

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JÉSSICA BRUNATO MARCON

**DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTOS PARA SUBSIDIAR AS
EXIGÊNCIAS LEGAIS DE FISCALIZAÇÃO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL
COM ENFOQUE NA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

CRICIÚMA

2013

JÉSSICA BRUNATO MARCON

**DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTOS PARA SUBSIDIAR AS
EXIGÊNCIAS LEGAIS DE FISCALIZAÇÃO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL
COM ENFOQUE NA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheira Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof^ª. MSc. Paula Tramontim Pavei

CRICIÚMA

2013

JÉSSICA BRUNATO MARCON

**DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTOS PARA SUBSIDIAR AS
EXIGÊNCIAS LEGAIS DE FISCALIZAÇÃO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL
COM ENFOQUE NA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Controle da Qualidade do Ar.

Criciúma, 02 de dezembro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Paula Tramontim Pavei – Mestre – (UNESC) – Orientadora

Prof. Eduardo de Oliveira Nosse – Doutor – (IAC/DPA) – (UNIBAVE)

Prof^a. Marta Valéria Guimarães de Souza Hoffmann – Mestre – (UNESC)

Dedico este trabalho aos meus pais, Jair e Andréa e ao meu namorado Armando, por estarem sempre ao meu lado, me dando todo apoio, amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, e por iluminar e abençoar meus passos a cada dia, me proporcionando força e coragem nessa caminhada.

A minha família, base de tudo na minha vida, por tudo que sempre fizeram por mim, pela dedicação, apoio, carinho e amor incondicional.

Ao meu namorado, pela força, incentivo, paciência e por compreender meus momentos de ausência.

Aos amigos e colegas, por todos os bons momentos que passamos juntos durante toda a trajetória acadêmica. Em especial, aqueles que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e dando força ao longo de toda caminhada.

Ao Rui Bonelli Bitencourt, pelo incentivo e oportunidade de estágio na FATMA, local que me proporcionou a obtenção de muitos conhecimentos, essenciais para o meu crescimento profissional.

Ao meu supervisor de campo, César Goularte, por toda a atenção e auxílio no trabalho desenvolvido. Agradeço também ao Rudemar, pelo apoio e todas as contribuições.

À minha querida orientadora, Paula Tramontim Pavei, que com muita dedicação, atenção e paciência, dedicou seu tempo para me orientar neste trabalho.

Ao Eduardo de Oliveira Nosse, pelo auxílio prestado em todos os momentos, me proporcionando ajuda e transmitindo ensinamentos que foram de grande relevância para a elaboração deste trabalho. Agradeço ainda, por aceitar compor minha banca examinadora.

Aos técnicos responsáveis pelo laboratório de controle da poluição atmosférica do IPAT, pela ajuda e por todas as contribuições.

A todos os professores que contribuíram com o meu aprendizado, ao longo de toda a graduação. Em especial a professora Marta Valéria Guimarães de Souza Hoffmann, por aceitar o convite para participar do enriquecimento deste trabalho.

“Vá em busca do seu sonho. Se tropeçar, não pare nem perca de vista sua meta. Continue subindo. Só do alto podemos apreciar toda a paisagem”

Pedro Bial

RESUMO

A poluição atmosférica está relacionada diretamente com a atividade antrópica, que vem intensificando a deterioração da qualidade do ar com o aumento do lançamento de poluentes na atmosfera, decorrentes de diversas tipologias de fontes de emissões. Esta problemática ambiental acarreta danos tanto a saúde, quanto ao meio ambiente. Frente a isso, as agências reguladoras têm um importante papel, pois através do licenciamento ambiental devem desempenhar suas funções, exigindo que as fontes potencialmente poluidoras assegurem a manutenção da qualidade do ar, com base no atendimento dos padrões aplicáveis. Deste modo, os relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e qualidade do ar tornam-se ferramentas essenciais, pois permitem a avaliação da potencial contribuição de poluição das fontes. Ainda, para que se tenha um maior controle sobre as fontes fixas, a fiscalização ambiental, instrumento de controle paralelo ao licenciamento, deve ser efetuada, subsidiando assim informações ao órgão ambiental quanto às atividades realizadas de forma lesiva ao meio ambiente. Para que as atividades desenvolvidas pelos profissionais do órgão ambiental licenciador acarretem em ações eficazes, que conduzam as fontes potencialmente poluidoras à minimização dos níveis de poluentes lançados para a atmosfera, faz-se necessário que os mesmos tenham um maior embasamento na área de poluição atmosférica, bem como que suas ações sejam padronizadas. Em função disto, o presente trabalho teve como objetivo criar metodologias para auxiliar os técnicos de órgãos ambientais na fiscalização e análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e de qualidade do ar. Para atingí-lo foram realizadas pesquisas apoiadas em uma revisão bibliográfica, seguido de um levantamento de dados para subsidiar a elaboração dos procedimentos. A coleta de dados compreendeu diferentes etapas como análise documental em relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e de qualidade do ar, em legislações e normas técnicas pertinentes ao tema; observação assistemática através da fiscalização ambiental em fontes potencialmente poluidoras e entrevistas não estruturadas com técnicos responsáveis pelos principais laboratórios de controle de poluição atmosférica da região. O procedimento para fiscalização em fontes potencialmente poluidoras contemplou basicamente as etapas de planejamento da ação para posterior execução da fiscalização ambiental. O procedimento para análise de relatórios de emissões atmosféricas abrangeu o planejamento inicial para definição dos poluentes a serem monitorados, a avaliação de dados referentes à execução do monitoramento, informações gerais da fonte que devem ser verificadas subsidiando assim as condições em que a amostragem foi realizada, resultados do monitoramento, bem como documentos que devem estar presentes no relatório e recomendações. Já o procedimento para análise de relatórios de monitoramento da qualidade do ar resultou na demonstração das principais etapas necessárias para uma avaliação adequada dos resultados, gerando dados que subsidiem medidas a serem executadas para evitar o impacto ambiental na saúde e no meio ambiente. Em função das constatações efetuadas, é imprescindível que se dê a continuidade aos estudos, sobretudo a partir da aplicação das ferramentas sugeridas, possibilitando a melhoria contínua dos procedimentos através de revisões.

Palavras-chave: Poluição atmosférica. Monitoramento de emissões atmosféricas. Monitoramento da qualidade do ar. Fiscalização ambiental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Trem de amostragem	26
Figura 2 – A – Amostrador de grande volume para coleta de partículas totais em suspensão; B – Amostrador de grande volume para coleta de partículas de até 10 μm (MP_{10}).....	30
Figura 3 – A – Amostrador de pequeno volume: monogás; B – Amostrador de pequeno volume: trigás; C – Amostrador de pequeno volume: OPS/OMS	31
Figura 4 – Fiscalização ambiental em fontes fixas de emissões atmosféricas.....	84
Figura 5 – Layout do programa para verificação dos resultados.....	91
Figura 6 – Planilha para verificação dos resultados conforme a Resolução CONAMA nº 382/2006 para a combustão de óleo combustível.....	92
Figura 7 – Planilha para verificação dos resultados conforme a Resolução SEMA nº 54/2006 para a combustão de óleo combustível	93
Figura 8 – Planilha para verificação dos resultados conforme a Resolução CONAMA nº 3/1990 para o monitoramento da qualidade do ar.....	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais fontes de poluição e os respectivos compostos emitidos.....	23
Quadro 2 – Poluentes provenientes da queima de combustíveis.....	24
Quadro 3 – Área de abrangência da Coordenaria Regional de Tubarão	42
Quadro 4 – Legislações analisadas no âmbito Federal e Estadual	44
Quadro 5 – Normas técnicas analisadas, referentes ao monitoramento das emissões atmosféricas e monitoramento da qualidade do ar.....	45
Quadro 6 – Métodos de amostragem e análise de emissões atmosféricas	60
Quadro 7 – Poder calorífico inferior dos combustíveis	65
Quadro 8 – Metodologia aplicada à representatividade de dados.....	72
Quadro 9 – Métodos de amostragem para o monitoramento da qualidade do ar	74
Quadro 10 – Métodos de amostragem e análise da qualidade do ar	74
Quadro 11 – Padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição.....	75
Quadro 12 – Estrutura do Índice de Qualidade do Ar.....	77
Quadro 13 – Qualidade do ar e efeitos a saúde.....	77
Quadro 14 – Padrões de qualidade do ar determinados pela CETESB	78
Quadro 15 – Dados para realização do cálculo da altura física da chaminé	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGV	Amostrador de Grande Volume
ANP	Agência Nacional do Petróleo
APV	Amostrador de Pequeno Volume
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CH ₄	Metano
CIPA	Coletor Isocinético para Poluentes Atmosféricos
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CODAM	Coordenaria de Desenvolvimento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
CPV	Calibrador Padrão de Vazão
CQA	Controle de Qualidade Analítica
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CRQ	Conselho Regional de Química
CTGÁS	Centro de Tecnologias do Gás
EPA	Environmental Protection Agency
FATMA	Fundação do Meio Ambiente
FCEI	Formulário de Caracterização do Empreendimento
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
FMC	Fumaça
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HC	Hidrocarbonetos
HCl	Ácido Clorídrico
HF	Fluoreto de Hidrogênio

H ₂ S	Gás sulfídrico
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IN	Instrução Normativa
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPAT	Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas
IQAr	Índice de Qualidade do Ar
LAP	Licença Ambiental Prévia
LAI	Licença Ambiental de Instalação
LAO	Licença Ambiental de Operação
MAA	Média Aritmética Anual
MGA	Média Geométrica Anual
MP	Material Particulado
MPV	Medidor Padrão de Volume
NBR	Norma Brasileira
NH ₃	Amônia
NO	Monóxido de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
O ₂	Gás Oxigênio
O ₃	Ozônio
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PI	Partículas Inaláveis
POP	Procedimento Operacional Padrão
PQAr	Padrão da Qualidade do Ar
PRONAR	Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PTS	Partículas Totais em Suspensão
SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SINFAT	Sistema de Informações Ambientais

SO ₂	Dióxido de Enxofre
SO ₃	Trióxido de Enxofre
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCU	Tribunal de Contas da União
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	17
2.1.1 Poluentes atmosféricos e seus efeitos	18
2.1.1.1 Material particulado (MP)	19
2.1.1.2 Dióxido de enxofre (SO ₂).....	20
2.1.1.3 Monóxido de carbono (CO)	20
2.1.1.4 Hidrocarbonetos (HC).....	21
2.1.1.5 Óxidos de nitrogênio (NO _x).....	21
2.1.1.6 Ozônio (O ₃).....	22
2.2 FONTES DE POLUIÇÃO DO AR	22
2.3 MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	24
2.3.1 Monitoramento de emissões atmosféricas	25
2.3.2 Monitoramento da qualidade do ar	28
2.3.2.1 Amostrador de Grande Volume (AGV)	29
2.3.2.2 Amostrador de Pequeno Volume (APV)	30
2.4 LICENCIAMENTO E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL.....	32
2.5 LEGISLAÇÕES RELACIONADAS À POLUIÇÃO DO AR	34
2.5.1 Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989	34
2.5.2 Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990	36
2.5.3 Resolução CONAMA nº 8, de 06 de dezembro de 1990	36
2.5.4 Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006	37
2.5.5 Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011	38
2.5.6 Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009	39
2.5.7 Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006	40
3 METODOLOGIA	42
3.1 ÁREA DE ESTUDO	42
3.2 MÉTODO DE PESQUISA	43
3.2.1 Levantamento de dados	44
3.2.2 Elaboração dos procedimentos	46
3.2.3 Programa de verificação dos resultados do monitoramento da poluição atmosférica	49

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	51
4.1 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	51
4.1.1 Planejamento inicial.....	52
4.1.2 Análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas.....	56
4.2 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	68
4.2.1 Planejamento inicial.....	69
4.2.2 Análise de relatórios de monitoramento da qualidade do ar	72
4.3 PROCEDIMENTO PARA FISCALIZAÇÃO DE POTENCIAIS FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	82
4.4 PROGRAMA DE VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	91
5 CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS.....	99
APÊNDICES	110
APÊNDICE A – PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS.....	111
APÊNDICE B – PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	142
APÊNDICE C – PROCEDIMENTO PARA FISCALIZAÇÃO DE POTENCIAIS FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS.....	164

1 INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica não é um processo recente, contudo a atividade antrópica vem intensificando esta problemática com o lançamento contínuo de grandes quantidades de substâncias poluentes, seja por fontes fixas ou móveis. O aumento quantitativo das emissões de poluentes torna sua capacidade de regeneração na atmosfera reduzida e devido sua acumulação compromete a qualidade deste compartimento ambiental (MOTA, 1997; INEA, 2013).

Segundo Braga et al (2002), os poluentes atmosféricos estão diretamente associados a problemas locais e globais. Os problemas locais de poluição do ar dependem dos poluentes gerados e das condições climáticas existentes para a dispersão. Já os problemas globais envolvem o aquecimento global, destruição da camada de ozônio e a chuva ácida. Estes fatos podem acarretar efeitos adversos ao homem e ao meio ambiente, ocasionando danos à saúde, aos materiais, a fauna, a flora e redução da visibilidade.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) “estima que, anualmente, mais de dois milhões de pessoas podem morrer no mundo por problemas respiratórios causados pela poluição” (ONU, 2011, s.p). A mesma classifica a poluição do ar como um dos maiores perigos a saúde humana e ressalta a necessidade de uma ação global eficiente, que conduza a minimização dos níveis de poluentes na atmosfera (ONU, 2013).

As diversidades de processos produtivos e de fontes energéticas geram quantidades significativas de poluentes, tanto no interior de suas unidades, quanto em suas emissões. Segundo Derisio (2000), as indústrias são as fontes com maior potencial poluidor, sendo que as emissões atmosféricas das atividades industriais são resultantes das características do processo de fabricação.

Dentro desse contexto, o órgão ambiental licenciador tem um importante papel, pois através das exigências do licenciamento ambiental as fontes potencialmente poluidoras deverão desempenhar suas atividades evitando a degradação da qualidade do ar. Conforme o IBAMA (2002, p. 7), o licenciamento ambiental é o “instrumento capaz de formalizar o papel pró-ativo do empreendedor, garantindo aos detentores das licenças o reconhecimento público de que suas atividades serão realizadas com a perspectiva de promover a qualidade ambiental”.

