

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

VINÍCIUS PEDROTTI

**ANÁLISE DE PROCESSOS E EQUIPAMENTOS DE GERAÇÃO E DE DISTRIBUIÇÃO DE VAPOR
VISANDO LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2019

VINÍCIUS PEDROTTI

**ANÁLISE DE PROCESSOS E EQUIPAMENTOS DE GERAÇÃO E DE
DISTRIBUIÇÃO DE VAPOR VISANDO LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica da Coordenação de Engenharia Mecânica – DAMEC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Martinelli Junior

PATO BRANCO

2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

Análise de Processos e Equipamentos de Instalação e de Distribuição de Vapor Visando Licenciamento Ambiental

Vinícius Pedrotti

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 25/11/2019 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

Prof. Dr. Francisco Augusto Aparecido Gomes
(UTFPR – DAMEC)

Prof. MsC. Marcio Tadayuki Nakaura
(UTFPR – DAMEC)

Prof. Dr. Luiz Carlos Martinelli Junior
(UTFPR – DAMEC)
Orientador

Prof. Dr. Paulo Cezar Adamczuk
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica

Dedico este trabalho a meus familiares, amigos e professores, que compartilharam a jornada da universidade comigo. Que trouxeram muito conhecimento e aprendizados sobre a vida e sobre a engenharia. A maior das nossas conquistas é a amizade, o respeito e o zelo daqueles que amamos.

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui meus agradecimentos aos mestres que me apresentaram o mundo da engenharia, a minha família por compartilhar comigo as emoções do crescimento e aos meus amigos por compartilharmos grandes momentos juntos.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”. (ALENCAR, José de, 1841)

RESUMO

PEDROTTI, Vinícius. Análise de processos e equipamentos de instalação de geração e de distribuição de vapor visando licenciamento ambiental. 2019. 117 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

Este trabalho tem como objetivo analisar os processos e equipamentos de geração e de distribuição de vapor relacionando aos fatores que tem impacto no licenciamento ambiental. Para contextualizar o licenciamento ambiental da geração de vapor, são apresentados os componentes de um modelo tradicional de instalação de geração e distribuição de vapor e são apresentadas suas respectivas funções. São explicados os processos responsáveis pela geração dos resíduos do processo e suas formas de tratamento comumente utilizadas nas indústrias. Também é apresentada a estrutura da licença ambiental, seu embasamento legal, as responsabilidades da atividade ou empreendimento solicitante da licença, além dos limites estabelecidos por leis e diretrizes para os resíduos gerados no processo de geração e distribuição de vapor. Este material visa embasar e instruir profissionais que irão criar ou adequar um empreendimento que contenha geração de vapor, trazendo informações sobre os processos e equipamentos e sobre a estrutura, embasamento legal e limites e padrões de emissões da licença ambiental nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

Palavras-chave: Geração de vapor. Licenciamento ambiental. Resíduos da geração de vapor.

ABSTRACT

PEDROTTI, Vinícius. Analysis of steam generation and distribution processes and equipment for environmental licensing. 2019. 117 f. Final Paper – Mechanical engineering course, Federal university of technology - Paraná. Pato Branco, 2019.

This paper aims to analyze the processes and equipment of steam generation and distribution relating to environmental licensing. To contextualize the environmental licensing of steam generation, the components of a traditional steam generation and distribution installation are presented and their respective functions are explained. The processes responsible for the generation of residues and their forms of treatment commonly used in industries are explained. It also presents the structure of the environmental license, its legal basis, the responsibilities of the activity to request the license, as well as the limits established by laws and guidelines for waste generated in the steam generation and distribution process. This material aims to support and instruct professionals who will create or adapt a venture that contains steam generation, showing information about the processes and equipment and about the structure, legal basis and emission limits and standards for environmental licensing in the states of Rio Grande do Sul, Santa Catarina and Paraná.

Keywords: *Steam Generation. Environmental licensing. Steam generation residues.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Representação caldeira aquatubular.....	21
Figura 2: Representação caldeira flamotubular.	21
Figura 3: Princípio de funcionamento de uma unidade complexa com fornalha para queima de lenha em toras.....	22
Figura 4: Esquema de tratamento de água para geração de vapor.	29
Figura 5: Fórmula cálculo RAS.	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Emissões oriundas da combustão.	24
Quadro 2: variação da quantidade do ar na combustão.	26
Quadro 3: exemplos de relação de excesso de ar na combustão.	27
Quadro 4: Processos e finalidades etapas tratamento da água.	30
Quadro 5: parâmetros para seleção de aparelho de remoção de partículas dos gases de combustão.	35
Quadro 6: impactos, deveres e formas de controle.	38
Quadro 7: Lista dos órgãos ambientais a nível nacional.	45
Quadro 8: Lista dos órgãos ambientais dos estados brasileiros.	46
Quadro 9: Padrões para fontes novas de combustão externa.	56
Quadro 10: Padrões para fontes novas de combustão externa:	56
Quadro 11: Padrões para fontes novas de combustão externa.	57
Quadro 12: Padrões para fontes existentes de combustão externa.	57
Quadro 13: Padrões para materiais particulados máximos.	58
Quadro 14: Padrões para fontes novas de combustão externa.	59
Quadro 15: Padrões para fontes existentes de combustão externa.	59
Quadro 16: Padrões para fontes novas de combustão externa.	60
Quadro 17: Padrões para fontes existentes de combustão externa.	61
Quadro 18: Padrões para fontes novas:	63
Quadro 19: Padrões para fontes existentes.	63
Quadro 20: Critérios para definição da regularidade do monitoramento.	65
Quadro 21: Padrões de qualidade de água.	70
Quadro 22: Continuação dos padrões de qualidade de água.	71
Quadro 23: Parâmetros orgânicos da água.	72
Quadro 24: Continuação dos parâmetros orgânicos da água.	73
Quadro 25: Continuação dos parâmetros orgânicos da água.	73
Quadro 26: Padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo.	74
Quadro 27: Padrões da água doce classe 3.	76
Quadro 28: Continuação dos padrões da água doce classe 3.	77
Quadro 29: Continuação dos padrões da água doce classe 3.	77
Quadro 30: Continuação dos padrões da água doce classe 3.	78

Quadro 31: Padrões para combustão externa de combustível gasoso.....	80
Quadro 32: Padrões para combustão externa de combustível líquido.	80
Quadro 33: Padrões para combustão externa de carvão mineral e assemelhados.....	81
Quadro 34: Padrões para combustão externa de derivados de madeira.	81
Quadro 35: Padrões para combustão externa de MDF, MDP e assemelhados..	81
Quadro 36: Padrões para combustão externa de bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz.	82
Quadro 37: Padrões e frequência de monitoramento mínima para material particulado.....	83
Quadro 38: Classificação de materiais inorgânicos perigosos.	84
Quadro 39: Limites de razão de adsorção de sódio permitidos.	93
Quadro 40: Teores máximos permitidos de potencialmente prejudiciais	103
Quadro 41: Valores máximos permitidos de substâncias prejudiciais	104
Quadro 42: Concentrações máximas de substâncias	106
Quadro 43: Limite de percepção de odor.....	111

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sema	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SDS	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Sedam	Secretaria de Desenvolvimento Ambiental
Femact	Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Naturatins	Instituto Natureza do Tocantins
Ibram	Instituto Brasília Ambiental
Semarh	Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
Semac	Secretaria de Estado do Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia
Fepam	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
IMA	Instituto do Meio Ambiente
Semace	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
Sudema	Superintendência de Administração do Meio Ambiente
Iema	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Seama	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Semad	Secretaria de Estado de Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Sea	Secretaria do Ambiente
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
Semas	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
Semar	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí
Semarh	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
IAP	Instituto Ambiental do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 OBJETIVO GERAL	16
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 GERADORES DE VAPOR	18
2.1.1 COMPONENTES PRINCIPAIS DA GERAÇÃO DE VAPOR	20
2.2 COMBUSTÍVEIS	23
2.2.1 AR DE COMBUSTÃO	24
2.3 PROCESSOS SATÉLITES	28
2.3.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	28
2.4 RESÍDUOS DO PROCESSO	31
2.4.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE)	32
2.5 LICENCIAMENTO AMBIENTAL	36
2.6 ORGÃOS RESPONSÁVEIS PELO LICENCIAMENTO AMBIENTAL	43
2.6.1 IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ	47
2.6.2 FEPAM	47
2.6.3 IMA	48
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	52
ANEXO A - RESOLUÇÃO Nº 016/2014 – SEMA (ADAPTADA)	55
ANEXO B – RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 (ADAPTADA)	66

ANEXO C – DIRETRIZ TÉCNICA Nº 01/2018 (ADAPTADA)	80
ANEXO D – DIRETRIZ TÉCNICA Nº 05/2017 (ADAPTADA)	87
ANEXO E – DECRETO Nº 14.250, DE 5 DE JUNHO DE 1981 (ADAPTADO)	101

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Em 200 A.C., um grego chamado Hero concebeu uma máquina simples, batizada de Aeolipile, que utilizava vapor como fonte de energia. Tudo começou com uma espécie de panela cheia de água colocada sobre o fogo. Conforme o fogo fornecia calor para a panela, as paredes da panela transferiam calor para a água e quando a água atingia a temperatura de 100°C, ela entrava em ebulição e se transformava em vapor. Esse vapor gerado passava por meio de dois tubos de uma esfera oca que era apoiada em dois lados. Quando o vapor saía por meio dos dois tubos ligados à esfera, a esfera se movia sobre o seu eixo. Desse modo surgiu o uso do vapor como fonte de trabalho, e até hoje a ideia básica do processo continua a mesma – Calor, transferência de calor para a água e produção de vapor. (BABCOCK, 2005).

Apesar de ser baseada em um conceito simples, a geração de vapor não se resume apenas a isso. Com o passar dos anos o modelo inicial concebido por Hero foi sendo aprimorado e atualmente as instalações atingem altos valores de eficiência. Por consequência de um processo aprimorado se faz necessário existir um controle muito mais minucioso para que o processo de geração ocorra de maneira a ser eficiente no consumo de combustível, duradouro da parte estrutural do maquinário e ecologicamente correto do ponto de vista ambiental.

Projetos refinados baseados em experimentações, experiência de engenheiros e cálculos mais precisos também apoiados por *softwares* garantem o bom funcionamento e o alto rendimento, mas para que todas as partes do processo funcionem perfeitamente é necessário realizar o tratamento da água de alimentação do gerador respeitando as necessidades do equipamento.

Assim como a água de alimentação, a combustão que gera o calor para levar a água à ebulição gera resíduos. Estes resíduos aparecem em forma de gases poluentes e particulados que também devem sofrer o tratamento correto a fim de minimizar, ou até extinguir, os impactos no meio ambiente.

A partir do ponto em que são gerados resíduos, se faz necessário a existência de leis e regras que forcem as indústrias a manter um nível aceitável de geração de impactantes ambientais. Os órgãos ambientais, que no Brasil apresentam

divisões por estados, são responsáveis por proteger, preservar, conservar, controlar e recuperar o patrimônio ambiental, buscando melhor qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável com a participação da sociedade.

O licenciamento ambiental é um procedimento de acompanhamento da implantação e operação de atividades que utilizam recursos naturais ou são potenciais ou efetivas poluidoras. A licença ambiental é feita junto aos órgãos ambientais, que baseados em estudos e leis, determinam as exigências e regras para a instalação e operação de atividades ou empreendimentos com fim de reduzir ou até mitigar os possíveis impactos ambientais.

Para a construção de uma nova instalação de geração de vapor é necessária a elaboração de uma licença ambiental, em que os proprietários devem realizar o processo junto aos órgãos ambientais de seus respectivos estados. O licenciamento ambiental tem como intuito garantir que a nova instalação, ou a modificação de uma instalação, estejam de acordo com as leis e regras para o bom uso de recursos e emissões de poluentes e resíduos nocivos ao meio ambiente.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo analisar os processos e os equipamentos da geração e distribuição de vapor. Analisar a produção de resíduos na geração e distribuição de vapor, apontar/analisar as soluções normalmente utilizadas para amenizar ou eliminar os impactos ambientais causados pelos mesmos e apontar documentos e tolerâncias para o licenciamento ambiental na região sul do Brasil. Contemplar a análise completa do licenciamento ambiental. Com início nas etapas do processo de geração e distribuição de vapor, que geram resíduos, estendendo-se até as medidas necessárias/utilizadas para solucionar os efeitos nocivos ao ambiente. Contemplar os dados da estrutura do licenciamento ambiental, as responsabilidades sobre a geração de vapor e apresentar os profissionais habilitados para realizar as etapas do licenciamento ambiental. Também serão listados os órgãos responsáveis pela regulamentação e fiscalização ambiental dos estados do sul Brasil a fim de fornecer a contextualização completa para a realização de um licenciamento ambiental.

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal desse trabalho é fornecer embasamento para a realização de um licenciamento ambiental de uma instalação de geração e distribuição de vapor, analisando os processos e equipamentos envolvidos e os processos burocráticos que devem ser realizados para a utilização das instalações.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo principal os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- Contextualizar os geradores de vapor;
- Contextualizar o processo de geração de vapor;
- Apresentar os produtos e subprodutos dos processos;
- Apresentar a estrutura de um licenciamento ambiental;
- Apresentar os órgãos ambientais dos estados brasileiros;
- Apresentar as responsabilidades da empresa para obter o licenciamento ambiental;
- Apontar/analisar as soluções normalmente utilizadas para amenizar ou eliminar os impactos ambientais.

1.3 JUSTIFICATIVA

Elaborar um material para a formulação de licenciamento ambiental com foco em instalações de geração e distribuição de vapor. Este trabalho tem como objetivo trazer o embasamento necessário sobre os equipamentos e processos envolvidos na geração e distribuição de vapor, apontar/analisar os resíduos do processo e apontar soluções comumente utilizadas nesse tipo instalação. Além disso, facilitar o entendimento da estrutura de um licenciamento ambiental, mostrar limites e padrões de emissões, embasamento legal do licenciamento ambiental e apontar os órgãos regulamentadores dos estados do sul do Brasil.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho será dividido em capítulos e subcapítulos com finalidade de facilitar o entendimento do leitor. Sendo os assuntos principais:

- Equipamentos e processos da geração e distribuição de vapor.
- Tratamento da água (ETA).
- Análise dos resíduos.
- Tratamento de efluentes (ETE).
- Tratamentos para os resíduos dos processos.
- Estrutura de um licenciamento ambiental.
- Responsabilidades das empresas.
- Órgãos brasileiros responsáveis pelo licenciamento ambiental no sul do Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GERADORES DE VAPOR

De acordo com a Norma Regulamentadora 13 (NR-13), item 13.1.1, caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, projetados conforme códigos pertinentes, excetuando-se refervedores e similares.

Segundo Pera (1990, p. 01), “Gerador de vapor é um trocador de calor complexo que produz vapor a partir de energia térmica (combustível), ar e fluido vaporizante, constituído por diversos equipamentos associados, perfeitamente integrados, para permitir a obtenção do maior rendimento térmico possível.”

O vapor é gerado em uma caldeira ou em um gerador de vapor pela transferência do calor dos gases quentes que passam por tubos que estão em contato com a água. Quando a água absorve quantidade suficiente de calor, muda da fase líquida para a de vapor. A energia para gerar o vapor pode ser obtida da combustão de combustíveis ou da recuperação de calor residual de processo. Na caldeira, a transferência de calor entre os gases quentes e a água é efetuada nas superfícies de troca térmica (geralmente um conjunto de tubos). Após a geração do vapor, o efeito da pressão faz o vapor fluir da caldeira para o sistema de distribuição.

O vapor é muito utilizado na indústria devido a sua grande versatilidade. Os processos mais comuns de utilização de vapor são os processos que usam somente aquecimento por vapor e na geração de energia por meio de turbinas de vapor, mas o vapor tem muitas outras utilizações na indústria, processos como:

- Atomização: vapor é utilizado para separar um fluido mecanicamente.
- Aquecimento/esterilização: vapor é utilizado para aquecer e devido a alta temperatura esterilizar alimentos, produtos de refinarias e usinas químicas
- Hidratação: vapor é utilizado para fornecer umidade enquanto fornece calor ao processo.
- Limpeza: vapor é utilizado para fazer a limpeza de uma vasta gama de superfícies.
- Motriz: vapor pode ser utilizado como força motriz para movimentar correntes de líquido e gás em tubulações.

- Umidificação: vapor saturado é utilizado como fonte de calor para aquecimentos internos sazonais.
- Propulsão/movimento: vapor é utilizado para propulsão em turbinas a vapor que podem ser utilizadas para diversos fins.

Para Alves (2002), os geradores de vapor ou qualquer aparelho de vaporização são caracterizados pelos seguintes elementos:

- Máxima pressão de trabalho admissível (PMTA);
- Pressão de prova;
- Capacidade de evaporação ou potência do gerador em uma hora;
- Superfície de aquecimento ou calefação;
- Superfície das grelhas ou volume da fornalha nas caldeiras que queimam carvão ou petróleo respectivamente.

Segundo Alves (2002), as caldeiras também são caracterizadas por seu peso, superfície dos superaquecedores de vapor, economizadores de água de alimentação ou de ar, volume das câmaras de água e vapor, etc. Na seleção de um gerador podem-se observar outras considerações adicionais, tais como:

- Tipo de combustível e características;
- Equipamento de combustão;
- Pressão e temperatura do vapor;
- Variação da demanda de vapor;
- Eficiência térmica desejável;
- Custo de instalação, operação e manutenção;
- Espaço necessário e/ou disponível;
- Amortização do investimento.

De acordo com as classes de pressão da NR-13, as caldeiras foram classificadas:

- Categoria A: caldeira cuja pressão de operação é superior a 1960 kPa (19,98 kgf/cm²);
- Categoria C: caldeiras com pressão de operação igual ou inferior a 588 kPa (5,99 kgf/cm²) e volume interno igual ou inferior a 100 litros;

- Categoria B: caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores.

Portanto a escolha da caldeira dependerá diretamente da necessidade do processo e das restrições locais, que implicam diretamente na complexidade do gerador de vapor.

2.1.1 COMPONENTES PRINCIPAIS DA GERAÇÃO DE VAPOR

Os geradores de vapor são constituídos por um conjunto de componentes para formar um equipamento complexo que seja capaz de atender as necessidades e peculiaridades dos processos. Sua estrutura é bastante diversificada, e depende da finalidade do uso do vapor para confeccionar a sua estrutura.

Os componentes normalmente utilizados em uma unidade de geração de vapor de nível complexo são:

- Cinzeiro
- Fornalha com grelha ou queimadores de óleo
- Câmara de combustão
- Caldeira
- Superaquecedor
- Economizador
- Aquecedor de ar
- Canais de gases
- Chaminé

Existem dois tipos fundamentais de construção de caldeira:

- Aquatubulares (*Watertube*): A água que será aquecida está contida dentro de tubos na parede da fornalha que são envolvidos pelos gases da combustão.
- Flamotubulares (Piro-tubular, Fogotubular, *Firetube*): em que os gases da combustão passam por dentro de tubos que estão em contato com a água que será aquecida. Normalmente utilizado para baixas pressões e para pequeno porte, apresenta baixa eficiência.
- Mistas: Utilizam a combinação os dois tipos de construção visando obter maior aproveitamento do calor da combustão.

Outra variação existente são as caldeiras elétricas, que tem uso restrito a algumas atividades específicas e tiveram seu uso reduzido após o valor da energia elétrica se elevar consideravelmente no Brasil. Elas tiveram seu uso incentivado após a construção da usina hidrelétrica de Itaipu no Paraná, a energia elétrica era abundante e barata, justificando seu uso. Devido ao baixo uso de caldeiras desse tipo atualmente, optou-se por não aprofundar neste assunto.

Representação dos tipos de caldeira:

- Aquatubular:

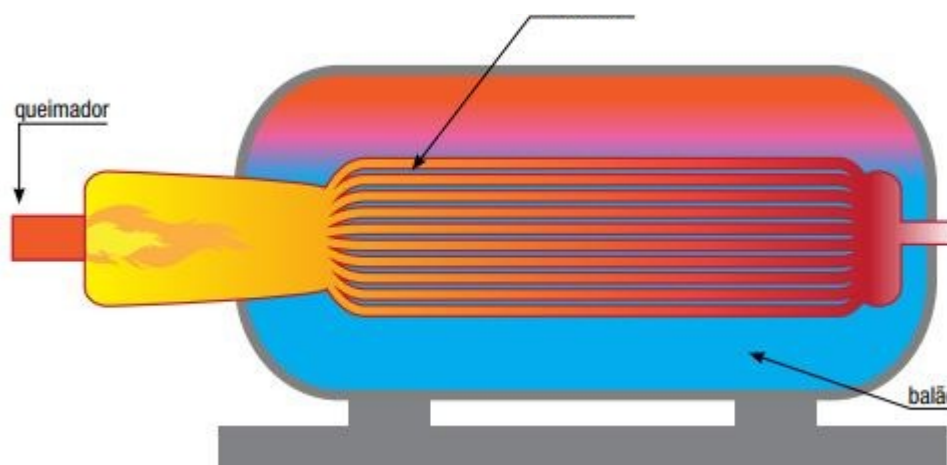
Figura 1: Representação caldeira aquatubular.



