

IAQML

Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento
dos Efluentes Líquidos Industriais de Laticínios



Relatório Final

**Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental
Gerência de Monitoramento de Efluentes**

**IAQML –
ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO
MONITORAMENTO DOS EFLUENTES
LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE LATICÍNIOS**

Relatório Final

**Belo Horizonte
2015**

© 2015 Fundação Estadual do Meio Ambiente

Governo do Estado de Minas Gerais
Fernando Damata Pimentel - Governador

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD
Luiz Sávio de Souza Cruz - Secretário

Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM
Diogo Soares de Melo Franco - Presidente

Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental – DGQA
Irene Albernáz Arantes - Diretora

Gerência de Monitoramento de Efluentes – GEDEF
Ivana Carla Coelho - Gerente

Coordenação:
Rosa Carolina Amaral, Analista Ambiental – Bióloga, Mestre em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Ivana Carla Coelho – Engenheira de Produção Civil – Especialização de Formas Alternativas de Energia

Elaboração:

Felipe Vigato Prado, Bolsista FAPEMIG – Biólogo, Mestre em Ecologia

Alyne Duarte Pereira, Bolsista FAPEMIG – Bióloga, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Apoio estagiários:

Ana Luisa Sales Pereira – Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária

Virgilio Cotoski Pacheco – Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária

Felipe Andrade Almeida Machado – Graduando em Engenharia Ambiental

Colaboradores:

Alessandra Jardim de Souza – GEDEF/FEAM

Djeanne Campos Leão – GEDEF/FEAM

Evandro Florêncio – GEDEF/FEAM

Matheus Ebert Fontes – GEDEF/FEAM

Vilma da Conceição Costa – GEDEF/FEAM

Alessandro Ribeiro Campos – NDG/FEAM

Capa:

Jaqueline Angélica Batista

F981 i Fundação Estadual do Meio Ambiente.
IAQML - Índice de avaliação da qualidade do monitoramento dos efluentes líquidos industriais de laticínios / Fundação Estadual do Meio Ambiente. --- Belo Horizonte: FEAM, 2015.
116 p. ; il.

Relatório final.

1. Efluente industrial. 2. Laticínio. 3. Monitoramento I. Título.

CDU: 628.3:637.1

APRESENTAÇÃO

O Brasil apresenta-se como o sexto maior produtor mundial de leite e possui grande potencial para se tornar o maior exportador de produtos lácteos do mundo, devido à disponibilidade de terras, água, tecnologia e custos de produção competitivos. Entretanto, os efluentes líquidos industriais de laticínios são capazes de causar impactos significativos em termos de poluição hídrica devido às elevadas cargas orgânicas presentes nesses despejos.

Dessa forma, os órgãos responsáveis pela preservação ambiental têm atuado na fiscalização desses empreendimentos e no controle da poluição por meio de legislações cada vez mais restritivas. Assim, quando a licença ambiental é concedida ao empreendimento pelas Unidades Regionais Colegiadas – URCs, do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, são estabelecidas condicionantes que devem ser cumpridas, podendo ser uma delas o automonitoramento dos efluentes líquidos industriais gerados, com intuito de verificar a qualidade do efluente que está sendo descartado.

O acompanhamento do automonitoramento pelo órgão ambiental encontra algumas dificuldades, o que justifica a necessidade da construção de uma metodologia que auxilie na avaliação dos relatórios de automonitoramento enviados pelos empreendimentos. Assim, o objetivo principal desse trabalho é desenvolver um índice para a avaliação da qualidade do automonitoramento do efluente líquido industrial e o cumprimento de exigências ambientais referentes a esse setor industrial, a fim de se conhecer melhor a situação ambiental de alguns laticínios de Minas Gerais.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume de efluente gerado de acordo com o produto lácteo produzido.....	4
Tabela 2 - Concentrações típicas dos componentes de efluentes líquidos industriais de laticínios nos E.U.A e Nova Zelândia.....	6
Tabela 3 - Condições e padrões de lançamento de efluentes (DN COPAM/CERH nº 1/2008).....	10
Tabela 4 - Níveis de tratamento dos efluentes.....	12
Tabela 5 - Classe dos empreendimentos a partir da definição do porte e potencial poluidor.....	14
Tabela 6 - Indicadores do IAQML.....	20
Tabela 7 – Faixas de qualidade para o IAQML.....	21
Tabela 8 – Subindicadores do Indicador 1 (QE) - Qualidade do efluente líquido industrial tratado.....	23
Tabela 9 – Fragmento da tabela de cálculo do Indicador 1 (QE) - empreendimento fictício.....	25
Tabela 10 - Subindicadores do Indicador 2 (CP) - Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais.....	26
Tabela 11 – Fragmento da tabela de cálculo do Indicador 2 (CP) - empreendimento fictício.....	28
Tabela 12 – Capacidade instalada dos empreendimentos avaliados.....	32
Tabela 13 – Tipos de tratamento utilizados nos empreendimentos avaliados.....	35
Tabela 14 – Nota de cada empreendimento no Indicador 1 (QE).....	36
Tabela 15 - Nota de cada empreendimento nos subindicadores do Indicador 1 (QE).....	38
Tabela 16 - Nota de cada empreendimento no Indicador 2 (CP).....	42
Tabela 17 - Nota de cada empreendimento nos subindicadores do Indicador 2 (CP).....	45
Tabela 18 - Nota de cada empreendimento no Indicador 3 (AL).....	48
Tabela 19- Nota de cada empreendimento no Indicador 4 (DS).....	51
Tabela 20 – Nota de cada empreendimento no IAQML e em seus indicadores.....	54
Tabela 21 – Comparativo entre as cargas poluidoras lançadas de DBO calculadas pelo IAQML e registradas no BDA.....	60
Tabela 22 – Sugestões para padronização dos programas de automonitoramento (parâmetros, unidades e frequências).....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de empreendimentos por Supram	34
Figura 2 – Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 1 (QE)	35
Figura 3 – Nota de cada empreendimento no Indicador 1 (QE) distribuídos por Supram	37
Figura 4 – Nota média geral dos empreendimentos para cada subindicador do Indicador 1 (QE).....	38
Figura 5 – Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 2 (CP).....	42
Figura 6– Nota de cada empreendimento no Indicador 2 (CP) distribuídos por Supram	44
Figura 7 – Nota média geral para cada subindicador do Indicador 2 (CP)	45
Figura 8 – Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 3 (AL).....	47
Figura 9– Nota de cada empreendimento no Indicador 3 (AL) distribuídos por Supram	49
Figura 10 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 4 (DS)	50
Figura 11– Nota de cada empreendimento no Indicador 4 (DS) distribuídos por Supram	52
Figura 12 – Destinação do soro do leite	53
Figura 13 – Distribuição das notas dos empreendimentos no IAQML	54
Figura 14– Nota de cada empreendimento no IAQML distribuídos por Supram	57
Figura 15 – Média das notas obtidas no IAQML pelos empreendimentos de cada Supram.....	57
Figura 16 – Pesos absolutos dos indicadores e subindicadores do IAQML	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAF	Autorização Ambiental de Funcionamento
ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDA	Banco de Declarações Ambientais
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CI	Capacidade Instalada
CIP	<i>Clean in Place</i>
CP-DBO	Carga Poluidora Lançada de DBO
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DCP	Declaração de Carga Poluidora
DGQA	Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
GEDEF	Gerência de Monitoramento de Efluentes
GEMOG	Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento
ICMS	Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestaduais e Intermunicipais e de Comunicação IDH Índice de Desenvolvimento Humano
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IGQET	Índice Geral de Qualidade de Esgoto Tratado
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IAQML	Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento dos Efluentes Líquidos Industriais de Laticínios
IQA	Índice de Qualidade da Água
IQE	Índice de Qualidade do Efluente
IQES	Índice de Qualidade do Serviço de Esgotamento Sanitário Municipal
IQETA	Índice de Qualidade de Estações de Tratamento de Água
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
LIC	Licença de Instalação Corretiva
LOC	Licença de Operação Corretiva
NBR	Norma Brasileira
PCA	Plano de Controle Ambiental
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRODEMGE	Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais
RCA	Relatório de Controle Ambiental

SIAM	Sistema Integrado de Informação Ambiental
Supram	Superintendência Regional de Regularização Ambiental
TDH	Tempo de Detenção Hidráulica
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>
URC	Unidade Regional Colegiada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	2
3	CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE LATICÍNIOS	3
3.1	<i>Características do efluente de laticínios</i>	3
3.2	<i>Tipos de tratamento de efluentes</i>	11
3.3	<i>Regularização ambiental de laticínios</i>	14
4	METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DO IAQML	18
4.1	<i>Aplicação do IAQML</i>	21
4.2	<i>Indicador 1 (QE) – Qualidade do efluente líquido industrial tratado</i>	22
4.3	<i>Indicador 2 (CP) – Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais</i>	26
4.4	<i>Indicador 3 (AL) – Adequação dos laboratórios</i>	29
4.5	<i>Indicador 4 (DS) – Destino do soro</i>	29
4.6	<i>Nota final do IAQML</i>	30
5	RESULTADOS DO IAQML NAS INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS	32
5.1	<i>Caracterização dos empreendimentos avaliados pelo IAQML</i>	32
5.2	<i>Resultados do Indicador 1 (QE) – Qualidade do efluente líquido industrial tratado</i>	35
5.3	<i>Resultados do Indicador 2 (CP) – Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais</i>	41
5.4	<i>Resultados do Indicador 3 (AL) – Adequação dos laboratórios</i>	47
5.5	<i>Resultados do Indicador 4 (DS) – Destino do soro</i>	50
5.6	<i>Resultados do IAQML</i>	53
6	COMPARATIVO ENTRE AS CARGAS POLUIDORAS LANÇADAS DE DBO	58
7	DIRETRIZES	62
8	CONCLUSÃO	67
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
10	APÊNDICES	71
	<i>Apêndice A – Questionário Delphi</i>	71
	<i>Apêndice B – Manual de cálculo do IAQML</i>	78
11	ANEXOS	80
	<i>Anexo A - Deliberação Normativa nº 041, de 06 de janeiro de 2000</i>	80
	<i>Anexo B - Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008</i>	81
	<i>Anexo C - Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011</i>	91
	<i>Anexo D - Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004</i>	96
	<i>Anexo E - Deliberação Normativa COPAM nº 167, de 29 de junho de 2011</i>	100
	<i>Anexo F - Deliberação Normativa COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2005</i>	103
	<i>Anexo G – Arcabouço legal de Declaração de Carga Poluidora</i>	106

1 INTRODUÇÃO

A crescente poluição ambiental tem gerado preocupação de ordem global, sendo que grande importância tem sido atribuída à degradação dos corpos d'água. Dentre as principais formas de poluição dos corpos hídricos destacam-se os esgotos domésticos e os efluentes industriais.

A indústria alimentícia é um dos maiores setores industriais do mundo e, apesar de não ser considerado o mais impactante, é capaz de causar severa poluição ambiental, se concebida ou operada inadequadamente (RAMJEAWON, 2000). A indústria de laticínios é um exemplo desse setor, e os efluentes líquidos gerados por esse setor industrial são capazes de promover impactos significativos em termos de poluição hídrica devido às elevadas cargas orgânicas presentes nesses despejos.

A avaliação do automonitoramento dos efluentes líquidos industriais gerados pelos empreendimentos é extremamente importante para o estado de Minas Gerais, já que se constitui em ferramenta para o controle da poluição das águas no estado, permitindo a proposição de diretrizes para a melhoria da qualidade ambiental e auxilia os tomadores de decisão na definição de políticas públicas. No entanto, o acompanhamento do automonitoramento pelo órgão ambiental encontra algumas dificuldades, o que justifica a necessidade da construção de uma metodologia que auxilie na avaliação dos relatórios de automonitoramento enviados pelos empreendimentos.

Nesse sentido, a construção de um índice que fosse capaz de reproduzir em um único valor o significado desse conjunto de dados seria uma ferramenta bastante útil. O índice seria composto por indicadores capazes de traduzir de maneira clara e objetiva o cumprimento da condicionante referente ao automonitoramento, facilitando a utilização desses dados pelos tomadores de decisão e possibilitando seu entendimento pelo público em geral.

2 OBJETIVOS

O principal objetivo desse trabalho é desenvolver um índice para a avaliação da qualidade do monitoramento do efluente líquido industrial de laticínios e do cumprimento de exigências ambientais referentes a essas indústrias. Os demais objetivos são estabelecer critérios mais apropriados para novos programas de automonitoramento, bem como facilitar o processo de auditoria do automonitoramento desses empreendimentos.

3 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE LATICÍNIOS

A produção de leite e as indústrias de laticínios desempenham um importante papel na economia brasileira. Além da importância econômica, a cadeia agroindustrial do leite também apresenta relevância do ponto de vista social. O Brasil apresenta-se como o sexto maior produtor mundial de leite e possui grande potencial para se tornar o maior exportador de produtos lácteos do mundo, devido à disponibilidade de terras, água, tecnologia e custos de produção competitivos. Os estados de maior produção no país são, nessa ordem, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Santa Catarina e São Paulo, perfazendo um total de 73% da oferta brasileira de leite (SIQUEIRA *et al.*, 2010).

Apesar da atividade das indústrias de laticínios ser reconhecidamente importante no país, uma vez que emprega mão-de-obra e gera renda para a população, não se pode negligenciar os impactos ambientais causados por essa tipologia industrial. O efluente líquido é considerado um dos principais responsáveis pela poluição causada pelos laticínios e tem sua origem em diversas etapas desenvolvidas na indústria.

3.1 Características do efluente de laticínios

Esses efluentes caracterizam-se principalmente pela elevada carga orgânica e de nutrientes. Além disso, merece atenção a quantidade de efluente gerado, podendo variar de um a seis litros de despejo por litro de leite produzido (CETESB, 2008). A Tabela 1 apresenta o volume, em litros de efluente gerado, para a produção de diferentes produtos lácteos.

Tabela 1 - Volume de efluente gerado de acordo com o produto lácteo produzido.

Produto lácteo	Volume de efluente líquido (L/kg de leite processado)
Leite, cremes e iogurte	3
Manteiga e queijos	4
Concentrados de leite ou soro e produtos lácteos desidratados	5

Fonte: CETESB (2008).

Segundo a CETESB (2008), os principais efluentes nas indústrias de laticínios são:

- Líquidos proveniente da lavagem e limpeza de produtos remanescentes em caminhões, latões, tanques e equipamentos envolvidos na produção;
- Derramamentos, vazamentos, falhas operacionais em equipamentos e transbordamento de tanques;
- Perdas durante o processo produtivo;
- Descargas de misturas de sólidos de leite e água devido ao início e interrupção de funcionamento de pasteurizadores, trocadores de calor, separadores e evaporadores;
- Descarte de soro, leite e leite ácido nas tubulações de esgotamento das águas residuárias e descarte de finos oriundos da produção de queijos.
- Leite e outras matérias primas utilizadas nas indústrias, bem como matérias lácteas geradas e não aproveitadas nos processos industriais, gordura, sólidos de leite utilizados em clarificadores, filtros e grelhas, restos ou pedaços de produtos finais;
- Detergentes e desinfetantes utilizados nas operações de lavagem e limpeza de pisos e equipamentos;
- Lubrificantes empregados na manutenção de equipamentos;

A produção de efluentes nas indústrias de laticínios ocorre de maneira intermitente, apresentando vazões horárias e sazonais de acordo com a etapa da produção de leite,

sendo que o maior volume de efluente é gerado nos períodos em que são realizadas operações de lavagem e limpeza.

Segundo MACHADO *et. al* (2002) quando o processo industrial engloba a fabricação de produtos mais elaborados como queijo, requeijão, iogurte e bebida láctea, os efluentes poderão conter ainda:

- Açúcar, pedaços de frutas, essências e condimentos,
- Soro, que é um subproduto gerado na fabricação de queijos;
- Leiteiro, que é um subproduto gerado na fabricação da manteiga;

Embora a origem dos efluentes líquidos das indústrias de laticínios seja essencialmente a mesma para todos os empreendimentos, a composição desses efluentes pode ser bastante influenciada em decorrência de fatores como:

- Processos industriais adotados e tipos de equipamentos utilizados;
- Volume de leite processado na indústria;
- Práticas de gestão ambiental empregadas na indústria, como as atitudes adotadas para redução do consumo de água e, conseqüentemente, do volume de efluentes, bem como para a redução da carga poluidora (quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo).

Normalmente, os efluentes industriais de laticínios são caracterizados por apresentarem altos teores de matéria orgânica, sólidos suspensos, óleos e graxas, além do odor proveniente da degradação da caseína, proteína constituinte do leite. A Tabela 2 apresenta as concentrações típicas dos principais componentes dos efluentes líquidos industriais de laticínios (MACHADO *et al.*, 2002).

Tabela 2 - Concentrações típicas dos componentes de efluentes líquidos industriais de laticínios nos E.U.A e Nova Zelândia.

Parâmetros	E.U.A		Nova Zelândia
	Intervalo	Média	Intervalo
Sólidos totais (mg/L)	135 – 8.500	2.500	7 – 7.200
Sólidos suspensos totais (mg/L)	24 – 4.500	820	0 – 2.100
DQO (mg/L)	80 – 95.000	4.500	180 – 23.000
DBO ₅ (mg/L)	40 – 48.000	2.300	90 – 12.400
Gordura (mg/L)	35 – 500	209	-
Carboidrato (mg/L)	250 – 930	520	-
Nitrogênio (mg/L)	1 – 180	64	1 – 70
Fósforo (mg/L)	9 – 210	48	4 – 150
Sódio (mg/L)	60 – 810	320	-
Cloreto (mg/L)	48 – 1.930	480	-
Cálcio (mg/L)	55 – 115	37	-
Carga específica de DBO (kg DBO ₅ /m ³ de leite)	0,2 – 7,1	5,8	0,2 – 28
Potássio (mg/L)	10 – 160	70	-
pH	4,4 – 9,4	7,2	3,0 – 13,2
Temperatura (°C)	18 – 55	35	11 – 72

Fonte: Adaptado de MACHADO *et al.* (2002).

A carga de compostos orgânicos nos efluentes de laticínios é determinada principalmente pela quantidade de lactose, gorduras e proteínas. A proporção desses componentes no efluente pode ser bastante variável o que afeta diretamente a biodegradabilidade do efluente. Algumas proteínas como a caseína, uma das principais proteínas do leite, são resistentes à biodegradação e necessitam de microbiota adaptada para que a sua degradação biológica ocorra (JANCZUKOWICZ *et al.*, 2008; ORHON *et al.*, 1993).

Os hidrocarbonetos quando comparados com as proteínas são mais susceptíveis à biodegradação. A lactose que ocorre em efluentes de laticínios é biodegradada em ácido propiônico, etanol e acetato. Em condições aeróbias a decomposição da lactose necessita da presença de outros compostos para servirem como fonte de nitrogênio e fósforo. Dessa maneira, efluentes de laticínios com altas concentrações de lactose, quando comparados com outros compostos orgânicos, podem ser de difícil decomposição (JANCZUKOWICZ *et al.*, 2008).

As gorduras são mais dificilmente biodegradadas e os produtos de sua degradação são o glicerol e os ácidos graxos de cadeia longa. O glicerol não causa inibição para o tratamento biológico dos efluentes, porém, os ácidos graxos de cadeia longa, tanto os saturados quanto os insaturados, podem causar efeitos inibidores aos microrganismos responsáveis pelo tratamento dos efluentes (JANCZUKOWICZ *et al.*, 2008).

Ainda sobre a carga orgânica dos efluentes de laticínios, é possível afirmar que as perdas de leite e soro bruto, além de configurarem perdas na produtividade do empreendimento, são responsáveis pelas contribuições mais significativas em termos de carga poluidora. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2008), um litro de leite integral equivale a uma Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO₅ igual a 110.000 mg/L e a uma Demanda Química de Oxigênio - DQO igual a 210.000 mg/L.

Os sólidos suspensos presentes nos efluentes de laticínios são provenientes de coágulos de leite, finos de queijo e outros aditivos. Em termos de gorduras, 90% das gorduras totais presentes no efluente são originadas do leite e também contribuem para a concentração de sólidos suspensos. O nitrogênio é derivado da elevada concentração de proteínas presentes no leite e o fósforo tem origem a partir dos detergentes e do ácido fosfórico utilizado nas operações de lavagem e limpeza. O pH pode ser influenciado principalmente pelo tipo de agente de limpeza utilizado, o qual pode ter caráter tanto ácido, quanto básico (DEMIREL *et al.*, 2005).

Os compostos inorgânicos mais encontrados nos efluentes de laticínios são sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobalto, níquel e manganês. O sódio, em particular, pode ser encontrado em concentrações elevadas, já que é derivado das grandes

quantidades de hidróxido de sódio (NaOH) geralmente empregadas no processo de limpeza. A presença de metais pesados como cobre, zinco e níquel, é também reportada, porém, em concentrações não prejudiciais ao tratamento biológico (DEMIREL *et al.*, 2005).

O soro do leite é considerado o efluente da indústria de laticínio com maior potencial poluidor, devido a sua demanda de oxigênio para a estabilização da matéria orgânica (JANCZUKOWICZ *et al.*, 2008). De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo - ABIQ a produção de soro estimada em 2013 no Brasil foi de 9,288 bilhões de litros. Considerando-se que no referido ano foram produzidos mais 1,032 milhão de toneladas de queijo e que a cada quilo de queijo produzido são gerados 9 litro de soro (SERPA *et al.*, 2009).

Estima-se que a DBO₅ de um litro de soro varie entre 30.000 e 60.000 mg O₂/L, correspondendo a um potencial poluidor aproximadamente cem vezes maior que dos esgotos domésticos. Uma fábrica com produção de soro igual a 300.000 L/dia tem potencial poluidor equivalente ao de uma cidade com população de 150.000 habitantes (CETESB, 2008).

Por tudo isso, o destino do soro gerado nas indústrias de laticínios gera grande preocupação por parte dos órgãos ambientais. Atualmente, a Deliberação Normativa COPAM n° 41 de 2000 (Anexo A) proíbe o lançamento do soro em qualquer curso d'água independente do porte e do potencial poluidor do empreendimento.

Devido à necessidade da correta destinação do soro e sua composição (rica em proteínas, carboidratos e minerais), grande interesse tem surgido na utilização desse subproduto como matéria prima para a fabricação de produtos lácteos, como ricota, bebida láctea, lactose, na própria indústria onde é gerado.

Essa prática, além de fornecer um destino adequado a um possível problema ambiental constitui uma fonte de renda adicional para as indústrias de laticínios. Além disso, o destino adequado desse subproduto é imprescindível para o bom funcionamento das estações de tratamento de efluentes (MACHADO *et al.*, 2002).