Para tanto, os órgãos ambientais devem assegurar que as ações que

impactam o meio ambiente sejam conduzidas nos termos da legislação vigente (TCU, 2004). A fim de manter a qualidade do ar em níveis seguros, de modo a evitar os efeitos da poluição atmosférica, as agências reguladoras devem avaliar a concentração dos poluentes que estão sendo emitidos pelas fontes de emissão. Assim, os relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e qualidade do ar tornam-se ferramentas essenciais para avaliação da potencial contribuição de poluição destas fontes.

A partir de uma interpretação adequada dos relatórios é possível obter dados que contribuam para a definição de diagnósticos, norteando assim as exigências dos técnicos quanto à necessidade de ações de controle para diferentes tipologias de fontes. Além disso, como forma de corroborar na avaliação das fontes fixas, tem-se a fiscalização ambiental, por meio desta é possível verificar se as mesmas estão assegurando o adequado controle das emissões atmosféricas.

Os órgãos ambientais necessitam de profissionais capacitados, aptos para executarem ações que direcionem as fontes fixas a contribuir com a minimização dos efeitos negativos gerados pela poluição do ar. No entanto, são observadas carências com relação ao embasamento técnico-científico dos técnicos na área de poluição atmosférica, além da falta de metodologias claras e práticas para analisar este problema. Tal fato conduz os profissionais a encontrarem certas dificuldades para realização de atividades que envolvem o controle da qualidade do ar.

Diante do exposto, torna-se de suma importância o desenvolvimento de metodologias relacionadas à temática da poluição atmosférica, que orientem os técnicos na execução de uma fiscalização adequada nas fontes de emissões, bem como na análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e de qualidade do ar. Estas metodologias devem fornecer informações necessárias ao técnico do órgão ambiental, garantindo maior cobrança e adequação das fontes potencialmente poluidoras.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver procedimentos para subsidiar aos técnicos de órgãos ambientais as exigências legais de fiscalização e licenciamento ambiental com enfoque na poluição atmosférica. Já, como objetivos específicos definiram-se: a) Identificar legislações e normas aplicáveis à poluição atmosférica; b) Elaborar procedimento para análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e de qualidade do ar; c)

Elaborar um programa para auxiliar na verificação dos resultados apresentados nos relatórios de avaliação de poluição atmosférica; d) Elaborar procedimento para fiscalização de potenciais fontes de emissões atmosféricas; e) Desenvolver um *check list* para auxiliar na fiscalização ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

O ar é um recurso natural essencial para a vida, sendo constituído por uma mistura de gases contendo nitrogênio (78,11%), oxigênio (20,95%), argônio (0,934%) e dióxido de carbono (0,033%). Além destes, encontram-se o hidrogênio, metano, óxido nitroso e gases nobres como o neônio (0,002%) e hélio (0,0005%). O ar contém ainda, vapor d'água, ozônio, dióxido de enxofre e outros componentes em concentrações variáveis (BRAGA et al, 2002).

Segundo Derisio (2000, p. 88), “o uso básico do recurso natural ar é manter a vida. Todos os outros usos devem sujeitar-se à manutenção de uma qualidade de ar que não degradará, aguda ou cronicamente, a saúde ou bem-estar humano”.

Porém, a composição do ar está sofrendo alterações devido à utilização inadequada cada vez mais intensa desse recurso. Como resultado do uso indiscriminado ou abusivo, surge a poluição atmosférica, tornando o ar prejudicial a todas as formas de vida na Terra (DERISIO, 2000).

A poluição atmosférica não é um processo recente, surgiu a milhares de anos com o lançamento de gases e material particulado, através de atividades vulcânicas e tempestades. Contudo, ao longo do tempo a atividade antrópica intensificou a degradação da qualidade do ar, tornando-o um problema ambiental significativo tanto para saúde, quanto ao bem-estar das pessoas e do meio ambiente (INEA, 2013).

Segundo Gomes (2001, p. 17) a poluição do ar “significa a presença na atmosfera de um ou mais contaminantes, ou a sua combinação em quantidades ou com uma duração tal que possam vir a ser considerados nocivo para a vida humana, vegetal, animal ou bens”.

De acordo com Mouvier e Machado (1997, p. 7), a poluição atmosférica pode ser considerada “uma modificação das propriedades físicas ou químicas da composição do ar, de tal forma que é percebida pelos que vivem no ambiente”.

2.1.1 Poluentes atmosféricos e seus efeitos

A Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, em seu artigo 1º, parágrafo único, define poluente atmosférico como “qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos” (BRASIL, 1990a, p. 1).

Os poluentes atmosféricos são substâncias presentes no ar em concentrações que podem alterar de forma nociva a composição deste compartimento, capazes de produzir efeitos mensuráveis sobre a saúde, bem estar público, aos materiais, à fauna e à flora, a segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (DERISIO, 2000).

As concentrações de poluentes na atmosfera, segundo Braga et al (2002, p.171) “dependem do clima, topografia, densidade populacional, do nível e do tipo das atividades industriais locais”. Ainda, conforme Mota (1997, p.149), “a concentração de um poluente atmosférico, em uma determinada área receptora, depende do tipo de fonte e da concentração com que foi lançado, bem como das condições de dispersão do mesmo na atmosfera”.

As quantidades de poluentes presentes no ar determinam o nível de poluição atmosférica. Os poluentes que podem ser encontrados na atmosfera são variados, este fato dificulta o estabelecimento de uma classificação. De modo a facilitar seu estudo, os poluentes atmosféricos podem ser divididos em duas categorias quanto a sua origem, em primários e secundários (CETESB, 2013a).

Os poluentes primários são emitidos na atmosfera pelas fontes que os produzem, são exemplos deste tipo de poluente: material particulado (fumos, poeiras, névoas), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), compostos de enxofre (SO₂, H₂S, entre outros), hidrocarbonetos e clorofluorcarbonos (MOTA, 1997).

Os poluentes secundários são aqueles que se formam na atmosfera através de reações químicas que ocorrem entre os poluentes primários e os constituintes naturais da atmosfera. Como exemplo se tem o SO₃ (formado pelo SO₂ e O₂ no ar) que reage com o vapor d'água para produzir o ácido sulfídrico (H₂SO₄) (BRAGA et al, 2002).

De acordo com a CETESB (2013a) e enfatizado também por Derisio (2000), em virtude de sua ocorrência e efeitos adversos, são considerados como

principais poluentes atmosféricos: material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos como o ozônio (O_3), hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x), sendo estes adotados universalmente como indicadores de qualidade do ar.

2.1.1.1 Material particulado (MP)

“Entende-se por material particulado as partículas de material sólido e líquido capazes de permanecer em suspensão” (BRAGA et al, 2002, p.172). Segundo Vesilind e Morgan (2011), os particulados em geral são provenientes de poeira, vapor, névoa, fumaça ou spray.

O material particulado pode ser resultante de fontes naturais como atividades vulcânicas, vento, vegetais, vírus e bactérias; e de fontes antrópicas como processos de combustão e industriais, veículos automotores, construções diversas e entre outros (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2004).

Conforme a CETESB (2013a), o material particulado pode ocasionar sérios problemas à saúde. Tais efeitos estão relacionados, sobretudo, com o tamanho das partículas, sendo que quanto menores as partículas, maiores serão os efeitos provocados. Deste modo, o material particulado pode ser classificado como:

- Partículas totais em suspensão (PTS): Material particulado cujo diâmetro aerodinâmico é menor que $50 \mu\text{m}$. Estas partículas podem afetar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, interferindo nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades normais da comunidade. Devido ao seu tamanho, as partículas ficam retidas no nariz e na garganta, provocando incômodo e irritação (CETESB, 2013a; IAP, 2013a).
- Partículas inaláveis (PI): As partículas inaláveis são as que apresentam diâmetro menor que $10 \mu\text{m}$. As mesmas ainda recebem uma subdivisão: partículas inaláveis finas que são menores que $2,5 \mu\text{m}$ (MP_{2,5}); e partículas inaláveis grossas de tamanho entre $2,5 \mu\text{m}$ a $10 \mu\text{m}$ (MP_{10-2,5}). As partículas finas devido ao seu tamanho atingem os alvéolos pulmonares, já as grossas tendem a se depositarem nas primeiras vias respiratórias (CETESB, 2013a).
- Fumaça (FMC): Feita de partículas sólidas, formadas pela combustão incompleta de materiais carbonáceos. Suas partículas possuem diâmetros de $0,05$ até aproximadamente $1 \mu\text{m}$ (VESILIND; MORGAN, 2011).

Em linhas gerais, de acordo com Mota (1997), o material particulado causa consequências como redução da visibilidade, produção de corrosão e sujeira em superfícies (roupas, prédios, monumentos), além disso, carregam poluentes tóxicos para os pulmões.

2.1.1.2 Dióxido de enxofre (SO₂)

O dióxido de enxofre é produzido por fontes antropogênicas, oriundo da queima de combustíveis que contenham enxofre em sua composição, como óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina. Pode ser produzido ainda por fontes naturais, como vulcões e emissões de reações biológicas (FEPAM, 2013).

Este poluente é um gás incolor, com forte odor e altamente solúvel. O dióxido de enxofre em contato com o ar forma o SO₃ que na presença de vapor d'água produz o ácido sulfídrico (H₂SO₄), sendo um dos principais constituintes da chuva ácida (FEPAM, 2013).

Os efeitos desse gás estão relacionados com a saúde humana, devido ao potencial de causar danos ao aparelho respiratório, e também com a chuva ácida que ocasiona efeitos a plantas e corrosão de materiais (ferro, aço, mármore) (MOTA, 1997).

2.1.1.3 Monóxido de carbono (CO)

O monóxido de carbono é um gás incolor, inodoro e insípido, oriundo principalmente de fontes antropogênicas e naturais. A contribuição humana ocorre, sobretudo, na queima incompleta de combustíveis fósseis e outros materiais que contenham carbono em sua composição. As fontes naturais de CO são as queimadas e reações fotoquímicas (FEPAM, 2013).

A maior fonte de emissão de CO para a atmosfera são os veículos automotores, sendo, portanto um poluente encontrado em áreas urbanas com tráfego intenso (CETESB, 2013a).

Este poluente é considerado muito perigoso para a saúde humana, pois possui afinidade com a hemoglobina do sangue cerca de 210 vezes mais do que pelo oxigênio, formando a carboxihemoglobina, a qual reduz a capacidade do sangue em transportar oxigênio (DERISIO, 2000).

Ainda, conforme Derisio (2000, p. 102), “baixos níveis de carboxihemoglobina já podem causar diminuição na capacidade de estimar intervalos de tempo e podem diminuir os reflexos e a acuidade visual da pessoa exposta”.

2.1.1.4 Hidrocarbonetos (HC)

“Os hidrocarbonetos são resultantes da queima incompleta dos combustíveis, bem como da evaporação desses combustíveis e de outros materiais, a exemplo os solventes orgânicos” (BRAGA et al, 2002, p.172).

Os hidrocarbonetos, cuja ação ocorre a nível local e regional, compreendem uma mistura de diversos compostos, podendo-se destacar os aldeídos, os ácidos orgânicos, os compostos aromáticos e as olefinas. Os HC provenientes das emissões veiculares são significativos em seus efeitos. As parafinas, as olefinas e compostos aromáticos têm importância na formação de oxidantes na atmosfera, além de causar possíveis danos à saúde (AZUAGA, 2000 apud SANTOS JUNIOR, 2006, p. 30).

De acordo com Mota (1997, p. 150), os hidrocarbonetos são “carcinogênicos e reagem com os óxidos de nitrogênio produzindo oxidantes fotoquímicos”.

2.1.1.5 Óxidos de nitrogênio (NO_x)

O óxido de nitrogênio é um gás incolor e inodoro, formado por fontes antropogênicas durante processos de combustão, e por fontes naturais como processos biológicos no solo e relâmpagos (FEPAM, 2013).

Após o lançamento na atmosfera de óxido de nitrogênio (NO), o mesmo reage com o oxigênio na presença de luz solar e se transforma em dióxido de nitrogênio (NO₂), que possui um papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos como o ozônio (CETESB, 2013a).

Os óxidos de nitrogênio trazem prejuízos à saúde, pois são carcinogênicos e tóxicos ao homem, podem causar irritação da mucosa, danos às plantas, chuvas ácidas e reagem com os hidrocarbonetos produzindo oxidantes fotoquímicos (MOTA, 1997).

2.1.1.6 Ozônio (O₃)

O ozônio é um gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica, mais conhecida como smog, que possui este nome porque causa na atmosfera a diminuição da visibilidade (FEPAM, 2013).

Os oxidantes fotoquímicos são resultantes da reação entre os compostos orgânicos voláteis e os óxidos de nitrogênio, na presença da luz solar. Como produto desta reação, o ozônio tem sido utilizado como parâmetro indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera (CETESB, 2013a).

De acordo com a CETESB (2013a, p. 1),

o ozônio encontrado na faixa de ar próxima do solo, onde respiramos, chamado de “mau ozônio”, é tóxico. Entretanto, na estratosfera (a cerca de 25 km de altitude) o ozônio tem a importante função de proteger a Terra, como um filtro dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol.

Tal poluente pode causar além de prejuízos à saúde, como irritação severa dos olhos e pulmões, danos à vegetação, deteriorar borrachas, produtos sintéticos, dentre outros (MOTA, 1997). Derisio (2000, p. 102) relata que “a presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera tem sido associada com a redução da capacidade pulmonar e com o agravamento de doenças respiratórias, como a asma”.

2.2 FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

Os poluentes atmosféricos podem originar-se de fontes naturais e de fontes potencialmente numerosas, como as antrópicas. As fontes naturais, dependendo dos poluentes considerados, são tão importantes quanto às fontes antrópicas (MOUVIER; MACHADO, 1997).

De acordo com Mota (1997), podem ser mencionados como fontes naturais de emissões, os vulcões (emissão de SO₂, particulados), florestas (queimadas, produção de SO₂, NO_x e CO₂), desnitrificação por bactérias (produção de NO_x, a partir do solo e da água) e decomposição anaeróbia de matéria orgânica (geração de H₂S e CH₄).