Fonte: Elektro (2011)

- Flamotubular:

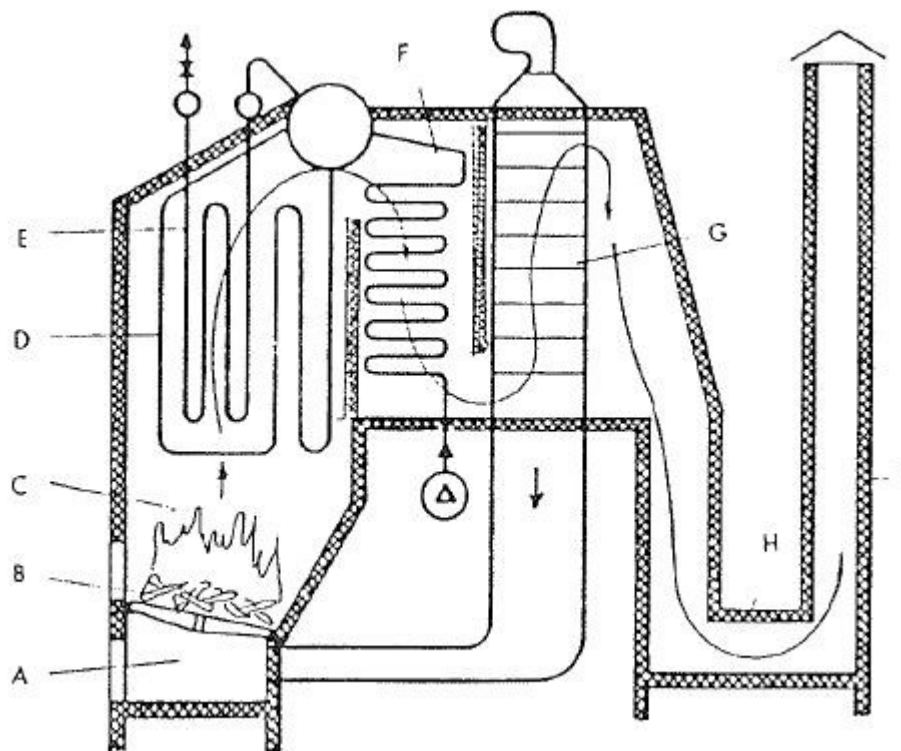
Figura 2: Representação caldeira flamotubular.



Fonte: Elektro (2011).

Representação dos componentes de um gerador de vapor:

Figura 3: Princípio de funcionamento de uma unidade complexa com fornalha para queima de lenha em toras.



Fonte: Adaptado de Pera (1990).

- A – Cinzeiro: Local aonde se depositam as cinzas e eventuais restos sólidos de combustíveis que atravessam a grelha sem completarem sua combustão.
- B – Fornalhas: Local aonde acontece o início do processo de queima.
- C – Câmara de combustão: Local aonde ocorre a queima completa do combustível.
- D – Caldeira de vapor: Vaso aonde estão os tubos cheios de água em uma caldeira tipo aquatubular, ou os tubos em que passam os gases da combustão, em uma caldeira do tipo flamotubular.
- E – Superaquecedor: Local aonde ocorrerá a elevação da temperatura do vapor saturado que foi gerado na caldeira, tornando-o superaquecido.
- F – Economizador: Local aonde acontecerá o aumento da temperatura da água ao retirar calor sensível residual dos gases da combustão.

- G – Aquecedor de ar: Tem como função aquecer o ar de combustão que irá para a fornalha.
- H – Canais de gases: Trechos intermediários em que os gases passam antes de chegar à chaminé.
- I – Chaminé: Responsável por realizar a tiragem, o efeito responsável pela circulação dos gases da combustão através do sistema. Também pode haver um ventilador para soprar os gases de combustão, nesse caso a chaminé é responsável pelo direcionamento dos gases e a tiragem é denominada forçada.

2.2 COMBUSTÍVEIS

Toda substância capaz de reagir com o oxigênio e liberar energia térmica e identificada como combustível sólido, líquido ou gasoso. Os combustíveis são caracterizados pelas suas propriedades físico-químicas e são encontrados na forma natural ou artificial. (BAZZO, 1995, p. 18)

O combustível é um material cuja queima é utilizada para produzir calor, energia ou luz. A queima ou combustão é uma reação química na qual os constituintes do combustível se combinam com um oxidante. Para iniciar a queima de um combustível, é necessário que ele atinja uma temperatura definida, chamada de temperatura de ignição. O poder calorífico de um combustível é dado pelo número de calorías desprendido em sua queima. Os combustíveis são classificados segundo o estado em que se apresentam (sólido, líquido ou gasoso). Além dos produtos naturais, existem os artificiais.

Esses são alguns exemplos de combustíveis mais usuais e suas classes:

- Sólidos: Madeira (lenha), Carvão mineral, Coque de carvão, Coque de petróleo e Bagaço de cana.
- Líquidos: Gasolina, Metanol, Álcool, Diesel, Biodiesel.
- Gasosos: Gás natural e Gás liquefeito de petróleo (GLP).

Segundo Pera (1990, p.27), “Para utilizar uma substância como combustível, ela deve ser abundante na natureza, liberar uma quantidade satisfatória de calor ao queimar e apresentar um custo compatível com o seu uso.”

2.2.1 COMBUSTÃO

A combustão é um processo químico no qual um oxidante reage com um combustível, gerando calor, ou ambos, calor e luz. (Turns, 2013).

Para que o rendimento calorífico atenda às necessidades requeridas, é necessário que isso seja feito de forma econômica, sendo necessário uma combustão eficiente em relação a quantidade de ar e a melhor mistura ar combustível, e também com transferência do máximo de calor da combustão para o material a ser aquecido (SERFATY, 2007).

Os poluentes emitidos pelas caldeiras dependem, fundamentalmente, do tipo de combustível queimado, das características das caldeiras, das condições de operação e da manutenção dos equipamentos. Quando a eficiência aumenta e a emissão de poluentes diminui, economiza-se também no consumo dos reagentes necessários à lavagem dos gases para mantê-los dentro dos padrões exigidos pela legislação. (Elektro, 2011).

2.2.1 AR DE COMBUSTÃO

Quadro 1: Emissões oriundas da combustão.

Monóxido de carbono (CO)	Gás tóxico, incolor e inodoro, resultante da queima incompleta do carbono.
Óxidos de enxofre (SO ₂ e SO ₃)	Formados pela oxidação do enxofre; reagem na atmosfera produzindo ácido sulfúrico.
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	Gases formados pelo nitrogênio; são irritantes, participando da formação de azoto na atmosfera.
Fumaça	Materiais sólidos e gasosos produzidos pela queima incompleta do combustível, apresentando cor que varia entre o cinza-claro e o preto.
Particulados	Partículas sólidas de carbono e óleo parcialmente queimados.
Hidrocarbonetos	Combustível parcialmente queimado.

Fonte: Elektro (2011).

Cada combustível necessita de uma quantidade exata do agente oxidante para queimar completamente. Esta quantidade depende dos teores de C (Carbono),

H (Hidrogênio), N (Nitrogênio), S (Enxofre) e O (Oxigênio) que o combustível contém, e é definida pela relação ar-combustível.

Para que a combustão aconteça é necessário haver uma quantidade de ar estequiométrica, denominada ar teórico. Para que ocorra a combustão completa se faz necessário que esteja presente um excesso de ar, para que a chama tenha um teor suficiente de oxigênio e supere as deficiências da queima. O excesso de ar é fator determinante da eficiência da combustão, pois controla o volume, temperatura e entalpia dos produtos da combustão. (CERON, 2010)

Em instalações em que há sopradores para suprir o ar de combustão, a medição torna-se fácil, no entanto, na maioria dos casos, a quantidade de ar de combustão é calculada com base na análise dos gases de combustão (SILVA e SILVA, 2008).

No processo de combustão industrial é praticamente impossível obter uma combustão completa sem que haja excesso de ar, por não ocorrer homogeneização perfeita entre o ar e o combustível em face das eventuais variações de temperatura e pressão atmosférica, sendo dificilmente obtido o aproveitamento máximo do combustível (GARCIA, 2002).

Dada a combustão com excesso de ar, temos a relação de excesso definida como:

$$m = \frac{\text{massa de ar real de combustão} \left(\frac{\text{kg ar}}{\text{kg combustível}} \right)}{\text{massa estequiométrica de ar de combustão} \left(\frac{\text{kg ar}}{\text{kg combustível}} \right)}$$

Entretanto o excesso de ar de combustão além de certo limite pode levar ao prejuízo, pois o ar que não participa da combustão tende a esfriar a chama sem contribuir para a reação. Quanto maior for o excesso de ar, maior será a velocidade de circulação dos gases quentes com consequente perda de calor para a chaminé. Por outro lado, a insuficiência de suprimento desse ar também resulta em prejuízo, ocasionando uma combustão incompleta do combustível (SILVA e SILVA, 2008).

A combustão com excesso de ar pode ser dividida em 3 tipos:

- Com excesso de ar baixo: maior perda por combustível não queimado.
- Com excesso de ar normal: perdas mínimas.

- Com excesso de ar alto: maior perda na massa de gases quentes da chaminé.

O do excesso de ar deve ser suficientemente baixo para minimizar a perda de calor devido a entalpia dos gases efluentes, sem produzir combustão incompleta. Assim, o valor ótimo depende da eficiência de combustão aceitável e dos limites de poluição impostos para NO_x e CO, e é obtido experimentalmente pela análise dos produtos da combustão durante o ajuste do equipamento de combustão. (PINHEIRO, 1995).

Quadro 2: variação da quantidade do ar na combustão.

Variáveis	Excesso baixo	Excesso normal	Excesso alto
Gases resultantes da combustão	CO_2 , H_2O , SO_2 , N_2 , $\text{O}_2(\downarrow)$, CO, C	CO_2 , H_2O , SO_2 , N_2 , $\text{O}_2(\pm)$, $\text{CO}(\downarrow)$, $\text{C}(\downarrow)$	CO_2 , H_2O , SO_2 , N_2 , $\text{O}_2(\uparrow)$, $\text{CO}(\downarrow\downarrow)$
% O_2 gases	Baixo (2%)	Normal (5 %)	Alto (8 %)
% CO_2 gases	Alto (até 21%)	Normal (12 %)	Baixo (aumento de O_2 e N_2)
% CO gases	Alto (1%)	Normal (0,5%)	Baixo (desprezível)
Teor de C (fuligem) nos gases	Alto	Normal (quase 0%)	Nulo
Cor dos gases	Escura	Levemente marrom	Incolor (pouco branco se há H_2O)
Perda por combustão incompleta	Grande	Normal	Pequena
Perda de calor pelos gases da chaminé	Pequena	Normal	Grande

Fonte: Adaptado de Bóçon, (2015)

Os valores de boas práticas utilizados hoje em fornalhas de caldeira seguem, de maneira a ajustar de acordo com cada singularidade de equipamento, os valores mostrados no quadro abaixo:

Quadro 3: exemplos de relação de excesso de ar na combustão.

Combustível	Tipo de fornalha ou queimador	m
Carvão Pulverizado	Aquatubular completa	1,15 - 1,20
	Aquatubular parcial fundo seco	1,15 - 1,40
Carvão Britado	Fornalha Ciclone	1,10 - 1,15
Carvão	Grelha fixa	1,30 - 1,60
	Grelha vibratória	1,30 - 1,60
	Grelha rotativa	1,15 - 1,50
	Grelha fixa alimentação por baixo	1,20 - 1,50
Óleo Combustível	Queimadores de óleo tipo registro	1,05 - 1,15
	Queimadores multicomcombustível	1,05 - 1,20
Resíduo ácido	Queimadores chama plena a vapor	1,10 - 1,15
Gás Natural Gás coqueira	Queimadores tipo registro	1,05 - 1,10
	Queimadores multicomcombustível	1,07 - 1,12
Gás Alto-forno	Queimadores de bocal intertubos	1,15 - 1,18
Madeira	Grelha	1,20 - 1,25
Bagaço	Todas as fornalhas	1,25 - 1,35
Licor Negro	Fornalhas recuperação Kraft e Soda	1,05 - 1,07

Fonte: Adaptado de Ceron, (2010).

2.3 PROCESSOS SATÉLITES

2.3.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Atualmente a água é o principal fluido utilizado em sistemas de geração de vapor por apresentar alto poder calorífico e por ser um recurso com ampla disponibilidade no meio industrial. A estação de tratamento de água é a responsável pela manutenção da qualidade da água que será utilizada na caldeira.

De acordo com AZZOLINI, FRINHANI, ZARDO (2007), por serem constituídos de materiais metálicos, as máquinas geradoras de vapor tendem a sofrer patologias por estar em contato com a água. Os principais problemas decorrentes do contato da água com o metal são as incrustações e a corrosão, sendo a corrosão o mais crítico pois pode causar a decomposição dos componentes podendo causar paradas para manutenção e até mesmo acidentes.

Segundo AZZOLINI, FRINHANI, ZARDO (2007), as incrustações podem causar redução da troca de calor, perda de resistência mecânica e deformações devido a superaquecimento, restringir a área de fluxo de fluido, obstruções em válvulas e até rompimento das tubulações dos equipamentos.

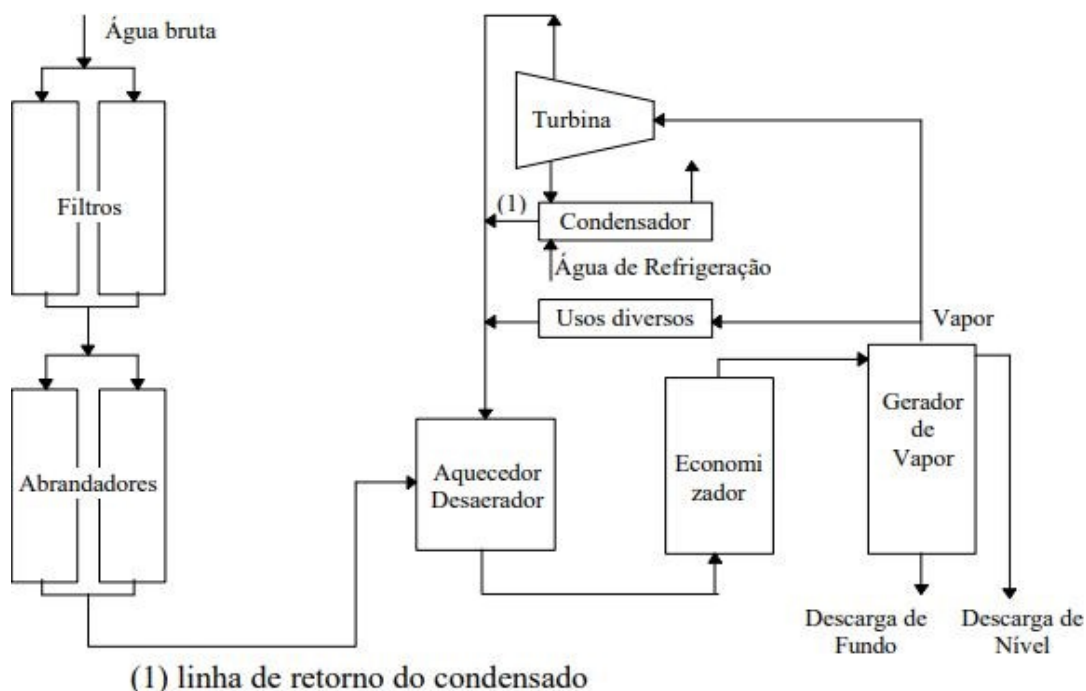
Conforme Sarev & Martinelli Júnior (1998), a água considerada ideal para alimentação de caldeiras é aquela que não corrói os metais da caldeira e seus acessórios, não deposita substâncias incrustantes e não ocasiona arraste ou espuma. Todavia, água com essas características é de difícil obtenção, pois é necessário realizar um pré-tratamento que permita reduzir as impurezas a um nível compatível, para não prejudicar o funcionamento da caldeira.

De acordo com Sarev & Martinelli Júnior (1998), a análise físico-química da água a ser utilizada fornece subsídios para a identificação dos contaminantes, permitindo a escolha de um ou mais métodos de tratamento externo, cuja finalidade é alterar a qualidade da água antes do ponto de utilização. Sempre que solicitada uma análise de água, devem-se selecionar os parâmetros a serem investigados pela análise.

Segundo Azzolini (2003), a partir dos resultados obtidos quanto aos parâmetros físico-químicos da água de alimentação, água de caldeira e água de condensado pode-se inferir sobre as operações de tratamentos externos e internos adequados nos sistemas geradores de vapor.

A estrutura do sistema de tratamento da água é composta por uma série de equipamentos que, com a união de seus efeitos, tem como resultado a água com as características próprias para uso nos geradores de vapor.

Figura 4: Esquema de tratamento de água para geração de vapor.



Fonte: Adaptado de Sarev & Martinelli Júnior (1998).

Segundo Sarev & Martinelli Júnior (1998), os contaminantes presentes na água podem ser classificados em três tipos principais:

- Sólidos dissolvidos: os principais são os sais de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , sílica, bicarbonatos, carbonatos, cloretos e sulfatos.
- Sólidos em suspensão: geralmente constituídos de materiais particulados, responsáveis pela turbidez da água.
- Gases dissolvidos: entre os principais gases encontrados têm-se o oxigênio e o gás carbônico e menos frequentemente a presença de amônia, gás sulfídrico e cloro.

As águas de superfície em sua maioria, comumente apresentam substâncias orgânicas solúveis provenientes da decomposição de materiais, e geralmente não são caracterizadas pelo teor de sais minerais dissolvidos, ao contrário das águas de origem subterrânea. (Sarev & Martinelli Júnior, 1998).

Cada etapa do tratamento da água é responsável por realizar a remoção de algum contaminante indesejado tornando a água dentro dos padrões permitidos relacionados à pressão de trabalho e processo em que o vapor será utilizado. Caldeiras que trabalham com pressões mais elevadas necessitam de controle mais rigoroso de sua pureza, e como exemplo, no uso de vapor em turbinas se faz necessário um controle extremamente rígido para garantir que não aconteça nenhum tipo de dano aos equipamentos em contato com o vapor em alta pressão e temperatura.

Quadro 4: Processos e finalidades etapas tratamento da água.

Processo	Finalidade
Filtração	* Remoção de partículas em suspensão
Abrandamento com resinas sódicas	* Remoção da dureza devido a sais de cálcio e magnésio * Remoção de ferro solúvel
Desaerador - Aquecedor	* Remoção de gases dissolvidos (O ₂ , CO ₂ , NH ₃ , H ₂ s, etc.).
Decantação	* Separação de partículas de grande tamanho em suspensão na água
Clarificação com cal a frio e abrandamento parcial seguido por filtros e abrandadores com resinas	* Remoção da dureza de cálcio e magnésio, ferro e materiais em suspensão. * Redução de sílica e alcalinidade
Abrandamento com cal Ca(OH) ₂	* O uso de cal reduz os bicarbonatos de cálcio e magnésio.
Abrandamento a frio	* Redução de dureza de Ca e Mg. * Redução de alcalinidade de bicarbonatos * Remoção de matéria suspensa. * Redução possível de SiO ₂ e Fe.
Processo a quente para remoção de dureza pelo uso de filtros e resinas de troca catiônica, ciclo de sódio	* Remoção de dureza, Fe, SiO ₂ , sólidos dissolvidos e em suspensão e alcalinidade devida a carbonatos.

Fonte: Adaptado de Sarev & Martinelli Júnior (1998).

O retorno do condensado é água que foi originada a partir da condensação do vapor e é uma água de elevada pureza devido ao fato de que o vapor não leva consigo o material dissolvido quando é produzido e está em temperatura elevada, logo, realizar o reaproveitamento desta água resultará em economia de combustível com aquecimento e de tratamentos para condicionar a água.

Entretanto, apesar de trazer benefícios, o condensado poder sofrer contaminação de materiais de processo e de corrosão do material dos tubos. Logo, se faz necessário um controle rígido da contaminação do condensado para que, em caso de contaminação, seja direcionado para o tratamento ou ser destinado a outro uso. Um controle comumente utilizado para o condensado é a instalação de condutivímetros (analisa a condutividade da água que varia de acordo com os contaminantes presentes) na linha de retorno. Devido à baixa concentração de sais, qualquer contaminação indesejada será detectada pelo condutivímetro.

2.4 RESÍDUOS DO PROCESSO

Segundo Pera, (1990), Três são os produtos reconhecidos como resultantes do processo de combustão, os gases completamente isentos de cheiro e odoríficos; as poeiras (*dust*) constituídas por partículas com dimensões dentro da faixa de um a quinhentos microns, e finalmente a fuligem (*soot*) resultante de produtos com dimensões bem reduzidas, inferiores a um micron, mas que aglomerados atingem 20, 30 até 70.