Além da produção de alimentos para consumo humano, outro destino que pode ser dado ao soro de leite é a alimentação animal. Essa tem sido a prática mais usual nas indústrias de laticínios de pequeno porte para a destinação desse composto. A utilização de soro para alimentação de animais apresenta como vantagens o elevado valor nutritivo e a boa palatabilidade, o que resulta em boa aceitação por parte dos animais, além de ocasionar redução de custos para o produtor rural. Entretanto, essa forma de utilização do soro deve ser realizada com cuidado, uma vez que, se administrado de maneira não balanceada aos animais nas dietas alimentares, pode resultar em problemas, inclusive causar a morte dos animais por problemas de ordem fisiológica, principalmente em animais com idade próxima ao abate (MACHADO *et al.*, 2002).

A despeito das alternativas já citadas e de um aumento do número de laticínios que realiza a correta destinação do soro, principalmente após a publicação da DN COPAM nº 41/2000, muitas indústrias de laticínios ainda dispõem inadequadamente esse composto, descartando-o diretamente nos corpos hídricos e promovendo degradação no ambiente. O levantamento mais extenso que se tem notícias foi realizado por PRINCE (1999), constatando que 25% dos laticínios (com capacidade nominal de recebimento de até 100.000L de leite por dia) realizavam descarte do soro diretamente no curso d'água, o que corresponde a 160.000L de soro sendo lançados incorretamente a cada dia. Dados mais atualizados serão apresentados nos resultados desse relatório.

Já a respeito dos efluentes líquidos como um todo, em um levantamento realizado por MACHADO *et al.* (2002), foi constatado que cerca de 1.250 indústrias de laticínios formalmente constituídas em Minas Gerais, lançavam seus efluentes líquidos diretamente no corpo d'água sem qualquer tipo de tratamento. Dessa forma, esses empreendimentos contribuíam para promoção de alterações químicas, físicas e biológicas do ambiente aquático, reduzindo a biodiversidade e comprometendo a integridade do ambiente e, por consequência, da saúde pública.

Dessa forma, os órgãos responsáveis pela preservação ambiental têm se preocupado em atuar na fiscalização desses empreendimentos e no controle da poluição por meio de legislações cada vez mais restritivas. Em Minas Gerais, o lançamento de efluentes líquidos gerados pelas indústrias de laticínios deve atender às condições e padrões de lançamento

de efluentes estabelecidos na Deliberação Normativa conjunta COPAM/CERH nº 1/2008 (Anexo B) e também na Resolução CONAMA nº 430/2011 (Anexo C). A Tabela 6 apresenta os parâmetros mais importantes nos efluentes de indústrias de laticínios, de acordo com revisões realizadas em Pareceres Técnicos, PCAs/RCA's e revisão de literatura. Os limites estabelecidos para esses parâmetros tiveram como base a DN COPAM/CERH nº 1/2008, por essa ser mais restritiva do que a Resolução CONAMA nº 430/2011.

Tabela 3 - Condições e padrões de lançamento de efluentes (DN COPAM/CERH nº 1/2008)

Parâmetro	Padrão de lançamento
pH	Entre 6,0 a 9,0
Temperatura	Inferior a 40 °C
Materiais sedimentáveis	1 mL/L ⁽¹⁾
Óleos vegetais e gorduras animais	50 mg/L
DBO	60 mg/L ⁽²⁾
DQO	180 mg/L ⁽³⁾
Substâncias tensoativas	2,0 mg/L
Sólidos em suspensão totais	100 mg/L ⁽⁴⁾

(1) Em teste de 1 hora em cone *Imhoff*.

(2) No caso de efluentes industriais: ou tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 75% e média anual igual ou superior a 85%.

(3) No caso de efluentes industriais: ou tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 70% e média igual ou superior a 75%.

(4) No caso de lagoas de estabilização: limite para lançamento de sólidos em suspensão totais de até 150 mg/L.

Os efluentes só poderão ser lançados acima dos padrões estabelecidos nessa Deliberação em casos excepcionais, quando a atividade geradora do despejo for de relevante interesse público, se for apresentado o Estudo de Impacto Ambiental - EIA pelo empreendedor responsável, se houver atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias, bem como estabelecimento de

tratamento e exigências para esse lançamento e fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional. O lançamento acima dos padrões de lançamento deve ser autorizado pelo órgão ambiental competente.

3.2 Tipos de tratamento de efluentes

Uma vez que o efluente industrial de laticínios apresenta elevado potencial poluidor, devido aos seus elevados níveis de matéria orgânica, sólidos em suspensão, óleos e graxas, detergentes, entre outros contaminantes, é imprescindível que esses despejos sejam tratados antes de serem lançados nos corpos hídricos, principal destino final dado aos efluentes líquidos gerados.

São inúmeros os processos e tecnologias disponíveis para o tratamento de efluentes, esses podem envolver processos químicos e biológicos e operações físicas. No entanto, segundo von Sperling (2005), antes da concepção do sistema de tratamento a ser adotado devem ser observados os seguintes aspectos:

- O impacto ambiental que será gerado no corpo receptor;
- Os objetivos do tratamento, ou seja, quais são os principais constituintes a serem removidos do efluente;
- O nível do tratamento adotado;
- As eficiências de remoção desejadas.

O tratamento dos efluentes pode ser classificado de acordo com os níveis apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Níveis de tratamento dos efluentes

Nível do Tratamento	Objetivos	Operação, processo ou sistema de tratamento mais comuns
Preliminar	Remoção de sólidos grosseiros	- Grade - Desarenador
Primário	Remoção de sólidos sedimentáveis e, por consequência, de parte da matéria orgânica	- Caixa de gordura - Decantador Primário
Secundário	Remoção de matéria orgânica	- Lagoa anaeróbia - Lagoa aeróbia - Reator UASB - Filtro anaeróbio - Lodos ativados - Filtro biológico - Biofiltro aerado - Disposição no solo
Terciário	Remoção de nutrientes, organismos patogênicos, ou de algum poluente específico (substâncias tóxicas ou compostos não biodegradáveis)	- Lagoa de maturação - Disposição no solo - Sistemas que favoreçam a nitrificação/ desnitrificação biológica - Processos físico-químicos

Fonte: von SPERLING (2005).

Com relação ao **tratamento preliminar**, prevalecem operações físicas de remoção, como por exemplo, a retenção em grades e/ou peneiras e a sedimentação da areia em desarenadores. Em geral, os sólidos grosseiros contidos nos efluentes de laticínios podem ser restos de embalagens, material de limpeza, como pedaços de panos, pedaços de produtos que caem no chão e areia proveniente da lavagem de caminhões ou latões. A importância do tratamento preliminar tem relação com a proteção das tubulações, dispositivos e unidades da estação de tratamento dos efluentes. Além disso, o tratamento preliminar é responsável por remover parte da carga poluidora do efluente industrial, contribuindo para melhorar o desempenho das unidades subsequentes da estação de tratamento (von SPERLING, 2005; MACHADO *et al.*, 2002).

O **tratamento primário** engloba a remoção de gorduras, as quais estão presentes em abundância nos efluentes de laticínios. As caixas de gorduras podem ser utilizadas com essa finalidade e permitem a separação e a retirada manual das gorduras por meio de raspadores de superfície. Outro equipamento utilizado para a remoção de gorduras são os flutuadores. Nesse caso muitas vezes é necessária a adição de produtos químicos ou a utilização da flotação com ar dissolvido. A remoção da gordura tem como finalidade evitar obstruções dos coletores e acúmulo nas unidades de tratamento, o que pode ocasionar a produção de mau odor e problemas no funcionamento dos dispositivos do tratamento. Sólidos suspensos que ainda persistam também são removidos no tratamento primário e para essa finalidade, mecanismos físicos de sedimentação predominam nos decantadores primários. A remoção de sólidos suspensos contribui para a redução da carga orgânica do efluente antes do mesmo ser encaminhado às unidades do tratamento secundário (von SPERLING, 2005).

O **tratamento secundário**, cujo principal objetivo é a remoção de matéria orgânica, principal constituinte dos efluentes das indústrias de laticínios, é efetuado por meio de reações bioquímicas mediadas por microrganismos. Essas reações podem ocorrer em condições aeróbias ou anaeróbias e existe uma ampla gama de sistemas que podem ser utilizados nessa etapa do tratamento. Segundo o Projeto Minas Ambiente – Setor Laticínios, os principais sistemas de tratamento biológico empregados para o tratamento de efluentes de laticínios são, nessa ordem, lodos ativados, lagoas de estabilização, sistemas com biofilmes, reatores anaeróbios e sistemas de disposição no solo (MACHADO *et al.*, 2002).

Já o **tratamento terciário**, apesar da sua importância, ainda é pouco utilizado nas indústrias de laticínios, principalmente no Brasil (MACHADO *et al.*, 2002). Os efluentes de laticínios possuem, muitas vezes, elevados níveis de nitrogênio, devido ao alto teor de proteínas no leite e também elevadas concentrações de fósforo, uma vez que são utilizados detergentes que contêm esse elemento químico em sua constituição para a limpeza de pisos e equipamentos. O tratamento secundário, geralmente não é capaz de remover de maneira eficiente esses poluentes e o tratamento terciário, poderia ser mais utilizado, a fim de se evitar a eutrofização dos efluentes e conseqüentemente dos corpos d'água.

3.3 Regularização ambiental de laticínios

A classificação dos empreendimentos de laticínios segundo o porte e potencial poluidor, assim como a definição dos empreendimentos passíveis de Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF e de Licenciamento Ambiental é regulamentada pela Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004 (Anexo D). As indústrias de laticínios são classificadas de acordo com as atividades que realizam, e recebem códigos de identificação, a saber:

- **D-01-06-6 – Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios:** Esse tipo de empreendimento possui médio potencial poluidor e pode ser classificado de acordo com a capacidade instalada (C.I.) em empreendimento de pequeno, médio e grande porte (Tabela 5).
- **D-01-07-4 – Resfriamento e distribuição do leite em instalações industriais:** Os postos de resfriamento de leite são considerados de pequeno potencial poluidor. Com relação ao porte do empreendimento, a classificação também depende da capacidade instalada (C.I.) (Tabela 5).

Levando em consideração o porte e o potencial poluidor do empreendimento, o mesmo pode ser enquadrado em uma das classes, apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Classe dos empreendimentos a partir da definição do porte e potencial poluidor.

Código da DN COPAM nº 74/2004	Potencial poluidor	Capacidade instalada (CI) (ℓ de leite/dia)	Porte	Classe
D-01-06-6	Médio	500 < CI < 15.000	P	1
		15.000 ≤ CI ≤ 80.000	M	3
		CI > 80.000	G	5
D-01-07-4	Pequeno	5.000 < CI < 30.000	P	1
		30.000 ≤ CI ≤ 80.000	M	2
		CI > 80.000	G	4

De acordo com a DN COPAM nº 74/2004, os empreendimentos classes 3, 4, 5 e 6 estão sujeitos ao licenciamento ambiental em nível estadual. Já os empreendimentos classes 1 e 2 ficam dispensados do processo de licenciamento ambiental, mas necessitam de uma

autorização ambiental de funcionamento - AAF a qual deve ser expedida pelo órgão ambiental competente.

O processo de regularização ambiental por meio de licença, requerido para os empreendimentos classes 3 a 6, é exigido em todas as etapas da concepção do empreendimento: planejamento, instalação e operação. A concessão das licenças é competência do Conselho Estadual de Política Ambiental e é baseada nos pareceres técnicos e jurídicos realizados pelos técnicos das Superintendências Regionais de Regularização Ambiental - Suprams após análise integrada dos estudos de avaliação ambiental apresentados pelos empreendimentos.

As etapas do licenciamento ambiental incluem:

Licença Prévia - LP: é concedida na fase preliminar de planejamento do empreendimento.

Licença de Instalação - LI: autoriza a instalação do empreendimento, de acordo com os estudos, projetos e planos apresentados e aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e cumprimento das condicionantes da licença prévia.

Licença de Operação - LO: autoriza a operação do empreendimento, após a fiscalização do mesmo a fim de verificar se as medidas de controle ambiental e as condicionantes estabelecidas quando da obtenção das licenças anteriores estão sendo cumpridas. Após a obtenção da LO, a manutenção da regularidade ambiental é exigida por meio do estabelecimento de condicionantes, que devem ser cumpridas sob pena da perda da licença adquirida, caso sejam negligenciadas.

Nos casos em que o empreendimento já está instalado ou em operação antes de iniciar o processo de regularização ambiental, é necessário que seja feito o licenciamento corretivo. Assim, pode-se solicitar a licença de instalação corretiva (LIC) ou a licença de operação corretiva (LOC), de acordo com a fase em que é apresentado o requerimento de licença.

Entre as condicionantes da licença de operação das indústrias de laticínios enquadradas nas classes 3 a 6, pode ser exigido que o empreendimento realize o programa de automonitoramento dos efluentes líquidos gerados.

Assim, quando a licença ambiental é concedida ao empreendimento pela Unidade Regional Colegiada - URCs, são estabelecidas condicionantes que devem ser cumpridas, podendo ser uma delas o automonitoramento dos efluentes líquidos industriais gerados, com intuito de verificar a qualidade do efluente que está sendo descartado.

Ainda sobre os programas de automonitoramento, os empreendimentos devem enviar os relatórios na frequência estabelecida pelas URCs para fins de consulta e/ou fiscalização.

Além de atenderem aos padrões de lançamento estabelecidos na DN COPAM/CERH nº 1/2008, os ensaios com os parâmetros solicitados no programa de automonitoramento dos efluentes líquidos, estabelecidos como condicionante da licença de operação adquirida, deverão ser realizados por laboratórios de medição ambiental devidamente acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO ou homologados por Rede Metrológica de âmbito estadual, integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponha de um sistema de reconhecimento de competência de laboratórios com base nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025. Garantir a qualidade das medições ambientais é também uma função dos órgãos ambientais e, por esse motivo, desde 2005 há uma preocupação com a regularização dos laboratórios que prestam esse tipo de serviço. Atualmente, a Deliberação Normativa COPAM nº 167/2011 (Anexo E) é a legislação vigente no estado de Minas Gerais que consolida as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais.

O programa de automonitoramento dos efluentes líquidos industriais é extremamente importante para o controle da qualidade ambiental, já que é medida imprescindível para identificar as principais fontes poluidoras das águas superficiais do estado. Além disso, a avaliação do programa é importante para auxiliar os tomadores de decisão na definição de políticas públicas que visem à proteção ambiental.

Auditar os relatórios do programa de automonitoramento atribuídos nas condicionantes das licenças ambientais é uma das atribuições da Gerência de Monitoramento de Efluentes - GEDEF da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM e não constitui tarefa fácil. As dificuldades estão associadas à falta de disponibilização *online* de alguns dos

relatórios, falta de recursos humanos, ausência de padronização dos programas de automonitoramento, dentre outros.

Observa-se que os parâmetros a serem monitorados nos efluentes líquidos e a frequência de monitoramento, ambos estabelecidos nas condicionantes das licenças de operação concedidas pelas URCs, apresentam elevada heterogeneidade. Além disso, muitas vezes alguns parâmetros estabelecidos para serem monitorados não são os mais indicados para retratar o real impacto daquele efluente industrial no ambiente.

Outro problema identificado durante o acompanhamento dos relatórios de automonitoramento é o fato dos relatórios de ensaios produzidos pelos laboratórios contratados pelos empreendimentos serem bastante diferentes entre si. Alguns laudos apresentam várias páginas, com os resultados dos ensaios diversos parâmetros monitorados dispersos ao longo do relatório, o que dificulta a análise por parte do órgão ambiental.

Dessa forma, a construção de um índice que seja capaz de fornecer, por meio de único número, informações sobre o impacto que o empreendimento possa causar no ambiente em termos de efluentes líquidos industriais e que seja capaz de informar sobre a qualidade do cumprimento do programa de automonitoramento desses efluentes é muito importante. Tal índice vem a ser uma ferramenta muito útil para acompanhar, por meio de informações resumidas, a qualidade do efluente gerado e as demais exigências relativas ao programa automonitoramento. Assim, facilitando e agilizando a atuação dos órgãos ambientais no efetivo monitoramento e fiscalização dos empreendimentos, em termos de controle dos efluentes líquidos industriais gerados.

4 METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DO IAQML

O setor de Laticínios foi selecionado para o Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento dos Efluentes Líquidos Industriais de Laticínios - IAQML devido a trabalhos anteriores realizados com esse setor, tais como o Projeto Minas Ambiente – Setor Laticínios (MACHADO et. al, 2002) e o 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, 2011a). Esses estudos abordaram diversas características do setor, tais como diagnóstico e adequação ambiental, otimização de processos, gestão de efluentes, resíduos sólidos e emissões atmosféricas.

Baseado nisso, foi observada pela FEAM a necessidade do desenvolvimento um índice para a avaliação da qualidade do monitoramento dos efluentes líquidos industriais de laticínios e o cumprimento das demais exigências ambientais a fim de se estabelecer um panorama geral da situação ambiental desses empreendimentos em Minas Gerais.

Dessa forma, foi proposta a criação do Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento dos efluentes líquidos industriais de Laticínios - IAQML. Para isso, optou-se pelo Método Delphi, o qual foi desenvolvido em 1950, nos Estados Unidos e consiste na aplicação de questionários a um grupo de especialistas, objetivando estabelecer um consenso sobre um determinado tema. Para atingir esse objetivo, alguns pressupostos devem nortear a aplicação do Método Delphi (LINSTONE & TUROFF, 1975):

- Anonimato dos participantes, para evitar que a opinião de determinado participante seja influenciada pela opinião de outros que possuam maior grau de instrução;
- Mais de uma rodada de questionários, para que os participantes tenham a oportunidade de revisar suas decisões;
- *Feedback* das respostas dos questionários entre rodadas sucessivas;
- Apresentação final da pesquisa aos participantes com análise estatística dos resultados.

O método Delphi apresenta como vantagens o fato de ser uma ferramenta rápida, eficiente e de baixo custo para debater diversos temas, sem a necessidade de promover

encontros ou conferências. Além disso, o anonimato entre os participantes minimiza os desacordos entre opiniões (LIBÂNIO, 2010).

No IAQML, antes da elaboração do Questionário Delphi, foi feita uma pesquisa sobre diversos aspectos ambientais relacionados ao setor de laticínios, tais como: legislações aplicáveis; relatórios de automonitoramento; processos técnicos e administrativos; e publicações recentes da área. A partir disso, foram estabelecidos os indicadores e subindicadores para constarem como sugestão no Questionário Delphi (vide Apêndice A). Os participantes para essa pesquisa foram selecionados dentre quatro áreas de atuação, sendo elas: órgãos ambientais, empreendimentos de laticínios, consultorias ambientais e universidades.

O questionário foi realizado em duas rodadas, sendo que na primeira o envio foi feito para 80 participantes. Após o encerramento do prazo combinado, foram recebidas respostas de 35 participantes, as quais foram compiladas e resumidas para serem enviadas na próxima rodada de respostas do questionário. Nessa, os 35 participantes puderam comparar sua resposta individual com a dos demais participantes e avaliar se desejavam fazer alguma alteração ou se desejavam manter suas respostas iniciais. Após o encerramento do prazo da segunda rodada, 20 respostas foram recebidas, assim, os dados foram reunidos novamente e, baseado nessas respostas finais, foram estabelecidos os indicadores e subindicadores que fariam parte do IAQML, bem como seus respectivos pesos.

Os quatro indicadores selecionados quando somados totalizam 100 pontos. A definição de cada um deles, bem como seus respectivos pesos, podem ser visualizados na Tabela 6 e os subindicadores, quando presentes, serão apresentados nas seções seguintes.

Tabela 6 - Indicadores do IAQML

Indicadores	Peso relativo
<p><u>Indicador 1 (QE):</u> Qualidade do efluente líquido industrial tratado:</p> <p>Avalia a qualidade do efluente líquido industrial gerado por laticínios, após o tratamento, a fim de verificar o atendimento desse efluente ao padrão de lançamento de efluentes estabelecidos pela legislação ambiental vigente. Atualmente, trata-se da DN COPAM/CERH nº 1/2008 ou Resolução CONAMA nº 430/2011 , sendo adotado o valor mais restritivo.</p>	40%
<p><u>Indicador 2 (CP):</u> Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais:</p> <p>Avalia o atendimento ao programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais estabelecido na obtenção da licença ambiental do empreendimento. Dessa forma, visa verificar se todos os parâmetros pedidos estão sendo monitorados e também se estão sendo cumpridas as frequências de análise desses parâmetros e de envio dos relatórios de automonitoramento ao órgão ambiental.</p>	20%
<p><u>Indicador 3 (AL):</u> Adequação dos laboratórios:</p> <p>Verifica se os laboratórios responsáveis pela realização de ensaios com efluentes líquidos industriais dos laticínios estão devidamente de acordo com a legislação vigente na época de realização das análises, ou seja, se atendem ao artigo 2º da Deliberação Normativa COPAM nº 89/2005 (Anexo F) ou ao artigo 2º da DN COPAM nº 167/2011.</p>	20%
<p><u>Indicador 4 (DS):</u> Destino do soro:</p> <p>Avalia como correto ou incorreto, o destino do soro gerado na indústria de laticínios para os casos onde há produção de queijos e geração desse composto.</p>	20%

Além dos quatro indicadores, o método Delphi também determinou faixas de qualidade para a nota final dos empreendimentos no IAQML. Na Tabela 7, podem ser visualizadas as cinco faixas de qualidade e seus respectivos valores.

Tabela 7 – Faixas de qualidade para o IAQML

Faixa de qualidade	Intervalo do IAQML
Excelente	$89 \leq \text{IAQML} \leq 100$
Bom	$70 \leq \text{IAQML} < 89$
Médio	$50 \leq \text{IAQML} < 70$
Ruim	$30 \leq \text{IAQML} < 50$
Muito Ruim	$0 \leq \text{IAQML} < 30$

4.1 Aplicação do IAQML

Em 2009, o 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, 2011a) realizou um levantamento dos empreendimentos cadastrados no Sistema Integrado de Informação Ambiental - SIAM com 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). Esse levantamento encontrou 875 empreendimentos em atividade. Dentre eles, somente 189 eram enquadrados entre as classes 3 a 6, sendo que desses somente 128 apresentavam licença de operação vigente.

Já para o IAQML, os empreendimentos de laticínios selecionados para serem avaliados pelo Índice foram aqueles que se enquadravam nas classes de 3 a 6 segundo a DN COPAM nº 74/2004, tinham seus dados (principalmente os relatórios de automonitoramento) disponíveis no SIAM e possuíam, dentro da validade, licença de operação, licença de operação corretiva ou revalidação da licença de operação. O período em que os empreendimentos foram avaliados foi de junho de 2008 a dezembro de 2011. A data de início da avaliação foi escolhida devido à publicação da Deliberação Normativa conjunta COPAM/CERH nº 01/2008 em 05 de maio de 2008. Já a data de término do período de avaliação foi escolhida devido à diminuição da disponibilidade de dados no SIAM a partir de 2012. Dessa forma, não foi possível avaliar os 128 identificados no plano de ação, pois

somente 48 empreendimentos apresentaram as características supramencionadas dentro do período de avaliação do IAQML.