As fontes antrópicas podem ser citadas como sendo,

indústrias; meios de transporte; destruição e queima da vegetação; queima de combustíveis; queima do lixo; aplicação de agrotóxicos; fermentação de resíduos (dejetos, lixos, etc.); uso de “sprays”, refrigeração, fabricação de espumas plásticas, solventes; compostos radioativos (MOTA, 1997, p. 147).

As fontes de poluição podem ser classificadas ainda, em móveis e estacionárias. Essa distinção entre os tipos de fontes é de suma importância para o controle de poluição do ar, pois o tratamento do problema é distinto para cada caso (BRAGA et al, 2002).

As fontes móveis produzem cargas difusas, são “constituídas por veículos, aviões, motocicletas, barcos, locomotivas e etc.” (MOTA, 1997, p. 147). Já as fontes estacionárias ou fixas produzem cargas pontuais de poluentes, são representadas por atividades individualmente significativas, devido à intensidade e variedade de poluentes emitidos, em grande parte pelas indústrias (processos e operações). As fontes fixas contemplam ainda as atividades pouco representativas como queimadas, lavanderias, queima de combustíveis em padarias, hotéis e atividades não industriais (PIRES, 2005).

O quadro 1 demonstra de uma forma simplificada os principais poluentes atmosféricos produzidos pelos diversos tipos de fontes de emissão.

Quadro 1 – Principais fontes de poluição e os respectivos compostos emitidos

Fontes		Poluentes
Estacionárias	Combustão	Material Particulado, Dióxido e Trióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Hidrocarbonetos e Óxidos de Nitrogênio
	Processo Industrial	Material Particulado (fumos, poeiras e névoas) Gases (SO ₂ , SO ₃ , HCl, Hidrocarbonetos, Mercaptanas, H ₂ S, HF e NO _x)
	Queima de Resíduos Sólidos	Material Particulado Gases (SO ₂ , SO ₃ , HCl, NO _x)
	Outros	Hidrocarbonetos e Material Particulado
Móveis	Veículos: Gasolina, Diesel, Álcool, Aviões, Motocicletas, Barcos, Locomotivas, etc.	Material Particulado, Monóxido de Carbono, Óxidos de Enxofre, Óxidos de Nitrogênio, Hidrocarbonetos, Aldeídos, Ácidos Orgânicos
Naturais		Material Particulado (poeiras) Gases (SO ₂ , H ₂ S, CO, NO, NO ₂ , Hidrocarbonetos)
Reações químicas na atmosfera		O ₃ , Aldeídos, Ácidos Orgânicos, Nitratos, Orgânicos, Aerosol Fotoquímico

Fonte: Derisio, 2000, p.100.

Segundo Derisio (2000), as indústrias são as fontes com maior potencial poluidor. As emissões atmosféricas das atividades industriais são resultantes das características do processo de fabricação, como matérias-primas, insumos e combustíveis utilizados no processo.

As emissões provenientes da combustão em fontes fixas dependem além do combustível utilizado e sua composição, do tipo e tamanho da caldeira, tecnologias de controle, bem como do nível de manutenção dos equipamentos (EPA, 2010). De forma geral, no quadro 2 são apresentados os poluentes atmosféricos emitidos em função da queima de determinados combustíveis.

Quadro 2 – Poluentes provenientes da queima de combustíveis

Combustível	Poluentes				
	MP	SO _x	NO _x	CO	COV
Carvão	X	X	X	X	X
Óleo combustível	X	X	X	X	X
Gás natural	X	X	X	X	X
Resíduos de madeira	X	X	X	X	X
Bagaço de cana	X	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de EPA, 2010; ECP, 1982.

A queima de combustíveis fósseis contribui de forma significativa com a poluição do ar. Ressalta-se que as taxas de emissão de poluentes para a atmosfera variam de acordo com o tipo de combustível utilizado, portanto, a escolha de combustíveis menos poluentes e sistemas de controle adequados são fundamentais para contribuir com a redução da poluição neste compartimento ambiental.

2.3 MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

O monitoramento da poluição atmosférica pode ser classificado em monitoramento de emissões e monitoramento da qualidade do ar. Estas ferramentas têm como função avaliar as emissões de poluentes lançados na atmosfera e dispersos no ar, respectivamente.

2.3.1 Monitoramento de emissões atmosféricas

O monitoramento de emissões atmosféricas pode ser entendido como “a avaliação sistemática de parâmetros físicos e/ou químicos, associados direta ou indiretamente às substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, lançadas/dispersas no ar por uma determinada atividade” (CETESB, 2010a, p. 02).

O monitoramento das emissões atmosféricas pode ser realizado de duas maneiras, com medição direta e sem medição direta. A medição direta conforme a Resolução CONAMA n° 382/2006, pode ser realizada por métodos contínuos ou descontínuos (BRASIL, 2006).

O monitoramento contínuo de emissões atmosféricas é realizado por instrumentos de leitura contínua através de método: a) in-sito (em linha): onde “a célula de medição é colocada no próprio duto, tubulação ou fluxo. Esses instrumentos não necessitam extrair amostras para análise e são normalmente baseadas em propriedade óticas”, ou b) on-sito (extrativo): “esse tipo de instrumento extrai ao longo da linha de amostragem uma amostra da emissão, a qual é direcionada para uma estação de medição, onde a amostra é então analisada continuamente” (CETESB, 2010a, p. 5).

O método descontínuo de monitoramento pode ser denominado como amostragem em chaminés ou amostragem isocinética. Segundo a EPA (2001), a diferença essencial entre amostragem em chaminés e monitoramento contínuo das emissões é a duração do tempo durante o qual as medições são realizadas.

A amostragem em chaminés pode ser definida como um procedimento utilizado para avaliar as características dos fluxos gasosos industriais e determinar qualitativa e quantitativamente os poluentes gerados em processos e atividades industriais. O princípio básico deste método é extrair uma amostra, de volume conhecido, do efluente gasoso e após análises laboratoriais, tornar possível o cálculo da quantidade total do poluente analisado (CETESB, 2009a).

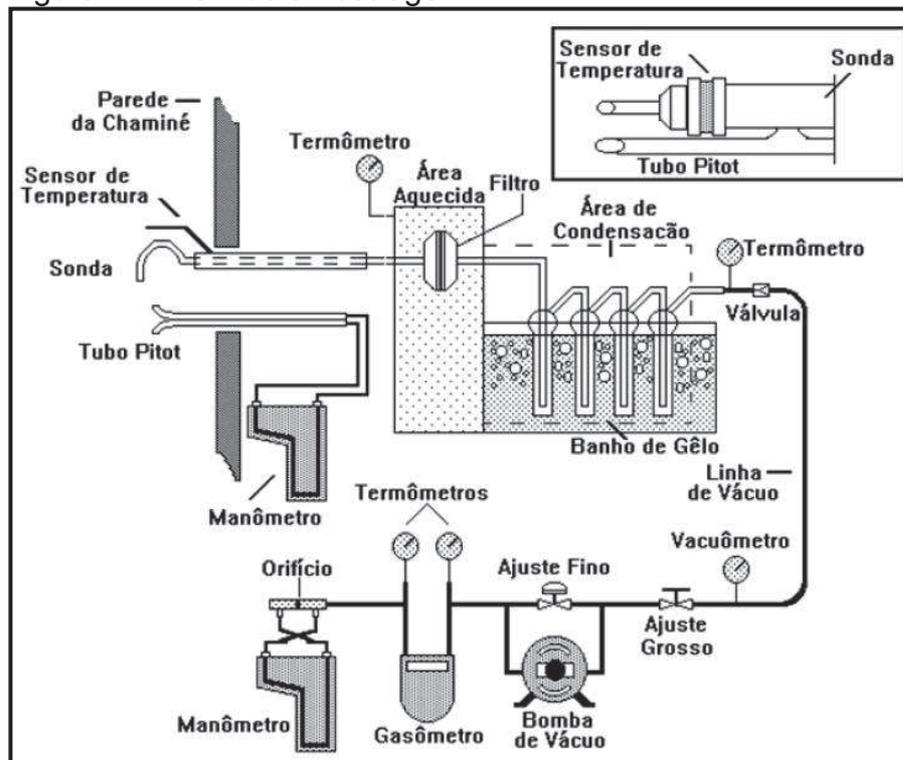
A amostragem de fluxos em dutos e chaminés para alguns poluentes deve ser isocinética, ou seja, a velocidade de aspiração a ser impressa pelo equipamento de medida deverá ser igual à velocidade com que os gases deverão estar sendo emitidos no local (ESMANHOTO, 2010).

O coletor isocinético para poluentes atmosféricos (CIPA) é o equipamento utilizado para a medição de emissões em fontes estacionárias.

Segundo a ABNT NBR 10700 (1989, p. 1), este equipamento é designado como trem de amostragem, “sistema montado especificamente com componentes necessários e adequados à coleta de amostras de que se deseja determinar”.

O princípio de operação do trem de amostragem (Figura 1) consiste basicamente em introduzir na chaminé a sonda de amostragem, tubulação que possui em sua extremidade a boquilha para a coleta da amostra.

Figura 1 – Trem de amostragem



Fonte: Energética, 1997.

Os gases coletados através da sonda são enviados para a caixa quente, as partículas contidas no fluxo de gases vão ficar retidas em filtros instalados dentro da caixa. Logo após, o fluxo de gases passa pela caixa fria, esta permanece num banho de gelo e possui quatro impingers (frascos lavadores) em baixa temperatura (ABNT NBR 10700, 1989; ENERGÉTICA, 1997).

Em seguida, os gases passam, através do cordão umbilical, para a caixa de controle. Nesta, primeiramente entram na bomba a vácuo e depois, seqüencialmente, no gasômetro (medidor de volume do gás seco) e no orifício calibrado, sendo então descarregados para a atmosfera (ENERGÉTICA, 1997, p. 2.5/11).

As medidas diretas se caracterizam por serem mais objetivas. “Contudo,

em casos onde esse método é complexo, custoso e/ou impraticável, outros poderão ser avaliados para se encontrar a melhor opção de monitoramento de determinado parâmetro” (CETESB, 2010a, p. 3). Seguindo a EPA (2001), as metodologias que podem ser adotadas para monitorar as emissões atmosféricas sem medição direta são:

- **Balanço de massa:** As emissões são estimadas pela diferença entre as quantidades de materiais de entrada e saída de um equipamento, processo ou em toda planta. Este método deve ser utilizado apenas quando não for possível realizar a estimativa das emissões por amostragem de chaminé, fatores de emissão ou outras técnicas disponíveis (LYRA; TOMAZ, 2006).

“Esse monitoramento é particularmente útil quando os fluxos de entrada e saída podem ser prontamente caracterizados, o que ocorre frequentemente para pequenos processos e operações” (CETESB, 2010a, p. 6).

- **Fator de emissão:** Segundo a Resolução CONAMA 382/2006, o fator de emissão é um “valor representativo que relaciona a massa de um poluente específico lançado para a atmosfera com uma quantidade específica de material ou energia processado, consumido ou produzido (massa/unidade de produção)” (BRASIL, 2006, p. 2).

- **Modelos de emissões:** A estimativa de emissões é feita por meio da utilização de equações e modelos matemáticos (CETESB, 2010a). Os modelos de emissões podem ser utilizados para estimar as emissões nos casos em que a abordagem convencional se torna muito complexa, ou nos casos em que são identificadas uma combinação de parâmetros que afetam as emissões, mas, individualmente não produzem o mesmo efeito (EPA, 2001).

- **Julgamento de engenharia:** A estimativa de emissão é realizada com base em informações e hipóteses disponíveis. “A melhor aproximação ou julgamento de engenharia é uma opção final para estimar as emissões, embora seja considerado o método menos desejável” (EPA, 2001, p. 1.4-9).

“A escolha de uma dessas alternativas de monitoramento depende da disponibilidade do método, confiabilidade dos dados, informações e custos” (CETESB, 2010a, p. 3).

2.3.2 Monitoramento da qualidade do ar

O monitoramento da qualidade do ar é um instrumento básico para o controle da poluição atmosférica. Através deste instrumento é possível determinar o nível de concentração dos poluentes presentes na atmosfera (IAP, 2009; INEA, 2013). Os resultados da quantificação de poluentes dispersos no ar devem estar de acordo com os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990.

Segundo a CETESB (2010b, p. 36), os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar, são:

- avaliar a qualidade do ar à luz de limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem estar das pessoas;
- obter informações que possam indicar os impactos sobre a fauna, flora e o meio ambiente em geral;
- acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devido às alterações nas emissões dos poluentes;
- conscientizar a população sobre os problemas de poluição do ar e permitir a adoção de medidas que ajudem a reduzi-la, bem como a adoção de medidas de proteção a saúde quando necessário;
- informar a população, órgãos públicos e sociedade em geral os níveis presentes da contaminação do ar;
- avaliar a qualidade do ar em situações específicas;
- fornecer dados para ativar ações de controle, quando os níveis de poluentes na atmosfera possam representar risco à saúde pública;
- fornecer dados para subsidiar estudos epidemiológicos;
- subsidiar o planejamento de ações de controle e licenciamento ambiental.

O monitoramento da qualidade do ar pode ser realizado por meio de estações manuais ou automáticas. O equipamento das estações manuais opera apenas em forma de coleta, ou seja, após a coleta a amostra é encaminhada para um laboratório, onde deve ser analisada. Este tipo de estação fornece médias diárias de poluentes atmosféricos e a partir destas médias é possível calcular a média anual. As estações automáticas possuem analisadores que realizam a coleta e análise dos poluentes simultaneamente, portanto, os resultados são armazenados em um sistema computadorizado. Desta forma, é possível se obter as médias horárias dos poluentes (IAP, 2009).

As estações de monitoramento da qualidade do ar possuem instrumentos que analisam além dos poluentes atmosféricos, parâmetros meteorológicos. É imprescindível que a avaliação da qualidade do ar em uma região leve em consideração as condições climáticas da área. Os fatores meteorológicos afetam

diretamente a qualidade do ar, pois determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes, mesmo com as emissões atmosféricas sendo mantidas (FEEMA, 2007; IAP, 2009).