Os gases, contém na sua mistura, teores variados de gás carbônico (CO₂), gás sulfúrico (SO₂), nitrogênio (N₂), oxigênio (O₂), e vapor de água, podendo apresentar sob condições excepcionais, o monóxido de carbono (CO); gás sulfúrico (H₂S), óxidos de nitrogênio (NO_x) e outros.

Os gases contaminantes, do tipo Nox, podem resultar da queima de alguns combustíveis que contém na sua constituição compostos de nitrogênio, encontrados particularmente em alguns carvões minerais, xistos e turfas.

As poeiras provêm da elutriação de particulados representados por sais minerais contidos nos combustíveis. O arraste de pequenas partículas, ao longo de todo o trajeto da caldeira acompanhando a corrente gasosa resultante da combustão, não pode ser evitado por ser inerente ao próprio processo.

Os combustíveis sólidos respondem por maior quantidade de elutriados, por conterem em sua composição, maiores teores de cinza. Os combustíveis líquidos e gasosos, quando submetido a queima com processos adequados não deveriam exalar nenhum particulado.

Nos combustíveis sólidos, a quantidade adequada de ar de combustão é fator determinante na quantidade de elutriados. A falta do ar aumenta significativamente a quantidade de elutriados.

2.4.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE)

As Cinzas são um dos produtos da combustão, elas são compostas principalmente por sais inorgânicos e minerais.

Segundo Strobel, as cinzas são compostas por diversos óxidos e outras impurezas, e são inertes. Os mais comuns são a sílica (SiO_2), Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO .

As cinzas tem os inconvenientes de:

- Agregar ao combustível maior custo de transporte e armazenagem;
- Reduzir o poder calorífico do combustível;
- Aderir à grelha de caldeiras, por possuir baixo ponto de fusão, reduzindo a passagem de ar e diminuindo o rendimento da combustão;
- Aderir aos tubos próximos à fornalha, dificultando a troca de calor e reduzindo a vida útil destes tubos;
- Reduzir a eficiência de combustão quando a fusão das cinzas ocorre sobre o combustível.

As cinzas tem sua composição variada de acordo com o combustível queimado e dos parâmetros de combustão. O mesmo combustível queimando em condições diferentes apresenta cinzas de composições distintas. Devido a sua composição básica, as cinzas tem sido utilizadas em diversas aplicações, algumas delas estão listadas abaixo:

- Construção civil: Sendo um resíduo com baixo valor agregado e grande quantidade de sílica, as cinzas são uma alternativa atraente e viável para substituição da areia em construção civil.
- Agricultura: As cinzas e as tortas de filtro são resíduos comumente encontrados e amplamente utilizados como adubo em lavouras. Dentre as vantagens no uso das cinzas na agricultura, destaca-se sua utilização como corretor de pH do solo, pois as cinzas têm pH alcalino. A utilização de cinzas na agricultura é

considerada por muitos como ambientalmente correta, devido à utilização de todos os resíduos no processo de produção.

- Cenosferas: São produzidas durante a incineração e são compostas por uma mistura de óxidos metálicos. São materiais porosos, com boas propriedades para ser utilizada como isolante térmico, e aliada a sua composição, permite a sua utilização como catalisador. Também podem ser utilizadas como agregados em compósitos com fim de aumentar a resistência e diminuir a densidade.
- Compósitos: Quando utilizada na preparação de compósitos, traz benefícios como a redução de densidade, aumento de elasticidade e resistência.
- Adsorvente: As cinzas são uma alternativa de baixo custo e ambientalmente correta para o tratamento de efluentes industriais. Devido a sua eficácia no uso como adsorvente, as cinzas se mostram uma alternativa viável de custo reduzido ao tradicional uso do carvão ativado para retirada de íons metálicos e corantes de efluentes aquáticos

As cinzas apresentam como limitantes do seu uso a sua falta de constância em sua composição, que varia conforme são as condições de queima de um combustível. Se as cinzas forem descartadas em um local inapropriado, irão causar um desequilíbrio na composição do solo e água do local de destino, podendo causar, como exemplo a redução de PH que pode causar a morte de diversas formas de vida que utilizam os recursos do ambiente atingido.

- Descarga de fundo.

Os tratamentos da água de entrada da caldeira são rigorosos, mas mesmo assim, eles não eliminam da água todos os sais em solução, a menos que seja utilizado a destilação para sua obtenção.

Conforme a caldeira produz vapor, os sais que ingressaram com a água aumentam de concentração e tendem a precipitar no fundo da caldeira. A descarga de fundo é a ação responsável por manter a concentração de sais dentro dos limites seguros para que não ocorram incrustações, arraste de partículas sólidas e formação de espuma dentro na caldeira.

A descarga de fundo pode ser feita de maneira contínua e descontínua, e depende do volume da caldeira e do grau de pureza da água. Se esta água for

destinada diretamente a algum corpo de água, poderá causar desequilíbrio na composição e aumento da temperatura. O alto grau de sais e minerais na água, torna ela imprópria para a sobrevivência de peixes, plantas e imprópria para consumo humano.

- Gases e particulados.

Dentre os gases, resultantes da combustão, são considerados poluentes aqueles que não são reciclados por nenhum processo natural no meio ambiente, dentre os quais se destacam, o monóxido de carbono, o gás sulfúrico e os óxidos de nitrogênio (SO_x, NO_x).

Para a eliminação destes efluentes contaminados da atmosfera, a tecnologia deve intervir não só por meio da formulação do aperfeiçoamento de queima, como também no estabelecimento de técnicas de separação adequadas.

Para realizar a separação são utilizados três recursos: a adsorção, a absorção e a oxidação catalítica.

A absorção é o método mais divulgado, devido a velocidade da reação e eficiência da aparelhagem, apresentando como desvantagem única, a dificuldade na regeneração do absorvente. Na separação de particulados, os equipamentos são separados em dois grupos:

- Separação à seco

1. Baseados na força da gravidade: estes equipamentos utilizam a força da gravidade para realizar a separação. O mecanismo de funcionamento é baseado em velocidade muito baixa dos gases e consequente decantação das partículas devido ao seu peso. Sua desvantagem é a baixa eficiência, em torno de 45 a 55%, atuando na separação de partículas no máximo de 50 μ .
2. Baseados na força centrífuga: os gases são forçados a passar por uma mudança de direção e um movimento rotatório no interior de um cilindro através da introdução tangencial dos fluidos. O equipamento mais utilizado é o ciclone, que faz uso da ação conjunta da força da gravidade e da inércia das partículas e da corrente gasosa, alcançando a separação de até 90% das partículas, geralmente de

dimensões inferiores a 10μ . Sua desvantagem é a elevada perda de carga.

3. Filtros com tecidos: são conhecidos como filtros de manga, e foram concebidos para aumentar a eficiência da captação a seco, alcançando eficiência de 99% na retenção das partículas. As mangas são feitas de tecidos de algodão ou fibras sintéticas, inclusive fibra de vidro, e são selecionadas de acordo com a composição química e temperatura do gás. Sua desvantagem é o custo dos materiais e de fabricação dos tecidos das mangas, e quando o volume de particulados é muito alto, o processo acaba sendo inviável devido a alta exigência.
4. Filtro eletrostático: processo com alta eficiência que consiste em uma câmara de passagem dos gases onde há um campo de alta tensão elétrica que provoca a ionização das partículas. As partículas ionizadas são atraídas pelos eletrodos componentes do campo.

- Captadores úmidos

Com uso de água: baseiam-se no fato da partícula sólida se agregar à gotícula de água ou a um lençol de água separando-se da fase gasosa. A eficiência destes processos varia muito de acordo com o projeto, mas em sua maioria apresentam valores superiores aos captadores ciclônicos.

Para determinar o tipo de aparelho de captação de particulados é necessário conhecer a concentração de sólidos e a sua classificação granulométrica.

Quadro 5: parâmetros para seleção de aparelho de remoção de partículas dos gases de combustão.

Tipo de aparelho	Campo de aplicação
Câmara de Sedimentação	Coleta de partículas grandes, entre dimensões de 100 a 150μ
Ciclones de Baixa Perda de Carga	Coleta de partículas entre 50 e 60μ
Ciclones de alta Eficiência	Coleta de partículas até 10μ
Lavadores a úmido	Coleta de partículas até 5μ
Filtros de Manga	Coleta de partículas até 1μ
Filtro eletrostático	Coleta de partículas até $0,1\mu$

Fonte: Adaptado de Lisboa e Schirmer, (2007)

- Resíduos da recuperação do abrandador e desmineralizador.

O abrandamento feito por troca de íons tem como característica a necessidade de regeneração iônica. O processo consiste em passar a água dura por uma coluna de resinas aniônica a base de sódio. O sódio presente na resina substitui o cálcio e o magnésio da água em um processo contínuo até seu exaurimento. Quando o filtro é exaurido, é necessário fazer o processo de regeneração. O processo é feito com a passagem de uma solução de cloreto de sódio que recompõe o cátion consumido e remove o cálcio e o magnésio contidos nos filtros.

Se o volume do resíduo for grande, ele pode vir a causar desequilíbrios no local em que for descartado. Este resíduo deve ser avaliado junto com o profissional responsável e definido o método de tratamento.

2.5 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O licenciamento ambiental surgiu como uma medida preventiva, por parte do poder público, visando a preservação dos recursos naturais e o bem-estar social, aplicado a empreendimentos potencialmente causadores de impactos ao meio ambiente ou à saúde humana. (Cartilha SEBRAE)

O processo de realizar as análises ambientais iniciou com a exigência de órgãos financeiros estrangeiros para a consolidação da aprovação de empréstimos a projetos do governo. Não somente devido ao fato citado anteriormente, a diminuição na qualidade de vida e a evolução na conscientização da população levaram a medidas de gerenciamento ambiental.

O licenciamento ambiental passou a ser obrigatório em 1981 quando o governo brasileiro lançou a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Assim como toda ferramenta implantada, o licenciamento vem sofrendo atualizações para melhor se adequar as atualizações das leis e das mudanças gerais.

O princípio básico do licenciamento ambiental repousa sobre o artigo 225 da Constituição federal, que garante a todos os cidadãos “o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Na Constituição no artigo 170 a defesa do meio ambiente é apresentada como “princípio norteador e inseparável da atividade econômica”. Deste modo estar

em concordância com a sustentabilidade além de ser ético do ponto de vista ambiental é estar de acordo com as leis do país. A licença ambiental não é um documento estático, ou seja, ele depende de avaliações do cumprimento da legislação para que possa continuar a ser válido.

O licenciamento ambiental se aplica às fases de localização, instalação, ampliação e operação de todo empreendimento que:

- utiliza recursos naturais;
- que são potencialmente ou efetivamente poluidores; ou
- que podem causar algum tipo de degradação ambiental. Na sua criação,

Definição de licenciamento ambiental do CONAMA N°237/97: “Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

A definição de licença ambiental do CONAMA N°237/97: “Ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer, forma, possam causar degradação ambiental.”

Quadro 6: impactos, deveres e formas de controle.

IMPACTOS	Dever do empreendedor	Forma de controle
Odor	Instalar e operar sistema de controle de poluição do ar baseado na melhor tecnologia disponível	Equipamentos de Controle de Poluentes ou mudança de combustível (uso de tecnologias limpas, energia limpa)
Ruído	Atender aos padrões da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	Tratamento acústico
Vibrações	Evitar que a geração se transforme em um incômodo ao bem-estar público	Amortecimento da fonte de propagação
Resíduos	Acondicionar, armazenar e dar destinação final conforme as normas da ABNT	Armazenamento e destinação em locais aprovados pelo Oema
Efluentes	Atender aos padrões estabelecidos pela legislação do Estado ou pelo Conama	Tratamento antes do descarte
Fumaça e material particulado	Atender aos padrões estabelecidos pela legislação do Estado ou pelo Conama	Instalação de Equipamento de Controle de Poluentes (ECP)

Fonte: Adaptado de Procedimentos de Licenciamento Ambiental do Brasil, (2016)

Quanto a obrigação de realizar o licenciamento ambiental:

A lei federal 6.938/81 apresenta três tipos de empresa que são obrigadas a realizar o licenciamento ambiental:

- A utilização de recursos ambientais (o solo, o subsolo, a água e o ar) e/ou recursos naturais em suas atividades (a fauna e a flora), em qualquer etapa da instalação e operação do empreendimento.
- O potencial poluidor da atividade.
- Se a empresa executa alguma ação que provoque a degradação do meio ambiente, isto é, que altere sua natureza ou constituição.

Na primeira divisão de atividades se enquadram as atividades primárias, de exploração de recursos ambientais e naturais, como mineração, agricultura, pecuária, pesca, produção florestal, entre outras.

Na segunda divisão de atividades estão as empresas de transformação e de serviços, que mesmo que não utilizem recurso ambiental ou natural, geram algum

tipo de resíduo, efluente ou emissão ou qualquer tipo de energia capaz de prejudicar algum dos recursos naturais, a saúde humana ou o ambiente de forma geral.

Na terceira divisão de atividades se enquadram as atividades que causarem algum tipo de poluição, uso inadequado ou excessivo de algum recurso natural que possa provocar, como exemplos, desmatamento, erosão, assoreamento e alteração do equilíbrio biológico. Aqui se enquadram as atividades como pecuária, agricultura, exploração florestal, geração de energia, construção civil entre outras.

Se o empreendimento abrange mais de um estado, está localizado ou é desenvolvido no mar territorial ou em terras indígenas, ultrapassa as fronteiras do Brasil ou envolva transporte ou produção de energia nuclear, o licenciamento deve ser encaminhado ao Ibama ou ao Instituto Chico Mendes, ou a ambos.

O órgão ambiental competente é responsável por emitir a licença ambiental, bem como pela análise dos impactos e sua severidade. Como existem inúmeras possibilidades de impactos combinados em diferentes empreendimentos não existe uma licença padrão.

Em alguns casos será necessário realizar um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Esta é uma exigência legal instituída pela Resolução Conama 001/86 para implantação de projetos com significativo impacto ambiental. Caracteriza-se por um diagnóstico ambiental do local e da área de influência do empreendimento (meios: físico, biológico e ecossistemas naturais; e socioeconômico), análise dos impactos a serem gerados com a implantação do empreendimento e de suas alternativas, e definição das medidas mitigadoras e compensatórias dos impactos negativos.

Os estudos ambientais são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação da área degradada e análise preliminar de risco. (CONAMA Nº 237/97)

A responsabilidade da elaboração dos estudos é do empreendedor que deve avaliar junto ao órgão cabível as instruções de como deve ser realizado cada estudo específico, além de ter o dever de ser realizado por profissionais legalmente habilitados. A seguir estão listadas as principais etapas do licenciamento ambiental:

Licença Prévia (LP):

Esta etapa abrange o planejamento, a localização e concepção do empreendimento ou atividade. Tem como objetivo realizar a viabilidade ambiental, que é fundamentada no estudo ambiental quando solicitado, e estabelece os requisitos mínimos e condicionantes a serem atendidas nas próximas fases da sua implementação.

Licença de Instalação (LI):

Esta etapa autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações dos planos, programas e projetos aprovados. Aponta formas de manutenção da qualidade ambiental, informações detalhadas do projeto, processos e tecnologias adotadas para a neutralização, mitigação ou compensação dos impactos ambientais provocados, além dos procedimentos de monitoramento ambiental. Determina como deve ser construído o empreendimento e determina as condições para o seu funcionamento.

Licença de Operação (LO):

Esta fase valida os requisitos da etapa anterior e determina as medidas de controle ambiental e as condicionantes para minimizar os impactos ambientais durante a operação.

Licença Ambiental Simplificada (LAS):

Para atividades e empreendimentos que sejam enquadrados como baixo potencial poluidor, o órgão ambiental poderá solicitar a licença simplificada. Neste tipo de licença as três etapas, a prévia, de instalação e de operação são concedidas com a emissão de um único documento.

Prazo de validade:

Cada uma das etapas tem um prazo de validade que é determinado pelo órgão ambiental competente:

- O prazo de validade da Licença Prévia (LP) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de elaboração dos planos, programas e projetos

relativos ao empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 5 (cinco) anos.

- O prazo de validade da Licença de Instalação (LI) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de instalação do empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 6 (seis) anos.
- O prazo de validade da Licença de Operação (LO) deverá considerar os planos de controle ambiental e será de, no mínimo, 4 (quatro) anos e, no máximo, 10 (dez) anos.

Estes prazos podem variar de acordo com a severidade do impacto causado e desempenho ambiental do empreendimento ou atividade.

No que se refere à renovação da LO, esta deve ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, ficando automaticamente prorrogada até a manifestação final do IBAMA. Na renovação, o IBAMA poderá aumentar ou diminuir o prazo de validade após avaliação do desempenho da atividade ou empreendimento, respeitados os limites mínimo e máximo para esta licença. (Manual de Procedimento para o Licenciamento Ambiental Federal - IBAMA)

A operação sem licenciamento ambiental de um empreendimento ou atividade é crime previsto na Lei de Crimes Ambientais, a Lei 9.605, de 1998, sujeito a sanções administrativas, civis ou penais. Há também o preceito jurídico de reparação de danos, onde os Ministérios Públicos dos Estados e da União, Municípios podem entrar com ações para obrigar o infrator a reverter os danos ambientais causados devido a operação inadequada.

A lei 9.605, de 1998, seção III – Da poluição e outros crimes ambientais, art.60. diz que: “Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes: Pena – detenção, de um a seis meses, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.”

Os custos da realização do licenciamento ambiental são de responsabilidade do empreendedor. Nesses custos enquadram-se além das etapas de LP, LI e LO, a elaboração dos estudos, a contratação de consultoria, se necessário, para acompanhar a tramitação do processo junto ao órgão ambiental; a realização de

audiências públicas; o pagamento de compensação ambiental e das medidas mitigadoras necessárias para amenizar o impacto das atividades, quando necessário.

O preço varia de acordo com a complexidade exigida para a análise e o potencial poluidor e/ou porte. O Ibama disponibiliza em seu site o valor das taxas para a elaboração das licenças.

A base legal que estabelece a necessidade de cuidado com o meio ambiente por parte do empreendedor é listada abaixo.

- **Constituição federal:**
A Carta Magna do Brasil, promulgada em outubro de 1988, assegura que todos têm direito a um ambiente equilibrado.
- **Política Nacional de Meio Ambiente:**
Criada pela Lei 6.938/81, dá as diretrizes gerais para a gestão ambiental brasileira e institui o Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama).
- **Sistema Nacional de Meio Ambiente:**
Formado pelos órgãos e entidades da União, dos Estados e dos Municípios, que são responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.
- **Conselho Nacional do Meio Ambiente:**
Órgão normativo, consultivo e deliberativo do Sisnama. O Conama é um colegiado representativo de cinco setores: órgãos federais, estaduais e municipais, setor empresarial e sociedade civil. Tem a função de assessorar, estudar, apresentar diretrizes e deliberar sobre normas e padrões para que o ambiente se mantenha ecologicamente equilibrado.
- **Lei Complementar 140/2011:**
Define as competências da gestão compartilhada do licenciamento ambiental. A nova lei substitui parte das diretrizes para a execução do licenciamento ambiental da Lei 6.938/81 e das Resoluções 001/86 e 237/97 do Conama.

- Lei de Crimes Ambientais:

“construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes”, gera pena de detenção de seis meses, ou multa, ou ambas penas cumulativamente.

A Compensação Ambiental é obrigatória em processos de licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades que provoquem perda de biodiversidade e de recursos naturais, tais como perda de vegetação nativa, perda de habitat, corredores ecológicos e ecossistemas de interesse para a flora e a fauna, com fundamento no Estudo de Impacto Ambiental.

A compensação é calculada tendo por base o valor mínimo de 0,5 % (meio por cento) dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo IBAMA, de acordo com o grau de impacto ambiental causado. (Manual de Procedimentos para o Licenciamento Ambiental Federal – IBAMA)

2.6 ORGÃOS RESPONSÁVEIS PELO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Para o desenvolvimento do processo de licenciamento ambiental, é necessário a elaboração de diversos documentos técnicos, definidos pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, necessários ao início do processo de licenciamento correspondentes às diferentes modalidades de licença e às suas várias etapas. (Manual de Procedimentos para o Licenciamento Ambiental Federal – IBAMA)

1. Ficha de Caracterização do Empreendimento
2. Termos de Referência
3. Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA
4. Relatório Ambiental Simplificado – RAS
5. Relatório de Controle Ambiental – RCA
6. Projeto Básico Ambiental – PBA
7. Plano de Controle Ambiental – PCA
8. Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais – RDPA
9. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD

10. Estudo de Viabilidade Ambiental – EVA

11. Relatório de Desempenho Ambiental do Empreendimento

Além dos documentos citados acima, há estudos adicionais que poderão ser solicitados a critério do IBAMA. São eles: Análise de Riscos e Plano de Ação de Emergência – PAE.

A quantidade de documentos e a complexidades dos estudos solicitados irão variar de acordo com o grau de possível impacto ambiental que o empreendimento pode causar ao meio ambiente. Como há inúmeras possibilidades de enquadramento de empreendimentos no registro de seus impactos, deve-se consultar o órgão estadual para fazer o levantamento de todas as características que devem ser avaliadas e estudadas para realizar o licenciamento ambiental.