Para cada empreendimento, todos os relatórios de automonitoramento que estivessem dentro do período de análise do IAQML foram avaliados individualmente e receberam nota 1 quando o critério em avaliação fosse cumprido ou nota 0 no caso de descumprimento.

Dessa maneira, as notas dos empreendimentos nos indicadores e em seus subindicadores representam a porcentagem de relatórios daquele empreendimento que estão de acordo com o critério em avaliação. Essa nota será chamada de porcentagem total e varia de 0 a 100%.

Sendo assim, os indicadores e subindicadores, quando apresentados isolados do Índice, foram sempre retratados com sua porcentagem total (de 0 a 100%) e o peso de cada Indicador (Tabela 6) só foi considerado no cálculo final do IAQML. O mesmo vale para os subindicadores, ou seja, quando eles foram apresentados isolados de seus indicadores, eles foram retratados com sua porcentagem total (de 0 a 100%) e o peso de cada subindicador (Tabela 8 e Tabela 10) só foi considerado no cálculo da porcentagem total de seu respectivo indicador.

Os critérios avaliados por cada indicador e subindicador, bem como a metodologia de cálculo para cada um deles, estão detalhados nas seções seguintes.

4.2 Indicador 1 (QE) – Qualidade do efluente líquido industrial tratado

Apresenta 8 subindicadores (Tabela 8), com diferentes pesos relativos, que seriam os parâmetros importantes para avaliarem a qualidade do efluente, julgando se esses estavam de acordo com a legislação tendo como base a DN COPAM/CERH nº 1/2008, por ser essa mais restritiva.

Tabela 8 – Subindicadores do Indicador 1 (QE) - Qualidade do efluente líquido industrial tratado

Subindicadores:	Peso relativo:
DBO – Demanda bioquímica de oxigênio	19%
DQO – Demanda química de oxigênio	19%
Óleos e graxas	14%
Detergentes (substâncias tensoativas)	10%
Sólidos em suspensão totais	10%
Sólidos sedimentáveis	10%
pH	10%
Temperatura	8%

A Tabela 9 demonstra as etapas do cálculo do Indicador 1 (QE). Para cada empreendimento avaliado, o cálculo da porcentagem total do Indicador 1 (QE) no IAQML envolve três etapas.

Primeiro, para cada subindicador do Indicador 1 (QE), deve ser feito o cálculo de sua porcentagem total (Coluna C), a qual foi obtida pela média das notas de atendimento dos relatórios à legislação (Coluna F – Linhas “Nota Final”).

Em segundo lugar, é preciso que a porcentagem total obtida para cada subindicador (Coluna C) seja multiplicada por seu respectivo peso relativo (Coluna D), obtendo-se assim a nota IAQML de cada subindicador (Coluna E).

Por último, a nota IAQML de cada subindicador (coluna E) é somada, obtendo-se assim a porcentagem total do Indicador 1 (QE), que varia de 0 a 100% (Coluna A).

A Equação 1 resume as etapas para o cálculo do Indicador 1 (QE).

$$QE = \sum_{i=1}^8 (PAS_i * PRS_i) \quad [1]$$

Onde:

QE= Qualidade do efluente líquido industrial tratado;

i= parâmetro avaliado;

PAS_i= Porcentagem total de atendimento do subindicador à legislação;

PRS_i= Peso relativo do subindicador;

Tabela 9 – Fragmento da tabela de cálculo do Indicador 1 (QE) - empreendimento fictício

A	B	C	D	E	F				
					Data dos relatórios de automonitoramento				
Porcentagem total do indicador	Subindicadores (parâmetros)	Porcentagem total de atendimento dos subindicadores à legislação	Peso relativo do subindicador (Método Delphi)	Nota IAQML do subindicador		11/06/08	30/06/08	14/07/08	25/07/08
88,0%	DBO	75,0%	19,0%	14,3%	EB	268,42	412	227	56,8
					ET	42	120,4	8	4
					Nota	1	0	1	1
					Eficiência	84,4%	70,8%	96,5%	93,0%
					Ef. Anual	86,1%	86,1%	86,1%	86,1%
					Nota Final	1	0	1	1
	DQO	75,0%	19,0%	14,3%	EB	3240	1278	572	253,7
					ET	77,02	440	16	16
					Nota	1	0	1	1
					Eficiência	97,6%	65,6%	97,2%	93,7%
					Ef. Anual	88,5%	88,5%	88,5%	88,5%
					Nota Final	1	0	1	1
	Óleos e Graxas	100%	14,0%	14,0%	ET	0,1	6	0,1	0,1
					Nota Final	1	1	1	1
	Detergentes	100%	10,0%	10,0%	ET	1,57	0,001	0,001	0,002
					Nota Final	1	1	1	1
	Sólidos Suspensos	100%	10,0%	10,0%	ET	22	14	61	10
					Nota Final	1	1	1	1
	Sólidos Sedimentáveis	100%	10,0%	10,0%	ET	0,1	0,1	0,1	0,1
					Nota Final	1	1	1	1
pH	75,0%	10,0%	7,5%	ET	7,02	6,8	6,66	5,9	
				Nota Final	1	1	1	0	
Temperatura	100%	8,0%	8,0%	ET	20	19,2	18,7	19	
				Nota Final	1	1	1	1	

Legenda: EB = Efluente bruto; ET = Efluente tratado; Ef. Anual = Eficiência Anual.

4.3 Indicador 2 (CP) – Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais

Apresenta 3 subindicadores (Tabela 10) com diferentes pesos relativos, os quais verificam se todos os parâmetros solicitados estão sendo monitorados e se estão sendo cumpridas as frequências de análise desses parâmetros e de envio dos relatórios ao órgão ambiental.

Tabela 10 - Subindicadores do Indicador 2 (CP) - Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais

Subindicadores:	Peso relativo:
Proporção de parâmetros monitorados em relação ao total de parâmetros solicitados no programa de automonitoramento	41%
Proporção de períodos em que houve cumprimento da frequência de monitoramento solicitada no programa de automonitoramento	33%
Proporção de períodos em que houve cumprimento da frequência de envio de relatórios solicitados no programa de automonitoramento	26%

A Tabela 11 demonstra as etapas de cálculo do Indicador 2 (CP). Para cada empreendimento avaliado, o cálculo da porcentagem total do Indicador 2 (CP) no IAQML envolve três etapas.

Primeiro, para cada subindicador do Indicador 2 (CP), deve ser feito o cálculo de sua porcentagem total (Coluna C), a qual foi obtida pela média das notas de atendimento dos relatórios à legislação (Coluna F).

Em segundo lugar é preciso que a porcentagem total obtida para cada subindicador (Coluna C) seja multiplicada por seu respectivo peso relativo (Coluna D), obtendo-se assim a Nota IAQML de cada subindicador (Coluna E).

Por último, a nota IAQML de cada subindicador (Coluna E) é somada, obtendo-se assim a porcentagem total do Indicador 2 (CP), que varia de 0 a 100% (Coluna A).

A equação 2 resume as etapas para o cálculo do Indicador 2 (CP).

$$CP = \sum_{i=1}^3 (PAS_i * PRS_i) \quad [2]$$

Onde:

CP= Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais;

i= parâmetro avaliado;

PAS_i= Porcentagem total de atendimento do subindicador à legislação;

PRS_i= Peso relativo do subindicador;

Tabela 11 – Fragmento da tabela de cálculo do Indicador 2 (CP) - empreendimento fictício

A	B	C	D	E	F										
Porcentagem total do Indicador	Subindicadores	Porcentagem total de atendimento dos subindicadores à legislação	Peso relativo do subindicador (Método Delphi)	Nota IAQML do subindicador	Dados dos relatórios de automonitoramento										
77,15%	Frequência de envio	33,3%	26,0%	8,7%	Referência: mensal	10/7/08	10/8/08	10/9/08	10/10/08	10/11/08	10/12/08				
					Data do envio:	09/7/08	29/8/08	05/9/08	14/10/08	26/11/08	30/12/08				
					Nota envio:	1	0	1	0	0	0				
	Frequência de análise	83,3%	33,0%	27,5%	Referência: quinzenal	15/6/08	30/6/08	15/7/08	31/7/08	15/8/08	31/8/08				
					Data da coleta:	26/6/08	28/6/08	10/7/08	20/7/08	05/8/08	26/8/08				
					Nota análise:	0	1	1	1	1	1				
	Frequência de parâmetros	100%	41,0%	41,0%	Parâmetro	Nota contagem parâmetros	Contagem dos parâmetros	Números de relatórios: 41							
					DBO	1	41	EB	ET	EB	ET				
								1690	37	2040	43				
					DQO	1	41	EB	ET	EB	ET				
								2715	63	3100	51				
					Óleos e graxas	1	41	EB	ET	EB	ET				
								340	14	408	12				
					Detergentes	1	41	EB	ET	EB	ET				
								1,23	0,1	1,09	0,1				
					Sólidos suspensos	1	41	EB	ET	EB	ET				
								810	52	930	56				
Sólidos sedimentáveis	1	41	EB	ET	EB	ET									
			1,6	0,1	2,1	0,1									
pH	1	41	EB	ET	EB	ET									
			7,2	8	6,5	8,2									
Temperatura	1	41	EB	ET	EB	ET									
			23	20	26	22									

4.4 Indicador 3 (AL) – Adequação dos laboratórios

Verifica se os laboratórios responsáveis pela realização dos ensaios com os efluentes líquidos industriais de laticínios estão devidamente de acordo com a legislação vigente na época de realização das análises. Esse indicador não apresenta subindicadores, dessa forma, o cálculo de sua porcentagem total é somente a média de atendimento do empreendimento à legislação durante o período de análise do IAQML.

De maio de 2008 até junho de 2011, os empreendimentos foram avaliados segundo a DN COPAM nº 89/2005, a qual estabelecia, dentre outros tópicos, que os laboratórios que produzissem ensaios com os efluentes deveriam estar cadastrados junto a FEAM. Após junho de 2011, a legislação vigente passou a ser a DN COPAM nº 167/2011, a qual regia que, dentre outros aspectos, são considerados válidos os relatórios produzidos por laboratórios que: sejam acreditados para os ensaios realizados, nos termos da NBR-ISO/IEC 17025, junto ao INMETRO ou; sejam homologados, para os ensaios realizados, junto à Rede Metrológica de âmbito estadual integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponham de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025. Vale ressaltar que a acreditação ou a homologação dos laboratórios é feita para cada parâmetro a ser analisado, sendo assim os empreendimentos devem verificar se o laboratório a ser contratado está habilitado para analisar todos os parâmetros solicitados.

4.5 Indicador 4 (DS) – Destino do soro

Aborda o destino que os empreendimentos geradores de soro dão a esse composto. De acordo com a DN COPAM nº 41/2000 que determina, dentre outras coisas, a proibição do lançamento de soro em quaisquer cursos d'água, independente do porte e do potencial poluidor/degradador do empreendimento.

Esse indicador não apresenta subindicadores, dessa forma, o cálculo de sua porcentagem total é mais simples. Caso o empreendimento dê uma destinação correta ao soro, sua

porcentagem total será 100%, caso contrário o empreendimento receberá nota zero nesse indicador.

4.6 Nota final do IAQML

A nota do IAQML é formada a partir das notas de seus 4 indicadores. Cada indicador tem uma porcentagem total que pode variar de 0 a 100%. Então, para se chegar à nota final do IAQML de um empreendimento, a porcentagem total obtida em cada indicador é multiplicada por seu respectivo peso relativo (vide a seguir) e depois todos os valores resultantes são somados, conforme Equação 3.

$$IAQML = \sum_{i=1}^4 PTI_i * PRI_i \quad [3]$$

Onde:

IAQML = Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento dos efluentes líquidos industriais de Laticínios

i = Indicador avaliado:

PTI_i = Porcentagem total obtida pelo indicador

PRI_i = Peso relativo do indicador

Vale lembrar que os quatro indicadores são:

- I₁ QE – Qualidade do efluente líquido industrial tratado (peso relativo de 40%);
- I₂ CP – Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais (peso relativo de 20%);
- I₃ AL – Adequação dos laboratórios (peso relativo de 20%); e
- I₄ DS – Destino do soro (peso relativo de 20%).

No caso de algum empreendimento não ter enviado nenhum relatório de automonitoramento durante todo o período de avaliação do IAQML, sua nota nos Indicadores 1, 2 e 3 ficou como 0%.

Já no caso da ausência de algum indicador ou subindicador por motivos que não sejam a ausência de relatórios, por exemplo, devido a não solicitação no programa de automonitoramento, o peso dos demais componente no IAQML foi recalculado, respeitando-se as proporções já estabelecidas pelo método Delphi.

Mais detalhes sobre os cálculos utilizados no IAQML e alguns exemplos podem ser visualizados no Apêndice B.

5 RESULTADOS DO IAQML NAS INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS

Nos itens abaixo, são apresentados uma caracterização dos empreendimentos avaliados pelo IAQML e os resultados da aplicação do Índice nesses empreendimentos . É importante lembrar que as notas dos indicadores são apresentadas como sua porcentagem total, ou seja, não são utilizados seus pesos relativos. Esses pesos serão aplicados somente no cálculo da nota final do IAQML, como explicado na seção 4.1.

5.1 Caracterização dos empreendimentos avaliados pelo IAQML

Dentre os 48 empreendimentos avaliados, 42 deles pertencem à tipologia D-01-06-6, referente à preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios e têm médio potencial poluidor. Já os 6 empreendimentos restantes pertencem à tipologia D-01-07-4, resfriamento e distribuição do leite em instalações industriais e têm pequeno potencial poluidor.

Conforme dito anteriormente, segundo a DN COPAM nº 74/2004, a partir da tipologia a qual o empreendimento pertence e sua capacidade instalada, é possível enquadrá-lo por classe e porte. Dentre os 48 empreendimentos avaliados, 25 deles (52%) apresentam capacidade instalada até 80.000 L/dia. Os empreendimentos restantes variam bastante em sua capacidade instalada, podendo chegar até a 1.600.000 L/dia, como pode ser visualizado na Tabela 12. Já a média geral entre todos os empreendimentos é de 233.148 L/dia.

Tabela 12 – Capacidade instalada dos empreendimentos avaliados

Faixas de capacidade instalada (L/dia)	Número de empreendimentos
1 a 15.000	3
15.001 a 30.000	5
30.001 a 80.000	17
80.001 a 500.000	15
500.001 a 1.000.000	7
1.000.001 a 1.600.000	1
Total	48

A partir dessas capacidades instaladas verificou-se em qual porte os 48 empreendimentos avaliados se enquadravam, concluindo que 20 deles são de grande porte e 14 de médio porte. Para os 14 restantes, o porte na última licença válida durante o período de análise do Índice foi definido de acordo com a DN COPAM nº 01/1990, revogada pela DN COPAM nº 74/2004. Entretanto, enquadrando-os de acordo com os atuais limites de porte, 3 desses empreendimentos são considerados de grande porte, 8 de médio porte e 3 de pequeno porte.

Os empreendimentos avaliados estão divididos em classes, sendo que 17 deles são da classe 5, somente 3 são da classe 4 e 14 empreendimentos são da classe 3. Já os 14 restantes, assim como no parágrafo anterior, se enquadrados de acordo com as classes atuais, 3 empreendimentos são classe 5; 6 são classe 3; 2 são classe 2; e 3 são classe 1.

A distribuição dos empreendimentos por Superintendência Regional de Regularização Ambiental - Supram variou bastante. Essa variação ocorreu ao acaso, pois essa característica não foi critério de seleção para quais empreendimentos iriam fazer parte do IAQML (vide seção 4.1). A Supram com maior número de empreendimentos (11) foi a do Sul de Minas. No outro oposto, há a Supram Noroeste de Minas que não teve nenhum empreendimento selecionado. O número exato de empreendimentos por Supram pode ser visualizado na Figura 1.

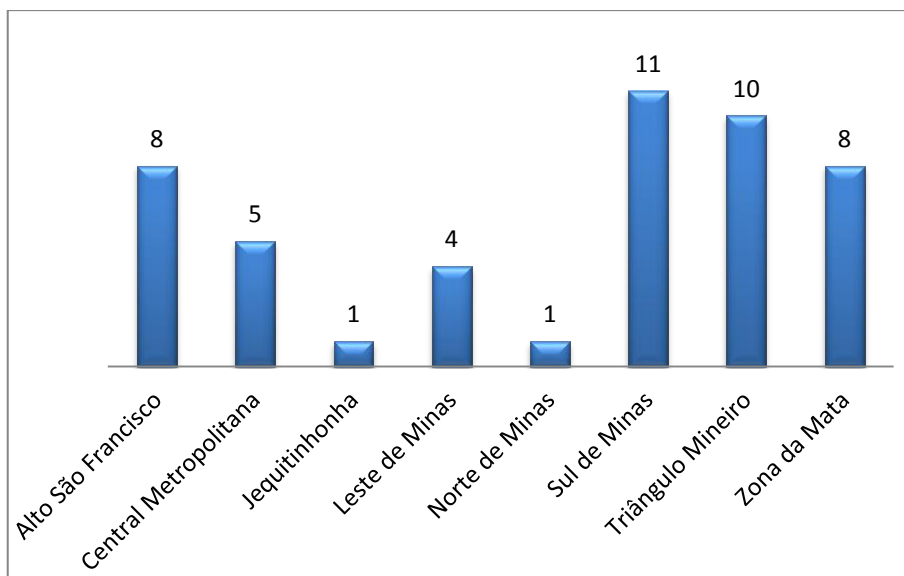


Figura 1 – Número de empreendimentos por Supram

Quanto ao tipo de tratamento, verificou-se que o mais utilizado é o tratamento por lodos ativados, o qual foi encontrado em 19 empreendimentos. Além disso, em outros 9 empreendimentos os lodos ativados são utilizados em combinação com outro sistema, como reator anaeróbio de fluxo ascendente - UASB ou lagoas. O segundo tipo de tratamento mais utilizado são os sistemas de lagoas, sendo que 7 empreendimentos utilizam somente esse sistema, enquanto que em outros 7 a utilização é feita em combinação com outros sistemas, incluindo lodos ativados. A relação completa pode ser visualizada na Tabela 13.

Tabela 13 – Tipos de tratamento utilizados nos empreendimentos avaliados

Tipo de tratamento	Nº de empreendimentos
Lodos ativados	19
Lagoas de estabilização	7
Filtro anaeróbio + lodos ativados	6
Reator UASB	4
Filtro anaeróbio + lagoa	3
Filtro anaeróbio	2
Lodos ativados + lagoa	2
Reator anaeróbio + lodos ativados + lagoa	1
Reator UASB + filtro anaeróbio	1
Digestores anaeróbios + filtro biológico + lagoa	1
Digestores anaeróbios + filtro biológico	1
Sem informação	1

5.2 Resultados do Indicador 1 (QE) – Qualidade do efluente líquido industrial tratado

Considerando o conjunto de todos os 48 empreendimentos, a nota média nesse indicador foi de 73,9% (faixa de qualidade boa). A distribuição das notas de cada empreendimento nas faixas de qualidade do IAQML pode ser visualizada na Figura 2 e o valor exato da nota de cada um pode ser visto na Tabela 14.

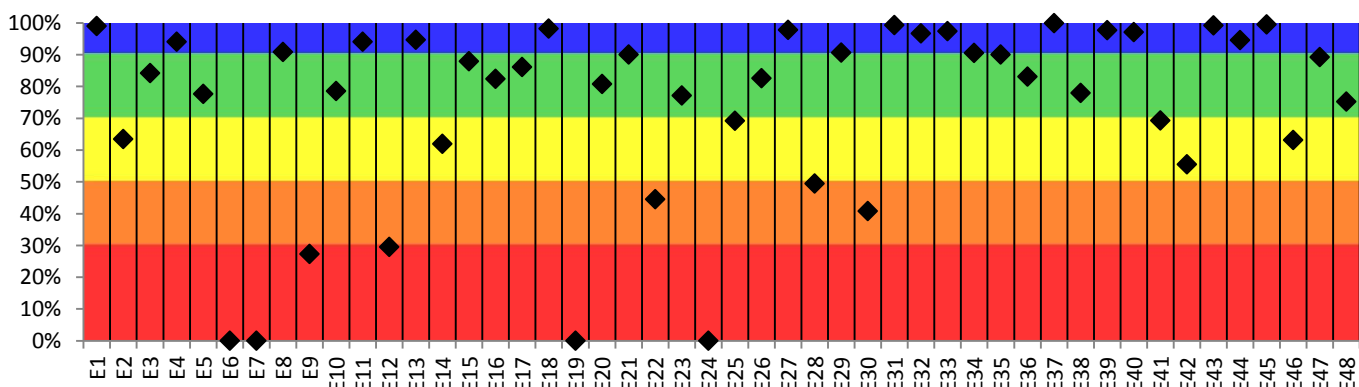


Figura 2 – Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 1 (QE)

Tabela 14 – Nota de cada empreendimento no Indicador 1 (QE)

Empreendimento	Indicador 1 (QE)	Empreendimento	Indicador 1 (QE)	Empreendimento	Indicador 1 (QE)	Empreendimento	Indicador 1 (QE)
E1	99,0%	E13	94,6%	E25	69,2%	E37	99,9%
E2	63,5%	E14	62,0%	E26	82,6%	E38	78,0%
E3	84,2%	E15	87,9%	E27	97,8%	E39	97,7%
E4	94,1%	E16	82,4%	E28	49,5%	E40	97,1%
E5	77,7%	E17	86,1%	E29	90,6%	E41	69,3%
E6	0%	E18	98,2%	E30	40,8%	E42	55,5%
E7	0%	E19	0%	E31	99,3%	E43	99,2%
E8	90,9%	E20	80,8%	E32	96,7%	E44	94,6%
E9	27,3%	E21	90,0%	E33	97,4%	E45	99,5%
E10	78,5%	E22	44,6%	E34	90,5%	E46	63,2%
E11	94,1%	E23	77,2%	E35	90,1%	E47	89,2%
E12	29,6%	E24	0%	E36	83,1%	E48	75,2%
Média geral: 73,9%							

Pode-se perceber que quase a metade dos empreendimentos (21 de 48 – 43,8%) recebeu nota excelente. Além disso, 68,8% dos empreendimentos (33 de 48) receberam nota entre excelente e bom. Sendo assim, a situação da maioria dos empreendimentos é pelo menos boa. Entretanto, em 18,8% dos empreendimentos (9 de 48) os parâmetros analisados estavam de acordo com a legislação em menos de 50% das análises, dessa forma, a qualidade do efluente desses empreendimentos foi classificada como ruim ou muito ruim.