Segundo Derisio (2000), alguns cuidados devem ser tomados quanto aos métodos analíticos e equipamentos utilizados, de modo a se obter resultados apropriados. O número de estações de amostragem e a frequência de amostragem também são fatores que devem ser levados em consideração.

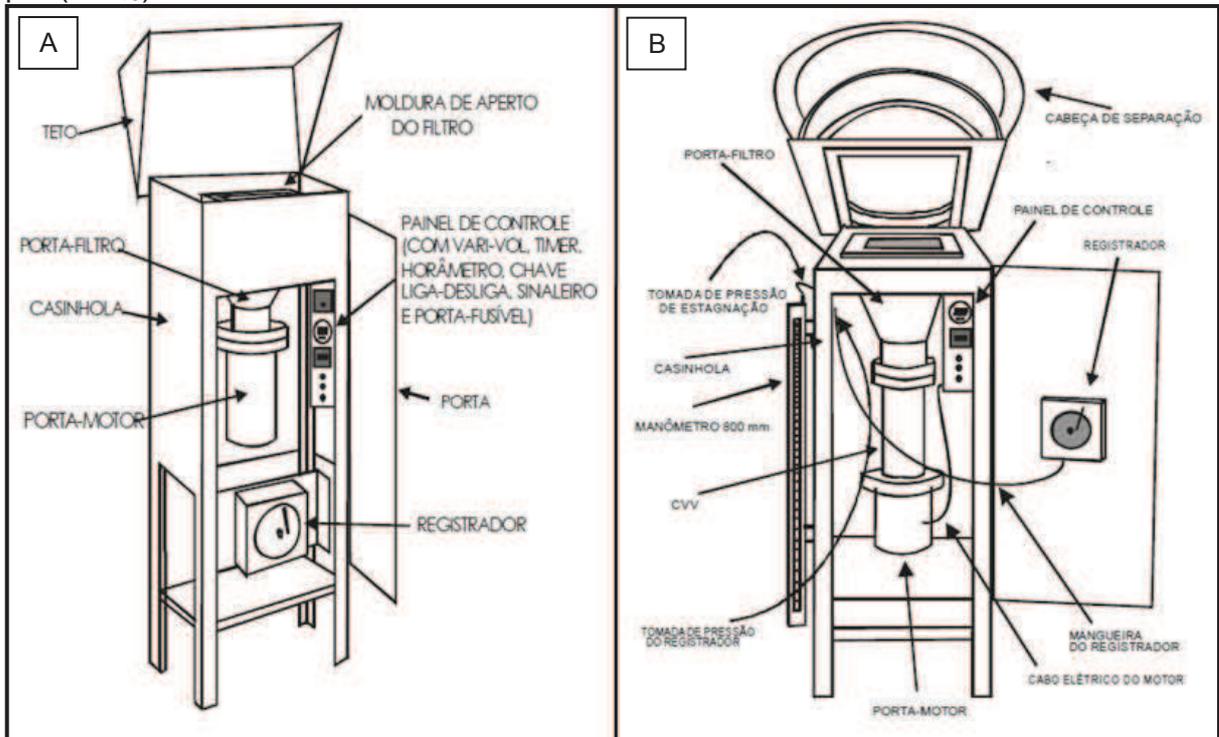
Os equipamentos utilizados para realizar o monitoramento da qualidade do ar, devem ser devidamente calibrados e possuir metodologia aprovada por órgãos competentes. Os principais equipamentos empregados no monitoramento de poluentes atmosféricos de forma manual são Amostrador de Grande Volume (AGV) e Amostrador de Pequeno Volume (APV).

2.3.2.1 Amostrador de Grande Volume (AGV)

O Amostrador de Grande Volume (AGV) é um equipamento que possui dois modelos, o AGV PTS (coleta partículas totais em suspensão (PTS)) e o AGV MP₁₀ (coleta partículas de até 10 µm (MP₁₀)). As características principais que diferenciam o AGV PTS do AGV MP₁₀, estão relacionadas à entrada do ar no equipamento e ao regime de vazão (ENERGÉTICA, 2012a).

O princípio básico destes equipamentos é o mesmo, coletar certa quantidade do ar ambiente direcionando a um filtro onde as partículas ficam retidas. O filtro é pesado antes e após a amostragem a fim de se determinar o ganho de massa. As concentrações de PTS e MP₁₀ no ar ambiente são estimadas através da divisão da massa de partículas coletadas pelo volume de ar amostrado, e é expressa em microgramas por metro cúbico (µg/m³) (ENERGÉTICA, 2012a; ENERGÉTICA, 2012b). A figura 2 demonstra os modelos de amostrador de grande volume (AGV) citados.

Figura 2 – A – Amostrador de grande volume para coleta de partículas totais em suspensão; B – Amostrador de grande volume para coleta de partículas de até 10 μm (MP_{10})

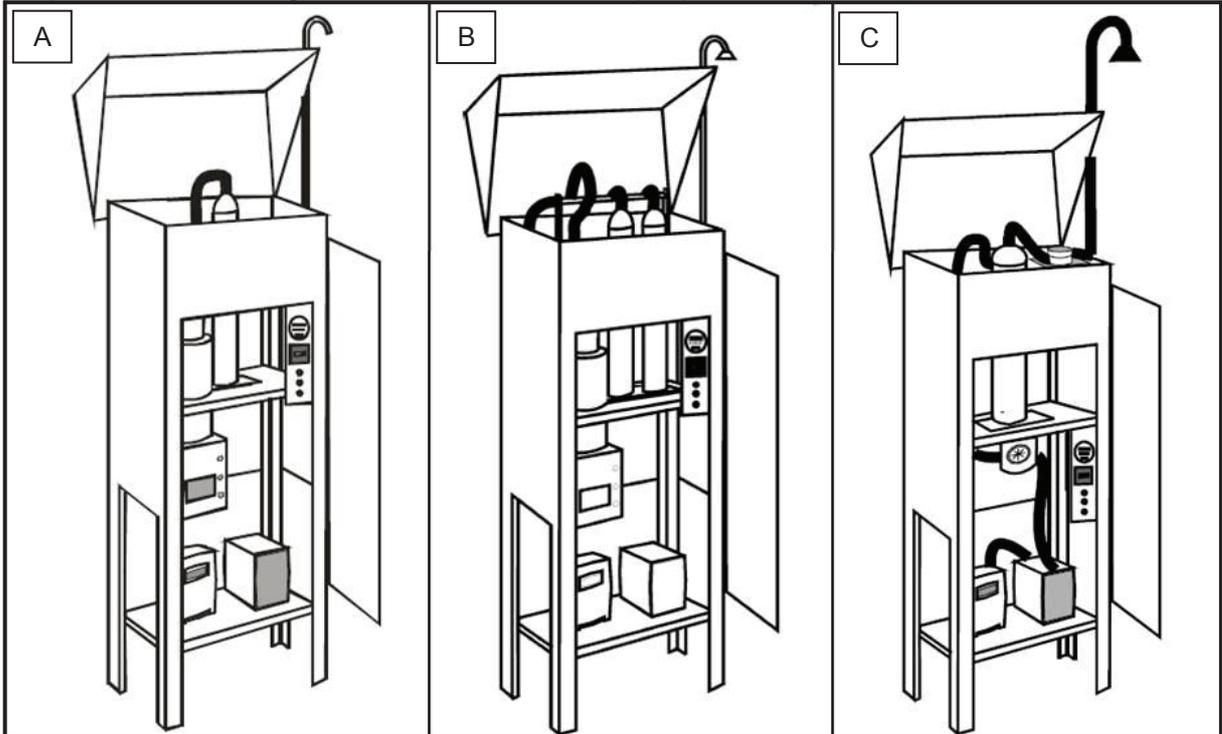


Fonte: Energética, 2012a; Energética, 2012b.

2.3.2.2 Amostrador de Pequeno Volume (APV)

O Amostrador de Pequeno Volume (APV) pode ser do tipo monogás (coleta um gás no ar ambiente); trigás (coleta de um a três gases simultaneamente no ar ambiente); e OPS/OMS (coleta fumaça e outros gases poluentes). (ENERGÉTICA, 2011; ENERGÉTICA, 2012c, ENERGÉTICA, 2012d). Os três modelos de amostradores estão ilustrados na figura 3.

Figura 3 – A – Amostrador de pequeno volume: monogás; B – Amostrador de pequeno volume: trigás; C – Amostrador de pequeno volume: OPS/OMS



Fonte: Energética, 2011; Energética, 2012c; Energética, 2012d.

Os dois primeiros modelos de APV demonstrados na figura 3, normalmente são utilizados quando se deseja determinar alguns destes poluentes: dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), ácido sulfídrico (H_2S) e amônia (NH_3) (ENERGÉTICA, 2011; ENERGÉTICA, 2012c).

A operação de amostragem dos equipamentos monogás e trigás é a mesma. O ar ambiente entra no trem de amostragem e mediante o uso de uma bomba a vácuo, o ar atmosférico é borbulhado através de reagentes apropriados e com vazão conhecida. O reagente retém especificamente o poluente desejado por meio de absorção e/ou reação química (ENERGÉTICA, 2011; ENERGÉTICA, 2012c).

Posteriormente, em laboratório, o reagente é analisado para quantificar a massa do gás poluente coletada. A massa dividida pelo volume total da amostra resulta na concentração média do poluente no ar atmosférico (ENERGÉTICA, 2011; ENERGÉTICA, 2012c).

O princípio de operação do amostrador OPS/OMS, distingui-se um pouco dos outros modelos de APV mencionados anteriormente. O amostrador é formado por um trem de amostragem e por meio do uso de uma bomba a vácuo, o ar

atmosférico é succionado com vazão conhecida. O ar passa inicialmente por um filtro para retenção da fumaça, e, em seguida, por um frasco borbulhador para retenção do gás que se deseja coletar. As amostras coletadas são então levadas para análise em laboratório (ENERGÉTICA, 2012d).

2.4 LICENCIAMENTO E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL

Segundo o art. 2º, inciso I da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o meio ambiente é qualificado “como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo” (BRASIL, 1981, s.p). Nesse sentido a Constituição Federal (1988), em seu art. 225º, assegura que o meio ambiente é “[...] bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, s.p).

Deste modo, com o intuito de assegurar a proteção do meio ambiente, o licenciamento ambiental e a fiscalização ambiental foram instituídos como instrumentos de controle prévio e concomitante, respectivamente. Através dos referidos instrumentos é possível que seja “verificada a possibilidade e regularidade de toda e qualquer intervenção projetada sobre o meio ambiente considerado” (MILARÉ, 2007, p. 404).

A Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, no disposto do Art. 1º, inciso I, define o licenciamento ambiental como sendo um:

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 (BRASIL, 1997, p.1).

Em linhas gerais, tem-se que por meio do licenciamento ambiental, “a administração pública busca exercer o necessário controle sobre as atividades humanas que interferem nas condições ambientais, de forma a compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação do equilíbrio ecológico” (MILARÉ, 2007, p. 406).

O Código Estadual do Meio Ambiente, Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, Art. 29º, estabelece que as atividades consideradas, por meio de Resolução do CONSEMA nº 13/2012 e 14/2012, potencialmente causadoras de degradação ambiental, são passíveis de licenciamento ambiental pelo Órgão Estadual do Meio Ambiente (SANTA CATARINA, 2009).

O procedimento de licenciamento ambiental deve seguir algumas etapas, de modo a viabilizar a concessão da licença ambiental, sendo estas definidas na Resolução CONAMA nº 237/1997. Ressalta-se que as etapas a serem seguidas pela FATMA, inclusive por suas coordenadorias regionais, estão estabelecidas no Decreto nº 2.955, de 20 de janeiro de 2010 (SANTA CATARINA, 2010a).

As etapas do licenciamento ambiental envolvem o preenchimento do Formulário de Caracterização do Empreendimento – FCEI que deverá ser realizado pelas atividades ou empreendimentos indicados na Resolução do CONSEMA. Após preenchimento do FCEI, este deve ser entregue a FATMA para que ocorra o cadastro do empreendimento no Sistema de Informações Ambientais – SINFAT, sendo que o mesmo indicará a instrução normativa – IN aplicável ao licenciamento, assim como o termo de referência – para os estudos ambientais necessários (SANTA CATARINA, 2010a).

Conforme a Resolução CONAMA nº 237/1997, Art. 8º, o Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

- Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
- Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
- Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (BRASIL, 1997, p.3).

Como instrumento de controle paralelo ao licenciamento ambiental, tem-se a fiscalização ambiental. Esta consiste de “ações de controle e vigilância destinadas a impedir o estabelecimento ou a continuidade de atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, ou ainda, daquelas realizadas em

desconformidade com o que foi autorizado" (IAP, 2013b, p.1).

Conforme o IBAMA (2007, p. 20), a fiscalização ambiental “apresenta-se como uma necessidade do Estado para fazer cumprir sua missão de defensor e propugnador dos interesses relativos à ordem jurídica e social”

O Código Estadual do Meio Ambiente dispõe no art. 14º, inciso XII, que cabe a FATMA “articular-se com a Polícia Militar Ambiental no planejamento de ações de fiscalização, no atendimento de denúncias e na elaboração de portarias internas conjuntas que disciplinam o rito do processo administrativo fiscalizatório”. Em casos de constatação de degradação ambiental, conforme art. 14º, inciso XIII, da legislação mencionada anteriormente, aplicam-se sanções administrativas aos infratores através da lavratura do auto de infração ambiental (SANTA CATARINA, 2009).

A Lei nº 9.506, de 12 de fevereiro de 1998 dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. O capítulo VI, regulamentado pelo Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008, refere-se especificamente a infração administrativa, nele estão estabelecidos definições, bem como o valor da multa a ser aplicada (BRASIL, 1998).

A fiscalização é poder e dever do estado, segundo determina a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/1981. Sendo, assim o agente de fiscalização deve exercer o poder de polícia administrativa para garantir a proteção do meio ambiente e o controle da poluição (IBAMA, 2007).