Há condições, já citadas anteriormente neste trabalho, que necessitam de avaliação diretamente com o IBAMA ou outro órgão de nível nacional. O cuidado na avaliação do enquadramento do empreendimento é imprescindível para definir as necessidades de estudos de impactos e evitar multas relativas a irresponsabilidades ambientais, que apresentam severas punições para crimes ambientais.

No quadro em sequência, estão listados os órgãos em nível federal, estadual e municipal, e as condições em que as etapas do licenciamento ambiental devem ser tratadas de acordo com o nível de impacto.

Quadro 7: Lista dos órgãos ambientais a nível nacional.

Competências de cada nível de governo		
Órgão	Dano potencial	Demais requisitos legais
Ibama	Significativo impacto ambiental, do âmbito nacional ou regional	Atividades localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; em zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União.
		Atividades localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais estados.
		Atividades cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados.
		Empreendimentos destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar ou dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, n=mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).
		Bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica.
Órgão Estadual de Meio Ambiente (OEMA)	Impactos ambientais diretos que ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios.	Atividades localizadas ou desenvolvidas em mais de um município ou em Unidades de Conservação de domínio estadual.
		Empreendimentos que sejam potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente e estejam sujeitos à elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo relatório (EIA/Rima), conforme legislação federal e estadual.
		Atividades que impliquem supressão de vegetação pertencente ao bioma da Mata Atlântica, ressalvando o disposto no art. 19, § 2º, da Lei nº 4.771/06 (Utilização e Proteção da Vegetação Nativa do Bioma Mata Atlântica).
		Atividades delegadas pela União aos Estados ou ao Distrito Federal por instrumento legal ou convênio.
Órgão Municipal de Meio Ambiente	Impacto ambiental local.	Empreendimentos e atividades que lhe forem delegadas pelo Estado (OEMA) por instrumento legal ou convênio (descentralização).

Fonte: Sebrae, (2015)

Além das entidades a nível nacional, cada estado brasileiro possui um órgão ambiental e licenciador próprio que regula as condições para a elaboração do licenciamento ambiental. abaixo mostra os órgãos de cada estado do Brasil:

Quadro 8: Lista dos órgãos ambientais dos estados brasileiros.

Órgãos estaduais de Meio Ambiente		
Região	Estado	Órgão
Norte	Amapá	Sema
	Acre	Sema
	Amazonas	SDS
	Pará	Sema
	Rondônia	Sedam
	Roraima	Femact
	Tocantins	Naturantins
Centro-Oeste	Distrito Federal	Ibram
	Goiás	Semarh
	Mato Grosso	Sema
	Mato Grosso do Sul	Semac
Sul	Paraná	IAP
	Rio Grande do Sul	Fepam
	Santa Catarina	IMA
Sudeste	Espírito Santo	Iema
	Minas Gerais	Semad
	Rio de Janeiro	Sea
	São Paulo	SMA
Nordeste	Bahia	Sema
	Ceará	Semace
	Maranhão	Sema
	Paraíba	Sudema
	Pernambuco	Semas
	Piauí	Semar
	Rio Grande do Norte	Semarh
	Sergipe	Semarh

Fonte: Autoria própria

2.6.1 IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ

É o órgão ambiental estadual do Paraná, fundado em 1992, e tem sua sede em Curitiba.

Referente as emissões atmosféricas, o IAP utiliza como referência a resolução N°016/2014 - SEMA, que tem como objetivo: “definir critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar da população e melhoria da qualidade de vida.”

Dos efluentes, o IAP utiliza como referência a resolução No 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

As resoluções N°016/2014 – SEMA e N°357, de 17 de março de 2005, encontram-se filtradas para os aspectos da geração de vapor nos anexos A e B, respectivamente.

2.6.2 FEPAM

A Fepam, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler, é o órgão responsável pelo licenciamento ambiental no estado do Rio Grande do Sul e tem sua sede em Porto Alegre.

Referente as emissões atmosféricas, a diretriz técnica N° 01/2018 “estabelece condições e os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos a serem adotados pela Fepam para fontes fixas e dá outras providências. Estabelece critérios orientadores para limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos de fontes fixas no licenciamento ambiental, de forma a garantir uma padronização das atividades licenciadas e o atendimento da legislação.”

Com referência ao descarte e ao reuso de efluentes líquidos no âmbito do estado do Rio Grande do Sul, a Fepam utiliza a diretriz técnica N°. 05/2017 que “deve ser considerada quando do licenciamento de atividades industriais, sistemas e estações de tratamento de efluentes, loteamentos urbanos e distritos industriais e quaisquer outras atividades geradoras de efluentes líquidos, quanto ao destino final a ser dado aos mesmos.”

As diretrizes técnicas Nº 01/2018 e Nº. 05/2017 encontram-se filtradas para aplicação de instalações de geração e de distribuição de vapor nos anexos C e D, respectivamente.

2.6.3 IMA

O IMA, Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina, que tem o papel de substituir o órgão ambiental de Santa Catarina antigamente conhecido como FATMA. Ele é órgão responsável pelo licenciamento ambiental no estado de Santa Catarina e tem sua sede em Florianópolis.

A referência para padrões de emissões gerais utilizado pelo IMA é o decreto Nº 14.250, de 5 de junho de 1981. Este decreto regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental.

O decreto filtrado para a aplicação de instalações de geração e de distribuição de vapor encontra-se no anexo E.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado esperado desse trabalho é criar um material de apoio para profissionais que queriam realizar o licenciamento ambiental de instalações de geração e distribuição de vapor. Espera-se contemplar as etapas do processo de geração de vapor, indicar/analisar os equipamentos necessários para o tratamento dos resíduos e apresentar a estrutura de um licenciamento ambiental assim como os seus parâmetros e os documentos necessários para a sua realização. Com esta contextualização, espera-se que o leitor seja capaz de conhecer os conceitos básicos e etapas do processo de geração e distribuição de vapor, entenda a aplicação e a necessidade do licenciamento ambiental, bem como seja capaz de ter noções sobre os níveis estabelecidos por normas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Os três estados do sul apresentam uma base em comum na fundamentação de suas normativas e diretrizes ambientais. Todas têm como base os documentos do CONAMA e da CONSEMA, e sofreram ajustes conforme as necessidades e especialidades de cada estado.

Como referência para os resíduos sólidos, devem ser considerados os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos de cada estado. Estes materiais são disponibilizados no site oficial do Ministério do Meio Ambiente.

Um ponto chave nas diferenças entre os estados são os tipos de indústrias que se desenvolveram ao passar do tempo em seu território. Cada região de cada estado passou por um desenvolvimento industrial que derivou da sua colonização, e em alguns lugares como no norte de Santa Catarina, desenvolveram-se indústrias que hoje são importantes no cenário nacional. Este desenvolvimento industrial em conjunto com a conscientização ambiental, formou a necessidade do desenvolvimento de regras mais rígidas e, que também envolvessem de forma mais criteriosa os poluentes que eram emitidos por estas indústrias.

4 CONCLUSÕES

O licenciamento ambiental é de extrema importância, desde a concepção de um empreendimento até sua operação. O licenciamento é responsável por analisar os impactos que o empreendimento pode causar, fazer estudos sobre o local em que será instalado e apresentar as soluções para amenizar ou mitigar os impactos. Além disto, ele prevê como serão feitas as análises de manutenção dos impactos nas áreas afetadas pelo empreendimento.

A geração de vapor é um processo relativamente simples do ponto de vista de geração de materiais poluentes. Ela apresenta três grandes agentes: as emissões gasosas e particuladas oriundas da combustão, os efluentes do processo de tratamento de água e descarga de fundo da caldeira e os resíduos sólidos, que majoritariamente são cinzas.

Entretanto se as instalações estiverem operando de acordo com as boas práticas de combustão descritas no corpo do trabalho, devem apresentar em sua grande maioria um volume pequeno de cinzas. A quantidade de material gerado normalmente é de fácil gestão por não ser um potencial poluidor e não estar presente em grandes volumes. As técnicas largamente utilizadas hoje como a correção do solo com cinzas são capazes de utilizar estes recursos sem que se tornem passivos ambientais.

O tratamento da água para descarte em efluentes não é de grande complexidade se comparado a outras atividades industriais como a produção de couro. Os tratamentos químicos que devem ser utilizados são de fácil acesso e apresentam resultados satisfatórios quando feitos corretamente por um profissional devidamente capacitado.

Pode-se destacar as emissões de gases e de particulados como o principal aspecto que deve ser controlado em uma instalação de geração e distribuição de vapor. A seleção do equipamento correto para tratamento dos gases pode diminuir significativamente os níveis de emissões, trazendo-os para os limites permitidos pela legislação e reduzindo os danos ao meio ambiente. A presença de um profissional devidamente capacitado para adequação do processo de combustão e de tratamento dos subprodutos da combustão é essencial para que não ocorram desequilíbrios que possam aumentar os níveis de emissões.

Como a geração de vapor é um processo que normalmente faz parte de um conjunto maior de equipamentos e outros processos, ela tende a ser uma das menores fontes de poluentes do conjunto. A aplicação do vapor é muito ampla e está envolvida no processo produtivo de inúmeros produtos, que podem ou não ter outros resíduos muito mais significativos no ponto de vista do licenciamento ambiental.

Entretanto, os equipamentos de geração de vapor produzem poluentes com características específicas e podem ser uma parte significativa ou até mesmo o motivo da reprovação no licenciamento ambiental de um empreendimento.

Um dos fatores que tornou a fiscalização ambiental mais efetiva foi o crescimento das cidades, os empreendimentos que antes ficavam afastados, passaram a estar próximos. Desta maneira o controle das emissões se fez mais recorrente devido ao fato de os poluentes atingirem a população diretamente e ficarem mais visíveis, como por exemplo, as cinzas e gases gerados nas fornalhas das caldeiras que caem sobre as casas, e o desequilíbrio de um ecossistema devido a alteração da qualidade da água de um lago.

Portanto, o licenciamento ambiental busca fazer com que um novo empreendimento seja criado de forma planejada para que os possíveis impactos ambientais que podem ser causados durante sua instalação e operação sejam previstos e tenham soluções pré-estabelecidas. No tocante a empreendimentos já existentes, o licenciamento faz com que o empresário atualize seus equipamentos se os níveis de emissões estão fora dos padrões aceitáveis pelos órgãos ambientais. Desta maneira, a tendência de que as emissões sejam reduzidas e controladas com o passar do tempo aumenta, e tem maior impacto quando apoiadas por leis que estabelecem crimes para inadequações ambientais.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, M. Z. Análise de combustíveis de caldeiras. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.
- AZZOLINNI, J. C.; FRINHANI, E. M. D.; ZARDO, F. Água para sistemas geradores de vapor, 2007. Revista Meio Filtrante. Disponível em: <<http://www.meiofiltrante.com.br/edicoes.asp?link=ultima&fase=C&id=272&retorno=c&retorno=b>>. Acesso em: 02/12/2018.
- BAZZO, Edson. Geração de vapor. 2. ed. Florianópolis. Ed. da UFSC.1995.
- BÓÇON, F. Combustíveis e combustão, Máquinas Térmicas I, UFPR, Curitiba 2015. Disponível em: http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC037/Prof_Marcelo_Pustelnik/Apostila_Ciclos_T%E9rmicos_Combustiveis.pdf. Acesso em: 28/06/2019.
- CERON, L. P., Controle do excesso de ar em processos de combustão. Revista Meio Filtrante. Edição Nº 44, maio/junho de 2010.
- EUFRAZIO, W. L., ANTUNES, E. G. P. Cenosfera: análise como material cimentício suplementar. UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2018.
- GARCIA, R. Combustíveis e combustão industrial. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2002.
- Guia de procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal, IBAMA, Brasília, 2002. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/Procedimentos.pdf. Acesso em 22/06/2019.
- Legislação do ministério do trabalho, “Norma Regulamentadora NR-13”, 26.04.1995.
- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso em: 05/04/2019
- Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 18/05/2019.

Lei complementar Nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm. Acesso em: 18/05/2019.

Licenciamento Ambiental / Sebrae - 2.ed. - Cuiabá: Sebrae, 2015. Disponível em:
<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>. Acesso em: 23/05/2019.

Lisboa, H.M., Schirmer .W.N., Controle da poluição atmosférica. ENS/UFSC, 2007.

Manuais Elektro de eficiência energética. Geração de vapor e calor. Elektro - Eletricidade e serviços S.A. Programa de eficiência energética. Disponível em:
<https://www.elektro.com.br/sustentabilidade/programa-de-eficiencia-energetica>. Acesso em 09/07/2019.

PERA, Hildo. Geradores de vapor: um compêndio sobre a conversão de energia com vistas à preservação da ecologia. São Paulo. Fama, 1990.

PINHEIRO, P. C.C. e VALLE R. M. Controle de combustão: Otimização do Excesso de ar. In: II CONGRESSO DE EQUIPAMENTOS E AUTOMAÇÃO DA INDÚSTRIA QUÍMICA E PETROQUÍMICA, 09-11 agosto 1995, Rio de Janeiro, RJ, Anais Automação Industrial São Paulo: ABIQUIM, Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados, 1995, p.157-162.

Procedimentos de licenciamento ambiental do Brasil, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2016. Disponível em:
<http://www.acr.org.br/download/biblioteca/Procedimentos-do-Licenciamento-Ambiental.pdf>. Acesso em: 14/06/2019.

Resolução Nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em:
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em 08/07/2019.

Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em:
<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>. Acesso em 17/05/2019.

SAREV, A. S.; MARTINELLI JÚNIOR, L.C. Características e Tratamento da Água para Geradores de Vapor. 1998.

STROBEL, C. Combustíveis e combustão - Máquinas térmicas I - UFPR. Material. Disponível em: <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec>. Acesso em: 19/04/ 2019.

SERFATY, R. Combustão e queimadores. CENPES, 2007.

SILVA, B. C. F. e SILVA, V. da. Combustíveis e queimadores em caldeiras. PROMINP – Engenheiro de suprimentos. Disciplina: Fabricação e montagem de caldeiras e trocadores de calor. Escola Politécnica, departamento de Engenharia Mecânica, 2008.

TURNS, S. R. Introdução à combustão: conceitos e aplicações, 3. ed. Editora AMGH. Porto Alegre, 2013.

WALDMAN, W. R.; CACURO, T. A. Cinzas da Queima de Biomassa: Aplicações e Potencialidades.; Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (6), 2154-2165. Data de publicação na Web: 7 de julho de 2015

ANEXO A - RESOLUÇÃO Nº 016/2014 – SEMA (ADAPTADA)

RESOLVE:

Art. 1 Definir critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura, pelo estabelecimento de:

I - Padrões de emissão e critérios de atendimento para fontes industriais, comerciais e de serviços;

II - Padrões de condicionamento;

III - metodologias a serem utilizadas para determinação de emissões.

com vistas a:

I - Melhoria na qualidade do ar;

II - Não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Parágrafo único. Os padrões de emissão desta Resolução não se aplicam às fontes novas quando para estas existirem limites mais rigorosos estabelecidos pela legislação federal.

Considerando as instalações de geração e distribuição de vapor como fontes estacionárias potencialmente poluidoras, o Capítulo III da resolução define os padrões de emissão atmosférica por tipologia de fontes estacionárias potencialmente poluidoras.

Seção I - Padrões de Emissão Atmosférica para Processos de Geração de Calor ou Energia.

Art. 22. Para as fontes estacionárias com a utilização dos processos de geração de calor ou energia tais como caldeiras ou fornos abaixo especificados, ficam estabelecidos os seguintes Padrões de Emissão:

I - Geração de calor ou energia utilizando combustível gasoso com exceção de fornos de padarias e pizzarias:

a) Condição referencial de Oxigênio para fontes de combustão externa:

1. para caldeiras e demais casos sem pré-aquecedor tipo Ljungström: 3%;

2. para caldeiras e demais casos que utilizem pré-aquecedor regenerativo

de ar de combustão tipo Ljungström o valor é de 10 %.

Quadro 9: Padrões para fontes novas de combustão externa.Padrões para fontes novas de combustão externa:

Potência Térmica Nominal MW	MP-total mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO _x mg/Nm ³	Automonitoramento – Amostragem	
					Parâmetros	Frequência
Até 10	150 ¹⁾	500 ²⁾ 80 ³⁾	320	70 ¹⁾	MP-total ¹⁾ , CO, NO _x , SO _x ¹⁾ e O ₂	Semestral
Entre 10 e 50	125 ¹⁾	100 ²⁾ 80 ³⁾	320	70 ¹⁾		
Entre 50 e 70	50 ¹⁾	100 ²⁾ 80 ³⁾	320	70 ¹⁾		
Entre 70 e 100	50 ¹⁾	100 ²⁾ 80 ³⁾	200	70 ¹⁾		
Acima de 100	50 ¹⁾	100 ²⁾ 80 ³⁾	200	70 ¹⁾	MP-total ¹⁾ SO _x ¹⁾ e O ₂	Semestral
					CO, NO _x e O ₂	Contínuo

Notas: 1) somente gás de refinaria, gás de xisto e gás de gaseificação de resíduos
 2) válido até 25/12/2018
 3) válido a partir de 26/12/2018

Fonte: Resolução N ° 016/2014 - SEMA**Quadro 10: Padrões para fontes novas de combustão externa:**Padrões para fontes novas de combustão externa:

Potência Térmica Nominal MW	MP-total mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO _x mg/Nm ³	Automonitoramento – Amostragem	
					Parâmetros	Frequência
Até 10	150 ¹⁾	500 ²⁾ 80 ³⁾	320	70 ¹⁾	MP-total ¹⁾ , CO, NO _x , SO _x ¹⁾ e O ₂	Semestral
Entre 10 e 50	125 ¹⁾	100 ²⁾ 80 ³⁾	320	70 ¹⁾		
Entre 50 e 70	50 ¹⁾	100 ²⁾ 80 ³⁾	320	70 ¹⁾		
Entre 70 e 100	50 ¹⁾	100 ²⁾ 80 ³⁾	200	70 ¹⁾		
Acima de 100	50 ¹⁾	100 ²⁾ 80 ³⁾	200	70 ¹⁾	MP-total ¹⁾ SO _x ¹⁾ e O ₂	Semestral
					CO, NO _x e O ₂	Contínuo

Notas: 1) somente gás de refinaria, gás de xisto e gás de gaseificação de resíduos
 2) válido até 25/12/2018
 3) válido a partir de 26/12/2018

Fonte: Resolução N ° 016/2014 - SEMA

II - Geração de calor ou energia utilizando combustível líquido mineral, vegetal ou animal e assemelhados:

a) Condição referencial de Oxigênio para fontes de combustão externa:

1. para caldeiras e demais casos sem pré-aquecedor tipo *Ljungström*: 3%;
2. para caldeiras e demais casos que utilizem pré-aquecedor regenerativo de ar de combustão tipo *Ljungström* o valor é de 10 %.

Quadro 11: Padrões para fontes novas de combustão externa.Padrões para fontes novas de combustão externa:

Potência Térmica Nominal	Densidade calorimétrica	MP-total	CO	NO _x		SO _x	Automonitoramento Amostragem	
				óleo até 1,0% N ¹⁾	óleo acima de 1,0% N ¹⁾		Parâmetros	Frequência
MW		mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³		
Até 10	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ²⁾	300	500 80 ³⁾	1.600	1.600	2.700	MP-total, CO, NO _x , SO _x e O ₂	Semestral
Entre 10 e 50		250	250	820	820 · (0,4+0,6N) ⁴⁾	1.800		
Entre 50 e 100		100	250	620	620 · (0,4+0,6N) ⁴⁾	1.800		
Acima de 100		75	175	620	620 · (0,4+0,6N) ⁴⁾	1.800	MP-total, CO, NO _x , SO _x e O ₂	Contínuo
		Ni: 1,0 V: 5,0					MP-inorgânico	Semestral

Notas: 1) % gravimétrico
 2) exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramonagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia
 3) para a queima de óleo combustível o órgão ambiental licenciador pode aceitar apenas o atendimento de CO de 80 mg/Nm³
 4) valor máximo independente do teor de N: 1000 mg/Nm³

Fonte: Resolução N° 016/2014 - SEMA**Quadro 12: Padrões para fontes existentes de combustão externa.**Padrões para fontes existentes de combustão externa:

Potência Térmica Nominal	Densidade calorimétrica	MP-total	CO	NO _x		SO _x	Automonitoramento Amostragem	
				óleo até 1,0% N ¹⁾	óleo acima de 1,0% N ¹⁾		Parâmetros	Frequência
MW		mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³		
Até 10	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ²⁾	300 ³⁾	500 80 ⁴⁾	1.600 ³⁾	1.600 ³⁾	2.700 ³⁾	MP-total, CO, NO _x , SO _x e O ₂	Semestral
Entre 10 e 50		250	250	820	820 · (0,4+0,6N) ⁵⁾	1.800		
Entre 50 e 100		100	250	620	620 · (0,4+0,6N) ⁵⁾	1.800		
Acima de 100		75	175	620	620 · (0,4+0,6N) ⁵⁾	1.800	MP-total, CO, NO _x , SO _x e O ₂	Contínuo
		Ni: 1,0 V: 5,0					MP-inorgânico	Semestral

Notas: 1) % gravimétrico
 2) exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramonagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia
 3) válido a partir de 26/12/2016
 4) para a queima de gás natural ou GLP o órgão ambiental licenciador pode aceitar apenas o atendimento de CO de 80 mg/Nm³
 5) a partir de 26/12/2016: valor máximo independente do teor de N: 1000 mg/Nm³

Fonte: Resolução N° 016/2014 - SEMA

III - Geração de calor ou energia utilizando carvão mineral, xisto sólido, coque e outros combustíveis assemelhados:

a) Condição referencial de Oxigênio: 7 %

Quadro 13: Padrões para materiais particulados máximos.