A nota individual de cada empreendimento, de acordo com sua Supram, pode ser visualizada na Figura 3. Observa-se que a Supram Jequitinhonha obteve a melhor nota

média nesse indicador, enquanto que a pior nota média foi obtida pela Supram Norte de Minas.

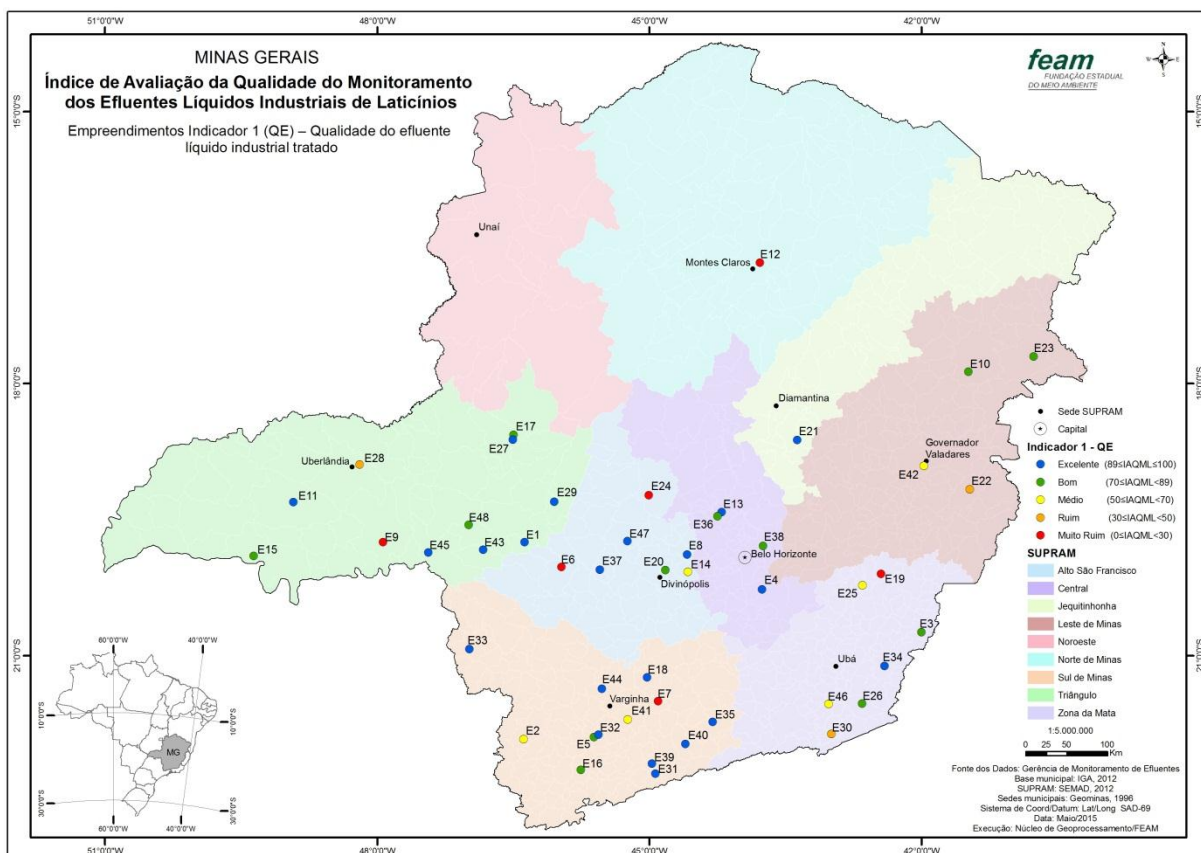


Figura 3 – Nota de cada empreendimento no Indicador 1 (QE) distribuídos por Supram

Já em relação aos subindicadores, as notas médias de atendimento ao padrão de lançamento da legislação (considerando os 48 empreendimentos) foram às seguintes: 90,6% para temperatura; 83,7% para pH; 78,8% para óleos e graxas; 75,2% para sólidos sedimentáveis; 74,3% para detergentes; 73,3% para DQO; 66,4% para DBO; e 65,7% para sólidos suspensos (Figura 4). A nota individual dos empreendimentos em cada subindicador pode ser visualizada Tabela 15.

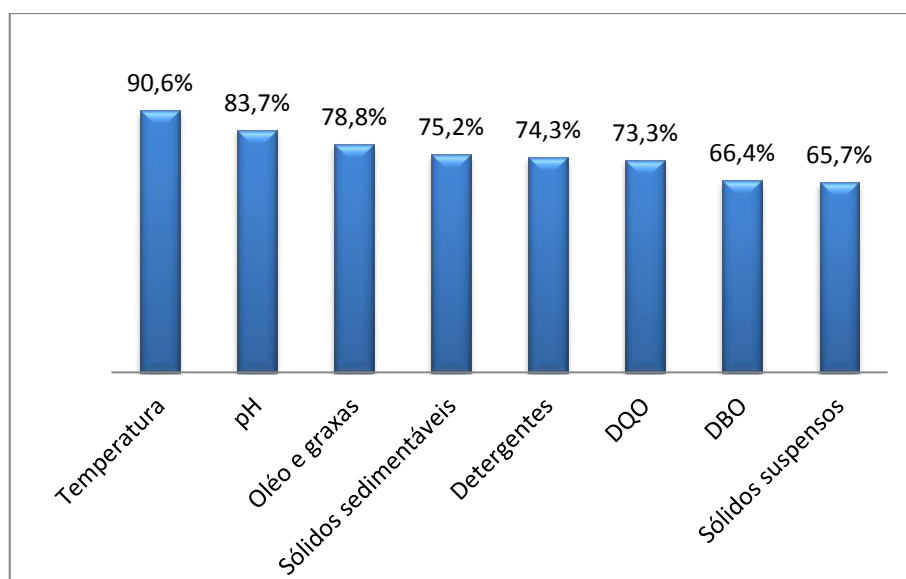


Figura 4 – Nota média geral dos empreendimentos para cada subindicador do Indicador 1 (QE)

Tabela 15 - Nota de cada empreendimento nos subindicadores do Indicador 1 (QE)

Empreendimento	DBO	DQO	Óleos e Graxas	Detergentes	Sólidos Suspensos	Sólidos sedimentáveis	pH	Temperatura
E1	97,9%	97,9%	100%	100%	97,9%	100%	100%	100%
E2	14,3%	21,4%	92,9%	100%	85,7%	92,9%	78,6%	100%
E3	54,7%	68,0%	100%	98,0%	98,7%	98,0%	96,0%	100%
E4	84,0%	98,7%	94,7%	94,6%	98,7%	100%	94,6%	98,6%
E5	100%	97,1%	100%	70,6%	PNM	100%	91,4%	PNM
E6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E8	82,9%	97,6%	97,6%	100%	65,9%	PNM	92,3%	100%
E9	15,0%	15,0%	10,0%	PNM	0,0%	0,0%	94,7%	100%
E10	66,7%	72,2%	83,3%	94,4%	55,6%	83,3%	91,4%	100%
E11	80,5%	98,9%	98,9%	84,0%	97,7%	100%	100%	100%

Tabela 15 - Nota de cada empreendimento nos subindicadores do Indicador 1 (QE) (continuação)

Empreendimento	DBO	DQO	Óleos e Graxas	Detergentes	Sólidos Suspensos	Sólidos sedimentáveis	pH	Temperatura
E12	1,1%	1,7%	18,8%	4,7%	43,6%	84,8%	67,1%	100%
E13	100%	97,6%	100%	92,9%	86,6%	74,3%	97,3%	100%
E14	9,1%	45,5%	90,9%	27,3%	100%	81,8%	100%	100%
E15	100%	100%	85,0%	100%	0%	100%	100%	100%
E16	66,7%	53,0%	98,0%	91,5%	94,0%	97,4%	99,1%	100%
E17	82,8%	100%	90,5%	100%	54,2%	75,5%	100%	100%
E18	97,0%	100%	98,5%	98,5%	98,5%	94,0%	98,5%	100%
E19	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E20	54,3%	100%	100%	88,6%	100%	11,4%	97,1%	97,1%
E21	100%	100%	100%	100%	25,0%	100%	75,0%	100%
E22	57,1%	57,1%	0,0%	0%	50,0%	100%	42,9%	PNM
E23	100%	100%	33,3%	100%	66,7%	66,7%	50,0%	PNM
E24	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E25	31,7%	53,7%	100%	100%	87,8%	92,7%	51,2%	100%
E26	70,2%	93,6%	97,9%	95,7%	36,2%	68,1%	97,9%	100%
E27	100%	100%	96,8%	98,4%	87,9%	PNM	100%	PNM
E28	29,5%	70,5%	22,0%	7,0%	14,3%	97,7%	75,0%	100%
E29	85,7%	92,9%	97,1%	95,7%	61,4%	95,5%	98,6%	100%
E30	0,0%	0,0%	42,3%	50,0%	42,3%	76,9%	100%	100%
E31	100%	100%	95,5%	PNM	100%	100%	100%	100%
E32	100%	100%	97,6%	100%	90,2%	97,4%	90,2%	100%
E33	100%	100%	90,6%	100%	96,9%	100%	90,3%	100%
E34	100%	100%	80,0%	100%	100%	40,0%	93,3%	100%
E35	100%	100%	98,8%	3,5%	100%	100%	98,8%	100%

Tabela 15 - Nota de cada empreendimento nos subindicadores do Indicador 1 (QE) (conclusão)

Empreendimento	DBO	DQO	Óleos e Graxas	Detergentes	Sólidos Suspensos	Sólidos sedimentáveis	pH	Temperatura
E36	85,7%	100%	100%	71,4%	100%	0,0%	100%	PNM
E37	100%	100%	100%	98,5%	100%	100%	100%	100%
E38	37,7%	82,6%	94,2%	78,3%	78,3%	85,5%	97,1%	100%
E39	95,5%	98,5%	98,5%	95,5%	100%	95,5%	100%	100%
E40	95,0%	96,7%	96,7%	100%	98,3%	92,9%	100%	100%
E41	44,4%	59,7%	95,8%	76,4%	45,8%	63,9%	94,4%	100%
E42	34,1%	31,7%	94,6%	50,0%	17,1%	50,0%	100%	100%
E43	100%	100%	100%	100%	98,4%	93,8%	100%	100%
E44	96,6%	96,6%	93,1%	82,8%	93,1%	93,1%	100%	100%
E45	100%	100%	99,3%	98,7%	97,4%	100%	100%	100%
E46	37,3%	41,2%	78,9%	84,0%	49,0%	63,0%	96,1%	100%
E47	80,9%	80,9%	100%	95,8%	75,6%	97,9%	95,8%	100%
E48	96,6%	96,6%	31,0%	93,1%	0%	96,6%	72,4%	100%
Média geral	66,4%	73,3%	78,8%	74,3%	65,7%	75,2%	83,7%	90,6%

Legenda: PNM = Parâmetro não monitorado.

Pode-se observar na Tabela 15 que o parâmetro em que os empreendimentos mais cumpriram a legislação ao lançar seus efluentes foi a temperatura, fazendo isso em 90,6% das vezes (ao se considerar conjuntamente todos os relatórios de automonitoramento de todos os empreendimentos). Por outro lado, o parâmetro em que os empreendimentos menos cumpriram a legislação ao lançar seus efluentes foi sólidos suspensos, fazendo isso em 65,7% das vezes.

Ao se cruzar os dados das notas do Indicador 1 (QE) com os tipos de tratamento realizados pelos empreendimentos, foi possível observar que os sistemas de tratamento predominantemente aeróbios (como lodos ativados e lodos ativados combinados com

lagoas) tiveram as melhores notas para o Indicador 1 (QE), ficando com nota média de 84,7%. Já os tratamentos predominantemente anaeróbios (como filtros anaeróbios e reator UASB) obtiveram as piores notas, atingindo a média de 52,7%. Esses resultados estão de acordo com MACHADO *et al.* (1999; 2002), que afirmam que os sistemas aeróbios como os de lodos ativados são mais indicados para o tratamento dos efluentes de laticínios.

Considerando-se somente as notas do subindicador de sólidos suspensos (menor média entre os subindicadores) e as relacionado com os tipos de tratamento realizados pelos empreendimentos, foi possível observar que os sistemas de tratamento predominantemente aeróbios, mais uma vez, tiveram as melhores notas ficando com a média de 79,7%. Já os sistemas de tratamento predominantemente anaeróbios obtiveram novamente as piores notas, ficando com média de 44,0% para o subindicador sólidos suspensos. Esses resultados continuam de acordo com MACHADO *et al.* (1999; 2002) e, mais especificamente, podem ser explicados pela afirmação de que os reatores anaeróbios (de fase única) utilizados pelos empreendimentos de laticínios são muito menos eficientes do que os reatores anaeróbios de duas fases para a remoção de sólidos suspensos. Segundo DEMIREL *et al.* (2005) ao se trabalhar separadamente as etapas de biodegradação anaeróbia (acidogênica e metanogênica), pode-se aumentar bastante a eficiência de cada uma delas, sendo isso de grande relevância para efluentes com grande quantidade de matéria orgânica como os laticínios.

5.3 Resultados do Indicador 2 (CP) – Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais

A nota média nesse indicador, considerando todos os empreendimentos, foi de 67,2% (faixa de qualidade média). A distribuição das notas de cada empreendimento nas faixas de qualidade do IAQML pode ser visualizada na Figura 5 e o valor exato da nota de cada um pode ser visto na Tabela 16.

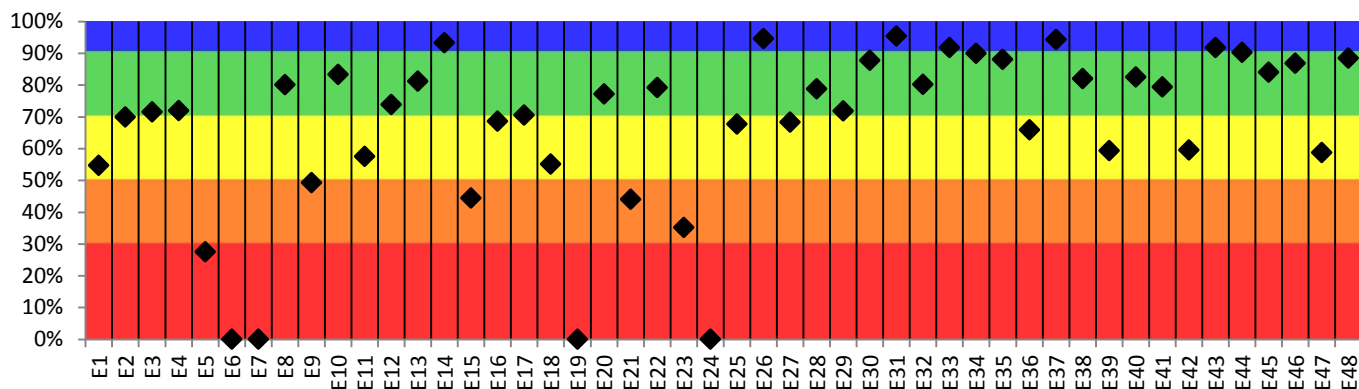


Figura 5 – Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 2 (CP)

Tabela 16 - Nota de cada empreendimento no Indicador 2 (CP)

Empreendimento	Indicador 2 (CP)	Empreendimento	Indicador 2 (CP)	Empreendimento	Indicador 2 (CP)	Empreendimento	Indicador 2 (CP)
E1	54,7%	E13	81,2%	E25	67,7%	E37	94,2%
E2	69,9%	E14	93,3%	E26	94,6%	E38	82,0%
E3	71,5%	E15	44,4%	E27	68,3%	E39	59,3%
E4	71,9%	E16	68,6%	E28	78,8%	E40	82,5%
E5	27,5%	E17	70,5%	E29	71,8%	E41	79,4%
E6	0%	E18	55,1%	E30	87,7%	E42	59,5%
E7	0%	E19	0%	E31	95,4%	E43	91,8%
E8	80,1%	E20	77,2%	E32	80,2%	E44	90,3%
E9	49,2%	E21	44,1%	E33	91,8%	E45	84,0%
E10	83,3%	E22	79,2%	E34	89,9%	E46	86,8%
E11	57,5%	E23	35,2%	E35	88,0%	E47	58,7%
E12	73,9%	E24	0%	E36	65,9%	E48	88,4%
Média geral: 67,2%							

A nota média desse indicador (67,2%) foi a mais baixa entre os 4 indicadores do IAQML e o número de empreendimentos que recebeu nota excelente também foi o menor entre os indicadores (8 de 48 – 16,7%). Dessa forma, fica evidente que o cumprimento do programa de automonitoramento é a maior dificuldade encontrada pelos empreendimentos e/ou que essa exigência é a que recebe menor atenção dos empreendedores. Mesmo assim, 28 dos 48 empreendimentos (58,3%) receberam notas entre excelente e bom e somente 9 empreendimentos (18,8%) receberam notas entre ruim e muito ruim.

Contudo, muitos empreendimentos ainda precisam melhorar o cumprimento de seu programa de automonitoramento. Algumas mudanças são simples como maior atenção à data limite de envio dos relatórios ao órgão ambiental competente, pois algumas vezes os empreendimentos perdiam pontos nesse subindicador devido aos relatórios chegarem com poucos dias de atraso. Por outro lado, alguns empreendimentos simplesmente não faziam análises ou não enviavam alguns dos relatórios devidos, o que demonstra maior descaso com o cumprimento do programa.

A nota individual de cada empreendimento, de acordo com sua Supram, pode ser visualizada na Figura 6. Observa-se que a Supram Norte de Minas obteve a melhor nota média nesse indicador, enquanto que a pior nota média foi obtida pela Supram Jequitinhonha.

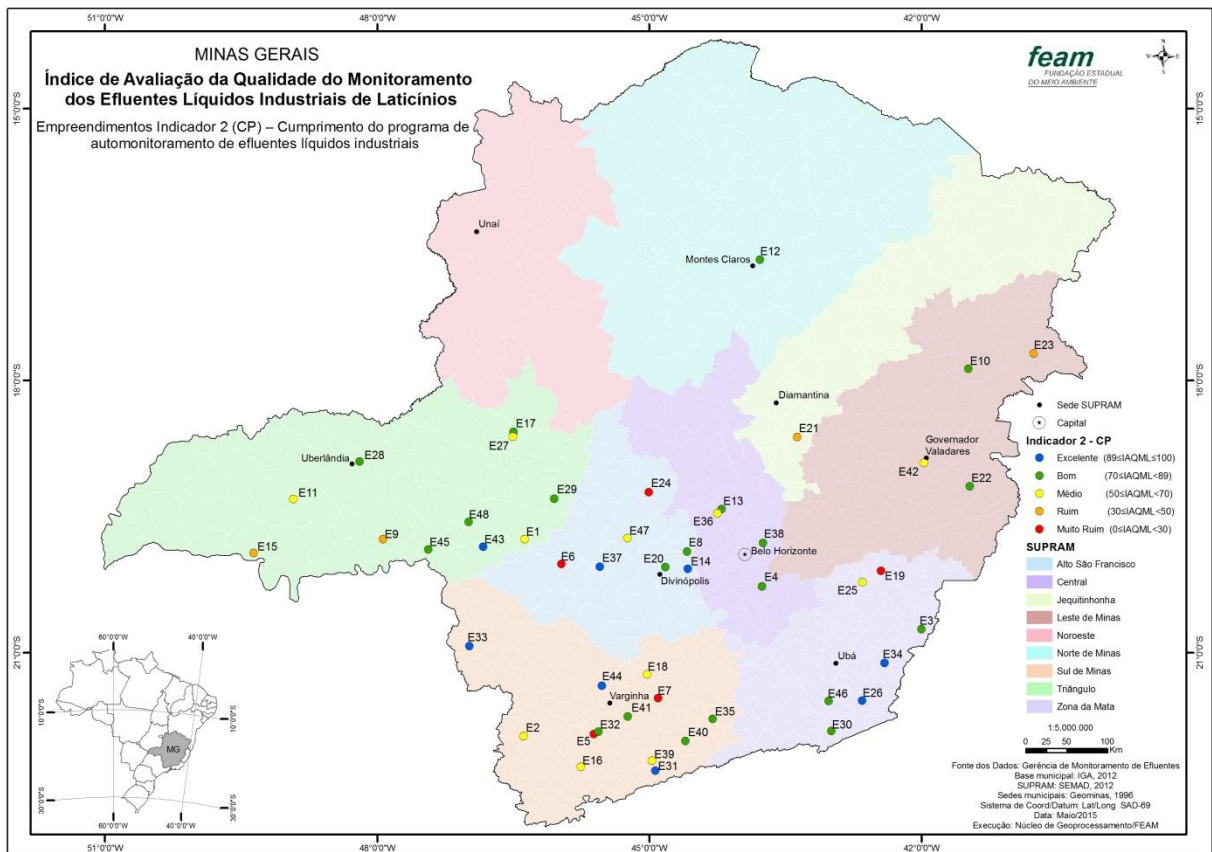


Figura 6– Nota de cada empreendimento no Indicador 2 (CP) distribuídos por Supram

Já em relação aos subindicadores, as notas médias de atendimento ao programa de automonitoramento (considerando todos os empreendimentos) foram as seguintes: 83,1% para a proporção de parâmetros monitorados; 66,0% para o cumprimento da frequência de monitoramento; e 41,0% para o cumprimento da frequência de envio (Figura 7). A nota individual dos empreendimentos em cada subindicador pode ser visualizada na Tabela 17.