2.5 LEGISLAÇÕES RELACIONADAS À POLUIÇÃO DO AR

Na sequência serão apresentadas as principais legislações no âmbito federal e estadual, pertinentes ao controle da poluição do ar. O levantamento de tais legislações foi realizado com o intuito de fornecer diretrizes referentes aos critérios que devem ser adotados para garantir o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar.

2.5.1 Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989

A Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989 institui o Programa Nacional de Qualidade do Ar – PRONAR, instrumento de controle, preservação e

recuperação da qualidade do ar. O PRONAR possui como estratégia básica a limitação dos níveis de emissões de poluentes atmosféricos advindos de fontes poluidoras, por meio do estabelecimento de limites máximos de emissão (BRASIL, 1989).

O limite máximo de emissão pode ser definido como a quantidade de poluentes que pode ser lançada por fontes poluidoras para a atmosfera. “Os limites máximos de emissão serão diferenciados em função da classificação de usos pretendidos para as diversas áreas e serão mais rígidos para as fontes novas de poluição” (BRASIL, 1989, p. 1). O enquadramento das áreas de todo território nacional pode ser feito em três classes distintas, conforme a classificação de usos pretendidos descritas abaixo:

Classe I: Áreas de preservação, lazer e turismo, tais como Parques Nacionais e Estaduais, Reservas e Estações Ecológicas, Estâncias Hidrominerais e Hidrotermais. Nestas áreas deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica.

Classe II: Áreas onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade.

Classe III: Áreas de desenvolvimento onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão primário de qualidade.

Através de Resolução específica do CONAMA serão definidas as áreas Classe I e Classe III, sendo as demais consideradas Classe II (BRASIL, 1989, p. 2).

O uso de padrões de qualidade do ar é uma ação complementar de controle e referencial aos limites máximos de emissão. Existem dois tipos de padrões de qualidade do ar, os primários e secundários. Os padrões primários são as concentrações máximas toleráveis de poluentes, que se ultrapassados os limites, poderão causar danos à saúde da população. Os padrões secundários são as concentrações de poluentes em níveis desejados, abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, a fauna, a flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral (BRASIL, 1989).

Além disso, a Resolução CONAMA nº 5/1989 estabelece outras ferramentas estratégicas que visam à garantia do controle da qualidade do ar. São elas: Monitoramento da Qualidade do Ar; Gerenciamento do Licenciamento de Fontes de Poluição do Ar; Inventário Nacional de Fontes e Poluentes do Ar; Gestões políticas; Desenvolvimento Nacional na Área de Poluição do Ar; e Ações de curto, médio e longo prazo (BRASIL, 1989).

2.5.2 Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990

A Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, dispõe sobre os padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Esta Resolução foi criada devido à necessidade de se ampliar o número de poluentes atmosféricos passíveis de monitoramento e controle. Até então, a Portaria GM 0231, de 27 de abril de 1976 apresentava padrões de qualidade do ar, porém, apenas para quando houvesse informação científica sobre o assunto (BRASIL, 1990a).

De forma geral, os padrões de qualidade do ar são definidos como “as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral” (BRASIL, 1990a, p. 1).

Os limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 3/1990, estão divididos para cada poluente em padrões primários e secundários.

A aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido em classes I, II e III conforme o uso pretendido. A mesma resolução prevê ainda que enquanto não for estabelecida a classificação das áreas, os padrões aplicáveis serão os primários” (CETESB, 2010b, p. 25).

Os poluentes dispersos no ar devem ser quantificados, por meio de métodos de amostragem apropriados, para então serem comparados com os padrões de qualidade do ar estabelecidos. A Resolução CONAMA nº 3/1990, dispõe sobre quais são os métodos de amostragem adequados para a medição de cada poluente (BRASIL, 1990a).

A mesma Resolução estabelece ainda, os níveis críticos de qualidade do ar: nível de atenção, alerta e emergência. Estes níveis devem ser utilizados para a execução do plano de emergência para episódios críticos de poluição do ar. O objetivo do plano é prevenir os riscos a saúde da população, em casos de alta concentração de poluentes dispersos no ar (BRASIL, 1990a).

2.5.3 Resolução CONAMA nº 8, de 06 de dezembro de 1990

A Resolução CONAMA nº 8, de 06 de dezembro de 1990 estabelece os limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão

externa de fontes fixas de poluição. “Entre toda a tipologia industrial, os processos de combustão externa constituem-se no maior contingente de fontes fixas de poluentes atmosféricos, o que justifica ser a primeira atividade a ter emissões regulamentadas em nível nacional” (BRASIL, 1990b, p. 1).

O processo de combustão em fontes fixas é caracterizado pela queima de substâncias combustíveis realizada em equipamentos como “caldeiras; geradores de vapor; centrais para a geração de energia elétrica; fornos, fornalhas, estufas e secadores para a geração e uso de energia térmica; incineradores e gaseificadores” (BRASIL, 1990b, p. 1).

Os limites máximos de emissão instituídos foram para processos de combustão externa em fontes novas, com potências nominais totais até 70 MW e superiores. As fontes novas de poluição são aquelas pertencentes a empreendimentos, cuja licença ambiental prévia (LAP) foi solicitada aos órgãos licenciadores competentes após a publicação desta Resolução, ou seja, 20 de dezembro de 1990 (BRASIL, 1990b).

A Resolução contempla limites máximos de emissão para partículas totais (PTS) e dióxido de enxofre (SO_2) provenientes da queima de óleo combustível e carvão mineral. Além disso, estabelece valores equivalentes a Escala de Ringelmann para análise da densidade colorimétrica, bem como o limite de consumo de óleo combustível por fonte fixa (BRASIL, 1990b).

A Resolução CONAMA nº 8/1990, atribui que caberá aos órgãos estaduais do meio ambiente o estabelecimento de limites máximos de emissão para PTS e SO_2 advindos da queima de combustíveis não abordados nesta resolução, bem como o estabelecimento de limites para outros poluentes julgados importantes para processo de licenciamento ambiental (BRASIL, 1990b).

2.5.4 Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006

A Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006 se aplica as fontes fixas de poluentes atmosféricos cuja licença de instalação foi solicitada ao órgão ambiental após 02 de janeiro de 2007. Esta Resolução estabelece limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Os limites fixados são por poluente e por tipologia de fonte, conforme disposto nos anexos I a XIII. Ressalta-se que os critérios e limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº

8/1990 permanecem aplicáveis para processos de geração de calor não abrangidos por esta Resolução (BRASIL, 2006).

A poluição segundo a Resolução CONAMA nº 382/2006, deve ser controlada diretamente na fonte, para que ocorra efetivamente o atendimento dos limites máximos de emissão estabelecidos. O controle da poluição pode ser realizado por meio de equipamentos que minimizem a emissão de poluentes atmosféricos ou pela prevenção com processos menos poluidores (BRASIL, 2006).

“A verificação do atendimento aos limites de emissão deverá ser efetuada conforme métodos de amostragem e análise especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas e aceitas pelo órgão ambiental licenciador” (BRASIL, 2006, p. 3). A resolução dispõe ainda sobre esta temática, diretrizes técnicas relativas ao monitoramento das emissões por meio de métodos contínuos ou descontínuos e como os resultados das medições devem ser apresentados (BRASIL, 2006).

O órgão ambiental licenciador conforme a Resolução CONAMA nº 382/2006, poderá determinar limites de emissão mais restritivos ou menos restritivos. Os limites de emissão mais restritivos devem ser adotados em áreas que a qualidade do ar caracterizar-se com alto nível de deterioração e os limites menos restritivos valem para fontes fixas que apresentem ganhos ambientais (BRASIL, 2006).

2.5.5 Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011

A Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011 foi criada para estabelecer limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anterior a 02 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2011a).

Os limites máximos de emissão estabelecidos nesta Resolução possuem o mesmo princípio da Resolução CONAMA nº 382/2006, ou seja, são fixados por poluente e por tipologia de fonte, conforme disposto nos anexos I a XIII. Além disso, a Resolução CONAMA nº 436/2011, em seu anexo XIV, estabelece regras que devem ser observadas para a realização do monitoramento das emissões atmosféricas e na elaboração de relatórios de monitoramento (BRASIL, 2011a).

O lançamento de poluentes para a atmosfera segundo a Resolução

CONAMA nº 436/2011, deverá ser realizado por meio de dutos ou chaminés. Sendo que nas fontes fixas de poluição, os sistemas de exaustão necessitam operar adequadamente, de modo a evitar emissões fugitivas no processo (BRASIL, 2011a).

A Resolução CONAMA nº 436/2011 dispõe ainda que o órgão ambiental licenciador, poderá estabelecer limites máximos de emissão mais restritivos, seguindo o que estabelece a Resolução CONAMA nº 382/2006. Porém a Resolução CONAMA nº 436/2011 ressalta que quando houver o estabelecimento de limites máximos de emissão mais restritivos, o órgão licenciador poderá considerar a alternativa de utilização de combustíveis com menor potencial poluidor pelas fontes poluidoras (BRASIL, 2011a).

2.5.6 Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009

A Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009 institui o Código Estadual do Meio Ambiente que estabelece normas aplicáveis para Santa Catarina, visando à proteção e a melhoria da qualidade ambiental. No Capítulo VII, especificamente na seção III, são apresentados os padrões ambientais. A seção III esta dividida em subseções, sendo que a subseção I dispõe sobre os padrões de qualidade do ar e a subseção II sobre os padrões de emissão (SANTA CATARINA, 2009).

Conforme a subseção I da Lei nº 14.675/2009, a definição dos padrões de qualidade do ar e os limites máximos de poluentes na atmosfera devem seguir o que está disposto em normas federais. Cabe ao CONSEMA apenas estabelecer padrões (limites) de qualidade do ar não existentes no âmbito federal (SANTA CATARINA, 2009).

Os padrões de emissão estabelecidos são somente para a fumaça, sendo que o CONSEMA deve regulamentar os padrões de emissões de poluentes para fontes fixas, bem como os métodos de análise das emissões. Vale ressaltar que em casos que não forem estabelecidos padrões de emissão, os sistemas de controle de poluição do ar devem ser adotados com a melhor tecnologia disponível (SANTA CATARINA, 2009).

O Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981 que regulamenta a Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980 foi revogado a partir do estabelecimento do Código Estadual do Meio Ambiente, Lei nº 14.675/2009. Este Decreto instituí a proteção e a melhoria da qualidade ambiental de uma forma mais completa que o Código

Estadual do Meio Ambiente (SANTA CATARINA, 1981).

A fim de evitar a degradação da qualidade do ar foram estabelecidos pelo Decreto nº 14.250/1981 proibições quanto à queima ao ar livre de qualquer material, e ao funcionamento de incineradores domiciliares, prediais e industriais. Além disso, eram estabelecidas exigências para as fontes fixas quanto ao monitoramento das emissões atmosféricas (SANTA CATARINA, 1981).

Para o monitoramento da qualidade do ar eram determinados métodos de amostragem, bem como a frequência da mesma. Os padrões de qualidade do ar definidos foram para partículas totais em suspensão, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos. Já os padrões de emissão fixados foram apenas para fumaça e substâncias odoríferas (SANTA CATARINA, 1981).

Analisando as disposições acima, percebe-se que as questões relacionadas à proteção e melhoria da qualidade ambiental foram abordadas de uma forma mais completa pelo Decreto nº 14.250/1981 do que pelo atual Código Estadual do Meio Ambiente.

2.5.7 Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006

A Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006 do Paraná, dispõe de uma forma completa e detalhada sobre critérios que devem ser adotados para o Controle da Qualidade do Ar. O objetivo desta Resolução é permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura, com vistas à garantia da proteção da saúde, bem estar da população e melhoria da qualidade de vida (PARANÁ, 2006).

Os limites máximos de emissão fixados pela Resolução serão diferenciados de acordo com a classificação de usos pretendidos. O órgão ambiental competente poderá estabelecer limites de emissão mais restritivos em função das características do local em que a fonte está instalada e do avanço tecnológico, além de limites menos restritivos se cumpridos os requisitos no Art. 6º estabelecidos (PARANÁ, 2006).

Os critérios instituídos pela Resolução estão apresentados em cinco capítulos. O capítulo I estabelece padrões de condicionamento de fontes fixas, como uma forma de orientar as condições técnicas de implantação ou de operação que deverão ser observadas pelas fontes de poluição do ar (PARANÁ, 2006).

Os padrões de emissão para fontes fixas, como consta no Capítulo II, têm seus limites máximos fixados por tipologia de fonte ou por poluente. Com relação ao monitoramento das emissões, percebe-se que deve ser realizado como dispõe a Resolução CONAMA nº 382/2006, por métodos contínuos ou descontínuos (PARANÁ, 2006).

O automonitoramento descrito no Capítulo III deve ser realizado por fontes potencialmente poluidoras do ar. As atividades listadas pela Resolução, classificadas como empreendimentos de porte grande ou de porte pequeno e médio que utilizem calor ou energia, provenientes de equipamentos com capacidade de geração igual ou superior a 50 MW de potência térmica nominal, ficam obrigadas a apresentar o Relatório de Automonitoramento de Emissões Atmosféricas (PARANÁ, 2006).

O capítulo IV refere-se aos padrões de emissão para fontes móveis, sendo que os critérios de emissão para esta tipologia de fonte devem ser os mesmos fixados pela Resolução CONAMA (PARANÁ, 2006).

A Resolução SEMA nº 54/2006 segue os mesmos princípios da Resolução CONAMA nº 3/1990 com relação aos padrões de qualidade do ar, apresentados no capítulo V (PARANÁ, 2006).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Fundação do Meio Ambiente – FATMA é o órgão ambiental da esfera estadual do governo de Santa Catarina. Este órgão foi criado em 1975 com a missão de garantir a preservação dos recursos naturais do estado. Atualmente possui uma sede administrativa em Florianópolis e quatorze coordenadorias regionais localizadas em Blumenau, Caçador, Canoinhas, Chapecó, Criciúma, Florianópolis, Itajaí, Joaçaba, Joinville, Lages, Mafra, Rio do Sul, São Miguel do Oeste e Tubarão (FATMA, 2013a).