Potência Térmica Nominal MW	Densidade colorimétrica	MP-total	CO	NO _x	SO _x	Automonitoramento – Amostragem	
						Parâmetros	Frequência
Até 10	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ¹⁾	NA	500	NA	NA	CO, O ₂	Semestral
Entre 10 e 50		250	500	500	3.000	MP-total, CO, NO _x , SO _x e O ₂	Semestral
Entre 50 e 100		200	500	500	1.300	MP-total, CO, NO _x , SO _x e O ₂ MP-inorgânico	Semestral
		MP-inorgânico ²⁾ classe I, II, III					
Acima de 100		60	250	400	1.300	MP-total, CO, NO _x , SO _x e O ₂	Contínuo
	MP-inorgânico ²⁾ classe I, II, III	MP-inorgânico				Semestral	

Notas: 1) Exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramonagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia

2) Artigo 67: Classe I: 0,2 mg/Nm³, Classe II: 1,0 mg/Nm³, Classe III: 5,0 mg/Nm³

NA: Não aplicável

Fonte: Resolução N ° 016/2014 - SEMA

IV - Geração de calor ou energia utilizando derivados de madeira como combustível com exceção de fornos de pão, pizza a lenha e churrascarias:

a) Condição referencial de Oxigênio fontes de combustão externa:

1. para caldeiras e demais casos: 11 %.

Quadro 14: Padrões para fontes novas de combustão externa.Padrões para fontes novas de combustão externa:

Potência Térmica Nominal MW	Densidade colorimétrica	MP-total mg/Nm ³	CO ⁴⁾ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO _x mg/Nm ³	Automonitoramento – Amostragem	
						Parâmetros	Frequência
Até 0,05	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ²⁾	560 ¹⁾	5.000 ¹⁾	NA	NA	CO ou MP- total, O ₂	Anual
Entre 0,05 e 0,15		560 ¹⁾	2.500 ¹⁾	NA	NA		Anual
Entre 0,15 e 1,0		560 ¹⁾	1.300 ¹⁾	NA	NA		Anual
Entre 1,0 e 10		560 ¹⁾	1.000 ¹⁾	NA	NA		Semestral
Entre 10 e 30		400	2.000 ⁵⁾ 1.000 ³⁾	500	NA	MP-total, CO, NO _x e O ₂	Semestral
Entre 30 e 50		200	2.000 ⁵⁾ 1.000 ³⁾	500	NA		Semestral
Entre 50 e 70		200	1.000	500	NA		Semestral
Entre 70 e 100		100	1.000	500	NA		Semestral
Acima de 100		100	500	500	NA	Contínuo	

Notas: 1) Na faixa até 10 MW, o controle das emissões poderá ser comprovado através do atendimento ao padrão de MP-total ou atendimento ao padrão de CO a critério do órgão ambiental licenciador;
 2) exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramonagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia;
 3) válido a partir de 26/12/2016;
 4) padrões de CO aplicáveis para operação de plena carga;
 5) válido até 25/12/2016.

Fonte: Resolução N ° 016/2014 – SEMA**Quadro 15: Padrões para fontes existentes de combustão externa.**Padrões para fontes existentes de combustão externa:

Potência Térmica Nominal MW	Densidade colorimétrica	MP-total mg/Nm ³	CO ³⁾ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO _x mg/Nm ³	Automonitoramento – Amostragem	
						Parâmetros	Frequência
Até 0,5	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ²⁾	560 ¹⁾	6.000 ¹⁾	NA	NA	CO ou MP- total, O ₂	Anual
Entre 0,5 e 2,0		560 ¹⁾	3.000 ¹⁾	NA	NA		Anual
Entre 2,0 e 10		560 ¹⁾	2.500 ¹⁾	NA	NA		Semestral
Entre 10 e 50		400	2.000	500	NA	MP-total, CO, NO _x e O ₂	Semestral
Entre 50 e 100		200	1.000	500	NA		Semestral
Acima de 100		100	500	500	NA		Contínuo

Notas: 1) Na faixa até 10 MW, o controle das emissões poderá ser comprovado através do atendimento ao padrão de MP-total ou atendimento ao padrão de CO a critério do órgão ambiental licenciador e definido no Programa de Automonitoramento.
 2) exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramonagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia.
 3) padrões de CO aplicáveis para operação de plena carga
 NA: Não aplicável

Fonte: Resolução N ° 016/2014 - SEMA

V - Geração de calor ou energia utilizando bagaço de cana-de-açúcar como combustível:

a) Condição referencial de Oxigênio para fontes de combustão externa:

1. para caldeiras e demais casos: 8 %

Quadro 16: Padrões para fontes novas de combustão externa.

Padrões para fontes novas de combustão externa:

Potência Térmica Nominal MW	Densidade colorimétrica	MP-total mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO _x mg/Nm ³	Automonitoramento – Amostragem	
						Parâmetros	Frequência
Até 0,05	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ²⁾	280 ¹⁾	6.500 ¹⁾	NA	NA	CO ou MP-total, O ₂	1 por safra
Entre 0,05 e 0,15		280 ¹⁾	3.250 ¹⁾	NA	NA		1 por safra
Entre 0,15 e 1,0		280 ¹⁾	1.700 ¹⁾	NA	NA		1 por safra
Entre 1,0 e 10		280 ¹⁾	1.300 ¹⁾	NA	NA		2 por safra
Entre 10 e 75		230	2.600 ³⁾ 1.300 ⁴⁾	350	NA	MP-total, CO, NO _x e O ₂	2 por safra
Entre 75 e 100		200	1.300	350	NA		2 por safra
Acima de 100		200	1.000	350	NA	MP-total, NO _x e O ₂	2 por safra
	CO e O ₂					Contínuo	

Notas: 1) Na faixa até 10 MW, o controle das emissões poderá ser comprovado através do atendimento ao padrão de MP-total ou atendimento ao padrão de CO a critério do órgão ambiental licenciador
 2) exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramonagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia
 3) válido para instalações de 10 a 50 MW até 25/12/2016
 4) válido para instalações de 10 a 50 MW a partir de 26/12/2016 e para instalações de 50 a 75 MW a partir da publicação desta Resolução
 NA: Não aplicável

Fonte: Resolução N ° 016/2014 – SEMA

Quadro 17: Padrões para fontes existentes de combustão externa.Padrões para fontes existentes de combustão externa:

Potência Térmica Nominal MW	Densidade colorimétrica	MP-total mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO _x mg/Nm ³	Automonitoramento – Amostragem	
						Parâmetros	Frequência
Até 0,05	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ²⁾	730 ^{1,3)} 520 ^{1,4)}	7.800 ^{1,3)} 6.500 ^{1,4)}	NA	NA	CO ou MP-total, O ₂	1 por safra
Entre 0,05 e 0,15		730 ^{1,3)} 520 ^{1,4)}	7.800 ^{1,3)} 3.250 ^{1,4)}	NA	NA		1 por safra
Entre 0,15 e 1,0		730 ^{1,3)} 520 ^{1,4)}	3.250 ^{1,3)} 1.700 ^{1,4)}	NA	NA		1 por safra
Entre 1,0 e 10		730 ^{1,3)} 520 ^{1,4)}	3.250 ^{1,3)} 1.300 ^{1,4)}	NA	NA		2 por safra
Entre 10 e 50		520	2.600 ³⁾ 1.300 ⁴⁾	500	NA	MP-total, CO, NO _x e O ₂	2 por safra
Entre 50 e 100		450	1.300	500 ³⁾ 350 ⁴⁾	NA		2 por safra
Acima de 100		390	1.000	400 ³⁾ 350 ⁴⁾	NA	MP-total, NO _x e O ₂	2 por safra
					CO e O ₂	Contínuo	

Notas: 1) Na faixa até 10 MW, o controle das emissões poderá ser comprovado através do atendimento ao padrão de MP-total ou atendimento ao padrão de CO a critério do órgão ambiental licenciador

2) exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramonagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia

3) válido até 25/12/2016

4) válido a partir de 26/12/2016

NA: Não aplicável

Fonte: Resolução N ° 016/2014 - SEMA

VI - Geração de calor ou energia utilizando mais de um tipo de combustível:

a) Os padrões de emissão são calculados somando os padrões dos diferentes combustíveis usados na proporção da respectiva energia fornecida;

b) Se um padrão de emissão para um dos combustíveis não está definido nesta Resolução, deve ser atendido o padrão do outro combustível sem alteração;

c) Para o caso de mistura de combustíveis com substâncias a serem incineradas, os padrões de emissão devem ser calculados a partir de uma média, em função da respectiva energia fornecida para a geração de calor ou energia e para a incineração, quando possível, adotando os padrões deste artigo e do Art. 31., ou, em caso de impossibilidade, definido um padrão independente da energia fornecida, localizado entre os critérios deste artigo e do Art. 31.;

d) Os padrões para os combustíveis individuais devem corresponder com a faixa da potência térmica nominal instalada;

e) Os critérios do automonitoramento devem corresponder com a faixa da potência térmica nominal instalada:

Exemplo:

Combustível 1: gás natural

Energia fornecida pelo gás: 20 MW (ou 33% dos 60 MW)

Potência térmica nominal da instalação: 60 MW

Padrão de CO: 100 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa de 50 – 100 MW

Padrão de NO_x: 320 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa de 50 – 100 MW

Combustível 2: óleo até 1% de N

Energia fornecida pelo óleo: 40 MW (ou 66% dos 60 MW)

Potência térmica nominal da instalação: 60 MW

Padrão de MP-total: 100 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa de 50 – 100 MW

Padrão de CO: 250 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa de 50 – 100 MW

Padrão de NO_x: 620 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa de 50 – 100 MW

Padrão de SO_x: 1800 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa de 50 – 100 MW

Combustão conjunta:

Padrão de MP-total: 100 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂

Padrão de CO: $(0,33 \cdot 100 + 0,66 \cdot 250)$ mg/Nm³ = 198 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂

Padrão de NO_x: $(0,33 \cdot 320 + 0,66 \cdot 620)$ mg/Nm³ = 515 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂

Padrão de SO_x: 1800 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂

Automonitoramento: MP-total, CO, NO_x, SO_x e O₂ semestral

VII - Turbinas a gás em ciclo simples ou combinado sem queima suplementar:

Condição referencial de Oxigênio: 15 %

Quadro 18: Padrões para fontes novas:

Padrões para fontes novas:

Potência elétrica Nominal MWe	MP-total mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO _x mg/Nm ³	Automonitoramento – Amostragem	
					Parâmetros	Frequência
Até 5 ³⁾	NA	100 ¹⁾ NA ²⁾	350	NA	poluentes limitados e O ₂	Semestral
Entre 5 e 50 ³⁾	NA	100 ¹⁾ NA ²⁾	300	NA		
Entre 50 e 100 ³⁾	NA	100 ¹⁾ NA ²⁾	125 ¹⁾ 165 ²⁾	NA	poluentes limitados e O ₂	Contínuo
Acima de 100 ⁴⁾	NA ¹⁾ 50 ²⁾	65 ¹⁾ NA ²⁾	50 ¹⁾ 135 ²⁾	NA ¹⁾ 200 ²⁾		

Notas: 1) Combustível: gás natural
 2) Combustível: óleo Diesel ou outro combustível líquido
 3) Quando a somatória total de geração elétrica por empreendimento for inferior a 100 MWe
 4) Quando a somatória total de geração elétrica por empreendimento for superior a 100 MWe, os limites aqui estabelecidos também são requeridos para cada turbina individualmente, independentemente de sua capacidade de geração
 NA: Não aplicável

Fonte: Resolução N ° 016/2014 - SEMA

Quadro 19: Padrões para fontes existentes.

Padrões para fontes existentes^{4,5,6)}:

Potência elétrica Nominal MWe	MP-total mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO _x mg/Nm ³	Automonitoramento – Amostragem	
					Parâmetros	Frequência
Até 5 ³⁾	NA	100 ¹⁾ NA ²⁾	350	NA	poluentes limitados e O ₂	Semestral
Entre 5 e 50 ³⁾	NA	100 ¹⁾ NA ²⁾	300	NA		
Entre 50 e 100 ³⁾	NA	100 ¹⁾ NA ²⁾	125 ¹⁾ 165 ²⁾	NA	poluentes limitados e O ₂	Contínuo
Qualquer turbina até 100 MWe em empreendimentos acima de 100 MWe	NA ¹⁾ 50	65 ¹⁾ NA ²⁾	90 ¹⁾ 135 ²⁾	NA ¹⁾ 200 ²⁾		
Acima de 100	NA ¹⁾ 50 ²⁾	65 ¹⁾ NA ²⁾	50 ¹⁾ 135 ²⁾	NA ¹⁾ 200 ²⁾		

Notas: 1) Combustível: gás natural
 2) Combustível: óleo Diesel ou outro combustível líquido
 3) Quando a somatória total de geração elétrica por empreendimento for inferior a 100 MWe
 4) Em caso de operação das máquinas em capacidade abaixo de 70% da potência nominal, os limites de emissão deverão atender no mínimo aqueles especificados pelo fabricante para estas condições
 5) As turbinas que utilizam água para abatimento de emissões terão seus limites de emissão definidos pelo órgão ambiental licenciador
 6) As fontes existentes deverão atender os limites de emissões estabelecidos neste item no prazo de até 10 anos
 NA: Não Aplicável

Fonte: Resolução N ° 016/2014 - SEMA

Subseção III Material Particulado Total

Art. 64. O armazenamento de material fragmentado deverá ser feito em silos adequadamente vedados, ou em outro sistema que possua controle da poluição do ar de eficiência igual ou superior, de modo a impedir o arraste do respectivo material, pela ação dos ventos.

Art. 65. A concentração de Material Particulado Total contido nas emissões não deve ultrapassar os seguintes padrões:

I - para a emissão de Material Particulado Total com taxa de emissão até 0,5 kg/h: 250 mg/Nm³;

II - para a emissão de Material Particulado Total com taxa de emissão acima de 0,5 kg/h: 150 mg/Nm³.

Art. 74. O monitoramento das emissões atmosféricas, através de amostragem em duto ou chaminé, deverá ser realizado de forma contínua ou descontínua conforme estabelecido nos respectivos artigos onde constam os padrões de emissão. § 1º Para as fontes estacionárias cuja frequência de automonitoramento não é mencionada junto com os padrões, o monitoramento dos poluentes relativos à atividade e/ou processo deverá ser realizado de acordo com o quadro abaixo, em função da taxa de emissão.

Quadro 20: Critérios para definição da regularidade do monitoramento.

	Monitoramento esporádico ¹⁾	Monitoramento semestral ²⁾	Monitoramento contínuo
Material Particulado Total	0,1 – 1,0	1,0 – 10,0	> 10
SO ₂	0,5 – 5,0	5,0 – 50	> 50
NO _x	0,5 – 5,0	5,0 – 30	> 30
CO	0,5 – 5,0	5,0 – 100	> 100
Substâncias gasosas orgânicas (expresso como carbono total) ³⁾	0,3 – 3,0	3,0 – 10,0	> 10
Cl ₂		Independente da taxa	
Substâncias gasosas inorgânicas contendo cloro (expresso como HCl)		Independente da taxa	
F ₂ e substâncias gasosas inorgânicas contendo F (expresso como HF)		Independente da taxa	
H ₂ S e TRS	0,01 – 0,05	0,05 – 1,0	>1,0
Mercúrio e seus compostos (expresso como Hg)	0 – 0,001	0,001 – 0,005	> 0,005
Substâncias cancerígenas	-	Independente da taxa	-
Material Particulado Inorgânico	-	Independente da taxa	-
Substâncias gasosas inorgânicas	-	Independente da taxa	-
Substâncias gasosas orgânicas classe I	0,03 - 0,3	0,3 - 3,0	>3,0
Substâncias gasosas orgânicas classe II	0,05 - 0,5	0,5 - 5,0	>5,0

Notas: 1) Pelo menos uma medição durante a vigência da Licença de Operação

2) Para processos com operação sazonal (até 26 semanas de operação por ano) o monitoramento semestral será substituído pelo anual

3) O monitoramento de substâncias gasosas orgânicas pode ser feito por balanço de massa.

Fonte: Resolução N ° 016/2014 - SEMA

ANEXO B – RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 (ADAPTADA)

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CAPÍTULO II - Da classificação dos corpos de água

Seção I Das Águas Doces

Art. 4o As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

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

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

Seção II Das Águas Salinas

Art. 5o As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas; e

c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

Seção II Das Águas Salobras

Art. 6o As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à aqüicultura e à atividade de pesca;

d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e

e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção II Das Águas Doces Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e m)

pH: 6,0 a 9,0.

Quadro 21: Padrões de qualidade de água.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - AGUAS DOCES	
PADROES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,025 mg/L P

Fonte: Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005

Quadro 22: Continuação dos padrões de qualidade de água.

Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para $\text{pH} \leq 7,5$ 2,0 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ 1,0 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ 0,5 mg/L N, para $\text{pH} > 8,5$
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO_4
Sulfeto (H_2S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn

Fonte: Resolução N° 357, de 17 de março de 2005

Quadro 23: Parâmetros orgânicos da água.

PARAMETROS ORGANICOS	VALOR MAXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L

Fonte: Resolução N° 357, de 17 de março de 2005

Quadro 24: Continuação dos parâmetros orgânicos da água.

2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (□ + □ + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (□-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L

Fonte: Resolução N° 357, de 17 de março de 2005

Quadro 25: Continuação dos parâmetros orgânicos da água.

Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

Fonte: Resolução N° 357, de 17 de março de 2005.

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

Quadro 26: Padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo.

TABELA II - CLASSE 1 - AGUAS DOCES	
PADROES PARA CORPOS DE AGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARAMETROS ORGANICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Fonte: Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o

período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição aoparámetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; IV - turbidez: até 100 UNT; V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂; VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂; VII - clorofila a: até 30 µg/L; VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³ /L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de

pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0. II - Padrões de qualidade de água:

Quadro 27: Padrões da água doce classe 3.

TABELA III - CLASSE 3 - AGUAS DOCES	
PADROES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be

Fonte: Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005

Quadro 28: Continuação dos padrões da água doce classe 3.

Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercurio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5

Fonte: Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005

Quadro 29: Continuação dos padrões da água doce classe 3.

Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L

Fonte: Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005

Quadro 30: Continuação dos padrões da água doce classe 3

Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (□ + □ + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (□-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Fonte: Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;

VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,

VII - pH: 6,0 a 9,0.

ANEXO C – DIRETRIZ TÉCNICA Nº 01/2018 (ADAPTADA)

DIRETRIZ TÉCNICA QUE ESTABELECE CONDIÇÕES E OS LIMITES MÁXIMOS DE EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS A SEREM ADOTADOS PELA FEPAM PARA FONTES FIXAS E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

Quadro 31: Padrões para combustão externa de combustível gasoso.

3.1.1. A partir da combustão externa de combustível gasoso:

Potência Térmica Nominal (MW)	NOx (como NO2)	SOx ⁽¹⁾ (como SO2)	Monitoramento – Amostragem	
			Parâmetros	Frequência
Menor ou igual a 10 ⁽²⁾	320	NA	NOx e O2	1 vez a cada renovação de LO
Entre 10 e 70	320	70	NOx, SOx e O2	Anual (se >100 MW, contínuo)
Maior ou igual a 70	200	70		

Tabela 01: limites de emissão para combustão externa de combustível gasoso.

(1) Somente para gás de refinaria, gás de xisto e gás de gaseificação de resíduos.

(2) Para fontes fixas instaladas ou com pedido de instalação anterior a 02/01/2007, com Potência de até 10 MW, pode ser aceito apenas monitoramento periódico de CO, sendo que neste caso, o limite máximo de emissão deste poluente será de 80 mg/Nm³.

Notas: I - Valores em mg/Nm³, base seca, na condição referencial de oxigênio de 3 %.

Fonte: Diretriz técnica Nº 01/2018

Quadro 32: Padrões para combustão externa de combustível líquido.

