamento dos efluentes líquidos.
- Elaborar estudo sobre a contribuição dos efluentes líquidos dos laticínios na Bacia hidrográfica do Rio das Velhas.

REFERÊNCIAS

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR, Mônica Lopes. Poluição Atmosférica e Seu Controle. São Carlos, 2002. Disponível em <<http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/02/palestras/PA1.html>>. Acesso em 15-01-2010.

ALESSI, Maria Clara Machado. Avaliação da hidrólise alcalina da gordura sobre a biodegradação anaeróbia de soro de queijo, Minas Gerais, 2005. Disponível em <http://www.btdt.ufu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=796>. Acesso em 20-12-2009

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. IN N° 51 de 18 de set de 2002. Disponível em: <www.mda.gov.br/o/776834>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria N° 368 de 4 de set de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores / Industrializadores de Alimentos. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=3015>> Acesso em set de 2011

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria N° 369 de 4 de set de 1997. Aprova a Inclusão de Coadjuvante de Tecnologia/Elaboração no Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Leite em Pó. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7896>> Acesso em set de 2011

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria N° 370 de 4 de set de 1997. Aprova a Inclusão do Citrato de Sódio no Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Leite U.H.T (U.A.T). Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1252>> Acesso em set de 2011

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL;
FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carne (bovina e suína)** - série P+L. São Paulo: CETESB, 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL;
FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia técnico ambiental de produtos lácteos** - série P+L. São Paulo: CETESB, 2008.

COUNCIL, Dairy Export. Uso de proteínas do soro em bebidas nutricionais, 2005. Disponível em <http://www.laticinio.net/inf_tecnicas.asp?cod=52>. Acesso em 20-12-2009.

DRAGONE, G., *et al.* e. Obtenção e caracterização de bebida destilada a partir da fermentação do soro de queijo, Brazilian Journal **Food Technology**, VII BMCFB, junho 2009. Disponível em <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/especiais/especial_2009_2/v12ne_t0242.pdf>. Acesso em 14-12-2009.

FARIA, Efigênia Arantes, RODRIGUES, Imaculada da Conceição, BORGES, Rosane Villanova. **Estudo do impacto ambiental gerado nos corpos d'água pelo efluente da indústria de laticínio em minas gerais**. 2004. Monografia (Especialização em Engenharia Sanitária e Meio ambiente).- Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

FERREIRA, Isabel Cristina Santos. **Tratamento Terciário da Indústria de Laticínios através da adsorção de lactose em argila esmectítica**. 2007. 79 p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

GIROTO, J. M. e PAWLOWSKY, U. O soro de leite e as alternativas para seu beneficiamento, Brasil Alimentos, 2001. Disponível em <<http://pessoal.utfpr.edu.br/marlenesoares/arquivos/JoseMauro.pdf>>. Acesso em 15-12-2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA [IBGE]. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 20-1-2011

JUNG, F., CAMMAROTA, M.C., FREIRE, D.M.G., 2002, “**Impact of enzymatic prehydrolysis on batch activated sludge systems dealing with oily wastewaters**”, *Biotechnol. Letters*, vol. 24, pp. 1797-1802.

L. F. W. Brum a, L. C. O. Santos Júnior b, S. Benedetti **International Workshop Advances in Cleaner Production - Key Elements For A Sustainable World: Energy, Water And Climate Change**. São Paulo – Brazil – May 20th-22nd – 2009

MINAS GERAIS. Decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008. **MINAS GERAIS**, Belo Horizonte, 26 de jul de 2008

MONTEIRO, Adenilson Abranches; POIRES, Ana Clarissa dos Santos; ARAÚJO, Emiliane Andrade. **Tecnologia de produção de Derivados do Leite**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 81p. (Cadernos Técnicos)

NORBERTO, Pedro. Processos Industriais, Anotações de Aula, 2009. Disponível em <<http://www.etevav.com.br/downloads/T%20-%20P%20-%20I-%20%203N-REV01.doc>>. Acesso em 13-01-2010.

PORTO, Ernani. Pasteurização do Leite. Universidade Federal de São Carlos. [São Carlos] [200-]. Disponível em

<www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Pasteurizacao.pdf> Acesso em set de 2011

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE;
COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **A produção mais limpa e o consumo sustentável na América Latina e Caribe**. São Paulo: PNUMA, 2004.

RÉVILLION, Jean Philippe. Derivados do Soro de Leite, Soro de Leite em Pó. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em <http://www.ufrgs.br/alimentus/laticinios/soro/soro_po.htm>. Acessado em 17-12-2009.

ROCHA, Délcio César Cordeiro. Nutrição e Alimentação, Soro de leite: de resíduo a alimento, outubro de 2007. Disponível em <<http://www.zootecniabrasil.com.br/sistema/modules/news/article.php?storyid=939>>. Acessado em 15-12-2009.