A CODAM – Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Tubarão foi à área de estudo para a elaboração do presente trabalho. As áreas de jurisdição da CODAM de Tubarão para a execução e desenvolvimento das suas competências regimentais específicas estão estabelecidas no Quadro 3.

Quadro 3 – Área de abrangência da Coordenaria Regional de Tubarão

1 – Armazém	11 – Pedras Grandes
2 – Braço do Norte	12 – Paulo Lopes
3 – Capivari de Baixo	13 – Rio Fortuna
4 – Garopaba	14 – Sangão
5 – Grão Pará	15 – Santa Rosa de Lima
6 – Gravatal	16 – São Ludgero
7 – Imbituba	17 – São Martinho
8 – Imaruí	18 – Treze de Maio
9 – Jaguaruna	19 – Tubarão (Sede)
10 – Laguna	

Fonte: FATMA, 2013b.

O Regimento Interno da FATMA foi instituído pelo Decreto nº 3.573, de 18 de dezembro de 1998. Este Decreto estabelece no Art. 26º que as coordenadorias regionais, dentro de suas respectivas áreas de jurisdição, possuem como função exercer a “programação, a organização, a coordenação, a execução e o controle das atividades relacionadas com o controle da poluição, a conservação dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente” (FATMA, 1998, p. 16).

De maneira mais específica, conforme determina o Parágrafo Único do Art. 26, compete as CODAMs:

- I - representar a FATMA, nos seus limites de jurisdição e competência;
- II - realizar estudos, levantamentos, avaliações e fiscalizações de fontes de poluição ou de agentes de degradação ambiental;
- III - atender reclamações sobre poluição sonora, atmosférica, hídrica e do solo;
- IV - fiscalizar e autuar infrações ambientais, e penalizar nos limites da delegação;
- V - prestar assessoramento e apoio às ações dos PACAM's conforme vinculação, inclusive com atuação supletiva;
- VI - elaborar pareceres e relatórios técnicos sobre empreendimentos, públicos ou privados, instalados, em implantação ou em expansão, no que se refere ao controle do meio ambiente e análise de projetos de poluição sonora, atmosférica, hídrica e do solo, para fins de licenciamento ambiental;
- VII - expedir licenças ambientais, quando delegado pela autoridade competente;
- VIII - prestar informações, orientações e fornecer dados e elementos sobre as suas atividades.
- IX - assessorar tecnicamente os municípios em problemas relativos ao controle da poluição sonora, atmosférica, hídrica e do solo;
- X - elaborar anualmente, o programa operacional de atividades, submetendo-o à aprovação da Diretoria de Controle da Poluição Industrial, Rural e Urbana;
- XI - realizar estudos e levantamentos ambientais nos municípios, cadastrando os dados obtidos;
- XII - apoiar as entidades e as empresas que atuam nos municípios de sua jurisdição, na execução de serviços, obras, levantamentos, estudos e projetos voltados à conservação e proteção ambiental;
- XIII - atender pedidos de diligências e vistorias dos órgãos oficiais;
- XIV - desenvolver outras atividades relacionadas com o meio ambiente (FATMA, 1998, p.16).

Através das suas competências o órgão ambiental deve garantir o controle de atividades capazes de gerar degradação ambiental. Conforme estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/1981, as atividades devem ser realizadas de maneira a compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e manutenção do equilíbrio ecológico.

3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento do trabalho realizou-se primeiramente pesquisas apoiadas em uma revisão bibliográfica, visando fornecer informações necessárias para fundamentar o tema da pesquisa. Após a obtenção de um embasamento teórico, foram definidas as etapas que subsidiaram o alcance dos objetivos propostos.

3.2.1 Levantamento de dados

O principal objetivo do levantamento de dados foi subsidiar a elaboração dos procedimentos, no qual irão auxiliar e orientar a atuação dos técnicos do órgão ambiental nas atividades de licenciamento que envolvem a temática da poluição atmosférica. A coleta de dados compreendeu diferentes etapas como a análise documental, observação assistemática e entrevistas não-estruturadas.

Inicialmente, utilizou-se a técnica de análise documental visando à coleta de laudos técnicos de monitoramento de emissões atmosféricas e monitoramento da qualidade do ar. Esta busca foi possível através da avaliação de processos de licenciamento ambiental referentes às tipologias de atividades com potencial contribuição para degradação da qualidade do ar.

Os laudos técnicos obtidos foram elaborados por laboratórios especializados que realizam este tipo de monitoramento na região, compreendendo análises entre os anos de 2012 e 2013. De maneira geral os relatórios apresentavam informações relacionadas ao empreendimento onde a amostragem foi realizada, os serviços executados, a metodologia empregada e os resultados da amostragem.

Posteriormente, foi efetuada a análise criteriosa das principais legislações aplicáveis a poluição do ar. Esta análise propiciou a coleta de dados sobre critérios e padrões referentes a emissões atmosféricas e a qualidade do ar, além de dados essenciais para elaboração do procedimento de fiscalização ambiental. O quadro 4 apresenta o escopo legal analisado.

Quadro 4 – Legislações analisadas no âmbito Federal e Estadual

Federal	Estadual
Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989	Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009
Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990	Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981
Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006	Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006*
Resolução CONAMA nº. 436, de 22 de dezembro de 2011	

Fonte: Da autora, 2013.

* Resolução do Estado do Paraná.

Visando complementar a coleta de dados para elaboração dos procedimentos, foi realizada uma consulta as principais normas técnicas da ABNT

referentes à execução da amostragem e a determinação da concentração de poluentes para o monitoramento das emissões atmosféricas e qualidade do ar. Ressalta-se que as normas técnicas necessárias para o levantamento de dados não padronizadas pela ABNT foram coletadas no acervo de normas técnicas da CETESB. As normas consultadas encontram-se listadas no quadro 5.

Quadro 5 – Normas técnicas analisadas, referentes ao monitoramento das emissões atmosféricas e monitoramento da qualidade do ar

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas	
Monitoramento de emissões atmosféricas	Monitoramento da qualidade do ar
NBR 11966 – Julho/1989	NBR 9546 – Setembro/1986
NBR 11967 – Julho/1989	NBR 9547 – Setembro/1997
NBR 10701 – Julho/1989	NBR 10736 – Setembro/1989
NBR 10702 – Julho/1989	NBR 13157 – Maio/1994
NBR 12019 – Dezembro/1990	NBR 13412 – Junho/1995
NBR 12020 – Abril/1992	-
NBR 12021 – Dezembro/1990	-
NBR 12022 – Dezembro/1990	-
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo	
L9.229 – Outubro/1992	-

Fonte: Da autora, 2013.

Existem normas para determinação da concentração de poluentes no efluente gasoso e no ar para cada tipologia de poluente atmosférico. Portanto, com base na grande variedade de agentes capazes de causar a alteração da qualidade do ar, apenas as principais normas técnicas foram avaliadas.

Para o monitoramento das emissões atmosféricas, foram analisadas as normas técnicas que dispõem sobre os poluentes provenientes de processos de geração de calor, a partir da combustão externa de óleo combustível, gás natural, bagaço de cana-de-açúcar e derivados da madeira, previstos nos anexos I, II, III e IV da Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006 e Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011. Já para o monitoramento da qualidade do ar, foram avaliadas as normas técnicas que dispõem sobre os poluentes atmosféricos estabelecidos na Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990.

Após a análise documental, a técnica de observação assistemática foi utilizada, tendo em vista a elaboração do procedimento de fiscalização das potenciais fontes de emissões atmosféricas. A observação assistemática ocorreu por meio da fiscalização ambiental, realizada juntamente com técnicos da FATMA em diferentes tipologias de atividades que estão em processo de licenciamento ambiental. Através da fiscalização ambiental foi possível vivenciar situações

variadas, auxiliando assim no levantamento dos principais parâmetros a serem avaliados *in loco* para que a vistoria seja efetuada de forma eficaz.

Outra atividade que compreendeu a coleta de dados foi à realização de entrevistas não-estruturadas, desenvolvidas com técnicos responsáveis pelos principais laboratórios de controle de poluição atmosférica da região. Sabe-se que os procedimentos são destinados a quem executa a tarefa, portanto, é de suma importância, em função da prática diária, buscar feedbacks com especialistas na área, coletando-se informações que possam contribuir na definição das metodologias propostas neste trabalho. As entrevistas do tipo não-estruturadas possibilitaram uma maior liberdade nas perguntas, sem seguir questionamentos preestabelecidos.

3.2.2 Elaboração dos procedimentos

Após a análise das informações coletadas no levantamento de dados, realizou-se a estruturação das metodologias com o objetivo de auxiliar os técnicos dos órgãos ambientais na execução de atividades referentes à poluição atmosférica. Para tal, foram elaborados 3 (três) procedimentos intitulados: Procedimento para análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas; Procedimento para análise de relatórios de monitoramento da qualidade do ar e Procedimento para fiscalização ambiental em potenciais fontes de emissões atmosféricas.

Os procedimentos apresentam informações que visam aprimorar o desempenho das atividades, criando novas percepções, atitudes e competências, a fim de garantir que o trabalho seja realizado de forma eficaz. De forma geral, os procedimentos têm como finalidade padronizar por meio de instruções sequenciais as operações para realização de uma atividade (SBALCHEIRO; SOUSA, 2011; EMG, 2013).

Tais documentos definem detalhadamente, de forma simples e objetiva, a maneira como deve ser realizada a avaliação dos laudos técnicos, bem como deve ser executada a fiscalização ambiental. Todos os procedimentos elaborados seguem o mesmo padrão de estrutura, compreendendo as seguintes informações:

1 – Cabeçalho de identificação do procedimento:

- Logomarca: imagem para identificação do órgão ambiental;
- Código: utilizado para identificação do procedimento;
- Folha: indica o número da página atual e o número de página total do procedimento;
- Data: registro da data em que o procedimento foi elaborado;
- Revisão: indica a versão do documento;
- Título: forma resumida e clara de apresentar do que se trata o procedimento;
- Data da Revisão: registro da data em que o procedimento foi revisado;
- Descrição da Revisão: explicita o motivo pelo qual o procedimento foi revisado;
- Elaborador: campo para descrição do responsável pela elaboração do procedimento;
- Aprovador: campo destinado ao presidente ou gerente do órgão ambiental licenciador responsável pela aprovação final do documento.

2 – Descrição do procedimento:

- Objetivo: item onde esta designada à finalidade do procedimento;
- Aplicação: indica onde os procedimentos serão aplicados;
- Referências: apresenta as normas legais que servem como base de orientação complementar;
- Definições: campo onde se encontram descritas as terminologias necessárias para o entendimento das instruções;
- Procedimento: neste item consta a definição das etapas a serem executadas;
- Apêndice: apresenta os documentos elaborados pelo autor do procedimento;
- Anexos: campo para apresentação de tabelas e quadros que complementam o procedimento.

Os procedimentos para análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e qualidade do ar, foram elaborados a partir da determinação dos parâmetros essenciais a serem analisados pelos técnicos do órgão ambiental

licenciador, com base na coleta de dados realizada em legislações, normas técnicas e entrevistas não-estruturadas. Posteriormente, como forma de subsidiar a avaliação dos resultados referentes às concentrações de poluentes, foram elaborados quadros para apresentar os padrões de emissão de poluentes permissíveis de serem lançados para a atmosfera por fontes fixas, bem como os padrões para avaliação da qualidade do ar.

Salienta-se que a elaboração do procedimento para análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas levou em consideração aquelas tipologias de fontes caracterizadas por emissões decorrentes de combustão e processo. Justifica-se este fato, visto que estas tipologias de fontes são as mais comuns na região Sul de Santa Catarina. Conforme a FIESC (2011), o Sul de Santa Catarina apresenta como principais setores o cerâmico, carbonífero, de vestuário e descartáveis plásticos, sendo algumas destas fontes, caracterizadas pelas emissões decorrentes de processo e combustão.

A elaboração do procedimento para fiscalização de potenciais fontes de emissões atmosféricas foi efetuada, do mesmo modo, a partir da definição dos principais parâmetros a serem analisados *in loco* pelo técnico do órgão ambiental. Tais parâmetros foram determinados através da coleta de dados realizada nas legislações, entrevistas não-estruturadas, bem como nas fiscalizações ambientais. Esta metodologia baseou-se inicialmente, no planejamento da ação fiscalizatória que deverá ser realizada pelo técnico do órgão ambiental licenciador no ambiente de trabalho, para que posteriormente ocorra a execução da fiscalização ambiental.

De modo a auxiliar a aplicação do procedimento na execução das fiscalizações ambientais, foi elaborado um *check list* (lista de verificação). Esta lista de verificação visou padronizar o levantamento de dados *in loco*, bem como facilitar a elaboração do relatório de fiscalização ambiental para apresentação dos dados coletados.

Ressalta-se que de forma a complementar os procedimentos elaborados foram sugeridas algumas recomendações para a FATMA, com o intuito de facilitar a análise dos dados e de exercer uma maior cobrança visando à manutenção da qualidade do ar.

3.2.3 Programa de verificação dos resultados do monitoramento da poluição atmosférica

Após a elaboração dos procedimentos, criou-se um programa no Excel com o intuito de facilitar a análise pelos técnicos do órgão ambiental licenciador dos resultados apresentados em relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e de qualidade do ar.

O programa para verificação dos resultados das concentrações de poluentes, no caso do monitoramento das emissões atmosféricas, levou em consideração as fontes de emissão com processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível, gás natural, bagaço de cana-de-açúcar e derivados da madeira.

Os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos estabelecidos no programa basearam-se na Resolução CONAMA nº 382/2006, Resolução CONAMA nº 436/2011 e Resolução SEMA nº 54/2006. Já os limites máximos de qualidade do ar seguiram o estabelecido na Resolução CONAMA nº 3/1990.

Foram elaboradas 4 (quatro) planilhas para cada Resolução CONAMA, onde cada uma apresenta um tipo de combustível, com os respectivos padrões dispostos pelo escopo legal. Para cada planilha das Resoluções mencionadas, foram acrescentados os padrões dispostos pela Resolução SEMA nº 54/2006.