3.1.2. A partir da combustão externa de combustível líquido:

Potência Térmica Nominal (MW)	Densidade colorimétrica ⁽¹⁾	MP-total	CO	NOx (como NO2)	SOx (como SO2)	Monitoramento – Amostragem	
						Parâmetros	Frequência
Menor ou igual a 10 ⁽²⁾	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann	300	500	1600	2700	MP-total, CO, NOx, SOx e O2	1 vez a cada renovação de LO
Entre 10 e 70		250	250	1000	2700		Anual (se >100 MW, contínuo)
Maior que 70		100	250	1000	1800		

Tabela 02: limites de emissão para combustão externa de combustível líquido.

(1) Atendimento contínuo. Avaliação mínima de 1 vez a cada renovação de LO, em condição de operação de plena carga.

(2) Para fontes com Potência de até 10 MW, pode ser aceito apenas monitoramento periódico de CO, sendo que neste caso, o limite máximo de emissão deste poluente será de 80 mg/Nm³.

Notas: I - Valores em mg/Nm³, base seca, na condição referencial de oxigênio de 3 %.

Fonte: Diretriz técnica Nº 01/2018

Quadro 33: Padrões para combustão externa de carvão mineral e assemelhados.

3.1.3. A partir da combustão externa de carvão mineral e assemelhados:

Potência Térmica Nominal (MW)	Densidade colorimétrica ⁽¹⁾	MP-total	CO	NOx	SOx	Monitoramento – Amostragem	
						Parâmetros	Frequência
Até 10	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann	300	500	1600	2700	MP-total, CO, NOx, SOx e O2	Anual ⁽²⁾
Maior que 10 até 70		200	500	800	2200		
Maior que 70 até 500		80	500	750	1300		
Maior que 500 até 1000		65	250	600	950		
Maior que 1000		50	250	400	400		

Tabela 03: limites de emissão para combustão externa de carvão mineral e assemelhados.

(1) Atendimento contínuo. Avaliação mínima anual, em condição de operação de plena carga.

(2) Fornos e Caldeiras com Potência Térmica Nominal de 70 MW ou superior, também devem ter monitoramento contínuo destes parâmetros.

Notas: I - Valores em mg/Nm³, base seca, na condição referencial de oxigênio de 6 %.

Fonte: Diretriz técnica Nº 01/2018

Quadro 34: Padrões para combustão externa de derivados de madeira.

3.1.4. A partir da combustão externa de derivados de madeira:

Potência Térmica Nominal (MW)	Densidade colorimétrica ⁽¹⁾	MP-total ⁽²⁾	CO ⁽²⁾	NOx ⁽²⁾	Monitoramento – Amostragem	
					Parâmetros	Frequência
Até 0,05	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann	730	6500	NA	MP-total ou CO e O2	1 vez a cada renovação de LO
Maior que 0,05 até 0,15		730	3250	NA		
Maior que 0,15 até 1,0		730	1700	NA		
Maior que 1,0 até 10		730	1300	NA		
Maior que 10 até 30		520	1300	650	MP-total, CO, NOx e O2	Anual (se >1000 MW, contínuo)
Maior que 30 até 70		260	1000	650		
Maior que 70		130	1000	650		

Tabela 04: limites de emissão para combustão externa de derivados de madeira.

(1) Atendimento contínuo. Avaliação mínima 1 vez a cada renovação de LO, em condição de operação de plena carga.

Notas: I - Valores em mg/Nm³, base seca, na condição referencial de oxigênio de 8 %.

II - NA: não aplicável

Fonte: Diretriz técnica Nº 01/2018

Quadro 35: Padrões para combustão externa de MDF, MDP e assemelhados.

3.1.4.1. A partir da combustão externa de MDF, MDP e assemelhados:

Potência Térmica Nominal (MW)	Densidade colorimétrica ⁽¹⁾	MP-total	CO	NOx (como NO2)	COV	Formaldeído	Monitoramento – Amostragem	
							Parâmetros	Frequência
Até 0,05	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann	730	6500	NA	100	20	MP-total ou CO, Formaldeído, COV e O2	1 vez a cada renovação de LO
Maior que 0,05 até 0,15		730	3250	NA	100	20		
Maior que 0,15 até 1,0		730	1700	NA	100	20		
Maior que 1,0 até 10		730	1300	NA	100	20		
Maior que 10 até 30		520	1300	650	100	20	MP-total ou CO, NOx, Formaldeído, COV e O2	Anual (se >1000 MW, contínuo)
Maior que 30 até 70		260	1000	650	100	20		
Maior que 70		130	1000	650	100	20		

Tabela 05: limites de emissão para combustão externa de MDF e MDP.

(1) Atendimento contínuo. Avaliação mínima 1 vez a cada renovação de LO, em condição de operação de plena carga.

Fonte: Diretriz técnica Nº 01/2018

É vetado o uso de MDP, MDF e assemelhados/derivados (na forma de placas, cavacos, serragem, pó de lixamento, aglomerado, compensado e demais derivados) como combustível em processos de geração de calor por combustão, ou queima, nos seguintes casos:

a) Em atividades de indústrias alimentícias, padarias, churrascarias e onde haja contato direto dos produtos da queima com produtos alimentares;

b) Em quaisquer atividades cuja temperatura mínima da zona de queima seja inferior a 750°C;

c) Quando tiverem sido tratados e/ou apresentem contaminação com produtos halogenados e/ou PVC. Análise de COV pelos métodos EPA Method 0030 e Method 0010 (Cetesb L9-232). A utilização de MDP e MDF e seus derivados como combustível em casos de co-processamento em fornos de clínquer dependerá de prévio licenciamento junto à FEPAM.

Quadro 36: Padrões para combustão externa de bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz.

3.1.5. A partir da combustão externa de bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz:

Potência Térmica Nominal (MW)	Densidade colorimétrica ⁽¹⁾	MP-total ⁽²⁾	CO ⁽²⁾	NOx (como NO2)	Monitoramento – Amostragem	
					Parâmetros	Frequência
Até 0,05	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann	280	6500	NA	MP-total ou CO e O2	1 vez por safra
Maior que 0,05 até 0,15		280	3250	NA		
Maior que 0,15 até 1,0		280	1700	NA		
Maior que 1,0 até 10		280	1300	NA	MP-total, CO, NOx e O2	
Maior que 10 até 50		230	1300	350		
Maior que 50 até 100		200	1300	350		
Maior que 100		200	1000	350	MP-total, NOx e O2	
				CO e O2		

Tabela 06: limites de emissão para combustão externa de bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz.

(1) Atendimento contínuo. Avaliação mínima de 1 por safra, em condição de operação de plena carga.

Notas: I - Valores em mg/Nm³, base seca, na condição referencial de oxigênio de 8 %.
 II - Admitida tolerância de 10% devido às incertezas inerentes ao processo de medição.
 III - NA: não aplicável

Fonte: Diretriz técnica N° 01/2018

3.1.6. A partir da combustão externa de mais de um tipo de combustível:

As seguintes diretrizes devem ser aplicadas:

a) Os padrões de emissão são calculados somando os padrões dos diferentes combustíveis usados na proporção da respectiva energia fornecida;

b) Se não houver um padrão de emissão para um dos combustíveis, deve ser atendido o padrão do outro combustível sem alteração;

c) Os padrões para os combustíveis individuais devem corresponder com a faixa da potência térmica nominal instalada;

d) Os critérios do monitoramento devem corresponder com a faixa da potência térmica nominal instalada.

Exemplo:

Combustível 1: gás natural

Energia fornecida pelo gás: 20 MW (ou 33% dos 60 MW)

Potência térmica nominal da instalação: 60 MW

Padrão de CO: 80 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa entre 10 e 70 MW

Padrão de NO_x: 320 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa entre 10 e 70 MW

Combustível 2: óleo

Energia fornecida pelo óleo: 40 MW (ou 66% dos 60 MW)

Potência térmica nominal da instalação: 60 MW Padrão de MP-total: 250 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa entre 10 e 70 MW

Padrão de CO: 250 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa entre 10 e 70 MW

Padrão de NO_x: 1000 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa entre 10 e 70 MW

Padrão de SO_x: 2700 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂ e a faixa entre 10 e 70 MW

Combustão conjunta:

Padrão de MP-total: 250 mg/Nm³, ref. 3% de O₂ Padrão de CO: $(0,33 \times 80 + 0,66 \times 250)$ mg/Nm³ = 191,4 mg/Nm³ , ref. 3% de O₂

Padrão de NO_x: $(0,33 \times 320 + 0,66 \times 1000)$ mg/Nm³ = 765,6 mg/Nm³, ref. 3% de O₂

Padrão de SO_x: 2700 mg/Nm³, ref. 3% de O₂

Monitoramento: anual de MP-total, CO, NO_x, SO_x e O₂

Quadro 37: Padrões e frequência de monitoramento mínima para material particulado.

4.1. Emissões de Material Particulado (MP-total)

As seguintes atividades que emitem material particulado através de dutos e chaminés devem atender aos seguintes padrões de emissão:

Atividade	MP- Total	Frequência de monitoramento mínima
Geral, sem processo de queima	150	1 vez a cada renovação de LO
Galvanoplastia ou decapagem	150	
Moagem de borrachas e assemelhados	75	
Soldas	75	

Tabela 19: limites de emissão para material particulado.

Fonte: Diretriz técnica Nº 01/2018

O item 4.1 não se aplica para a atividade de mineração, bem como para a redução de granulometria para fins de produção de brita e areia, quando realizadas junto às áreas de mineração.

Quadro 38: Classificação de materiais inorgânicos perigosos.

4.3. Emissão de Material Inorgânico Perigoso

Inorgânicos		
Classe I	Classe II	Classe III
Cádmio e seus compostos, expresso como Cd	Cobalto e seus compostos, expresso como Co	Chumbo e seus compostos, expresso como Pb
		Antimônio e seus compostos, expresso como Sb
	Níquel e seus compostos, expresso como Ni	Cromo e seus compostos, expresso como Cr
		Cianetos facilmente solúveis, expresso como CN
Mercúrio e seus compostos, expresso como Hg	Selênio e seus compostos, expresso como Se	Fluoretos facilmente solúveis, expresso como F
		Cobre e seus compostos, expresso como Cu
	Telúrio e seus compostos, expresso como Te	Manganês e seus compostos, expresso como Mn
Tálio e seus compostos, expresso como Tl	Arsênio e seus compostos, expresso como As	Vanádio e seus compostos, expresso como V
		Estanho e seus compostos, expresso como Sn
		platina e seus compostos, expressos como Pt
		paládio e seus compostos, expressos como Pd
		ródio e seus compostos expressos como Rh

Tabela 20: limites de emissão para material inorgânico perigoso.

Fonte: Diretriz técnica N° 01/2018

I - para a emissão de substâncias de Classe I, com taxa de emissão na soma, acima de 1,0 g/h: 0,28 mg/Nm³ na soma.

II - para a emissão de substâncias de Classe II, com taxa de emissão na soma, acima de 5,0 g/h: 1,4 mg/Nm³ na soma.

III - para a emissão de substâncias de Classe III com taxa de emissão, na soma, acima de 25,0 g/h: 7,0 mg/Nm³ na soma.

No caso de emissões contendo substâncias de diferentes classes ficam estabelecidos os padrões abaixo, sem alterar os padrões anteriores.

I - para a emissão de substâncias de Classe I+II com taxa de emissão superior às estabelecidas anteriormente: 1,4 mg/Nm³ na soma;

II - para a emissão de substâncias de Classe I+III ou II+III ou I+II+III, com taxa de emissão superior às estabelecidas anteriormente: 7,0 mg/Nm³ na soma;

A verificação destes limites de emissão através de amostragens de dutos e chaminés nas atividades potencialmente emissoras destes poluentes, quando não especificada por norma ou legislação própria, deverá ser feita no mínimo a cada 2 anos.

Chaminés

Para fontes em geral, instaladas a partir de dezembro de 1990, a altura mínima da chaminé deve ser de 10 metros acima do solo ou em altura superior definida no licenciamento ambiental utilizando um dos seguintes critérios que resulte na maior altura calculada:

a - três metros acima da edificação onde a fonte potencialmente poluidora será instalada;

b - cinco metros acima da altura da residência mais alta num raio de 300 m, desde que o terreno no entorno se mantenha plano.

O lançamento de efluentes à atmosfera com altura inferior a estabelecida anteriormente pode ser aceito se comprovada:

a) Inviabilidade técnica ou econômica da construção;

b) Que os padrões de qualidade do ar são atendidos no entorno da área do empreendimento ou que não acarreta incômodo nem prejuízos à população.

Monitoramento da qualidade do ar

As medições de poluentes atmosféricos nas áreas de abrangências do empreendimento devem ser realizadas nos casos previstos na legislação, como na decisão de localização de incineradores e crematórios (Conama 316/02, art.1, § 2º), na avaliação para estabelecer limites de emissão mais restritivos (Conama 316; Conama 436; Conama 382), na fusão secundária de chumbo (Conama 382, Anexo VIII, itens 5 e 7; Conama 436, Anexo VIII, item 5a) e nos projetos da construção dos dutos e chaminés (Conama 382). Também pode ser requerido para avaliação e controle das emissões fugitivas (gases e/ou partículas) ou quando solicitado por EIA/RIMA ou RAS e nos empreendimentos potencialmente poluidores (considerando porte e potencial).

O monitoramento poderá ser contínuo ou por campanhas. O monitoramento contínuo é feito através de estação de monitoramento automática ou manual, que permanece operando enquanto houver emissões da atividade ou enquanto se conclui os estudos da qualidade do ar local, e será utilizado para controle

de atendimento aos padrões de qualidade do ar. O monitoramento por campanhas será utilizado com finalidade de localização de empreendimento, para avaliar a viabilidade de suporte da atmosfera local para as novas emissões frente aos padrões de qualidade do ar, para restrição de emissões de forma a atender aos padrões de qualidade do ar e para controle e fiscalização.

ANEXO D – DIRETRIZ TÉCNICA Nº 05/2017 (ADAPTADA)

A presente diretriz técnica deve ser considerada quando do licenciamento de atividades industriais, sistemas e estações de tratamento de efluentes, loteamentos urbanos e distritos industriais e quaisquer outras atividades geradoras de efluentes líquidos, quanto ao destino final a ser dado aos mesmos.

4. DIRETRIZES GERAIS

4.1 As alternativas para descarte/reuso dos efluentes líquidos tratados, gerados no empreendimento, deverão ser apresentadas pelo empreendedor, sendo objeto de licenciamento ambiental junto a esta Fundação;

4.2 Os procedimentos adotados por esta Fundação visando o licenciamento de atividades que propõem a técnica do descarte/reuso de efluentes líquidos contemplam as seguintes alternativas:

4.2.1 ALTERNATIVA 01: ligação dos efluentes líquidos em rede pública de coleta, seguindo para estação de tratamento de efluentes (ETE) pública;

4.2.2 ALTERNATIVA 02: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento de efluentes (ETE) própria e posterior lançamento em corpo receptor, inclusive indiretamente, através da rede pluvial;

4.2.3 ALTERNATIVA 03: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento de efluentes (ETE) própria e disposição final no solo, em área(s) específica(s) de solo agricultável, licenciada(s) para tal;

4.2.4 ALTERNATIVA 04: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento de efluentes (ETE) coletiva ou sistema individual, com disposição final no solo licenciada para tal: vala de infiltração, sumidouro ou lagoa de infiltração;

4.2.5 ALTERNATIVA 05: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento de efluentes (ETE) individualizada e disposição em áreas de uso coletivo com a finalidade de reuso urbano, como irrigação paisagística, lavagem de pisos e calçadas, lavagem de carros, utilização em vasos sanitários;

4.2.6 ALTERNATIVA 06: tratamento dos efluentes líquidos através de tanque séptico e destino final em sumidouro;

4.2.7 ALTERNATIVA 07: envio dos efluentes líquidos gerados para tratamento em unidade externa;

4.2.8 ALTERNATIVA 08: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento (ETE) própria e reuso no processo produtivo;

4.2.9 ALTERNATIVA 09: proposta diferente das anteriores;

4.3 A escolha do tratamento de efluentes líquidos gerados em empreendimentos localizados no litoral norte do Estado, deverá observar as “Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte” – FEPAM – tendo em vista que a mesma apresenta condições específicas em relação às lagoas da região;

4.4 O transporte de efluentes líquidos para tratamento em unidades distantes da origem deverá ser objeto específico de cada licenciamento, devendo a FEPAM manifestar-se nas situações de necessidade de utilização de empresas licenciadas para tal;

4.5 É obrigatória a utilização do Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR para os efluentes líquidos enviados para tratamento, conforme Art. 2º da Portaria Nº 034/2009, de 03 de agosto de 2009;

4.6 O envio de efluentes líquidos para tratamento em empreendimentos localizados fora do Estado do Rio Grande do Sul, deverá ser precedido de Autorização da FEPAM, observado o procedimento para “Autorização para o Encaminhamento de Resíduos para fora do Estado do Rio Grande do Sul”, através do Sistema On Line de Licenciamento (SOL), www.sol.rs.gov.br.

DIRETRIZES ESPECÍFICAS PARA CADA UMA DAS ALTERNATIVAS

5.1 ALTERNATIVA 01: ligação dos efluentes líquidos em rede pública de coleta, seguindo para estação de tratamento de efluentes (ETE) pública.

O empreendedor deverá protocolar solicitação à FEPAM de licenciamento prévio (LP), em qualquer modalidade (LPI, LPA, LPIA, etc.), e posteriores licenças de instalação (LI) e de operação (LO) correspondentes, para o empreendimento como um todo, conforme Tabela de Atividades Passíveis de Licenciamento da FEPAM, através do Sistema On Line de Licenciamento (SOL), www.sol.rs.gov.br, atentando, no mínimo, para os seguintes pontos:

5.1.1 verificar a existência de estação de tratamento pública e de rede pública de coleta licenciada no município e apresentar documento certificando

concordância do órgão ou empresa operadora do sistema em receber e tratar os efluentes líquidos gerados pelo empreendimento;

5.1.2 comprovar, através de laudo técnico do Responsável Técnico pela operação da ETE, com respectiva ART, a viabilidade técnica e/ou operacional da estação de tratamento público para receber os efluentes gerados do empreendimento;

5.1.3 atentar para o licenciamento operacional em vigor da ETE pública, que não deverá apresentar pendências e restrições ambientais para novos aportes de efluentes no decorrer do processo de licenciamento ambiental;

5.1.4 realizar o diagnóstico ambiental para a etapa de licença prévia (LP) das áreas previstas para instalação da rede coletora de efluentes líquidos oriundos do empreendimento, até o destino final, na ETE pública; e

5.1.5 para lançamento de efluentes distintos de sanitários, deve-se respeitar a ABNT NBR 9800/1987, adotando-se pré-tratamento adequado e aceito pelo órgão ou empresa operadora do sistema.

5.2 ALTERNATIVA 02: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento de efluentes (ETE) própria e posterior lançamento em corpo receptor, inclusive indiretamente, através da rede pluvial.