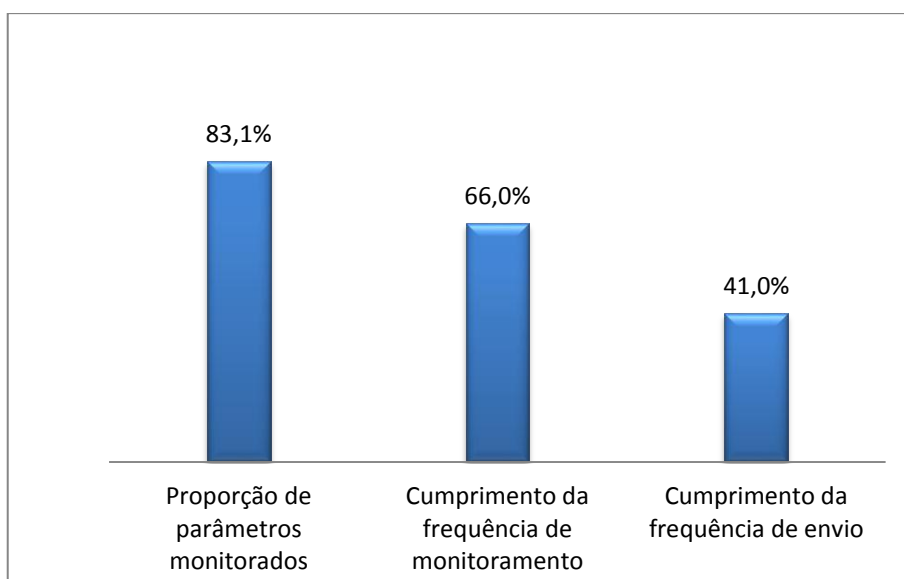


Figura 7 – Nota média geral para cada subindicador do Indicador 2 (CP)

Tabela 17 - Nota de cada empreendimento nos subindicadores do Indicador 2 (CP)

Empreendimento	Cumprimento da frequência de envio	Cumprimento da frequência de monitoramento	Proporção de parâmetros monitorados	Empreendimento	Cumprimento da frequência de envio	Cumprimento da frequência de monitoramento	Proporção de parâmetros monitorados
E1	2,4%	46,5%	94,4%	E11	0%	75,8%	79,2%
E2	SD	32,6%	100%	E12	29,4%	83,0%	94,7%
E3	42,9%	59,5%	99,3%	E13	56,3%	94,0%	86,6%
E4	33,3%	74,4%	94,4%	E14	83,3%	100%	94,1%
E5	6,7%	2,5%	60,8%	E15	0%	10,3%	100%
E6	0%	0%	0%	E16	10,8%	88,9%	88,9%
E7	0%	0%	0%	E17	10,0%	98,3%	86,5%
E8	81,0%	75,0%	83,6%	E18	1,5%	62,4%	83,1%
E9	0%	41,3%	86,8%	E19	0%	0%	0%
E10	55,4%	100%	87,5%	E20	65,2%	72,2%	88,7%

Tabela 17 - Nota de cada empreendimento nos subindicadores do Indicador 2 (CP) (conclusão)

Empreendimento	Cumprimento da frequência de envio	Cumprimento da frequência de monitoramento	Proporção de parâmetros monitorados	Empreendimento	Cumprimento da frequência de envio	Cumprimento da frequência de monitoramento	Proporção de parâmetros monitorados
E21	0%	9,3%	100%	E35	100%	94,7%	75,0%
E22	87,5%	85,7%	68,8%	E36	SD	51,2%	77,8%
E23	4,0%	11,5%	74,1%	E37	100%	91,1%	93,1%
E24	0%	0%	0%	E38	52,6%	82,9%	100%
E25	0%	82,6%	98,6%	E39	7,0%	57,3%	94,1%
E26	SD	92,3%	96,4%	E40	51,4%	85,3%	100%
E27	16,7%	85,3%	87,2%	E41	75,0%	60,7%	97,3%
E28	53,7%	83,2%	91,0%	E42	SD	39,5%	75,6%
E29	2,3%	93,2%	98,6%	E43	96,7%	94,0%	86,8%
E30	53,8%	100%	99,3%	E44	93,3%	83,3%	94,0%
E31	98,7%	94,1%	94,4%	E45	53,0%	95,4%	94,5%
E32	30,0%	95,0%	100%	E46	93,3%	68,2%	97,7%
E33	83,3%	88,9%	99,4%	E47	0%	55,8%	98,3%
E34	100%	70,2%	99,3%	E48	73,3%	100%	88,7%
Média geral	41,0%	66,0%	83,1%	Média geral	41,0%	66,0%	83,1%

Legenda: SD = Sem dados

O subindicador em que os empreendimentos obtiveram a melhor média foi o da proporção de parâmetros monitorados (83,1%) e o que houve a menor média foi o cumprimento da frequência de envio (41,0%). Dessa forma, pode-se observar que o monitoramento de todos os parâmetros que foram solicitados no programa de automonitoramento foi cumprido pelos empreendimentos em uma quantidade de relatórios de automonitoramento muito maior do que o cumprimento do envio desses

relatórios de acordo com a frequência solicitada. Além disso, a frequência de monitoramento, ou seja, de realização das análises só foi cumprida em 66% das vezes. Sendo assim, fica evidente que a maioria dos empreendimentos realizava o automonitoramento de pelo menos a maioria dos parâmetros solicitados, porém houve mais falhas em cumprir a frequência solicitada para análise dos efluentes e envio dos relatórios ao órgão ambiental competente. Sugestões para melhorar essa situação são descritas no Capítulo 7.

5.4 Resultados do Indicador 3 (AL) – Adequação dos laboratórios

A nota média nesse indicador, considerando todos os empreendimentos, foi de 86,8% (faixa de qualidade boa). A distribuição das notas de cada empreendimento nas faixas de qualidade do IAQML pode ser visualizada na Figura 8 e o valor exato da nota de cada um pode ser visto na Tabela 18.

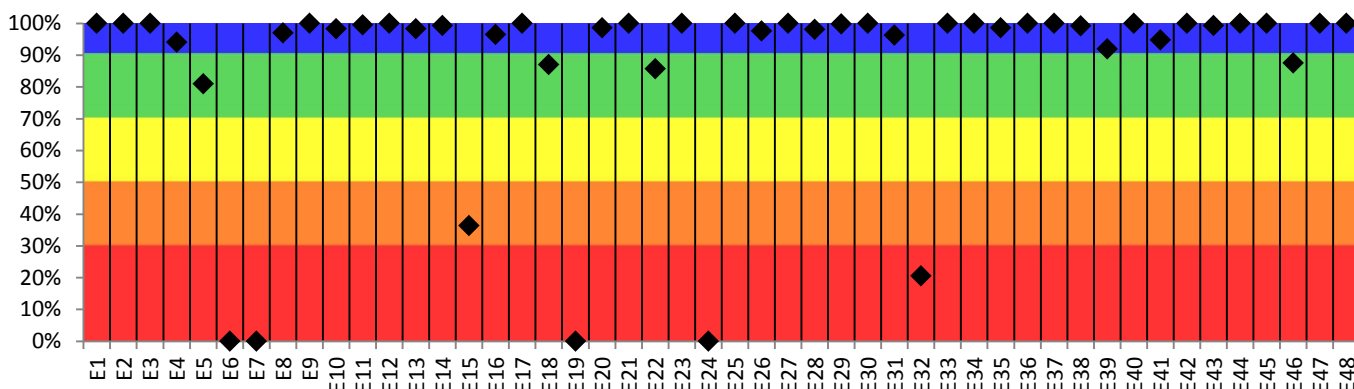


Figura 8 – Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 3 (AL)

Tabela 18 - Nota de cada empreendimento no Indicador 3 (AL)

Empreendimento	Indicador 3 (AL)	Empreendimento	Indicador 3 (AL)	Empreendimento	Indicador 3 (AL)	Empreendimento	Indicador 3 (AL)
E1	100%	E13	98,3%	E25	100%	E37	100%
E2	100%	E14	99,3%	E26	97,6%	E38	99,2%
E3	99,3%	E15	36,4%	E27	100%	E39	92,0%
E4	94,1%	E16	96,5%	E28	98,1%	E40	100%
E5	81,0%	E17	100%	E29	99,8%	E41	94,8%
E6	0%	E18	87,0%	E30	100%	E42	100%
E7	0%	E19	0%	E31	96,3%	E43	99,3%
E8	97,0%	E20	98,6%	E32	20,6%	E44	100%
E9	100%	E21	100%	E33	100%	E45	100%
E10	98,3%	E22	85,7%	E34	100%	E46	87,5%
E11	99,5%	E23	100%	E35	98,6%	E47	100%
E12	100%	E24	0%	E36	100%	E48	100%
Média geral: 86,8%							

A grande maioria dos empreendimentos (38 de 48 – 79,2%) obteve nota excelente e somente 6 empreendimentos (12,5%) obtiveram notas entre ruim e muito ruim. Dessa forma, a situação geral dos empreendimentos está muito boa quanto à adequação dos laboratórios contratados para realizar ensaios com seus efluentes.

A nota individual de cada empreendimento, de acordo com sua Supram, pode ser visualizada na Figura 9. Observa-se que a Supram Jequitinhonha obteve a melhor nota média nesse indicador, enquanto que a pior nota média foi obtida pela Supram Alto São Francisco.

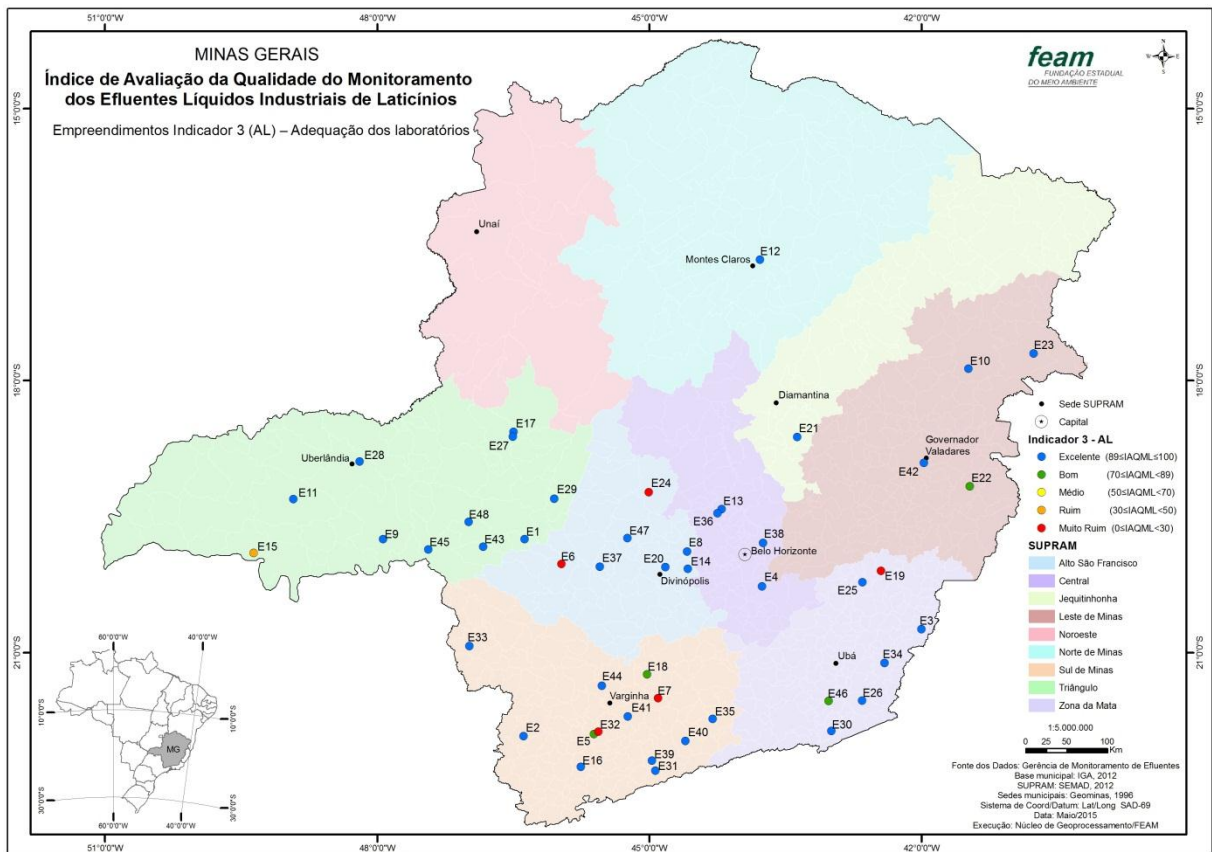


Figura 9– Nota de cada empreendimento no Indicador 3 (AL) distribuídos por Supram

É importante destacar que durante a maior parte do período avaliado (até agosto de 2011) a legislação vigente era a DN COPAM nº 89/2005, a qual era mais simples de cumprir do que a DN COPAM nº 167/2011. Isso fica bem claro ao se separar as notas do Indicador 3 (AL) em antes e depois da publicação da DN COPAM nº 167/2011, ou seja, até agosto de 2011 e após agosto de 2011. Feito isso, ao se considerar todos os empreendimentos em conjunto, a nota média de atendimento à DN COPAM nº 89/2005 foi de 98,2%, enquanto que a nota média de atendimento à DN COPAM nº 167/2011 foi de 54,0%. Dessa forma, essa grande queda na nota média demonstra a dificuldade dos empreendimentos em atender à nova legislação.

Devido ao fato de que o período de análise do IAQML se estendeu somente até dezembro de 2011 (Seção 4.1) e que, em razão disso, a adequação dos empreendimentos à DN COPAM nº 167/2011 só foi avaliada por 4 meses (setembro a dezembro de 2011), poderia ser dito que a baixa nota média dos empreendimentos no Indicador 3 (AL) durante esse período ocorreu somente nos primeiros meses de vigência da nova legislação enquanto

os empreendimentos e os laboratórios ainda estavam se adequando às mudanças. Entretanto, é provável que a nota média dos empreendimentos continuaria a ser mais baixa, pois é sabido que ainda existem muitos empreendimentos que tem dificuldade em cumprir a DN COPAM nº 167/2011 devido às constantes consultas que a FEAM recebe com dúvidas e dificuldades à respeito do procedimento correto para a adequação de laboratórios para análises de efluentes líquidos, mesmo após quase 4 anos de vigência da DN COPAM nº 167/2011.

5.5 Resultados do Indicador 4 (DS) – Destino do soro

A nota média nesse indicador, considerando todos os empreendimentos, foi de 100% (faixa de qualidade excelente). A distribuição das notas de cada empreendimento nas faixas de qualidade do IQAML pode ser visualizada na Figura 10 e o valor exato da nota de cada um pode ser visto na Tabela 19.

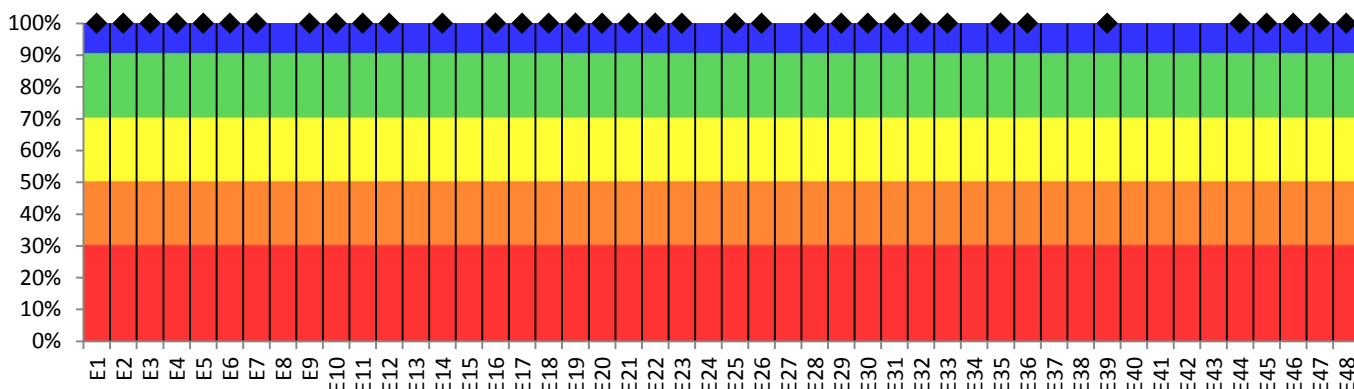


Figura 10 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 4 (DS)

Tabela 19- Nota de cada empreendimento no Indicador 4 (DS)

Empreendimento	Indicador 4 (DS)	Empreendimento	Indicador 4 (DS)	Empreendimento	Indicador 4 (DS)	Empreendimento	Indicador 4 (DS)
E1	100%	E13	NP	E25	100%	E37	SD
E2	100%	E14	100%	E26	100%	E38	NP
E3	100%	E15	NP	E27	NP	E39	100%
E4	100%	E16	100%	E28	100%	E40	SD
E5	100%	E17	100%	E29	100%	E41	NP
E6	100%	E18	100%	E30	100%	E42	SD
E7	100%	E19	100%	E31	100%	E43	NP
E8	SD	E20	100%	E32	100%	E44	100%
E9	100%	E21	100%	E33	100%	E45	100%
E10	100%	E22	100%	E34	NP	E46	100%
E11	100%	E23	100%	E35	100%	E47	100%
E12	100%	E24	NP	E36	100%	E48	100%
Média geral: 100%							

Legenda: NP = não produz; SD: sem dados;

Pode-se perceber que dentre os empreendimentos analisados, a destinação estava correta para todos os 36 que produziam soro e disponibilizaram essa informação. Visto que essa parcela representa 75,0% dos empreendimentos avaliados, pode-se afirmar que a situação da maioria dos empreendimentos atualmente está de acordo com a DN COPAM nº 41/2000. Dentre os 12 empreendimentos restantes (25%), 8 deles (16,7%) não produziam soro e em 4 deles (8,3%) não foi possível obter informações sobre o destino dado ao soro, segundo consulta no SIAM.

Os 48 empreendimentos selecionados para o IAQML tem capacidade nominal de recebimento de 15.000 a 1.000.000 L de leite por dia, dos quais, como já mencionado, 8

não produzem soro. Assim, dos 40 empreendimentos restantes, é possível afirmar que pelo menos 90% deles (36 em 40) não descartam seu soro diretamente no curso d'água. Dessa forma, a situação atual é melhor do que a relatada anteriormente por PRINCE (1999) antes do da DN COPAM nº 41/2000, onde foi identificado que 75% dos laticínios (com capacidade nominal de recebimento de até 100.000 L de leite por dia) não realizavam descarte do soro diretamente no curso d'água.

A nota individual de cada empreendimento, de acordo com sua Supram, pode ser visualizada na Figura 11. As notas médias de cada Supram foram todas iguais nesse indicador, já que nenhum empreendimento declarou destinação incorreta para o soro do leite.

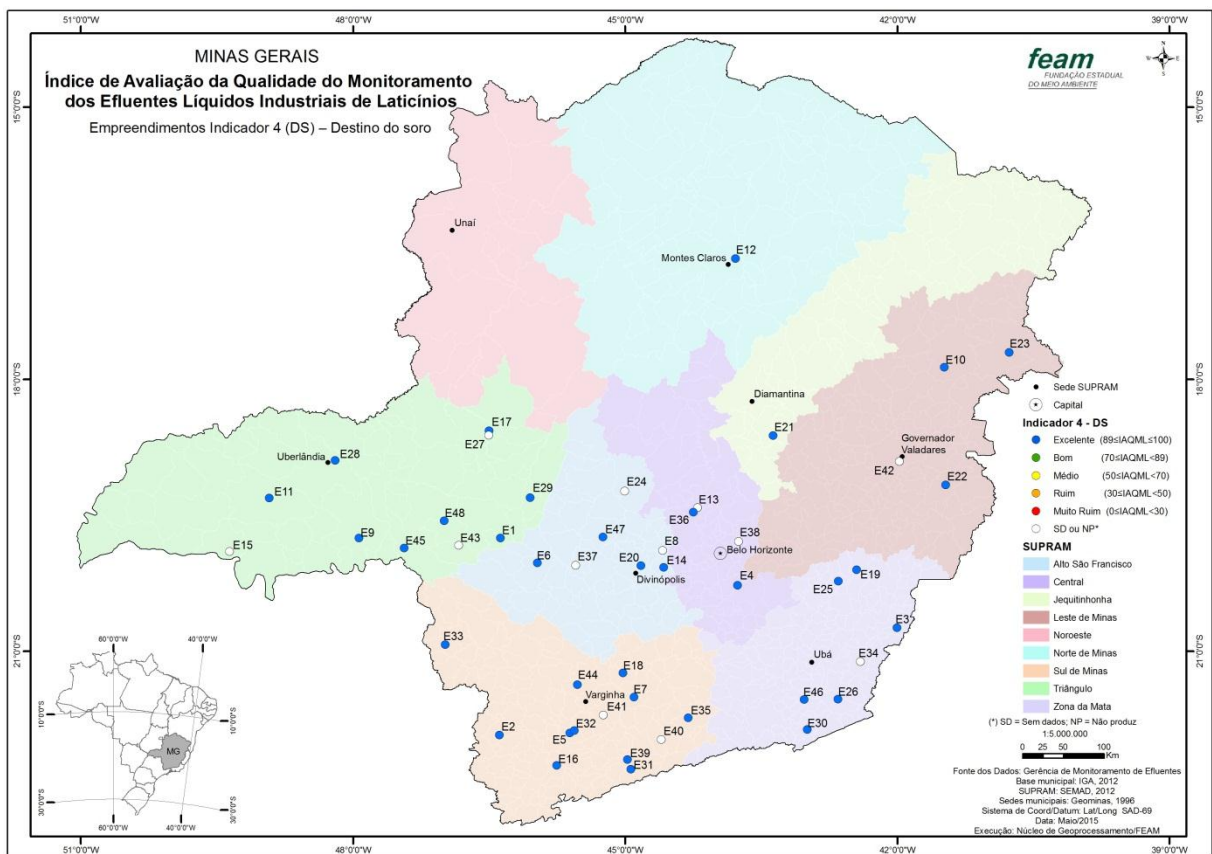


Figura 11– Nota de cada empreendimento no Indicador 4 (DS) distribuídos por Supram

A Figura 12 aborda as formas de destinação praticadas pelos 36 empreendimentos que produzem soro e disponibilizaram essa informação. Os empreendimentos costumam realizar mais de um tipo de destinação ao mesmo tempo e ainda mudá-las com o passar

do tempo, dessa forma, as destinações mais utilizadas ao longo do período de avaliação do IAQML foram representadas na forma de porcentagem de ocorrência.

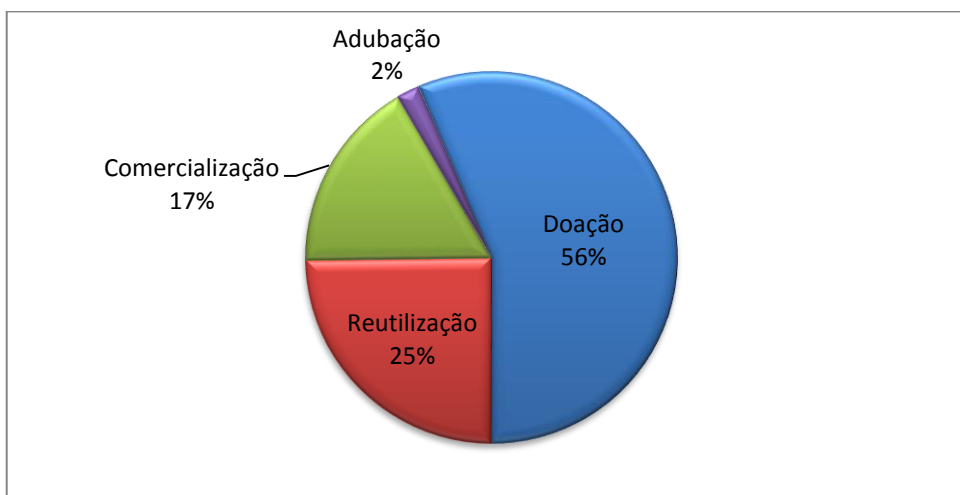


Figura 12 – Destinação do soro do leite

Pode-se observar que a destinação mais frequente foi a doação, na qual geralmente o soro era doado para produtores rurais que o utilizavam para alimentação de criações bovinas ou suínas. A segunda destinação mais frequente foi a reutilização dentro do próprio processo produtivo dos laticínios, geralmente para produção de bebidas lácteas, ricota ou soro em pó. Já a destinação para comercialização ocorre, na maioria das vezes, para grandes laticínios e, em alguns casos, para produtores rurais. Por último, a adubação do solo ocorre geralmente em fazendas do próprio empreendimento.