As planilhas foram elaboradas utilizando-se os cálculos necessários para verificação dos resultados. Para o cálculo da potência térmica nominal e correção de oxigênio foram aplicadas fórmulas simples, respeitando as regras matemáticas. Já para determinar o limite de emissão aplicável a fonte, utilizou-se a função PROCV. Por meio desta função é possível procurar o valor desejável dentro de um intervalo determinado, retornando assim o valor contido.

Para verificar se os resultados das concentrações de poluentes estão atendendo aos padrões de emissões, utilizou-se a função SE. Esta função tem como princípio comparar o valor de uma célula com outra e assim determinar o resultado.

Tendo em vista uma melhor verificação dos resultados foi utilizada a formatação condicional, onde por meio desta foi possível indicar em vermelho quando os resultados estão fora do padrão de emissão. Além disto, foram elaborados gráficos de coluna para cada planilha, sendo que estas apresentam os resultados das concentrações comparados com os limites de emissão para cada

poluente estipulado nas legislações aplicáveis.

Para o monitoramento da qualidade do ar utilizou-se a mesma metodologia citada. Para verificação dos resultados foi empregada a função SE. Já para definição da qualidade do ar, conforme o índice da qualidade do ar apresentado pela CETESB utilizou-se a função PROCV e formatação condicional, sendo que a formatação condicional aplica uma cor referente ao nível de qualidade do ar para a concentração medida.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, serão apresentados e analisados os resultados obtidos a partir do levantamento de dados que resultou na elaboração das metodologias propostas, objetivo deste trabalho. Tais metodologias visam auxiliar os profissionais dos órgãos ambientais licenciadores na execução de atividades pertinentes ao licenciamento ambiental de potenciais fontes de emissões atmosféricas, de modo a garantir a manutenção da qualidade do ar.

4.1 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

O monitoramento das emissões atmosféricas pode ser realizado por métodos descontínuos ou contínuos. O procedimento apresentado neste item refere-se somente aos relatórios que apresentam métodos descontínuos, ou seja, amostragens pontuais realizadas em dutos ou chaminés de fontes estacionárias de emissões atmosféricas. O monitoramento contínuo, aquele efetuado por equipamentos que realizam a leitura das emissões atmosféricas de forma ininterrupta, não foi contemplado, visto que não compreende uma prática comum na região. Para tal monitoramento sugere-se a elaboração de procedimento específico.

Conforme descrito na metodologia deste estudo, o procedimento para análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas por métodos descontínuos foi elaborado com base nos dados coletados em legislações, normas técnicas e entrevistas não estruturadas com técnicos. A partir das constatações efetuadas, foi possível elencar os critérios necessários para uma adequada análise dos relatórios.

O procedimento com a descrição objetiva das informações que deverão subsidiar a análise adequada dos relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas realizados por métodos descontínuos é apresentado no apêndice A.

Ressalta-se que o procedimento mencionado (Apêndice A) apresenta também apêndices específicos do documento, denominados apêndices A1, A2, e assim sucessivamente. Considerando que tais dados são comuns a discussão dos resultados do TCC e do procedimento, optou-se por apresentar os apêndices somente dentro da estrutura do procedimento, visto que este será o principal

documento manuseado pelos técnicos dos órgãos ambientais. Desta forma, ao mencioná-los no texto, os mesmos poderão seguir uma ordem não crescente de apresentação (A1, A2, sucessivamente).

O detalhamento das informações contidas no procedimento encontra-se descrito na sequência deste capítulo, compreendendo a fase de planejamento inicial e análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas.

4.1.1 Planejamento inicial

O relatório de monitoramento de emissões atmosféricas é uma ferramenta utilizada pelo órgão ambiental licenciador para avaliação de atividades que podem contribuir com a poluição atmosférica. Conforme Pires (2005, p. 53), as agências reguladoras utilizam os valores obtidos através da amostragem de emissões atmosféricas “com a finalidade de compilar inventários de emissões, de realização de estudos de modelos de dispersão e para o controle dos níveis de emissão com referência aos padrões estabelecidos”.

Conforme o exposto, os relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas são essenciais para auxiliar na avaliação do cumprimento das exigências do órgão ambiental com relação à minimização da poluição atmosférica. Entretanto, para que o relatório apresente dados necessários ao técnico do órgão ambiental, este deverá conhecer inicialmente os parâmetros adequados a serem solicitados para constarem no laudo.

Deste modo, primeiramente o técnico responsável deverá avaliar a documentação apresentada no órgão ambiental referente à atividade a ser licenciada, visando conhecer os processos geradores de emissões atmosféricas descritas. Tais informações deverão ser confirmadas *in loco* através da fiscalização ambiental.

A partir disso, torna-se possível conhecer os pontos de emissões da atividade que podem ser pontuais ou fugitivas. Conforme estabelece a Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011, as emissões pontuais são caracterizadas pela existência de um “[...] dispositivo para dirigir ou controlar seu fluxo, como dutos e chaminés” e as emissões fugitivas caracterizadas como uma fonte desprovida do referido dispositivo (BRASIL, 2006, p. 2; BRASIL, 2011a, p. 2).

Conforme informações obtidas, através da realização de entrevistas não

estruturadas, sabe-se que as emissões pontuais podem ser provenientes de combustão e/ou processo. As emissões decorrentes de combustão são caracterizadas pela queima de um combustível, já as emissões de processo ocorrem em atividades que geram emissões fugitivas, que são controladas através da captação dos poluentes por um sistema de exaustão, sendo assim direcionadas a um duto ou chaminé.

Salienta-se que em algumas atividades deverão ser considerados o processo e o combustível. Como exemplo desta situação cita-se os atomizadores que geram emissões tanto de processo, quanto de combustão.

Após o conhecimento da origem das emissões, no caso de processo, o técnico deverá avaliar em quais etapas as emissões ocorrem e identificar os possíveis poluentes. No caso de combustão, o mesmo deverá identificar o tipo de combustível utilizado e a potência térmica nominal da fonte estacionária, possibilitando a definição dos poluentes a serem monitorados.

Definidos estes parâmetros, o técnico deverá realizar o enquadramento da fonte de acordo com a legislação que estabelece o padrão de emissão aplicável. Com base na legislação consultada será possível determinar os poluentes atmosféricos a serem quantificados, para posterior comparação dos resultados com os limites de emissão estabelecidos. Ressalta-se que é essencial que os poluentes necessários ao monitoramento sejam fixados pelo órgão ambiental em ofício ou na licença ambiental de operação da atividade.

Através do levantamento de dados realizado nas legislações em âmbito federal e estadual relacionadas ao controle da poluição atmosférica, identificou-se que o escopo legal que apresenta limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas, aplicáveis ao estado de Santa Catarina, são as Resoluções CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006 e nº 436, de 22 de dezembro de 2011. Sendo que, a primeira Resolução é aplicável às fontes fixas de emissão cujo pedido da licença de instalação tenha sido solicitado ao órgão ambiental licenciador após 02 de janeiro de 2007. Já a segunda é aplicável às fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anterior a 02 de janeiro de 2007.

Portanto, com base na data de instalação da fonte fixa pode-se definir a Resolução a ser utilizada. O técnico do órgão ambiental licenciador visando averiguar a data em que a licença de instalação foi solicitada, deverá avaliar o

processo de licenciamento ambiental da fonte estacionária.

De modo a facilitar a consulta para determinação dos poluentes que deverão ser monitorados, bem como, para a análise dos resultados dispostos nos relatórios, apresentam-se no apêndice A5 e A6 os limites máximos de emissão por poluente e por tipologia de fonte, além da condição referencial de oxigênio, conforme estabelece os anexos I a IV das Resoluções mencionada anteriormente. Ressalta-se que nestes anexos são estabelecidos os padrões de emissão para as fontes caracterizadas por processos de geração de calor.

A partir da análise destas resoluções federais, observou-se que há algumas lacunas referentes à determinação de limites para algumas tipologias de fontes, incluindo emissões decorrentes de queima como do carvão mineral, e de processo. Do mesmo modo, as legislações estaduais não contemplam limites de emissões, a citar o Código Ambiental de Santa Catarina. Este somente expõe a proibição para as fontes estacionárias que possuem emissão de fumaça, que não poderá ser superior ao padrão 1 (um) da Escala de Ringelmann, sendo que este critério será válido enquanto o CONSEMA não regulamentar os padrões de emissões atmosféricas.

O autor Dozena (1999), explicita que a existência de uma legislação ambiental omissa ou inviável em muitos aspectos, compromete a sua aplicação na defesa do meio ambiente.

Com base no exposto, sugere-se que a FATMA exija do Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA providências quanto à publicação de uma Resolução completa, que evidencie para as diversas tipologias de fontes, com base em emissões decorrentes de queima e processo, os padrões de emissões de poluentes atmosféricos. Tal cobrança se faz necessária para que se tenha uma legislação abrangente, ou seja, que englobe os padrões necessários para o adequado controle da poluição do ar.

Ressalta-se, conforme a Resolução CONAMA nº 436/2011, art. 7, que “os limites de emissão para fontes não especificadas em Resolução do CONAMA deverão ser estabelecidos pelo órgão ambiental licenciador” (BRASIL, 2011a, p. 3).

Deste modo, visando suprir as falhas existentes nas legislações em vigência no estado de Santa Catarina, realizou-se uma busca por Resoluções de outros estados. Dentre as legislações encontradas, destaca-se a Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006 do estado do Paraná.

A Resolução SEMA nº 54/2006 caracteriza-se por apresentar de maneira completa e detalhada critérios essenciais a serem atendidos para assegurar a qualidade do ar. Tal Resolução estabelece limites máximos de emissão mais restritivos que os escopos legais já citados, além de englobar padrões para diversas fontes de emissão. Portanto, o órgão ambiental licenciador poderá utilizá-la como referência em casos onde a legislação federal ou estadual não abordar dados necessários sobre a fonte que se deseja avaliar, bem como quando desejar utilizar limites de emissão mais restritivos.

Salienta-se que quando adotados limites de emissões mais restritivos, estes deverão ser apresentados na licença ambiental de operação, pois segundo a Resolução CONAMA nº 436/2011, art. 6, “as fontes que possuam, estabelecidos em suas licenças, limites de emissão mais restritivos do que os desta Resolução deverão atender aos valores especificados na licença”. Sugere-se que os limites mais restritivos sejam estabelecidos para as fontes fixas de emissão que estão localizadas em uma determinada área de forma concentrada. De modo a subsidiar a definição de padrões de emissões é essencial que seja realizado o monitoramento da qualidade do ar da região.

Como forma de complementar o banco de dados elaborado para interpretação das legislações relacionadas à temática para o órgão ambiental licenciador, são apresentados no apêndice A7 os padrões de emissão de poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor, dispostos pela Resolução SEMA nº 54/2006. Esta Resolução ainda fixa limites para atividades específicas e para as atividades não especificadas. Para atividades não especificadas ficam estabelecidos padrões de emissão por poluente, sendo que neste caso o processo produtivo deve ser levado em consideração.

Recomenda-se para as atividades cujas emissões de poluentes atmosféricos são decorrentes de processo, que o órgão ambiental licenciador utilize como referência os padrões de emissões da Resolução SEMA nº 54/2006, visto que as Resoluções CONAMA avaliadas não determinam padrões para esta tipologia de fonte. Levando em consideração as emissões de material particulado decorrentes de processo, a Resolução SEMA nº 54/2006 estabelece que se a taxa de emissão for até 0,5 kg/h o limite de emissão é 250 mg/Nm³, já se a taxa de emissão for acima de 0,5 kg/h o limite de emissão é 150 mg/Nm³. Salienta-se que apenas o MP foi especificado neste trabalho, pois se caracteriza como o poluente proveniente de

processos mais comum na região.

Sugere-se ainda, para as fontes que utilizam como combustível a casca de arroz, atividade esta comum na região e sem padrões de emissões definidos, que o órgão ambiental licenciador utilize como base os limites de emissões estabelecidos para os combustíveis referentes à biomassa, conforme apresenta a Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011. Nas referidas resoluções os combustíveis oriundos de biomassa são derivados de madeira e bagaço de cana-de-açúcar. Considerando estas duas possibilidades, sugere-se que o técnico leve em consideração o combustível que foi substituído pela casca de arroz, adotando os limites máximos de emissão deste combustível (derivados de madeira ou bagaço de cana-de-açúcar).

4.1.2 Análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas

Neste item serão apresentadas as principais informações que deverão ser levadas em consideração pelo técnico do órgão ambiental licenciador para uma avaliação adequada dos relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas.

Inicialmente, o técnico deverá avaliar o laboratório prestador de serviço que realizou a amostragem, visando identificar se o mesmo realiza seu trabalho de modo a garantir resultados confiáveis. Conforme a Resolução CONAMA nº 436/2011, as análises laboratoriais deverão ser realizadas por laboratórios acreditados pelo INMETRO, por outro organismo signatário do mesmo acordo de cooperação mútua do qual o INMETRO faça parte ou em laboratórios aceitos pelo órgão ambiental licenciador. Sendo que os laboratórios deverão ter implementado, sistema de controle de qualidade analítica.

Como forma de subsidiar a avaliação do laboratório responsável pelo monitoramento, ressalta-se a importância do reconhecimento e credenciamento dos mesmos pela FATMA. O órgão ambiental através do Decreto nº 3.754, de 22 de dezembro de 2010 institui normas e critérios para o reconhecimento de laboratórios destinados à caracterização de emissões atmosféricas ou da qualidade do ar, além de outros prestadores de serviços de análises ambientais. Os parâmetros de análise reconhecidos por laboratório estão disponíveis no site da Fundação do Meio Ambiente, porém, até o momento somente os laboratórios de água e efluentes passaram por processo de reconhecimento.

Recomenda-se que o órgão ambiental realize a adequação do cadastramento para os prestadores de serviços que executam amostragem em dutos ou chaminés de fontes estacionárias, de modo que sejam comprovadas: as metodologias para execução da amostragem e métodos de análises, que deverão ser procedimentos especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas; qualificação e treinamento da equipe envolvida na amostragem através de certificados em cursos; condições de uso dos equipamentos utilizados e calibração dos mesmos; acomodação e condições ambientais adequadas; vínculo empregatício da equipe técnica e responsável técnico com a empresa.