O empreendedor deverá protocolar solicitação na FEPAM de licenciamento prévio (LP), em qualquer modalidade (LPI, LPA, LPIA, etc.), e posteriores licenças de instalação (LI) e de operação (LO) correspondentes, conforme Tabela de Atividades Passíveis de Licenciamento da FEPAM e formulários específicos, através do Sistema On Line de Licenciamento (SOL), www.sol.rs.gov.br, atentando, no mínimo, para os seguintes pontos:

5.2.1 Quando efluentes sanitários oriundos de Sistemas de Esgotamento Sanitário públicos ou oriundos de parcelamentos de solo na forma de condomínios (SES Particular):

- verificar a existência de recurso hídrico compatível para lançamento, indicar o ponto de lançamento e a forma, se direta ou indireta; para lançamento indireto, através da rede pluvial, apresentar:
 - documento certificando concordância do órgão ou empresa operadora do sistema pluvial em receber os efluentes líquidos tratados pelo empreendimento

- deverá ser realizado um Estudo Hidrológico, conforme determinações do órgão ambiental, para atendimento da Resolução CONSEMA nº 128/2006 e da Resolução CONAMA nº 430/2011. Deverá ser considerado o Termo de Referência para apresentação de laudo técnico hidrológico para fins de determinação da vazão de referência conforme definido na Resolução CONSEMA nº 128/2006, disponível no Anexo Único;
- o estabelecimento de padrões de emissão leva em consideração os estudos citados acima, o enquadramento dos recursos hídricos conforme Resolução CONAMA nº 357/2005, as determinações da Resolução CONSEMA nº 128/2006, da Resolução CONAMA nº 430/2011, das Resoluções dos Conselhos Nacional e Estadual de Recursos Hídricos e dos planos de bacias hidrográficas;
- deverá ser apresentado projeto técnico executivo da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) quando da solicitação da licença de instalação (LI);
- o projeto técnico executivo deve considerar no cálculo de contribuição de esgoto gerado, o número de habitantes, por economia, de no mínimo:
 - empreendimento localizado no litoral: 8 pessoas
 - demais localidades: 5 pessoas
- quando houver estação elevatória e/ou estações de bombeamento para o efluente bruto (na rede coletora), o projeto deverá atender a NBR 12.208/1992. O projeto deverá prever um dispositivo de segurança, o qual deve fazer parte dos procedimentos de operação, com previsão das situações em que deve ser acionado e dos controles que devem ser realizados nestas condições;
- deve ser previsto o controle de odores, ruídos e vibrações nas Estações de Tratamento de Efluentes, estações elevatórias e estações de bombeamento;
- no projeto de novos Sistemas de Esgotamento Sanitário Particulares (loteamentos, condomínios, etc.) deverá ser previsto uso rede coletora de esgoto do tipo separador absoluto;
- as áreas das Estações de Tratamento de Esgoto devem ser cercadas, com portão de acesso restrito;
 - 5.2.2 Quando efluentes sanitários oriundos de indústrias:
- verificar a existência de recurso hídrico compatível para lançamento,
- indicar o ponto de lançamento e a forma, se direta ou indireta;

- para lançamento indireto, através da rede pluvial, apresentar:
 - documento certificando concordância do órgão ou empresa operadora do sistema pluvial em receber os efluentes líquidos tratados pelo empreendimento
- esta alternativa deverá ser objeto de avaliação quando da apresentação da documentação para licenciamento prévio (LP), em qualquer modalidade (LPI, LPA, LPIA, etc.), do empreendimento;
- deverá ser realizado um Estudo Hidrológico, conforme determinações do órgão ambiental, para atendimento da Resolução CONSEMA nº 128/2006 e da Resolução CONAMA nº 430/2011. Deverá ser considerado o Termo de Referência para apresentação de laudo técnico hidrológico para fins de determinação da vazão de referência conforme definido na Resolução CONSEMA nº 128/2006, disponível no Anexo Único;
- o estabelecimento de padrões leva em consideração os estudos citados acima, o enquadramento dos recursos hídricos conforme Resolução CONAMA nº 357/2005, as determinações da Resolução CONSEMA nº 128/2006, da Resolução CONAMA nº 430/2011 e dos planos de bacias hidrográficas;
- o ponto de lançamento dos efluentes líquidos sanitários tratados deverá ser localizado a montante do(s) ponto(s) de captação de água superficial;
- deverá ser apresentado projeto técnico executivo da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) quando da solicitação da licença de instalação (LI);

5.2.3 Quando efluentes industriais e sanitários lançados em conjunto ou apenas efluentes industriais:

- verificar a existência de recurso hídrico compatível para lançamento, indicar o ponto de lançamento e a forma, se direta ou indireta;
 - documento certificando concordância do órgão ou empresa operadora do sistema pluvial em receber os efluentes líquidos tratados pelo empreendimento
- esta alternativa deverá ser objeto de avaliação quando da apresentação da documentação para licenciamento prévio (LP), em qualquer modalidade (LPI, LPA, LPIA, etc.), do empreendimento;
- deverá ser realizado um Estudo Hidrológico, conforme determinações do órgão ambiental, para atendimento da Resolução CONSEMA nº 128/2006 e da

Resolução CONAMA nº 430/2011. Deverá ser considerado o Termo de Referência para apresentação de laudo técnico hidrológico para fins de determinação da vazão de referência conforme definido na Resolução CONSEMA nº 128/2006, disponível no Anexo Único;

- o estabelecimento de padrões leva em consideração os estudos citados acima, o enquadramento dos recursos hídricos conforme Resolução CONAMA nº 357/2005, as determinações da Resolução CONSEMA nº 128/2006, da Resolução CONAMA nº 430/2011 e dos planos de bacias hidrográficas;
- o ponto de lançamento dos efluentes líquidos industriais tratados deverá ser localizado à montante do(s) ponto(s) de captação de água superficial para uso industrial, conforme determina o Artigo 124 do Código Estadual do Meio Ambiente;
- os parâmetros a serem monitorados e a periodicidade da amostragem serão definidos quando do licenciamento ambiental, sendo específicos em função da tipologia industrial e da vazão total de efluente, conforme CONSEMA 01/1998.

5.3 ALTERNATIVA 03: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento de efluentes (ETE) própria e disposição final no solo, em área(s) específica(s) de solo agricultável, licenciada(s) para tal.

A utilização de efluentes tratados em culturas não está baseada apenas na necessidade hídrica das mesmas, mas também nos contaminantes presentes e nos nutrientes que podem oferecer riscos de contaminação ambiental, com destaque para a presença de sais, atentando para o enquadramento das águas subterrâneas existentes nos locais de aplicação ou disposição.

O empreendedor deverá protocolar solicitação na FEPAM, de licença de operação (LO), conforme Tabela de Atividades Passíveis de Licenciamento da FEPAM atentando para formulário específico intitulado “Aplicação de Efluente Tratado em Solo Agrícola”, sendo a atividade contemplada desde o licenciamento prévio do empreendimento gerador do efluente, através do Sistema On Line de Licenciamento (SOL), www.sol.rs.gov.br, observando os seguintes pontos:

5.3.1 Disposição em áreas agrícolas de efluentes líquidos industriais:

- para volume de disposição superior a 20 m³/dia, deverá ser solicitada a abertura de processo específico para a atividade. Para volume inferior a

solicitação de licenciamento deverá ser protocolada como documento de juntada na LO do empreendimento gerador do efluente;

- a escolha da(s) área(s) a ser(em) utilizada(s) para aplicação de efluente líquido tratado em culturas deverá atender as condições estabelecidas em documento técnico a ser disponibilizado pela FEPAM para Aplicação de Efluente Tratado em Solo Agrícola;
- a aplicação de efluentes líquidos tratados somente será avaliada para culturas que não são consumidas cruas, pomares, forrageiras (em pasteio direto com restrições de acesso) e áreas de reflorestamento e plantações florestais. Não é licenciada a utilização dos efluentes tratados em cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo;
- a razão de adsorção de sódio (RAS) máxima permitida no efluente será de 12, objetivando minimizar o risco de sodificação do solo, e deverá manter correlação com a condutividade elétrica do efluente, conforme o quadro abaixo, para minimizar problemas de permeabilidade dos solos. Para a aplicação de efluentes com RAS acima de 9, há necessidade de considerar o grau de tolerância das plantas que receberão o efluente líquido tratado.

Quadro 39: Limites de razão de adsorção de sódio permitidos.

RAS	Condutividade Elétrica dS/m	
	mínima	máxima
0 - 3	0,2	2,9
3 - 6	1,2	2,9
6-12	1,9	2,9

Fonte: Diretriz técnica Nº. 05/2017

* para o cálculo da RAS deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

Figura 5: Fórmula cálculo RAS.

$$RAS = \frac{Na^+}{\left[\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2} \right]^{0,5}}$$

Fonte: Diretriz técnica Nº. 05/2017

*as concentrações de Na⁺ (sódio), Ca⁺²(cálcio) e Mg⁺² (magnésio) são expressas em mmolL⁻¹.

- as concentrações máximas para os demais parâmetros, objetivando aplicação em solo agrícola;
- o gerador do efluente líquido tratado deverá manter o proprietário, arrendatário, operadores e transportadores informados das restrições de uso da área de aplicação e das culturas a serem praticadas; e
- efluentes sanitários somente poderão ser misturados aos efluentes industriais para aplicação em solo agrícola desde que sejam submetidos a tratamento prévio visando a minimização da presença de agentes patogênicos.

5.3.2 Disposição em áreas agrícolas de efluentes sanitários:

- considerar as mesmas diretrizes dos efluentes industriais, sendo necessário o tratamento prévio para minimizar os efeitos da presença de agentes patogênicos.

5.4 ALTERNATIVA 04: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento de efluentes (ETE) coletiva ou sistema individual, com disposição final no solo licenciada para tal: vala de infiltração, sumidouro ou lagoa de infiltração;

A disposição no solo de efluentes tratados deve levar em consideração o enquadramento das águas subterrâneas existentes nos locais disposição, bem como seu monitoramento.

5.4.1 Tratamento de efluentes domésticos com disposição final no solo, em vala de infiltração, sumidouro ou lagoa de infiltração.

- esta alternativa deverá ser objeto de avaliação quando da apresentação da documentação para licenciamento prévio (LP), em qualquer modalidade (LPI, LPA, LPIA, etc.), do empreendimento;
- os locais de disposição final dos efluentes deverão possuir solo favorável para esta finalidade, observando entre outros atributos a espessura não saturada, composição química, capacidade de percolação, enquadramento da água subterrânea e apresentação de plano de monitoramento da qualidade da mesma;
- são considerados locais impróprios para a infiltração:
 - áreas com nível do aquífero raso;

- existência de rocha fraturada no subsolo que permita rápido escoamento do efluente para o aquífero;

- camada de areia ou solo arenoso que não permita um bom tratamento do esgoto, com taxas de percolação extremamente elevadas. Exemplo: presença de compostos amoniacais que, ao serem oxidados, formam nitratos, percolando rapidamente para o lençol;

- solos com taxas de percolação muito reduzidas, exigindo extensa área para infiltração;

- deverá ser realizado teste de percolação do solo (ensaios de infiltração), de acordo com NBR 13.969/97, Anexo A. Deverão ser executados, no mínimo, seis (06) ensaios para áreas com até três (03) ha. Para áreas acima de três (03) há deverão ser acrescentados dois (02) ensaios para cada hectare a mais.
- considera-se valores abaixo de 36 L/m².dia inviáveis devido a baixa taxa de percolação;
- deverá ser apresentado projeto técnico executivo do sistema de tratamento quando da solicitação da licença de instalação (LI);
- para a instalação do sumidouro deverá ser obedecida a norma técnica de distanciamento mínimo de 1,5 metros do nível sazonal mais alto da superfície do aquífero freático e/ou da superfície de contato entre o manto de alteração intempérica e o substrato rochoso;
- não pode haver extravasor do sumidouro para a rede pluvial;
- o projeto técnico executivo deverá obedecer a NBR 13.969/97 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.
- deverá ser apresentado enquadramento da água subterrânea e apresentação de plano de monitoramento da qualidade da mesma;

5.4.2 Tratamento individual (dentro dos lotes) de efluentes domésticos com disposição final em vala de infiltração ou sumidouro:

- o projeto técnico executivo deverá obedecer a Norma Técnica NBR 13.969/97 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação;

5.4.3 Tratamento de efluentes industriais com disposição final no solo, em vala, sumidouro ou lagoa de infiltração:

- esta alternativa deverá ser objeto de avaliação quando da apresentação da documentação para licenciamento prévio (LP), em qualquer modalidade (LPI, LPA, LPIA, etc.), do empreendimento;
- os locais de disposição final dos efluentes deverão possuir solo favorável para esta finalidade, observando entre outros atributos a espessura não saturada, composição química, capacidade de percolação, enquadramento da água subterrânea e apresentação de plano de monitoramento da qualidade da mesma;

são considerados locais impróprios para a infiltração:

- áreas com nível do aquífero raso;

- existência de rocha fraturada no subsolo que permita rápido escoamento do efluente para o aquífero;

- camada de areia ou solo arenoso que não permita um bom tratamento do esgoto, com taxas de percolação extremamente elevadas. Exemplo: presença de compostos amoniacais que, ao serem oxidados, formam nitratos, percolando rapidamente para o lençol;

- solos com taxas de percolação muito reduzidas, exigindo extensa área para infiltração;

- considera-se taxas de infiltração abaixo de 36 L/m².dia inviáveis devido a baixa capacidade de percolação;
- deverá ser apresentado projeto técnico executivo do sistema de tratamento quando da solicitação da licença de instalação (LI);
- para a instalação do sumidouro deverá ser obedecida a norma técnica de distanciamento mínimo de 1,5 m do nível sazonal mais alto da superfície do aquífero freático e/ou da superfície de contato entre o manto de alteração intempérica e o substrato rochoso;
- deverá ser apresentado enquadramento da água subterrânea e apresentação de plano de monitoramento da qualidade da mesma;

Obs: no caso de efluentes líquidos industriais esta opção de destino final está prevista somente para empreendimentos da área de produtos alimentares, atendidas às especificações das Normas Técnicas NBR 7229/93 e NBR 13969/97;

5.5 ALTERNATIVA 05: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento de efluentes (ETE) individualizada e disposição em áreas de uso coletivo com a finalidade de reúso urbano, como irrigação paisagística, lavagem de pisos e calçadas, lavagem de carros, utilização em vasos sanitários;

5.5.1 a alternativa deverá ser objeto de avaliação quando da apresentação da documentação para licenciamento prévio (LP), em qualquer modalidade (LPI, LPA, LPIA, etc), do empreendimento;

5.5.2 as ETEs produtoras de água de reúso deverão estar providas de sistema de tratamento que garanta a qualidade para tal, devendo contar, no mínimo, com processo de tratamento secundário, seguido de filtração e desinfecção;

5.5.3 o projeto de licenciamento prévio deverá prever, conforme a NBR 13969:1997:

- sistema de reservação e distribuição que deverá ser identificado de modo claro para não ocorrer uso errôneo ou mistura com sistema de água potável ou outros fins;
- as tubulações, medidores de vazão, sensores e demais equipamentos envolvidos na produção, distribuição e utilização de água de reúso deverão ser estanques, devidamente identificados e projetados de forma a evitar contaminação, não podendo ser transferidos para as instalações de água potável;
- deverá ser claramente identificado, através de placas de advertências nos locais estratégicos e nas torneiras, além do emprego de cores nas tubulações e nos tanques de reservação distintas das de água potável;
- todo sistema de reservação deve ser dimensionado para atender pelo menos 2 horas de uso de água no pico da demanda diária;
- quando houver usos múltiplos de reúso com qualidades distintas, deve-se optar pela reservação e distribuição das águas com clara identificação das classes de qualidade nos reservatórios e nos sistemas de distribuição;
- o sistema de reservação para aplicação em áreas paisagísticas deve prever uma preservação ou área alternada destinada ao uso da água sobressaltante em fases de menor demanda (épocas de alta pluviosidade);

5.5.4 os padrões para água de reuso e a frequência de monitoramento deverão ser fixados pela FEPAM, em função dos usos definidos em cada projeto;

5.5.5 deverá ser prevista desinfecção para os efluentes de reuso, sendo que, no caso de cloração, o valor do Cloro Residual Total (CRT) deverá ser, no mínimo, de 0,5 mg/L, após trinta minutos de contato;

5.5.6 nos casos em que a água de reuso for destinada à irrigação paisagística, deverão ser observadas as concentrações de cloretos e sódio, objetivando minimizar riscos de danos ao solo e a vegetação. Para tal, deverá ser observado no projeto, parecer técnico de profissional habilitado para a taxa de aplicação, com concentrações para cloretos não superiores a 350 mg/L;

5.5.7 manual de operação e capacitação para o sistema de reuso, indicando responsável técnico pela manutenção e operação do sistema. O responsável pelo planejamento e projeto deve fornecer manuais de sistema de reuso, contendo figuras e especificações técnicas quanto ao sistema de tratamento, reservação e distribuição, procedimentos para operação correta, além de treinamento adequado aos responsáveis pela operação;

5.5.8 deverá ser prevista uma solução alternativa para descarte dos efluentes gerados, no caso de problemas operacionais/chuvas que impossibilitem o reuso;

5.6 ALTERNATIVA 06: tratamento dos efluentes líquidos de sanitário e refeitório através de tanque séptico e destino final em sumidouro.

5.6.1 os efluentes líquidos domésticos provenientes dos sanitários e do refeitório poderão ser infiltrados no solo através de sumidouro/valas de infiltração/etc., após passar por prévio sistema de tratamento que contemple, no mínimo, a implantação de fossa séptica e filtro anaeróbio, sem extravasamento para rede pluvial e que seja mantida uma camada de solo insaturado de, no mínimo, 1,50 m entre a base dos dispositivos de infiltração com o substrato rochoso e a superfície freática, em conformidade com as especificações constantes da NBR 13.969/97 da ABNT;

5.7 ALTERNATIVA 07: envio dos efluentes líquidos gerados para tratamento em unidade externa.

5.7.1 esta alternativa contempla o envio do efluente bruto para unidade licenciada de coleta e tratamento centralizado de efluentes líquidos sanitários, industriais ou de laboratórios;

5.7.2 poderá ser previsto o envio para ETE de empresa licenciada para atividade afim. Neste caso, a empresa que irá receber o efluente para tratamento deverá solicitar Autorização para Recebimento de Efluentes Líquidos para Tratamento, através da abertura de processo específico, através do Sistema On Line de Licenciamento (SOL), www.sol.rs.gov.br;

5.7.3 a responsabilidade pelo cumprimento dos padrões de emissão será objeto do processo de licenciamento da unidade industrial onde a ETE está inserida;

5.8 ALTERNATIVA 08: tratamento dos efluentes líquidos em estação de tratamento (ETE) própria e reuso no processo produtivo.

5.8.1 o empreendedor deverá informar à FEPAM, quando da solicitação da licença de operação (LO), o balanço hídrico e o percentual de reuso dos efluentes líquidos tratados, definindo os diferentes usos dentro do empreendimento;

5.8.2 para cada diferente uso declarado, deverá ser informado o padrão de reciclo a ser adotado, definindo as concentrações e os parâmetros que serão amostrados para garantia da qualidade no reuso;

5.8.3 deverá ser disponibilizado também, relatório mensal das águas de reuso, reportando os volumes reutilizados e as situações emergenciais que não permitiram a reutilização, com as ações adotadas de descarte e correções operacionais;

5.8.4 deverá ser prevista uma solução alternativa para descarte dos efluentes gerados, no caso de problemas operacionais que impossibilitem o reuso;

5.9 ALTERNATIVA 09: proposta diferente das anteriores.

5.9.1 o empreendedor responsável pelo licenciamento de empreendimento contemplando uma nova tecnologia deverá protocolar solicitação à FEPAM de licenciamento prévio (LP), em qualquer modalidade (LPI, LPA, LPIA, etc.), e posteriores licenças de instalação (LI) e de operação (LO) correspondentes, conforme o código da Tabela de Atividades Passíveis de Licenciamento da FEPAM, através do Sistema On Line de Licenciamento (SOL), www.sol.rs.gov.br.

Nota1: No caso da nova tecnologia ser proposta pelo próprio empreendedor e o novo empreendimento localizar-se junto à unidade geradora do efluente, a mesma deverá ser objeto de licenciamento prévio de ampliação;

Nota2: No caso da localização ser em área distinta, deverá ser objeto de licenciamento prévio (LP), de instalação (LI) e de operação (LO), para um novo empreendimento.

ANEXO E – DECRETO Nº 14.250, DE 5 DE JUNHO DE 1981 (ADAPTADO)

CAPÍTULO II - Da proteção das águas, do solo, da atmosfera e do controle sonoro

SEÇÃO I - Da proteção das águas

SUBSEÇÃO I - Da classificação e utilização dos corpos de água

Art. 5º - As águas interiores situadas no território do Estado, para os efeitos deste Regulamento, são classificadas segundo usos preponderantes:

I - CLASSE 1 - águas destinadas ao abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;

II - CLASSE 2 - águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);

III - CLASSE 3 - águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais; e

IV - CLASSE 4 - águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística e ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

Parágrafo 1º - Não há impedimentos no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

Parágrafo 2º - A classificação de que trata esse artigo poderá abranger parte ou totalidade da coleção de água, devendo a portaria que efetuar o enquadramento definir os pontos limites.

Art. 6º - O enquadramento de um corpo de água em qualquer classe não levará em conta a existência eventual de parâmetros fora dos limites previstos para a classe referida.

Art. 7º - Não serão objeto de enquadramento nas classes deste Regulamento os corpos de água projetados para transporte e tratamento de águas residuárias.

Parágrafo Único - Os projetos de que trata este artigo deverão ser submetidos à aprovação, para definição técnica.

SUBSEÇÃO II

Das proibições e exigências

Art. 8º - É proibido lançamento, direto ou indireto em corpos de água, de qualquer resíduo sólido, assim como o vinhoto proveniente de usina de açúcar e destilaria de álcool.

Art. 9º - As construções de unidades industriais, de estruturas ou de depósitos de armazenagem de substâncias capazes de causar riscos aos recursos hídricos, deverão ser dotados de dispositivos dentro das normas de segurança e prevenção de acidentes, e localizadas a uma distância mínima de 200 (duzentos) metros dos corpos d'água.

Parágrafo 1º - Verificada a impossibilidade técnica de ser mantida a distância de que trata este artigo ou de serem construídos dispositivos de prevenção de acidentes, a execução do projeto poderá ser autorizada desde que oferecidas outras medidas de segurança.

Parágrafo 2º - As obras da construção e manutenção de canais, barragens, açudes, estradas e outras, deverão adotar dispositivos conservacionistas adequados, a fim de impedir a erosão e suas consequências.

Parágrafo 3º - Nas obras rodoviárias, os respectivos projetos de engenharia deverão prever e incluir as medidas necessárias para atender o disposto nos parágrafos deste artigo.

O artigo 9, parágrafos 1º, 2º e 3º com a nova redação dada pelo Decreto nº 3.610/89.

Art. 10 - Toda empresa deverá tratar seu esgoto sanitário quando não existir sistema público de coletas, transporte, tratamento e disposição final de esgoto.