5.6 Resultados do IAQML

Considerando todos os 48 empreendimentos avaliados pelo IAQML, a nota média no índice foi de 79,3% (faixa de qualidade boa). A distribuição das notas de cada empreendimento nas faixas de qualidade do IAQML pode ser visualizada na Figura 13 e o valor exato da nota de cada um pode ser visto na Tabela 20.

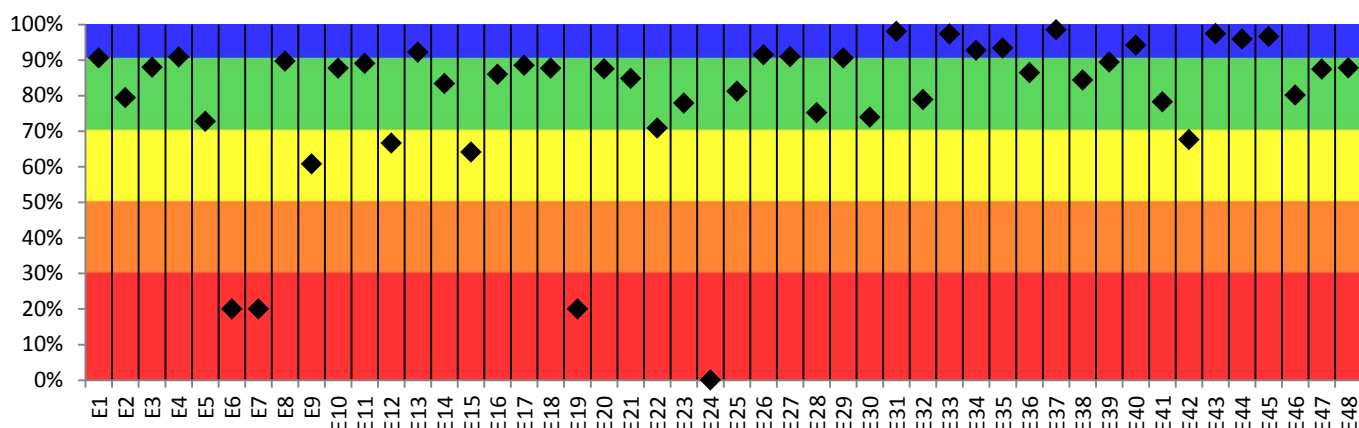


Figura 13 – Distribuição das notas dos empreendimentos no IAQML

Tabela 20 – Nota de cada empreendimento no IAQML e em seus indicadores

Empreendimento	Indicador 1 (QE)	Indicador 2 (CP)	Indicador 3 (AL)	Indicador 4 (DS)	Nota final (IAQML)
E1	99,0%	54,7%	100%	100%	90,5%
E2	63,5%	69,9%	100%	100%	79,4%
E3	84,2%	71,5%	100%	100%	87,8%
E4	94,1%	71,9%	94,1%	100%	90,9%
E5	77,7%	27,5%	81,0%	100%	69,9%
E6	0%	0%	0,0%	100%	20,0%
E7	0%	0%	0,0%	100%	20,0%
E8	90,9%	80,1%	97,0%	SD	88,6%
E9	27,3%	49,2%	100%	100%	60,8%
E10	78,5%	83,3%	98,3%	100%	87,0%
E11	94,1%	57,5%	99,5%	100%	88,7%
E12	29,6%	73,9%	100%	100%	66,6%
E13	94,6%	81,2%	98,3%	NP	91,6%
E14	62,0%	93,3%	99,3%	100%	83,3%

Tabela 20 – Nota de cada empreendimento no IAQML e em seus indicadores (continuação)

Empreendimento	Indicador 1 (QE)	Indicador 2 (CP)	Indicador 3 (AL)	Indicador 4 (DS)	Nota final (IAQML)I
E15	87,9%	44,4%	36,4%	NP	58,2%
E16	82,4%	68,6%	96,5%	100%	85,6%
E17	86,1%	70,5%	100%	100%	88,2%
E18	98,2%	55,1%	87,0%	100%	86,8%
E19	0%	0%	0,0%	100%	20,0%
E20	80,8%	77,2%	98,6%	100%	87,5%
E21	90,0%	44,1%	100%	100%	84,8%
E22	44,6%	79,2%	85,7%	100%	70,8%
E23	77,2%	35,2%	100%	100%	77,9%
E24	0%	0%	0,0%	NP	0%
E25	69,2%	67,7%	100%	100%	81,2%
E26	82,6%	94,6%	97,6%	100%	91,2%
E27	97,8%	68,3%	100%	NP	90,1%
E28	49,5%	78,8%	98,1%	100%	75,2%
E29	90,6%	71,8%	99,8%	100%	90,5%
E30	40,8%	87,7%	100%	100%	73,9%
E31	99,3%	95,4%	96,3%	100%	96,8%
E32	96,7%	80,2%	20,6%	100%	78,8%
E33	97,4%	91,8%	100%	100%	97,3%
E34	90,5%	89,9%	100%	NP	92,7%
E35	90,1%	88,0%	98,6%	100%	92,8%
E36	83,1%	65,9%	100%	100%	86,4%
E37	99,9%	94,2%	100%	SD	98,5%

Tabela 20 – Nota de cada empreendimento no IAQML e em seus indicadores (conclusão)

Empreendimento	Indicador 1 (QE)	Indicador 2 (CP)	Indicador 3 (AL)	Indicador 4 (DS)	Nota final (IAQML)I
E38	78,0%	82,0%	99,2%	NP	83,8%
E39	97,7%	59,3%	92,0%	100%	88,2%
E40	97,1%	82,5%	100%	SD	94,2%
E41	69,3%	79,4%	94,8%	NP	77,2%
E42	55,5%	59,5%	100%	SD	67,6%
E43	99,2%	91,8%	99,3%	NP	96,9%
E44	94,6%	90,3%	100%	100%	95,9%
E45	99,5%	84,0%	100%	100%	96,4%
E46	63,2%	86,8%	87,5%	100%	78,3%
E47	89,2%	58,7%	100%	100%	87,4%
E48	75,2%	88,4%	100%	100%	87,8%
Média geral	73,9%	67,2%	86,8%	100%	79,3%

Legenda: NP = não produz; SD: sem dados;

Considerando-se todos os empreendimentos, 83,3% recebeu nota entre excelente e bom. Apesar de o ideal ser que todos tirassem 100%, pois deveriam cumprir com todas as suas obrigações ambientais, esse resultado demonstra que a situação geral não é tão ruim, pois a maioria das notas obtidas pelos empreendimentos não foi tão baixa. Por outro lado, 16,7 % dos empreendimentos ainda se encontram em situação crítica, pois tiveram suas atividades mal avaliadas em, no mínimo, 30% das vezes. Devido a isso, suas notas encontram-se entre as categorias médio e muito ruim.

A nota individual de cada empreendimento, de acordo com sua Supram, pode ser visualizada na Figura 14. Observa-se que a SUPRAM Triângulo Mineiro obteve a melhor nota média nesse indicador (85,6%), enquanto que a pior nota média foi obtida pela

SUPRAM Norte de Minas (66,6%). Os valores para as médias de cada Supram podem ser visualizados na Figura 15.

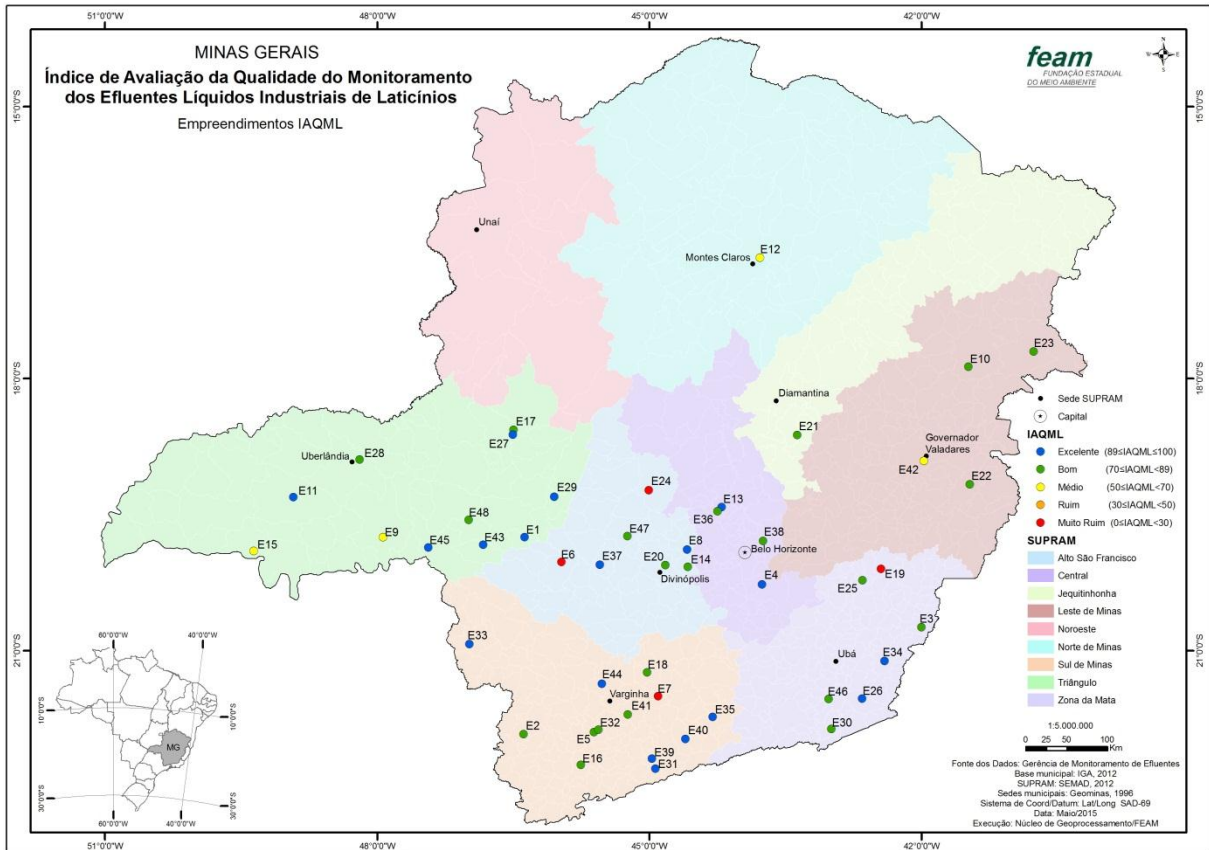


Figura 14– Nota de cada empreendimento no IAQML distribuídos por Supram

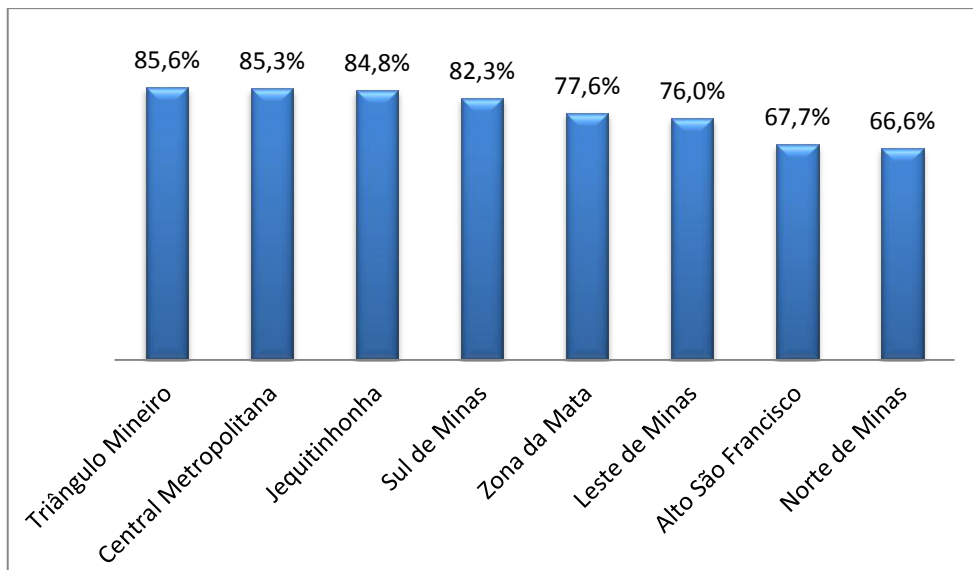


Figura 15 – Média das notas obtidas no IAQML pelos empreendimentos de cada Supram

6 COMPARATIVO ENTRE AS CARGAS POLUIDORAS LANÇADAS DE DBO

A carga poluidora, segundo a segunda DN COPAM/CERH nº 1/2008, é a quantidade de determinado poluente lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo. A partir da necessidade de se criar instrumentos para conhecimento das cargas poluidoras lançadas nas bacias hidrográficas e fornecer subsídios para uma melhoria na eficiência da gestão ambiental e dos recursos hídricos, foi desenvolvido no âmbito do Estado de Minas Gerais o Banco de Dados Ambientais - BDA, gerenciado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, que contemplou dentre seus módulos, um dedicado à inserção das Declarações de Carga Poluidora.

Desde então, o responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, por meio de formulário eletrônico disponibilizado no SISEMAnet, a Declaração de Carga Poluidora - DCP, com dados sobre a carga de efluentes líquidos que é gerado, referentes ao ano civil anterior. A DCP deverá ser subscrita pelo administrador principal do empreendimento e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART.

Para os empreendimentos enquadrados (segundo a DN COPAM nº 74/2004) nas classes 5 e 6, a declaração deve ser apresentada anualmente; para os empreendimentos enquadrados nas classes 3 e 4, a apresentação é a cada dois anos. Já os empreendimentos classe 1 e 2 são dispensados da declaração. O não cumprimento ao disposto na DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1/2008 acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente. Ressalta-se que Resolução CONAMA nº 357/2005 também trouxe a exigência de se realizar a declaração de carga poluidora.

A inserção das declarações de carga poluidora no formulário eletrônico se iniciou no ano de 2009, referente ao ano base 2008. A partir de então empreendedores de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras vêm registrando suas respectivas cargas poluidoras de acordo com as classes de empreendimentos e periodicidade estabelecidos na DN COPAM/CERH-MG nº 1/2008. A Gerência de Monitoramento de Efluentes - GEDEF da

Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental – DGQA é responsável pela gestão do módulo.

Os dados das declarações apresentadas em 2011, referentes ao ano base 2010, não puderam ser aproveitados devido a problemas no sistema que dificultaram o preenchimento e envio das declarações pelos empreendimentos. Durante a fase de análise, verificou-se ainda a inviabilidade da validação dos dados registrados devido ao grande número de alterações neles geradas pelo sistema, afetando seriamente a confiabilidade de seus valores. Tais problemas no sistema foram levantados pela GEDEF e corrigidos para o ano base 2011 pela Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais – PRODEMGE, que é a responsável pela gerência do banco de dados.

Assim, nossa avaliação realizou um cruzamento entre os valores de DBO obtidos pelo IAQML e pelas Declarações de Carga Poluidora (DCP) com ano base de 2011. Esse ano foi o único a ser avaliado porque os anos seguintes não foram analisados pelo IAQML (devido à diminuição da disponibilidade de dados no SIAM a partir de 2012) e as análises dos anos anteriores obtidos pelas DCP não puderam ser aproveitados devido aos já citados problemas no sistema de declarações ambientais.

Dessa forma, no ano de 2011, dos 48 empreendimentos analisados pelo IAQML somente 20 deles realizaram sua DCP com os dados completos. Vale ressaltar que não necessariamente todos os empreendimentos deveriam realizar a DCP nesse ano, devido a alguns empreendimentos só precisarem declarar a cada dois anos ou realizarem o lançamento de seus efluentes de forma indireta, em redes coletoras públicas ou privadas (FEAM, 2014). Em 3 desses 20 empreendimentos, não foi possível ter acesso aos relatórios de automonitoramento no ano de 2011 durante as avaliações do IAQML. Dessa maneira, em 17 empreendimentos, foi possível realizar a comparação entre os valores de carga poluidora lançada de DBO (CP-DBO) calculados a partir dos dados obtidos no IAQML com os valores registrados nas DCPs do BDA.

Dentre os 17 empreendimentos em que foi possível realizar a comparação, em 9 deles não houve diferença entre os valores de CP-DBO calculados pelo IAQML e registrados no BDA. De acordo com a metodologia utilizada, afirmou-se que não houve diferença entre os valores quando a razão entre a CP-DBO IAQML e a CP-DBO BDA era igual a $1 \pm 0,1$. Já

nos 8 empreendimentos restantes, houve diferenças, sendo que em 6 deles os valores calculados pelo IAQML foram maiores do que os registrados no BDA e nos outros 2 ocorreu o contrário, ou seja, os valores registrados no BDA foram maiores do que os calculados pelo IAQML, conforme pode ser visualizado na Tabela 21.

Tabela 21 – Comparativo entre as cargas poluidoras lançadas de DBO calculadas pelo IAQML e registradas no BDA

Empreendimento	CP-DBO IAQML/ CP-DBO BDA	IAQML CP- DBO (ton/mês)	Relação entre CP- DBO IAQML CP-DBO BDA	BDA CP-DBO (ton/mês)
E20	0,03	0,01	<	0,28
E15	0,59	0,07	<	0,11
E28	0,75	3,59	<	4,76
E26	0,79	0,19	<	0,24
E11	0,81	0,38	<	0,47
E45	0,88	0,46	>	0,52
E17	0,91	0,30	= *	0,33
E27	0,92	0,03	= *	0,03
E18	0,94	0,09	= *	0,10
E37	0,98	8,97	= *	9,17
E33	1,00	0,22	= *	0,22
E16	1,00	0,18	= *	0,18
E05	1,00	0,06	= *	0,06
E43	1,04	1,07	= *	1,03
E46	1,10	0,23	= *	0,21
E10	1,15	4,95	>	4,32
E22	1,82	0,05	>	0,03
Média	0,92	1,23	-----	1,30

Legenda: * Foi considerado que não houve diferença entre os valores quando a razão entre a CP-DBO IAQML e a CP-DBO BDA era igual a $1 \pm 0,1$.

As diferenças entre os valores de CP-DBO calculados pelo IAQML e registrados no DBA podem ter ocorrido por diversos fatores. Um desses fatores é a dificuldade que o IAQML teve em acessar alguns relatórios de automonitoramento, seja por eles não estarem digitalizados ou até mesmo não haver possibilidade de acessá-los na forma física. Essas dificuldades podem ter ocasionado variações tanto para cima quanto para baixo ao se comparar as CP-DBO, de acordo com a concentração de DBO presente nos relatórios que ficaram inacessíveis. Outro fator que pode ter causado diferenças entre as CP-DBO do IAQML e do BDA são relatórios de automonitoramento que os empreendimentos deixaram de enviar ao órgão ambiental (Seção 5.3). Caso esses relatórios não enviados sejam aqueles com as maiores concentrações de DBO, isso pode ter causado um valor de CP-DBO calculado pelo IAQML menor do que o registrado no BDA. Por outro lado, casos em que o CP-DBO calculado pelo IAQML seja maior do que o registrado no BDA podem ocorrer tanto pelo primeiro fator mencionado acima, como também por eventuais erros nas DCPs realizadas pelos empreendimentos.

Devido a todas as dificuldades apresentadas, não é possível realizar uma comparação mais precisa entre as CP-DBO calculadas pelo IAQML e registradas no BDA. Entretanto, espera-se que com as melhorias propostas por FEAM (2014) e também com as recomendações mencionadas no Capítulo 7 desse relatório seja possível maior eficiência no cruzamento das informações presentes nos diferentes bancos de dados de informações ambientais.

7 DIRETRIZES

A partir da análise dos dados obtidos nos relatórios de automonitoramento e da aplicação do IAQML foram identificadas as principais deficiências e fragilidades para a auditoria do programa de automonitoramento dos empreendimentos de laticínios. Portanto serão apresentadas diretrizes para a melhoria dessa ferramenta indispensável para avaliar a qualidade ambiental.

Assim, serão abordadas propostas gerais acerca do setor de laticínios. Primeiramente serão apresentados os principais problemas identificados e posteriormente as diretrizes.

Problema 1 – Programa e relatórios de automonitoramento não digitalizados ou indisponíveis nos processos de licenciamento ambiental.

Algumas vezes, a auditoria do automonitoramento dos empreendimentos não foi possível em virtude desse problema. Foi identificado que em alguns casos os relatórios de automonitoramento não estavam digitalizados no SIAM, não eram encontrados nos processos de licenciamento ambiental ou estavam em uma pasta diferente da qual deveriam estar. Outra situação é referente ao parecer da licença ambiental que não estava digitalizado ou ainda, quando estava, a página que contém as condicionantes estava ausente.

Diretriz 1: Capacitação dos técnicos responsáveis pelo protocolo.

A fim de minimizar os problemas recorrentes de protocolização de documentos, verifica-se a necessidade de se adotar um procedimento único de protocolo e realizar uma capacitação com todos os funcionários do SISEMA responsáveis por essa atividade, abordando os tópicos como: recebimento, registro, distribuição, tramitação, expedição e digitalização de documentos.

Problema 2- Ausências de dados automatizados

A aplicação do IAQML foi muito laboriosa, pois todas as informações dos relatórios de

automonitoramento tiveram que ser compiladas manualmente, demandando muito tempo e várias pessoas envolvidas nessa atividade. Dessa forma, a atualização contínua do IAQML é praticamente inviável devido a grande demanda de recursos humanos.

Diretriz 2: Sistematização do programa de automonitoramento

Para a continuidade da aplicação do IAQML é essencial que o Índice seja automatizado e para isso é necessária a criação de um sistema de informações *online* onde os empreendedores sejam responsáveis por inserirem os dados dos relatórios de automonitoramento. Além disso, é necessário que o sistema já organize as informações de maneira em que os dados sejam automaticamente avaliados pelas fórmulas do IAQML.