SUBSEÇÃO III

Dos padrões de qualidade da água

Art. 11 - Nas águas de classe 1, não serão tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados.

Art. 12 - Para as águas de classe 2, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - óleos e graxas: virtualmente ausentes;

III - substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

IV - não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processos de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

V - Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais até 5.000 (cinco mil), sendo 1.000 (hum mil) o limite para os de origem fecal em 100 ml (cem mililitros), para 80% (oitenta por cento) ou mais de, pelo menos, 5 (cinco) amostras colhidas, num período de até 5 (cinco) semanas consecutivas;

VI - DBO/5 dias, 20°C até 5 mg/l;

VII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/l; e

VIII - substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos):

Quadro 40: Teores máximos permitidos de potencialmente prejudiciais

a)	Amônia:	0,5 mg/l;
b)	Arsênico total:	0,1 mg/l;
c)	Bário:	1,0 mg/l;
d)	Cádmio total:	0,01 mg/l;
e)	Cromo:	0,05 mg/l;
f)	Cianeto:	0,2 mg/l;
g)	Cobre:	1,0 mg/l;
h)	Chumbo:	0,1 mg/l;
i)	Estanho:	2,0 mg/l;
j)	Fenóis:	0,001 mg/l;
k)	Flúor:	1,4 mg/l;
l)	Mercurio:	0,002 mg/l;
m)	Nitrato:	10,0 mg/l de N;
n)	Nitrito:	1,0 mg/l de N;
o)	Selênio:	0,01 mg/l;
p)	Zinco:	5,0 mg/l;
q)	Agentes Tensoativos:	0,5 mg/l;
r)	Biocidas orgânicos sintéticos clorados:	

Fonte: Adaptado de Decreto Nº 14.250, de 5 de junho de 1981

Quadro 41: Valores máximos permitidos de substâncias prejudiciais

01. Aldrin	0,001 mg/l;
02. Clordan	0,003 mg/l;
03. DDT	0,05 mg/l;
04. Dieldrin	0,001 mg/l;
05. Endrin	0,0002 mg/l;
06. Heptacloro	0,0001 mg/l;
07. Lindano	0,004 mg/l;
08. Metoxicloro	0,1 mg/l;
09. Toxafeno	0,005 mg/l;
10. Compostos orgâno fosforados e carbamatos	0,1 mg/l;
11. Herbicidas Cloro Fenoxis: (ácido diclorofenoxiacético) (ácido triclorofenoxipropiônico) (ácido triclorofenoxiacético)	2,4 - D - 0,02 mg/l 2,4,5 - TP - 0,03 mg/l 2,4,5 - T - 0,002 mg/l

Fonte: Adaptado de Decreto Nº 14.250, de 5 de junho de 1981

Art. 13 - Para as águas da Classe 3, são estabelecidos os mesmos limites ou condições da Classe 2, à exceção dos seguintes:

I - Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais até 20.000 (vinte mil), sendo 4.000 (quatro mil) o limite para os de origem fecal, em 100 ml (cem milímetros), para 80% (oitenta por cento) ou mais de, pelo menos, 5 (cinco) amostras colhidas num período de até 5 (cinco) semanas consecutivas;

II - DBO/5 dias, 20°C até 10 mg/l;

III. - OD, em qualquer amostra não inferior a 4 mg/l.

Art. 14 - Para as águas de Classe 4, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

I - materiais flutuantes, inclusive espuma não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspectos: não objetáveis;

III - fenóis até 1 mg/l;

IV - OD superior a 0,5 mg/l em qualquer amostra.

Art. 15 - No caso das águas da Classe 4 possuírem índices de coliformes superiores aos valores máximos estabelecidos para a Classe 3, elas poderão ser utilizadas, para abastecimento público, somente se métodos especiais de tratamento forem utilizados, a fim de garantir a sua potabilização.

Art. 16 - No caso das águas de Classe 4 serem utilizadas para abastecimento público, aplicam-se os mesmos limites de concentração, para substâncias potencialmente prejudiciais, estabelecidos para as Classes 2 e 3.

Art. 17 - Os limites de DBO, estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstrar que os teores mínimos de CD, previstos, não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão.

Art. 18 - Para efeitos deste Regulamento, consideram-se “virtualmente ausentes” teores desprezíveis de poluentes, cabendo, quando necessário, quantificá-los para cada caso.

SUBSEÇÃO IV

Dos padrões de emissão de efluentes Líquidos

Art. 19 - Os efluentes somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água interiores, lagunas, estuários e a beira-mar desde que obedeçam às seguintes condições:

O artigo 19 com a nova redação dada pelo Decreto nº 21.460/84.

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

II - temperatura inferior a 40°C;

III - materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l em testes de 1 hora em “Cone Imhoff”;

IV - ausência de materiais sedimentáveis em testes de 1 hora em “Cone Imhoff” para lançamentos em lagos e lagoas cuja velocidade de circulação seja praticamente nula;

V - os lançamentos subaquáticos em mar aberto, onde se possa assegurar o transporte e dispersão dos sólidos, o limite para materiais sedimentáveis será fixado em cada caso, após estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado;

VI - ausência de materiais flutuantes visíveis;

VII - concentrações máximas dos seguintes parâmetros, além de outros a serem estabelecidos:

Quadro 42: Concentrações máximas de substâncias

a)	Óleos minerais	20,0 mg/l
b)	Óleos vegetais e gorduras animais	30,0 mg/l
c)	Cromo hexavalente	0,1 mg/l
d)	Cromo total	5,0 mg/l
e)	Cobre total	0,5 mg/l
f)	Cádmio total	0,1 mg/l
g)	Mercúrio total	0,005 mg/l
h)	Níquel total	1,0 mg/l
i)	Chumbo total	0,5 mg/l
j)	Zinco total	1,0 mg/l
k)	Arsênio Total	0,1 mg/l
l)	Prata total	0,02 mg/l
m)	Bário total	5,0 mg/l
n)	Selênio total	0,02 mg/l
o)	- Boro total	5,0 mg/l
p)	- Estanho	4,0 mg/l
q)	- Ferro +2 solúvel	15,0 mg/l
r)	- Manganês +2 solúvel	1,0 mg/l
s)	- Cianetos	0,2 mg/l
t)	- Fenóis	0,2 mg/l
u)	- Sulfetos	1,0 mg/l
v)	- Fluoretos	10,0 mg/l
w)	- Substâncias tensoativas que reagem ao azul de metileno	2,0 mg/l
x)	- Compostos organofosforados e carbamatos	0,1 mg/l
y)	- Sulfeto de carbono, tricloro etileno, clorofórmio, tetracloreto de carbono, dicloro etileno	1,0 mg/l
z)	Outros compostos organoclorados	0,05 mg/l

Fonte: Adaptado de Decreto Nº 14.250, de 5 de junho de 1981

VIII - nos lançamentos em trechos de corpos de água contribuintes de lagoas, lagunas e estuários, além dos itens anteriores, serão observados os limites máximos para as seguintes substâncias:

- a) Fósforo total - 1,0 mg/l
- b) Nitrogênio total - 10,0 mg/l
- c) Ferro total - 15,0 mg/l

IX - tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejo infectados com microorganismos patogênicos, e forem lançados em águas destinadas à recreação primária e à irrigação, qualquer que seja o índice coliforme inicial;

X - a fim de assegurar os padrões de qualidade previstos para o corpo de água, todas as avaliações deverão ser feitas para as condições mais desfavoráveis;

XI - no caso de lançamento em cursos de água, os cálculos de diluição deverão ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes e vazão mínima dos cursos de água;

XII - no cálculo das concentrações máxima permissíveis não serão consideradas vazões de efluentes líquidos obtidas através de diluição dos efluentes;

XIII - regime de lançamento contínuo de 24 h/dia com variação máxima de vazão de 50% de vazão horária média;

XIV - DBO 5 dias, 20° (vinte Graus Celsius) no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de água residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento); e

XV - os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água.

SEÇÃO II

Da proteção do solo e do controle dos resíduos sólidos

Art. 20 - É proibido depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular no solo resíduos, em qualquer estado da matéria, desde que causem degradação da qualidade ambiental, na forma estabelecida no artigo 3º.

Art. 21 - O solo somente poderá ser utilizado para destino final de resíduos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade pública ou particular.

Parágrafo 1º - Quando a disposição final, mencionada neste artigo, exigir a execução de aterros sanitários, deverão ser tomadas medidas adequadas para proteção das águas superficiais e subterrâneas, obedecendo-se normas a serem expedidas.

Parágrafo 2º - O lixo "in natura" não deve ser utilizado na agricultura ou para a alimentação de animais.

Art. 23 - Somente será tolerada a acumulação temporária de resíduos de qualquer natureza, desde que não ofereça risco à saúde pública e ao meio ambiente

Art. 24 - O tratamento, quando for o caso, o transporte e a disposição de resíduos de qualquer natureza de estabelecimentos industriais, comerciais e de

prestação de serviços quando não forem de responsabilidade do Município, deverão ser feitos pela própria empresa e as suas custas

Parágrafo 1º - A execução, pelo município, dos serviços mencionados neste artigo, não exime a responsabilidade da empresa, quanto a eventual transgressão de dispositivos deste Regulamento.

Parágrafo 2º - O disposto neste artigo aplica-se, também, aos lodos digeridos ou não de sistemas de tratamento de resíduos e de outros materiais.

SEÇÃO III

Da proteção atmosférica

SUBSEÇÃO I

Das proibições e exigências

Art. 25 - É proibida a queima ao ar livre de resíduos sólidos, líquidos ou de qualquer outro material combustível, desde que cause degradação da qualidade ambiental, na forma estabelecida no artigo 3º.

Art. 26 - É proibida a instalação e o funcionamento de incineradores domiciliares, prediais e industriais, de qualquer tipo, exceto os incineradores hospitalares e congêneres.

Art. 27 - Nos casos em que fizer necessário, poderá ser exigido:

I - a instalação e operação de equipamentos automáticos para medição das quantidades de poluentes emitidos;

II - a comprovação da quantidade e qualidade dos poluentes atmosféricos emitidos, através de realização de amostragem em chaminés;

III - construção de plataforma e outros requisitos necessários à realização de amostragens em chaminés.

SUBSEÇÃO II

Dos padrões de qualidade do ar

Art. 28 - Ficam estabelecidos os seguintes padrões de qualidade do ar:

I - para partículas em suspensão:

a) 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior-concentração média geométrica anual; ou

b) 240 (duzentos e quarenta) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior-concentração média de 24 (vinte e quatro) horas consecutivas, não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano;

II - para dióxido de enxofre:

a) 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior-concentração média aritmética anual;

b) 365 (trezentos e sessenta e cinco) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior concentração média de 24 (vinte e quatro) horas consecutivas, não podendo se ultrapassada mais de uma vez por ano;

III - para monóxido de carbono:

a) 10.000 (dez mil) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior-concentração da máxima média de 8 (oito) horas consecutivas, não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano; ou

b) 40.000 (quarenta mil) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior-concentração da máxima média de 1 (uma) hora não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano, e

IV - para oxidantes fotoquímicos:

a) 160 (cento e sessenta) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior-concentração da máxima média de 1 (uma) hora não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano.

Parágrafo 1º - Todas as medidas devem ser corrigidas para a temperatura de 25°C (vinte e cinco graus Celsius) e pressão de 760 mm (setecentos e sessenta milímetros) de mercúrio

Parágrafo 2º - Para a determinação de concentrações das diferentes formas de matérias, objetivando compará-las com os padrões de qualidade do ar, deverão ser utilizados os métodos de análises e amostragem definidos neste Regulamento ou normas dele decorrentes, bem como estações medidoras localizadas adequadamente, de acordo com critérios pré-estabelecidos.

Parágrafo 3º - A frequência de amostragem deverá ser efetuada, no mínimo, por um período de 24 (vinte e quatro) horas a cada 6 (seis) dias, para dióxido de enxofre e partículas em suspensão, continuamente para monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos.

Art. 29 - Para os fins Parágrafo 2º do artigo anterior, ficam estabelecidos os seguintes métodos:

I - para partículas em suspensão: Método de Amostrador de Grandes Volumes, ou equivalentes;

II - para dióxido de enxofre: Método de Pararosanilina ou equivalente;

III - para monóxido de carbono: Método de Absorção de Radiação Infravermelho não dispersivo, ou equivalente; e

IV - para oxidantes fotoquímicos (como Ozona): Método da Luminescência Química, ou equivalente.

Parágrafo Único - Consideram-se Métodos Equivalentes todos os Métodos de Amostragem de Análise que, testados, forneçam respostas equivalentes aos métodos de referência, no que tange às características de confiabilidade, especificidade, precisão, exatidão, sensibilidade, tempo de resposta, desvio de zero, desvio de calibração e de outras características consideráveis ou convenientes.

SUBSEÇÃO III

Dos padrões de emissão

Art. 30 - É proibida a emissão de fumaça, por parte de fontes estacionárias, com densidade colorimétrica superior ao padrão I da Escala de Ringelmann, salvo por:

I - um único período de 15 (quinze) minutos por dia, para operação de aquecimento de fornalha; e

II - um período de 3 (três) minutos, consecutivos ou não, em qualquer fase de I (uma) hora.

Art. 31 - É proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

Parágrafo 1º - A constatação de emissão de que trata este artigo, será efetuada:

I - por agentes credenciados; e

II - com referência às substâncias a seguir enumeradas, através de sua concentração no ar, por comparação com Limite de Percepção de Odor (LPO):

Quadro 43: Limite de percepção de odor

SUBSTÂNCIA	LPO - ppm em volume
01) - Acetaldeído	0,21
02) - Acetona	100,00
03) - Ácido acético	1,00
04) - Ácido butírico	0,001
05) - Ácido clorídrico gasoso	10,0
06) - Acrilato de etila	0,00047
07) - Acroleína	0,21
08) - Acrilonitrila	1,4
09) - Amônia	46,8
10) - Anilina	1,0
11) - Benzeno	4,68
12) - Bromo	0,047
13) - Cloreto de alila	0,47
14) - Cloreto de benzila	0,047
15) - Cloreto de metila	10,0
16) - Cloreto de metileno	214,00
17) - Cloro	0,314
18) - Dicloreto de Enxofre	0,001
19) - Dimetil amina	0,047
20) - Dimetilacetamida	46,8
21) - Dimetilformamida	100,00
22) - Dimetilsulfeto	0,001
23) - Dissulfeto de carbono	0,21
24) - Estireno	0,1
25) - Etanol (sintético)	10,0
26) - Eter difenílico	0,1
27) - Etil mercaptana	0,001
28) - Fenol	0,047
29) - Formaldeído	1,0
30) - Fosfina	0,021
31) - Fosfogênio (COCL ₂)	0,10
32) - Metacrílico de metila	0,21
33) - Metanol	100,00
34) - Metil etil cetona	10,00
35) - Metil mercaptanametil	0,0021
36) - Metilisobutil cetona	0,47
37) - Monoclorobenzeno	0,21
38) - Monometil amina	0,021
39) - Nitrobenzeno	0,0047
40) - Paracressol	0,001
41) - Para-xileno	0,47
42) - Percloroetileno	4,68
43) - Piridina	0,021
44) - Sulfeto de benzila	0,0021
45) - Sulfeto difenílico	0,0017
46) - Sulfeto de Hidrogênio (a partir de Dissulfeto de Sódio)	0,0047
47) - Sulfeto de Hidrogênio (gasoso)	0,00047
48) - Tetracloroeto de carbono (a partir da Cloração de Dissulfeto de Carbono)	21,4
49) - Tetracloroeto de carbono (a partir da Cloração de Metano)	100,0
50) - Tolueno disocianato	2,14
51) - Tolueno (do Coque)	4,68
52) - Tolueno (do Petróleo)	2,14
53) - Tricloroacetaldeído	0,047
54) - Tricloroetileno	21,4
55) - Trimetil amina	0,00021

Fonte: Adaptado de Decreto Nº 14.250, de 5 de junho de 1981

Art. 32 - Nos casos para os quais não foram estabelecidos padrões de emissão, deverão ser adotados sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível.

Parágrafo Único - A adoção da tecnologia preconizada neste artigo dependerá de aprovação prévia.

CAPÍTULO IV

Das atividades empresariais

Art. 63 - Para efeito deste Regulamento, as atividades empresariais são classificadas como:

I - atividades empresariais públicas; e

II - atividades empresariais privadas.

Parágrafo 1º - As atividades empresariais públicas são aquelas desenvolvidas pela União, Estado e Municípios, através de:

a) autarquias;

b) empresas públicas;

c) sociedade de economia mista;

d) empresas subsidiárias ou controladas.

Parágrafo 2º - as atividades empresariais privadas são aquelas desenvolvidas pelos particulares, através de:

a) sociedade em geral;

b) firmas individuais;

c) fundações.

Art. 64 - As atividades empresariais, serão exercidas em consonância com as diretrizes para a proteção e melhoria da qualidade ambiental, respeitados os critérios, normas e padrões fixados pelo Governo Federal, pelo Governo do Estado e pelo Governo do Município.

Art. 65 - A instalação e a expansão de atividades empresariais, inseridas na listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental, dependem da apreciação e aprovação dos projetos, acompanhados dos relatórios de impacto ambiental, e de licença prévia, de instalação e de operação.

Art. 66 - Os órgãos e entidades da administração pública, direta ou indireta, e os empreendimentos privados, que exerçam atividades empresariais,

compatibilizarão seus planos, programas e projetos de investimentos com os dispositivos deste Regulamento.

SEÇÃO II

Das zonas industriais

Art. 67 - As zonas destinadas à instalação de indústrias serão definidas em esquema de zoneamento urbano que compatibilize as atividades industriais com a proteção do meio ambiente.

Parágrafo Único - Os projetos de implantação de zonas industriais de que trata este artigo, deverão ser submetidas à apreciação prévia do órgão do meio ambiente.

Art. 68 - Decreto do Chefe do Poder Executivo estabelecerá a delimitação, a classificação, a implantação e administração das zonas industriais, observada a legislação federal.

SEÇÃO III

Da autorização para a instalação e expansão de atividades industriais, comerciais e de prestação de serviços

SUBSEÇÃO I

Da autorização

Art. 69 - A instalação, a expansão e a operação de equipamentos ou atividades industriais, comerciais e de prestação de serviços, dependem de prévia autorização e inscrição em registro cadastral, desde que inseridas na listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental.

Parágrafo Único - O licenciamento das atividades ou empreendimentos executados sob associação de pessoas físicas ou jurídicas, empresas, grupo empresarial ou cooperativas, sob a forma, dentre outras, de contratos industriais, de mineração, de parceria agrícola, pecuária, agroindustrial ou extrativa, poderá incidir sobre o conjunto ou sobre a pessoa física ou jurídica que revelar melhores condições para atender os preceitos da legislação ambiental.

O artigo 69, parágrafo único com a nova redação dada pelo Decreto nº 344/87.

Art. 70 - A autorização será concedida através de:

I - Licença Ambiental Prévia - L.A.P.;

II - Licença Ambiental de Instalação - L.A.I.;

III - Licença Ambiental de Operação - L.A.O.

Art. 71 - A Licença Ambiental Prévia - L.A.P., com prazo de validade de até 2 (dois) anos, declara a viabilidade do projeto e/ou localização de equipamento ou atividade, quanto aos aspectos de impacto e diretrizes de uso do solo.

Parágrafo 1º - Decorrido o prazo da licença de que trata este artigo sem que tenha sido solicitada a Licença Ambiental de Instalação - L.A.I., o prosseguimento do projeto depende de outra Licença Ambiental Prévia - L.A.P.

Parágrafo 2º - No caso de empreendimento sem risco comprovado para o meio ambiente poderá ser dispensada a Licença Ambiental de Instalação - LAI., a critério da autoridade administrativa estadual competente.

Art. 72 - A Licença Ambiental de Instalação - L.A.I., com prazo de validade de até 3 (três) anos, autoriza a implantação da atividade ou instalação de qualquer equipamento, com base no projeto executivo final.

Parágrafo Único - Decorrido o prazo da licença de que trata este artigo, sem que tenha sido solicitada a Licença Ambiental de Operação - L.A.O., o prosseguimento da implantação do empreendimento depende de outra Licença Ambiental de Instalação - L.A.I.

Art. 73 - A Licença Ambiental de Operação - L.A.O., com prazo de validade de até 8 (oito) anos, autoriza o funcionamento do equipamento, atividade ou serviço, com base em vistoria, teste de operação ou qualquer meio técnico de verificação.

Parágrafo Único - Decorrido o prazo da Licença de que trata este artigo, a continuação do funcionamento do equipamento, atividade ou serviço depende de renovação da Licença Ambiental de Operação - L.A.O.

Art. 74 - A critério da autoridade administrativa, poderá ser prorrogado por um período não superior a 1/3 (um terço) o prazo estabelecido para a validade da licença ambiental, desde que requerido fundamentadamente com a antecedência necessária.

Art. 75 - A alteração, sem prévia autorização, de projeto ou de tecnologia de produção ou do sistema de controle ambiental, invalida a licença ambiental expedida.