Outra solução que seria mais imediata, apesar de ser incompleta e de eficácia temporária, é a sistematização para a entrega dos resultados dos relatórios de automonitoramento, por meio de uma planilha eletrônica padrão, a ser preenchida por todos os empreendedores com os resultados do automonitoramento e enviada regularmente ao órgão ambiental, juntamente com os laudos emitidos pelos laboratórios. Tal alternativa já seria um pequeno avanço para o acompanhamento do automonitoramento, entretanto, ainda muito aquém do sistema de informações *online*.

Problema 3- Ausência de padronização do programa de automonitoramento

Durante a realização do IAQML foram identificadas algumas falhas nos programas de automonitoramento, como solicitação de parâmetros indevidos para o setor de laticínios ou falta de variáveis essenciais à análise. Outro fator que dificultou o acompanhamento do programa foi a ausência da padronização das frequências de análise e de envio do relatório ao órgão ambiental.

Diretriz 3: Padronização do programa de automonitoramento

A padronização do programa é essencial para facilitar o acompanhamento pelo órgão ambiental. Uma sugestão de padronização dos programas de automonitoramento solicitados aos empreendimentos para a obtenção ou renovação da regularização ambiental pode ser visualizada na Tabela 22.

Tabela 22 – Sugestões para padronização dos programas de automonitoramento (parâmetros, unidades e frequências)

Parâmetros	Unidade	Frequência de análise	Frequência de envio
DBO	mg/L	Mensal	Mensal
DQO	mg/L	Mensal	Mensal
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	Mensal	Mensal
Óleos e graxas	mg/L	Mensal	Mensal
pH	-	Mensal	Mensal
Sólidos sedimentáveis	mL/L	Mensal	Mensal
Sólidos suspensos	mg/L	Mensal	Mensal
Substâncias tensoativas	mg/L LAS	Mensal	Mensal
Temperatura	°C	Mensal	Mensal
Vazão média diária	m ³ /dia	Mensal	Mensal

Vale destacar que diversos programas de automonitoramento solicitam que o envio seja realizado até o décimo dia de cada mês o que gera aos laboratórios uma demanda de ensaios muito concentrada nos últimos e nos primeiros dias do mês (visando enviar as análises logo em seguida). Por outro lado, no restante do mês a demanda de ensaios diminui muito. Essa concentração de demanda em somente alguns dias do mês pode gerar atrasos nos resultados e onerar os custos para o empreendedor, devido à alta demanda nos laboratórios. Dessa forma, as frequências mensais aqui sugeridas não devem se ater a um período específico do mês, podendo cada empreendimento ter dias diferentes do mês como seu prazo.

Problema 4 - Dificuldades de atendimento ao parâmetro sólidos suspensos.

O parâmetro em que os empreendimentos menos cumpriram a legislação ao lançar seus efluentes foi sólidos suspensos, fazendo isso em 65,7% das vezes. Ressalta-se que os empreendimentos que menos atenderam a legislação quanto a esse parâmetro utilizam

sistemas de tratamento predominantemente anaeróbios, fato corroborado também pela literatura.

Diretriz 4: Acordo setorial com o intuito de melhorar a qualidade do efluente

Com intuito de melhorar a qualidade do efluente desses empreendimentos que utilizam sistemas anaeróbios para o tratamento de efluente, principalmente quanto ao parâmetro sólidos suspensos, pode ser realizado um acordo setorial visando à implementação de sistemas de tratamento mais eficientes na remoção de sólidos bem como melhorias no processo produtivo com menor geração de efluente.

Problema 5 - Ausência de atendimento da frequência de envio dos relatórios de automonitoramento

A frequência de envio dos relatórios de automonitoramento ao órgão ambiental foi um dos subindicadores com menor de nível de atendimento no âmbito do indicador 2. Ressalta-se que alguns empreendimentos realizavam as análises dos parâmetros na frequência solicitada, mas não enviavam os relatórios ao órgão ambiental, demonstrando negligência com o cumprimento do programa.

Diretriz 5: Programas de sensibilização e autuações.

O envio dos relatórios de automonitoramento ao órgão ambiental é de suma importância para a realização da auditoria do programa. Portanto, é necessária uma sensibilização com os empresários quanto da formalização do processo de licenciamento, informando da necessidade de protocolar os relatórios ao órgão ambiental. Dessa maneira, poderiam ser distribuídos folders explicativos além de um documento oficial a ser enviado junto com a licença ambiental contendo as instruções a seguir no momento da protocolização do relatório. Outra maneira de ajudar nesse problema seria a aplicação de penalidade logo nas primeiras vezes em que houvesse o descumprimento da frequência solicitada. Além disso, os laticínios avaliados nesse projeto serão autuados caso tenham descumprido qualquer um dos critérios de automonitoramento avaliados pelo IAQML.

Também foram identificadas algumas outras questões que merecem atenção e que devem ser levadas em conta por novos projetos e novas políticas ambientais. Alguns exemplos dessas questões são:

- A dificuldade que os empreendimentos ainda têm em cumprir a DN COPAM nº 167/2011, referente à adequação dos laboratórios que realizam os ensaios de efluentes;
- A importância em se respeitar os limites estabelecidos pela legislação para DBO e DQO (segunda e terceira piores notas média no Indicador 1 – QE);
- A necessidade da coleta das amostras de efluentes para os ensaios serem bem feitas, seguindo as normas aceitas internacionalmente, pois do contrário o resultado deixa de ser confiável;
- A importância de se garantir a correta operacionalidade das estações de tratamento de efluentes, para que sua eficiência seja garantida.

Em suma, a aplicação dessas diretrizes e a atenção a essas outras questões são essenciais para que a contribuição deixada pelo IAQML seja bem aproveitada para a melhoria do monitoramento da qualidade ambiental dos laticínios de Minas Gerais.

8 CONCLUSÃO

O IAQML se mostrou uma metodologia apropriada para avaliar a qualidade do monitoramento do efluente líquido industrial dos laticínios, bem como o cumprimento das demais exigências ambientais relacionadas a essa tipologia. Com isso, foi possível estabelecer um panorama dos laticínios em Minas Gerais, através de um único valor para cada empreendimento, o qual pode ser facilmente compreendido pela população em geral e utilizado pelos tomadores de decisão. Além de uma nota final no IAQML, cada empreendimento avaliado recebeu também notas intermediárias para cada um dos indicadores e subindicadores, permitindo assim, que análises mais detalhadas dos dados também sejam realizadas.

Foi demonstrado que mais de 80% dos laticínios avaliados tem sua nota final no IAQML entre as faixas de qualidade excelente e bom, o que é uma boa notícia. Entretanto, existe uma parcela de quase 20% dos empreendimentos em que suas notas finais ficaram entre médio e muito ruim. Além disso, alguns laticínios mesmo que mal avaliados em algum indicador ou subindicador, ainda ficaram com uma boa nota no IAQML, devido ao efeito positivo dos Indicadores 3 e 4 que puxaram para cima a média da maioria dos empreendimentos.

Dessa forma, mesmo que a situação geral seja boa, ainda há muito a melhorar, tanto em relação ao cumprimento das obrigações ambientais por parte dos empreendimentos, quanto a alguns detalhes da forma como os empreendimentos são avaliados pelos órgãos ambientais competentes.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. Guia Técnico Ambiental de Produtos Lácteos – Série P+L. São Paulo: CETESB, 2008, 95p.

DEMIREL, B.; YENIGUN, O.; ONAY, T. T. Anaerobic treatment of dairy wastewaters: a review. *Process Biochemistry*, v. 400, p. 2583-2595, 2005.

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. Belo Horizonte: FEAM, 138 p., 2011a.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Relatório de avaliação das declarações de carga poluidora: ano base 2011. Belo Horizonte: FEAM, 43 p., 2012.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Relatório de avaliação das declarações de carga poluidora: ano base 2012. Belo Horizonte: FEAM, 44 p., 2014.

JANCZUKOWICZ, W.; ZIELIN'SKI, M.; DE BOWSKI, M. Biodegradability evaluation of dairy effluents originated in selected sections of dairy production. *Bioresource Technology*, v. 99, p. 4199-4205, 2008.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3ª ed. São Paulo: Editora Átomo, 494 p, 2010.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. *The Delphi Method: techniques and applications*, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, USA, 620p, 1975.

MACHADO, R. M. G.; da SILVA, P. C.; CASSEB, M. M. S.; PRINCE, A. A.; FREIRE, V. H. Sistemas de Tratamento Utilizados para Efluentes Líquidos de Laticínios. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Rio de Janeiro – RJ, 1999.

MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C.; FIGUERÊDO, D. V.; FERREIRA, P. E. Minas Ambiente – Controle Ambiental nas Pequenas e Médias Indústrias de Laticínios, Belo Horizonte, 2002, 223 p.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 74 de 9 de setembro de 2004. Estabelece critérios para a classificação, segundo o porte e o potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Belo Horizonte: Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, 2004.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa conjunta COPAM/ CERH nº 1 de 5 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Belo Horizonte: Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e Conselho Estadual de Recursos hídricos – CERH, 2008.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 167 de 29 de junho de 2011. Revisa e consolida as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais, revoga as Deliberações Normativas COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2005, nº 120, de 8 de agosto de 2008, nº 140, de 28 de outubro de 2009, nº 158, de 6 de outubro 2010 e os art. 1º e 2º da Deliberação Normativa COPAM nº 165, de 11 de abril de 2011. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, 2011.

ORHON, D.; GORGUN, E.; ARTAN, N. Biological treatability of dairy wastewaters. *Water Research*, v. 27, p. 625-633, 1993

PRINCE, A. A.; CASSEB, M. M. S.; MACHADO, R. M. G.; da SILVA, P. C.; FREIRE, V. H. Controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais - uma pesquisa aplicada. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Rio de Janeiro – RJ, 1999.

RAMJEAWON, T. Cleaner production in Mauritian cane-sugar factories. *Journal of Cleaner Production*, v. 8, p. 503-510, 2000.

SERPA, L.; PRIAMO, W. L.; REGINATTO, V. Destino ambientalmente correto a rejeitos de queijaria e análise de viabilidade econômica. In.: 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo – SP, 2009.

SIQUEIRA, K. B.; CARNEIRO, A. V.; ALMEIDA, M. F.; SOUZA, R. C. S. N. P. O mercado lácteo brasileiro no contexto mundial. EMBRAPA – Circular Técnica, p. 1-12, 2010.

von SPERLING, M. Princípios do Tratamento biológico de águas residuárias: introdução a qualidade das águas e ao tratamento dos esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005, 452p.

10 APÊNDICES

Apêndice A – Questionário Delphi



Governo do Estado de Minas Gerais
SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente
FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente
DGQA - Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental
GEDEF - Gerência de Monitoramento de Efluentes

Projeto: IAQML - Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento de efluentes líquidos industriais de Laticínios

Bolsista responsável: felipe.prado@meioambiente.mg.gov.br;

Estagiários: ana.sales@meioambiente.mg.gov.br; virgilo.pacheco@meioambiente.mg.gov.br;

Endereço: Rod. Prefeito Américo Gianetti, s/nº, Serra Verde, Edifício Minas - Belo Horizonte/MG Tel.: (31) 3916 - 9273

Introdução:

Os efluentes líquidos industriais de laticínios tem alto potencial poluidor por possuírem elevada carga orgânica e também em decorrência de outros compostos tóxicos presentes. Se lançados indiscriminadamente nos cursos d'água geram uma grande demanda de oxigênio, causando prejuízos à vida aquática e alterações nas características físicas, químicas e biológicas do meio.

Em Minas Gerais, o lançamento de efluentes líquidos industriais de laticínios nos corpos hídricos deve atender aos padrões definidos pela DN COPAM/CERH nº 1/2008 e a Resolução CONAMA nº 430/2011. Assim, o programa de automonitoramento desses efluentes é estabelecido como condicionante das licenças ambientais concedidas aos empreendimentos pelas Suprams. Os relatórios de automonitoramento dos efluentes líquidos industriais devem ser acompanhados pelos órgãos ambientais competentes a fim de verificar o atendimento dessa legislação e avaliar a qualidade do efluente gerado e lançado no ambiente pelas indústrias de laticínios.

No entanto, o acompanhamento desses relatórios pelo órgão ambiental apresenta algumas limitações. Acredita-se que a utilização de um índice que fosse capaz de traduzir, por meio de um único valor, a qualidade do programa de automonitoramento realizado pelas indústrias de laticínios seria bastante útil para o órgão ambiental, possibilitando a utilização da sistematização dessas informações pelos tomadores de decisão na definição de políticas públicas e áreas prioritárias para a fiscalização.

Dessa forma, o presente questionário tem como objetivo realizar pesquisa de opinião entre especialistas, a fim de receber contribuições sobre alguns indicadores e subindicadores a serem utilizados no Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento de efluentes líquidos industriais de Laticínios (IAQML). Para tanto, são sugeridos quatro indicadores baseados em: avaliação de informações contidas em processos técnicos e administrativos de algumas indústrias de laticínios do estado de Minas Gerais; dados contidos nos relatórios de automonitoramento dos efluentes líquidos industriais desses empreendimentos; legislações aplicáveis e revisão bibliográfica.

Os quatro indicadores sugeridos são:

Indicador 1 – I_1 (QE): Qualidade do efluente líquido industrial tratado

Esse indicador visa avaliar a qualidade do efluente líquido industrial gerado por laticínios, após o tratamento, a fim de verificar o atendimento desse efluente ao padrão de lançamento de efluentes estabelecido pela legislação ambiental vigente. Atualmente, trata-se da DN COPAM/CERH nº 1/2008 ou Resolução CONAMA nº 430/2011, sendo adotado o valor mais restritivo.

Indicador 2 – I_2 (CP): Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais

Esse indicador aborda o atendimento ao programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais estabelecido na obtenção da licença ambiental do empreendimento. Dessa forma, visa avaliar se todos os parâmetros pedidos estão sendo monitorados e também se a frequência de monitoramento desses parâmetros e a frequência de envio dos relatórios de automonitoramento ao órgão ambiental estão sendo cumpridas.

Indicador 3 – I₃ (AL): Adequação dos laboratórios

Esse indicador verifica se os laboratórios responsáveis pela realização dos ensaios com os efluentes líquidos industriais de laticínios estão devidamente de acordo com a legislação vigente na época de realização das análises, ou seja, se atendem ao artigo 2º da DN COPAM nº 89/2005 ou ao artigo 2º da DN COPAM nº 167/2011.

Indicador 4 – I₄ (DS): Destino do soro

Esse indicador avalia, como correto ou incorreto, o destino do soro gerado na indústria de laticínios (conforme tabela a ser elaborada), para os casos onde há produção de queijos e geração desse composto. O soro possui elevado potencial poluidor devido a sua elevada carga orgânica, por esse motivo, é preocupante o destino dado a esse composto dentro da indústria de laticínios.

Instruções para preenchimento do questionário

Cadastro	
Nome	
Instituição	
Cargo	

Questão 1) Você considera esses indicadores importantes para compor o IAQML, ou seja, para avaliar a qualidade do monitoramento dos efluentes líquidos industriais de laticínios? Atribua um peso de 0 a 100 para cada indicador que considerar **IMPORTANTE**, de forma que a soma dos pesos atribuídos seja igual a 100. Caso julgue necessário, sugira outro indicador que considere importante para compor o IAQML. Lembre-se que a soma dos pesos atribuídos aos indicadores, incluindo o(s) sugerido(s), deve ser igual a 100. O campo “comentário” não é de preenchimento obrigatório.

Indicador	Importante para compor o IAQML?		Peso	Comentário (preenchimento não obrigatório)
	SIM	NÃO		
I ₁ (QE) - Qualidade do efluente líquido industrial tratado				
I ₂ (CP) - Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais				
I ₃ (AL) - Adequação dos laboratórios				
I ₄ (DS) - Destino do soro				

Sugestão:

Indicador	Peso	Comentário (preenchimento não obrigatório)

Cálculo do Índice:

$$IAQML = \sum_{i=1}^4 I_i$$

Indicadores: I₁(QE), I₂ (CP), I₃ (AL), I₄ (DS)

Questão 2) A respeito do I₁ - Qualidade do efluente líquido industrial tratado (QE) afirma-se: alguns dos parâmetros para monitoramento mais frequentemente pedidos nas condicionantes das licenças de operação dos empreendimentos de laticínios são: DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), óleos e graxas, detergentes, sólidos em suspensão totais, sólidos sedimentáveis, pH (potencial hidrogeniônico) e temperatura. O resultado dessa questão será importante para definir o cálculo do indicador I₁ e ajudar a definir novos critérios para o estabelecimento de condicionantes para o monitoramento dos efluentes líquidos industriais de laticínios.

Você considera importante o monitoramento desses parâmetros nos efluentes líquidos industriais de laticínios? Cada parâmetro será considerado como um subindicador, sendo assim, atribua um peso de 0 a 100 para cada subindicador que considerar IMPORTANTE, de forma que a soma dos pesos atribuídos seja igual a 100. Caso julgue necessário, sugira outro subindicador que

considere importante para compor o I₁ - Qualidade do Efluente Líquido Industrial Tratado (QE). Lembre-se que a soma dos pesos atribuídos a todos os subindicadores, incluindo o(s) sugerido(s), deve ser igual a 100. O campo “comentário” não é de preenchimento obrigatório.

Subindicadores (parâmetros)	Importante para o monitoramento dos efluentes líquidos industriais de laticínios?		Peso	Comentário (preenchimento não obrigatório)
	SIM	NÃO		
DBO				
DQO				
Óleos e Graxas				
Detergentes (substâncias tensoativas)				
Sólidos em Suspensão Totais				
Sólidos Sedimentáveis				
pH				
Temperatura				

Sugestão:

Subindicador	Peso	Comentário (preenchimento não obrigatório)

Questão 3) O Indicador 2 (CP) - Cumprimento do programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais apresenta três subindicadores, assim, pede-se que se atribua um peso de 0 a 100 para cada subindicador, de forma que a soma dos pesos atribuídos seja igual a 100.

Indicador	Subindicadores	Peso
Cumprimento de Condicionantes do Programa de Automonitoramento de Efluentes Líquidos Industriais pedido para cada empreendimento.	Proporção de parâmetros monitorados em relação ao total de parâmetros solicitados no programa de automonitoramento.	
	Proporção de períodos em que houve cumprimento da frequência de monitoramento solicitada no programa de automonitoramento.	
	Proporção de períodos em que houve cumprimento da frequência de envio de relatórios solicitados no automonitoramento.	

Questão 4) Tendo em vista a definição do IAQML e considerando-se que o índice avalia a qualidade do monitoramento realizado pelas indústrias, solicita-se que sejam definidos valores limites para definição de faixas de qualidade do Índice. Essas faixas irão definir as áreas prioritárias para atuação em Minas Gerais.

Por exemplo, um laticínio que tenha o IAQML de 90% apresenta um programa de monitoramento de boa qualidade, e não deve ser considerado pelo Estado como prioritário para a atuação. Entretanto, um laticínio que obteve IAQML de 10% apresenta um monitoramento inadequado e, portanto, deve ser classificado como prioritário para atuação. Para tanto, definiu-se a possibilidade de 3 ou 5 faixas de qualidade, conforme Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente. Escolha o número de faixas que você julga ser mais adequado e preencha, **para a tabela escolhida (1 ou 2)**, os valores que definem os limites das faixas.

Tabela 1 – Três faixas de qualidade do programa de monitoramento.

Valores para 3 faixas	Qualidade do programa de monitoramento	Prioridade para atuação
0 ≤ IAQML < _____	Ruim	Alta
_____ ≤ IAQML < _____	Média	Média
_____ ≤ IAQML ≤ 100	Boa	Baixa

Tabela 2 – Cinco faixas de qualidade do programa de monitoramento.

Valores para 5 faixas		Qualidade do programa de monitoramento	Prioridade para atuação
0	\leq IAQML < _____	Muito Ruim	Altíssima
_____	\leq IAQML < _____	Ruim	Alta
_____	\leq IAQML < _____	Médio	Média
_____	\leq IAQML < _____	Boa	Baixa
_____	\leq IAQML \leq 100	Excelente	Baixíssima

Apêndice B – Manual de cálculo do IAQML

Para exemplificar o cálculo de um indicador com subindicadores, podemos citar determinado empreendimento que atinja a porcentagem total de 100% em seu primeiro subindicador e que esse subindicador tenha o peso relativo de 19%. Dessa forma, é preciso multiplicar a porcentagem total obtida pelo subindicador por seu peso relativo, ou seja, $100\% \times 19\%$. Assim, a nota IAQML para esse subindicador será de 19%, pois $100\% \times 19\% = 19\%$ ou $1 \times 0,19 = 0,19$. Considerando que todos os outros subindicadores desse empreendimento também atinjam 100% em suas porcentagens totais, então, após repetirmos o procedimento realizado com o primeiro subindicador (multiplicação pelos pesos relativos) para esses outros subindicadores e somarmos as notas IAQML de todos os subindicadores, a porcentagem total obtida por esse indicador será de 100%. Nesse exemplo foi utilizado como referência os pesos relativos do Indicador 1 (QE), conforme a Tabela 8.

Para exemplificar o cálculo da nota final no IAQML de um empreendimento, vamos seguir os cálculos com o Indicador 1 (QE). Sendo assim, é preciso multiplicar a porcentagem total obtida (100%, nesse caso) por seu peso relativo que segundo a Tabela 6 é de 40%. Dessa forma, teríamos: $100\% \times 40\% = 40\%$. Assim, para se chegar à nota final do IAQML para um determinado empreendimento pode-se considerar que as porcentagens totais obtidas pelos outros três indicadores desse empreendimento também tenham sido 100%, então, após multiplicarmos a porcentagem total de cada indicador por seus pesos relativos (Tabela 6) e somarmos esses valores teríamos um resultado final de 100%, pois: $(100\% \times 40\%) + (100\% \times 20\%) + (100\% \times 20\%) + (100\% \times 20\%) = 40\% + 20\% + 20\% + 20\% = 100\%$.

Vale destacar que, para facilitar o entendimento isolado de cada componente do IAQML, cada um dos indicadores e subindicadores é sempre representado com sua porcentagem total, que varia de 0 e 100%. Sendo assim, os pesos relativos de cada subindicador (Tabela 8 e Tabela 10) são calculados como se o indicador a que eles pertencem tivesse o valor de 100%, o que não acontece quando se considera o IAQML como um todo, pois cada indicador representa uma fração da nota final do IAQML (Tabela 6).

Portanto, ao se considerar o IAQML como um todo, os subindicadores têm pesos absolutos, ao invés de pesos relativos. Mesmo que essa não seja a forma de apresentação

dos dados no restante do relatório, é válido o entendimento dos pesos absolutos de cada subindicador para que se possa compreender melhor a forma como foi atribuída a nota final de cada empreendimento no IAQML (Figura 16). Para exemplificar, pode-se utilizar o subindicador DBO do Indicador 1 (QE) que tem peso relativo de 19%. Já que o peso relativo do Indicador 1 (QE) é de 40% o peso absoluto do subindicador DBO no IAQML como um todo é de 7,6%, pois: $40\% \times 19\% = 7,6\%$.

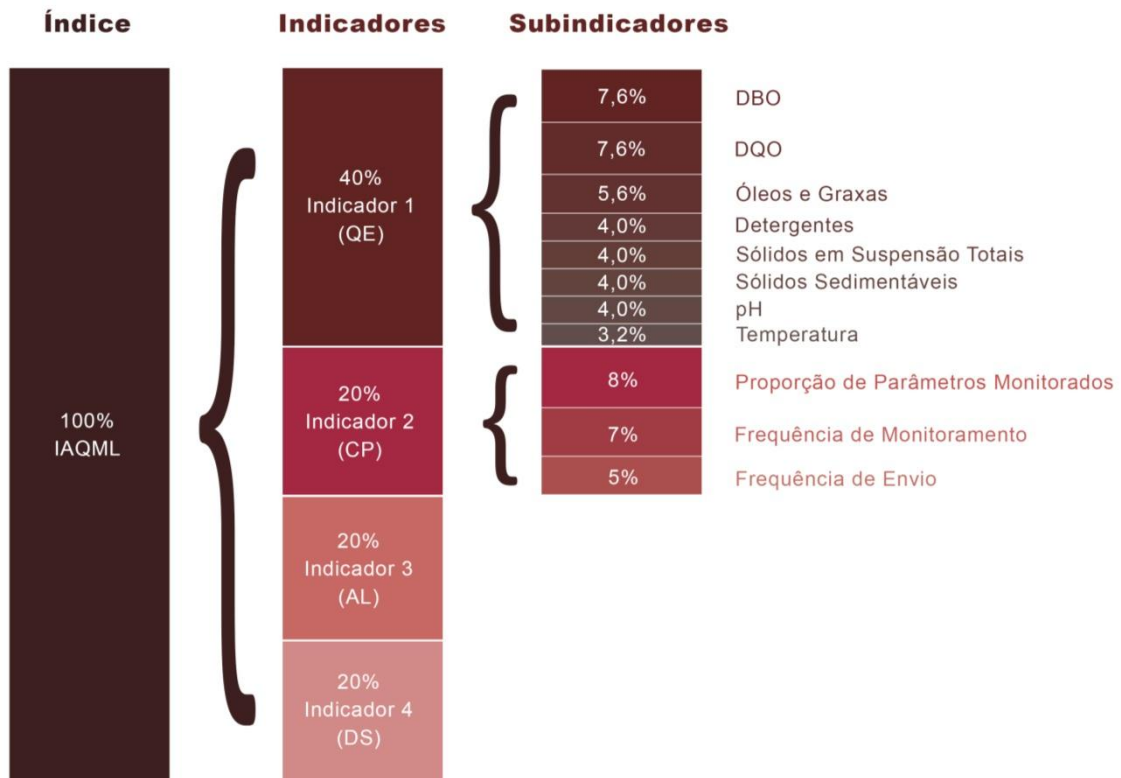


Figura 16 – Pesos absolutos dos indicadores e subindicadores do IAQML

11 ANEXOS

Anexo A - Deliberação Normativa nº 041, de 06 de janeiro de 2000.

(...)

Art. 2º Independente do porte e do potencial poluidor/degradador do empreendimento fica proibido o lançamento de soro gerado durante o processamento da atividade a que se refere esta Deliberação Normativa em quaisquer cursos d'água.

(...)

Anexo B - Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008.

(...)

Capítulo I

Das Definições

(...)

Art. 2º Para efeito desta Deliberação Normativa são adotadas as seguintes definições:

(...)

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

(...)

XII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

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

XIV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de efluentes;

(...)

XXIV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água e dos ambientes aquáticos que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

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

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

(...)

Art. 7º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo órgão estadual competente.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos deverá ser monitorada periodicamente pelo órgão estadual competente observado o disposto no artigo 35 desta Deliberação Normativa.

(...)

Art. 8º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Deliberação Normativa serão realizadas pelo órgão estadual competente, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis, conforme Deliberação Normativa COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2005.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos estaduais competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Deliberação Normativa.

(...)

Art. 11 O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, tornando-os

inclusive mais restritivos ou estabelecendo medidas adicionais, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

(...)

Capítulo V

Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes

Art. 19. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Deliberação Normativa e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 20. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Deliberação Normativa.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 29 desta Deliberação Normativa, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental - EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 21. O órgão ambiental competente deverá, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 29 desta Deliberação Normativa, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

(...)

Art. 23. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 24. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 25. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 26. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Deliberação Normativa aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 27. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes de poluição, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis, especialmente aquelas estabelecidas nos planos de recursos hídricos.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 28. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 29. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Deliberação Normativa não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 6,0 a 9,0;

II - temperatura: inferior a 40ºC, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3ºC no limite da zona de mistura;

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

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

a) óleos minerais: até 20mg/L;

b) óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L.

VI - ausência de materiais flutuantes;

VII – DBO: até 60 mg/L ou:

a) tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 60% e média anual igual ou superior a 70% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros sanitários municipais; e

b) tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 75% e média anual igual ou superior a 85% para os demais sistemas.

VIII - DQO - até 180 mg/L ou:

a) tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 55% e média anual igual ou superior a 65% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros sanitários municipais;

b) tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 70% e média anual igual ou superior a 75% para os demais sistemas;

(...)

IX – Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno: até 2,0 mg/L de LAS, exceto para sistemas públicos de tratamento de esgotos sanitários;

X – Sólidos em suspensão totais até 100 mg/L, sendo 150 mg/L nos casos de lagoas de estabilização.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA IV - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,2 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,1 mg/L Cd
Chumbo total	0,1 mg/L Pb
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,5 mg/L Cr ⁶⁺
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr ³⁺
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fé
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Merúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	1,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total*	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

* Não aplicável a sistemas de tratamento de esgotos sanitários

Art. 30. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do parágrafo único do art. 18 desta Deliberação Normativa, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras consequências:

I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou

II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 31. Além dos requisitos previstos nesta Deliberação Normativa e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais

haja despejos infectados com microrganismos patogênicos só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 32. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

(...)

Capítulo VI

Disposições Finais e Transitórias

(...)

Art. 36. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

(...)

Art. 38. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Deliberação Normativa, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada terão que estar adequados às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos na Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005, de acordo com os prazos contidos na citada Resolução e terão o prazo de três anos a contar da data de publicação desta Deliberação Normativa para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Deliberação Normativa.

(...)

Art. 39. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no caput deste artigo deverá seguir o modelo constante do anexo único, sendo que para cada tipologia o COPAM poderá exigir parâmetros específicos.

§ 2º Para as fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas enquadrados nas classes 5 e 6 a declaração deverá ser apresentada anualmente; para as enquadradas nas classes 3 e 4, a declaração deverá ser apresentada a cada dois anos.

§ 3º As fontes potencialmente ou efetivamente poluidoras das águas enquadradas nas classes 1 e 2 estão dispensadas da declaração prevista no caput.

(...)

Art. 40. O não cumprimento ao disposto nesta Deliberação Normativa acarretará aos infratores sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgão ambiental competente e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Deliberação Normativa, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

(...)

Anexo C - Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011

(...)

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

Parágrafo único. O lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá observar o disposto nesta Resolução quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas, disposições do órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

(...)

Art. 3º Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica:

I - acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou

II - exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.

(...)

Seção II

Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes

Art. 16. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

I - condições de lançamento de efluentes:

a) pH entre 5 a 9;

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

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

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

e) óleos e graxas:

1. óleos minerais: até 20 mg/L;

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

f) ausência de materiais flutuantes; e

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

II - Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA I	
Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr+6
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr+3
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Merúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

§ 1º Os efluentes oriundos de sistemas de disposição final de resíduos sólidos de qualquer origem devem atender às condições e padrões definidos neste artigo.

§ 2º Os efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários devem atender às condições e padrões específicos definidos na Seção III desta Resolução.

§ 3º Os efluentes oriundos de serviços de saúde estarão sujeitos às exigências estabelecidas na Seção III desta Resolução, desde que atendidas as normas sanitárias específicas vigentes, podendo:

I - ser lançados em rede coletora de esgotos sanitários conectada a estação de tratamento, atendendo às normas e diretrizes da operadora do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitários; e

II - ser lançados diretamente após tratamento especial.

Art. 17. O órgão ambiental competente poderá definir padrões específicos para o parâmetro fósforo no caso de lançamento de efluentes em corpos receptores com registro histórico de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público.

Art. 18. O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

(...)

CAPÍTULO III

DIRETRIZES PARA GESTÃO DE EFLUENTES

Art. 24. Os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragem representativa dos mesmos.

§ 1º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e procedimentos para a execução e averiguação do automonitoramento de efluentes e avaliação da qualidade do corpo receptor.

§ 2º Para fontes de baixo potencial poluidor, assim definidas pelo órgão ambiental competente, poderá ser dispensado o automonitoramento, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. As coletas de amostras e as análises de efluentes líquidos e em corpos hídricos devem ser realizadas de acordo com as normas específicas, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

Art. 26. Os ensaios deverão ser realizados por laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO ou por outro organismo signatário do mesmo acordo de cooperação mútua do qual o INMETRO faça parte ou em laboratórios aceitos pelo órgão ambiental competente.

§ 1º Os laboratórios deverão ter sistema de controle de qualidade analítica implementado.

§ 2º Os laudos analíticos referentes a ensaios laboratoriais de efluentes e de corpos receptores devem ser assinados por profissional legalmente habilitado.

(...)

Art. 28. O responsável por fonte potencial ou efetivamente poluidora dos recursos hídricos deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, Declaração de Carga Poluidora, referente ao ano anterior.

§ 1º A Declaração referida no caput deste artigo conterá, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá definir critérios e informações adicionais para a complementação e apresentação da declaração mencionada no caput deste artigo, inclusive dispensando-a, se for o caso, para as fontes de baixo potencial poluidor.

§ 3º Os relatórios, laudos e estudos que fundamentam a Declaração de Carga Poluidora deverão ser mantidos em arquivo no empreendimento ou atividade, bem como uma cópia impressa da declaração anual subscrita pelo administrador principal e pelo responsável legalmente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica, os quais deverão ficar à disposição das autoridades de fiscalização ambiental.

Anexo D - Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004.

(...)

Art. 1º - Os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente sujeitas ao licenciamento ambiental no nível estadual são aqueles enquadrados nas classes 3, 4, 5 e 6, conforme a lista constante no Anexo Único desta Deliberação Normativa, cujo potencial poluidor/degradador geral é obtido após a conjugação dos potenciais impactos nos meios físico, biótico e antrópico, ressalvado o disposto na Deliberação Normativa CERH n.º 07, de 04 de novembro de 2002.

(...)

Art. 2º - Os empreendimentos e atividades listados no Anexo Único desta Deliberação Normativa, enquadrados nas classes 1 e 2, considerados de impacto ambiental não significativo, ficam dispensados do processo de licenciamento ambiental no nível estadual, mas sujeitos obrigatoriamente à autorização ambiental de funcionamento pelo órgão ambiental estadual competente, mediante cadastro iniciado através de Formulário Integrado de Caracterização do Empreendimento preenchido pelo requerente, acompanhado de termo de responsabilidade, assinado pelo titular do empreendimento e de Anotação de Responsabilidade Técnica ou equivalente do profissional responsável.

(...)

Art.16 - As normas estabelecidas pelo COPAM referentes à classificação de empreendimentos conforme a Deliberação Normativa n.º 1, de 22 de março de 1990 passam a incidir segundo a seguinte correspondência:

I – Pequeno porte e pequeno ou médio potencial poluidor: Classe 1;

II – Médio porte e pequeno potencial poluidor: Classe 2;

III – Pequeno porte e grande potencial poluidor ou médio porte e médio potencial poluidor: Classe 3;

IV – Grande porte e pequeno potencial poluidor: Classe 4;

V – Grande porte e médio potencial poluidor ou médio porte e grande potencial poluidor:
Classe 5;

VI – Grande porte e grande potencial poluidor: Classe 6.

(...)

Anexo Único

Classificação das Fontes de Poluição

1 - Os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente são enquadradas em seis classes que conjugam o porte e o potencial poluidor ou degradador do meio ambiente (1,2,3,4,5 e 6), conforme a Tabela A-1 abaixo:

		Potencial poluidor/degradador geral da atividade		
		P	M	G
Porte do Empreendimento	P	1	1	3
	M	2	3	5
	G	4	5	6

Tabela A-1: Determinação da classe do empreendimento a partir do potencial poluidor da atividade e do porte.

(...)

LISTAGEM DE ATIVIDADES

1 - Os empreendimentos e atividades foram organizados conforme a lista constante deste Anexo Único nas seguintes listagens:

- Listagem A – Atividades Minerárias

- Listagem B - Atividades Industriais / Indústria Metalúrgica e Outras

- Listagem C- Atividades Industriais / Indústria Química
- Listagem D - Atividades Industriais / Indústria Alimentícia
- Listagem E – Atividades de Infra-Estrutura
- Listagem F - Serviços e Comércio Atacadista
- Listagem G – Atividades Agrossilvipastoris

Cada empreendimento e atividade recebeu uma codificação da seguinte forma:

N-XX-YY-Z sendo,

N- Letra relativa a listagem onde o empreendimento e atividade foi enquadrado

XX – Número do item da tipologia

YY – Número do sub-item da tipologia

Z – Dígito verificador da codificação do empreendimento/atividade

(...)

LISTAGEM D - ATIVIDADES INDUSTRIAIS / INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

D-01 Indústria de Produtos Alimentares

(...)

D-01-06-6 Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios.

Pot. Poluidor/Degradador: Ar: M Água: M Solo: M Geral: M

Porte: 500 < Capacidade Instalada < 15.000 litro de leite/dia : Pequeno

15.000 ≤ Capacidade Instalada ≤ 80.000 litro de leite/dia : Médio

Capacidade Instalada > 80.000 litro de leite/dia : Grande

D-01-07-4 Resfriamento e distribuição de leite em instalações industriais.

Pot. Poluidor/Degradador: Ar: P Água: M Solo: P Geral: P

Porte:

5.000 < Capacidade Instalada < 30.000 litros de leite/dia : Pequeno

30.000 ≤ Capacidade Instalada ≤ 80.000 litros de leite/dia : Médio

Capacidade Instalada > 80.000 litros de leite /dia : Grande

(...)

Anexo E - Deliberação Normativa COPAM nº 167, de 29 de junho de 2011.

(...)

(Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 20/08/2011)

(...)

Art. 1º - Para fins desta Deliberação Normativa são estabelecidas as seguintes definições:

(...)

III – Laboratório de medição ambiental e laboratório de calibração de instrumentos de medição ambiental – laboratório que executa medições ambientais ou calibração de instrumentos utilizados nessas medições e que tem univocamente identificáveis razão social, endereço, CNPJ, responsável técnico e responsável legal; incluem-se nesta categoria os laboratórios pertencentes a empreendimentos industriais, minerários, centros de pesquisa e instituições de ensino.

IV – Relatório de ensaio e certificado de calibração – documentos emitidos por laboratório responsável por medição ambiental e por calibração de instrumentos utilizados nessas medições, respectivamente, nos quais são registrados os resultados, devendo tais relatórios atender no mínimo aos requisitos do item 5.10 – Apresentação de Resultados, da Norma NBR ISO-IEC número 17.025, além de ostentar junto às identificações e assinaturas os números de registro dos profissionais junto conselho regional da categoria profissional à qual pertençam.

Art. 2º - São considerados válidos para fins de medições ambientais os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios que comprovem atendimento a, pelo menos, um dos requisitos a seguir:

I – ser acreditado, para os ensaios e calibrações realizadas, nos termos da NBRISO/IEC 17025, junto ao INMETRO ou junto a organismo que mantenha reconhecimento mútuo com o INMETRO.

II – ser homologado, para os ensaios e calibrações realizadas, junto à Rede Metrológica de âmbito estadual integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponha de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025.

Parágrafo Único: O reconhecimento de competência do laboratório, quando feito por Rede Metrológica de outro Estado que utilize outras nomenclaturas é igualmente válido par fins desta Deliberação Normativa, desde que preencha os demais requisitos dispostos no inciso II.

Art. 3º - Até 7 de janeiro de 2012 serão considerados válidos, para fins de medições ambientais, os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios que comprovem ter iniciado os procedimentos de acreditação ou homologação com vistas a atender o disposto no art. 2º.

(...)

Art. 6º - É de responsabilidade do laboratório de medição ambiental que emite relatórios de ensaios ou certificados de calibração:

I - manter a validade de sua acreditação ou homologação junto ao organismo competente;

II - assegurar que as calibrações de seus instrumentos sejam executadas exclusivamente por laboratório de calibração que atenda aos requisitos desta Deliberação Normativa;

III - comunicar formalmente aos organismos acreditadores ou homologadores qualquer alteração das condições que embasaram a acreditação ou a homologação;

IV – fazer constar em cada relatório de ensaio ou de calibração emitido qual é sua situação em relação ao artigo 2º desta Deliberação Normativa, bem como o prazo de validade do certificado de acreditação ou de homologação, conforme o caso;

V – anexar a cada relatório de ensaio uma cópia do relatório da amostragem pertinente, na hipótese do artigo 4º.

(...)

Art. 10 - Esta Deliberação Normativa entra em vigor na data de sua publicação e revoga as Deliberações Normativas COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2005, nº 120, de 8 de agosto de 2008, nº 140, de 28 de outubro de 2009, nº 158, de 6 de outubro 2010, bem como os art. 1º e 2º da Deliberação Normativa COPAM nº 165, de 11 de abril de 2011 e demais disposições contrárias.

Anexo F - Deliberação Normativa COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2005

(...)

Art. 1º - Para efeito de aplicação desta Deliberação Normativa são estabelecidas as seguintes definições:

(...)

IV – Automonitoramento: conjunto de medições ambientais sistemáticas, periódicas ou contínuas, que objetiva o registro, o acompanhamento ou a avaliação de fonte de poluição e que é de responsabilidade do empreendedor, a quem cabe a preparação e o encaminhamento do relatório, conforme programa aprovado pelo órgão ambiental competente, inclusive aquele que conste de condicionante estabelecida por ocasião do licenciamento ambiental.

(...)

Art. 2º - A partir de 150 dias contados da publicação desta Deliberação, os órgãos ambientais do Estado não aceitarão relatório de ensaio ou laudo de ensaio emitido por laboratório de medição ambiental que não esteja cadastrado junto ao Sistema Estadual de Meio Ambiente – SISEMA.

Parágrafo único - O cadastramento de que trata o caput será feito por meio de:

I – Preenchimento, protocolo e assinatura do Formulário de Cadastramento de Laboratório, conforme Anexo Único desta Deliberação, do qual deverão constar todas as amostragens, ensaios e calibrações executáveis pelo laboratório;

II – Apresentação dos originais ou das cópias autenticadas dos seguintes documentos:

a) Alvará de funcionamento, contemplando a atividade exercida;

b) Documento de registro do(s) técnico(s) responsável(is) por medição ambiental, junto ao Conselho Profissional competente.

(...)

Art. 5º - A partir de três anos contados da data de publicação desta Deliberação, somente será aceito relatório/laudo de ensaio emitido por laboratório que esteja, além de cadastrado, em uma das seguintes situações, para todo tipo de ensaio correlato à área de meio ambiente:

a) Acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO;

b) Acreditado por organismo que mantém reconhecimento mútuo com o INMETRO;

c) Homologado por Rede Metrológica de âmbito estadual, integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponha de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025.

§ 1º - O prazo previsto no caput fica acrescido de um ano, totalizando quatro anos, para o laboratório pertencente à universidade, centro de pesquisa, instituto de ensino superior, escola técnica, instituição governamental ou organização sem fins lucrativos.

(...)

Art. 6º - Caberá ao laboratório homologado ou acreditado assegurar que as calibrações dos instrumentos sejam executadas exclusivamente por laboratório de calibração acreditado ou homologado, conforme especifica o artigo anterior.

(...)

Art.10 - É de responsabilidade do empreendimento potencial ou efetivamente poluidor ou degradador que suas medições ambientais sejam executadas por laboratório que atenda integralmente a esta Deliberação, seja laboratório do próprio empreendimento ou por ele contratado.

Parágrafo único – Havendo rejeição de relatório de ensaio ou laudo de ensaio pelo órgão ambiental motivado pelo descumprimento do que prevê os artigos 2º ou 5º desta Deliberação e ocorrendo prejuízo a programa de monitoramento ou de automonitoramento, o empreendimento terá incorrido em infração por descumprimento

da condicionante de licença ambiental que estabeleceu o programa de monitoramento/automonitoramento.

Art.11 - O Sistema Estadual do Meio Ambiente - SISEMA - divulgará, no Diário Oficial do Estado - Minas Gerais ou por meio de outro acesso público que julgar conveniente, a relação dos laboratórios que estejam cadastrados e dos laboratórios que estejam homologados ou acreditados e para quais parâmetros de ensaio.

(...)

Anexo G – Arcabouço legal de Declaração de Carga Poluidora

Trechos extraídos de FEAM (2012).

Segundo a Deliberação Normativa Conjunta nº 01, de 05 de maio de 2008, do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH (Anexo B), carga poluidora é a quantidade de determinado poluente lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo.

A Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Anexo C) estabeleceu que:

Art. 28 - O responsável por fonte potencial ou efetivamente poluidora dos recursos hídricos deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, Declaração de Carga Poluidora, referente ao ano anterior.

§ 1º - A Declaração referida no caput deste artigo conterà, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos.

§ 2º - O órgão ambiental competente poderá definir critérios e informações adicionais para a complementação e apresentação da declaração mencionada no caput deste artigo, inclusive dispensando-a, se for o caso, para as fontes de baixo potencial poluidor.

§ 3º - Os relatórios, laudos e estudos que fundamentam a Declaração de Carga Poluidora deverão ser mantidos em arquivo no empreendimento ou atividade, bem como uma cópia impressa da declaração anual subscrita pelo administrador principal e pelo responsável legalmente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica, os quais deverão ficar à disposição das autoridades de fiscalização ambiental.

Nesse mesmo sentido, em Minas Gerais, foi estabelecido, por meio da deliberação normativa - DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1/2008 (), que:

Art. 39. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1o A declaração referida no caput deste artigo deverá seguir o modelo constante do anexo único, sendo que para cada tipologia o COPAM poderá exigir parâmetros específicos.

§ 2o Para as fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas enquadrados nas classes 5 e 6 a declaração deverá ser apresentada anualmente; para as enquadradas nas classes 3 e 4, a declaração deverá ser apresentada a cada dois anos.

§ 3o As fontes potencialmente ou efetivamente poluidoras das águas enquadradas nas classes 1 e 2 estão dispensadas da declaração prevista no caput.