Como forma de complementar o cadastramento, a FATMA poderia ainda, exercer fiscalização permanente nos laboratórios cadastrados, visando identificar continuamente a veracidade das informações prestadas.

Conforme a ABES (2011), a capacitação dos responsáveis pela execução da amostragem em chaminés é essencial, pois fornece informações teóricas e práticas para que o monitoramento seja realizado de forma adequada.

A Resolução CONAMA nº 436/2011 estabelece que para execução da amostragem todos os instrumentos envolvidos no monitoramento deverão estar calibrados e os dados disponibilizados ao órgão ambiental licenciador, através da apresentação dos certificados de calibração no relatório. “Em caso de dúvida, o órgão ambiental licenciador poderá exigir nova aferição do equipamento” (BRASIL, 2011a, p. 39). Ressalta-se que segundo a mesma Resolução, os certificados de calibração dos instrumentos utilizados nas análises laboratoriais, deverão constar no relatório apenas quando os laboratórios não forem acreditados pelo INMETRO.

A calibração garante que a amostragem será realizada com instrumentos nas condições adequadas, resultando em informações mais confiáveis. Além disso, os resultados da calibração de alguns equipamentos, expressos em certificados são essenciais, pois fornecem dados ao técnico responsável pelo monitoramento que deverão ser utilizados em cálculos para as devidas correções dos resultados.

Conforme levantado na ABNT NBR 12020 (1992), os equipamentos utilizados na amostragem que necessitam de calibração são: gasômetro seco; placa de orifício; tubo de pitot “S”; medidores de temperatura – termopar: medidor de temperatura do borbulhador com sílica-gel (caixa fria), do gasômetro seco, da câmara aquecida (caixa quente) e do fluxo gasoso; e conjunto de boquilhas.

Ainda, verificou-se através da mesma norma técnica, que deverão constar

no certificado de calibração dos instrumentos: a data do ensaio, número da norma, nome e assinatura do responsável, pressão e temperatura ambiente. Faz-se necessário, do mesmo modo, a identificação do equipamento calibrado e a expressão dos resultados, como:

- gasômetro seco: indicar seu fator de correção Y ;
- placa de orifício: indicar seu fator de correção $\Delta H@$;
- pitot S: indicar o coeficiente C_p de cada tramo e indicar se a calibração foi em uma única velocidade ou múltipla;
- medidores de temperatura do borbulhador com sílica-gel, do gasômetro seco e da câmara aquecida: indicar se eles atendem aos requisitos de tolerância;
- medidor de temperatura do fluxo gasoso: fornecer a curva de calibração;
- boquilha: informar seu diâmetro.

Com base no exposto, o técnico responsável pela análise do relatório deverá verificar se os dados citados e certificados de calibração dos instrumentos são apresentados no relatório. Através de informações coletadas nas entrevistas não estruturadas, sugere-se que sejam apresentados também os certificados de calibração do analisador de gases de combustão e da balança analítica.

Com relação à frequência de calibração dos equipamentos, é necessário que o técnico verifique a data de validade indicada no certificado. Porém, constatou-se nas análises de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas que alguns certificados apenas apresentam a data de emissão. Deste modo o técnico deverá verificar a data de emissão, visando identificar se a renovação da calibração foi efetuada no mínimo durante um período anual.

Os equipamentos não calibrados de forma correta poderão interferir nos resultados da amostragem. Portanto, recomenda-se que os certificados de calibração sejam emitidos por laboratórios que satisfaçam a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Esta metodologia apresenta requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Conforme estabelece o INMETRO (2011), a implementação da referida norma técnica é imprescindível para laboratórios que desejam garantir a confiabilidade do seu sistema de gestão, bem como competência para as calibrações e ensaios que realiza. De modo que esta competência seja assegurada, o laboratório deve ser acreditado por um organismo oficial.

Sugere-se ainda, que o órgão ambiental realize um levantamento dos laboratórios capacitados a efetuarem a calibração dos equipamentos, como forma de manter um banco de dados a ser consultado sempre que os certificados de calibração apresentados nos relatórios de monitoramento forem avaliados. Assim, pode-se identificar se os laboratórios são confiáveis, e posteriormente, através de contato com os mesmos, verificar se realmente as calibrações necessárias foram efetuadas pela empresa.

Ressalta-se que se houvesse o cadastramento na FATMA dos laboratórios que realizam amostragem, o controle sobre a calibração dos instrumentos seria mais eficiente, pois o órgão ambiental poderia exigir o encaminhamento de todos os certificados dos instrumentos quando renovados. Do mesmo modo, como forma de obter dados mais confiáveis, a FATMA poderia exigir dos laboratórios que realizarem a calibração dos instrumentos, que enviem diretamente os certificados para o órgão ambiental, evitando assim, que os mesmos possam ser adulterados.

Além da necessidade de equipamentos calibrados para a execução do monitoramento de emissões atmosféricas, constatou-se na Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011 que a mesma deverá ser efetuada conforme “métodos de amostragem e análise especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas e aceitas pelo órgão ambiental licenciador” (BRASIL, 2006, p. 3; BRASIL, 2011a, p. 40).

Como forma de verificar se as metodologias utilizadas são adequadas, é essencial que os técnicos do órgão ambiental avaliem os métodos apresentados nos relatórios. Visando facilitar tal análise, foi elaborado um quadro com a apresentação das normas técnicas que podem ser empregadas no monitoramento de emissões atmosféricas. A definição das metodologias foi efetuada através da coleta de normas aplicáveis a amostragem, efetuada no acervo de normas técnicas da CETESB e na Resolução SEMA nº 54/2006. As normas técnicas em nível internacional (EPA), nacional (ABNT) e do estado de São Paulo (CETESB) que poderão ser aplicadas na amostragem estão dispostas no quadro 6.

Quadro 6 – Métodos de amostragem e análise de emissões atmosféricas

Amostragem de emissões atmosféricas	Normas		
	ABNT/NBR	CETESB	EPA
Planejamento de amostragem em DCFE*	10700 (1989)	-	-
Acompanhamento da amostragem em DCFE*	-	L9.240 (1995)	-
Determinação de pontos de amostragem em DCFE*	10701 (1989)	L9.221 (1990)	Method 1
Determinação da velocidade e vazão de gases em DCFE*	11966 (1989)	L9.222 (1992)	Method 2
Determinação da massa molecular seca do fluxo de gases em DCFE*	10702 (1989)	L9.223 (1992)	Method 3
Determinação da umidade dos efluentes em DCFE*	11967 (1989)	L9.224 (1993)	Method 4
Calibração dos equipamentos utilizados na amostragem de efluentes em DCFE*	12020 (Abril 1992)	E16.030 (2009)	
Determinação de material Particulado - Efluentes gasosos com o sistema filtrante no interior do duto ou chaminé de fontes estacionárias	12827 (1993)	L9.217	Method 5i e 17
Determinação de material particulado em DCFE*	12019 (1990)	L9.225 (1995)	Method 5
Determinação do grau de enegrecimento da fumaça emitida fontes estacionárias otimizando a escala de Ringelmann reduzida: método de ensaio	-	L9.061 (1979)	-
Determinação: dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico em DCFE*	12021 (1990)	L9.228 (1992)	Method 8
Determinação de dióxido de enxofre em DCFE	12022 (1990)	L9.226 (1992)	Method 6
Determinação de óxidos de nitrogênio	-	L9.229 (1992)	Method 7 e 20

Fonte: Paraná, 2006; CETESB, 2013b.

*Duto ou chaminé de fonte estacionária

Para avaliar se as metodologias utilizadas foram adequadas, recomenda-se que os técnicos do órgão ambiental verifiquem inicialmente os métodos de amostragem e análise apresentados no relatório, e que posteriormente façam uma comparação com os dados dispostos no quadro 6.

A Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011 dispõem ainda, que poderão ser utilizados métodos automáticos de amostragem e análise, e que para a determinação de material particulado através da amostragem descontínua, métodos equivalentes poderão ser empregados. Porém tais métodos apenas poderão ser aplicados se previamente validados pelo órgão ambiental.

Conforme constatou-se nas entrevistas realizadas com especialistas na área, o monitoramento de emissões atmosféricas poderá ser realizado com analisador de gases portátil. Caso tal método seja utilizado, a FATMA deverá determinar o melhor equipamento a ser utilizado, bem como, exigir a calibração do mesmo. Ainda, é essencial a representatividade das amostras, considerando as variações típicas do processo.

Conforme identificado na Resolução CONAMA nº 436/2011, de forma geral, são exigidos para constar nos relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas, dados mínimos referentes à fonte amostrada, como: razão social, CNPJ, data da campanha, número de registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais Renováveis – CTF ou outro registro de identificação junto ao órgão ambiental licenciador.

O CTF, segundo a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, sendo um registro obrigatório para as atividades potencialmente poluidoras (BRASIL, 1981). Com relação ao registro de identificação junto ao órgão ambiental, este poderá ser o código do processo de licenciamento ambiental da atividade cadastrada na FATMA.

Ainda, deverão ser avaliadas no relatório a “identificação da fonte de emissão e as respectivas condições operacionais durante cada coleta efetuada, tais como: alimentação de matéria-prima, produção, potência térmica nominal instalada, tipo de combustível e energia consumida”, quantidade de combustível ou insumos utilizados. Ainda, “identificação do sistema de controle de emissão e as respectivas condições operacionais durante cada coleta efetuada, tais como: perda de carga, vazão de líquido de lavagem, pH, temperaturas e energia consumida” (BRASIL, 2011a, p. 41).

O monitoramento descontínuo conforme a Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011 deverá ser efetuado apenas quando a fonte de emissão estiver em plena carga, ou seja, “condições de operação em que se utilize pelo menos 90% da capacidade nominal ou da capacidade licenciada” (BRASIL, 2011a, p. 39).

Ressalta-se que conforme é apresentado na Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011 o órgão ambiental licenciador poderá considerar em avaliações periódicas, que o atendimento aos limites de emissão, seja verificado em condições típicas de operação ou plena carga. Já nas fontes que possuam funcionamento não contínuo ao longo do ano, o atendimento aos limites de emissão deverá ser verificado na condição representativa dos últimos 12 (doze) meses de operação da unidade, em condições que prevaleçam na maioria das horas operadas, comprovadas por meio de registros operacionais e devidamente justificadas e acordadas com o órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011a).

Portanto, as informações referentes à operação da fonte são de suma importância, pois irão fornecer dados necessários ao técnico sobre as condições em que a amostragem foi realizada, sendo que esta deverá estar de acordo com as condições já determinadas ao órgão ambiental. Sugere-se que os valores estabelecidos no relatório sejam comparados com os dados apresentados na licença de operação, caso ainda não houver, com o estudo ambiental realizado para processo de licenciamento.

Quando houver sistema de controle de poluentes atmosféricos, os dados apresentados poderão auxiliar o técnico quanto ao funcionamento do mesmo. Cabe salientar que qualquer mudança na condição operacional do equipamento reflete diretamente no resultado da amostragem. Os equipamentos utilizados para minimização da poluição atmosférica devem possuir uma eficiência considerável, para que seja garantido o controle necessário das emissões.

Identificou-se ainda que no relatório de monitoramento de emissões atmosféricas deverá constar um “termo de responsabilidade sobre as informações relacionadas à operação das fontes” (BRASIL, 2011a, p. 41). Em função disto, elaborou-se um modelo de termo de responsabilidade, apresentado no apêndice A3, que poderá ser exigido dos empreendimentos pelo órgão ambiental, como forma de garantir que as informações referentes à operação das fontes no momento da amostragem sejam verídicas, visto que tais dados poderão influenciar diretamente no resultado da amostragem.

Segundo o art. 2º, inciso I da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o meio ambiente é qualificado “como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo” (BRASIL, 1981, s.p). Deste modo, caso seja verificada a fraude nas informações prestadas, o responsável deverá sofrer as penalidades cabíveis, previstas no Art. 299 do Código Penal, pela omissão de informações e por colocar em risco a manutenção da qualidade do ar.

Para a determinação da concentração de poluentes lançados na atmosfera pela fonte fixa de emissão, a amostragem descontínua em duto ou chaminé da fonte estacionária deverá ser realizada em triplicata, visando à representatividade dos dados coletados. Durante tais coletas, diferentes dados são quantificados, porém visando objetividade, somente as informações mais relevantes para análise dos relatórios serão detalhadas. De uma forma geral, as normas

técnicas que abordam o tema apresentam algumas restrições e recomendações, sendo elas:

- Em relação ao local onde será coletada a amostra de efluente gasoso, a determinação e localização de pontos de amostragem só poderá ser efetuada em “duto ou chaminé com diâmetro interno, igual ou maior, a 0,30 metros ou seção transversal, igual ou maior, a 0,070 m²” bem como em “duto ou chaminé de comprimento mínimo igual a 2,5 diâmetros internos (ou diâmetro equivalente para seção retangular) no trecho reto compreendido entre 2 singularidades consecutivas” (ABNT NBR 10701, 1989, p. 1);
- O tempo total de coleta de gases não poderá ser inferior a 60 (sessenta) minutos (ABNT NBR 11967, 1989; ABNT NBR 12019, 1990);
- Na determinação da umidade dos efluentes gasosos, o volume de gás medido não poderá ser menor que 0,6 m³ na condição padrão (Nm³) (ABNT NBR 11967, 1989);
- A temperatura na saída do borbulhador que contém sílica-gel, ou seja, o último borbulhador, deverá ser inferior a 20°C em todos os pontos de coleta, visando evitar a perda de umidade na realização da amostragem (ABNT NBR 11967, 1989);
- Para a determinação de material particulado, o volume de gás medido na chaminé não poderá ser inferior a 0,85 m³ nas condições-padrão (Nm³) e a temperatura do filtro deverá permanecer durante a amostragem na faixa de 120°C, + ou – 10 °C (ABNT NBR 12019, 1990);
- Para que a amostragem de material particulado (MP) seja considerada válida, a coleta da amostra deverá apresentar isocinetismo na faixa de 90 a 110% (ABNT NBR 12019, 1990). O isocinetismo é essencial para que a velocidade de sucção dos gases no equipamento de amostragem tenha a mesma velocidade do fluxo de gás que esta sendo emitido na chaminé ou duto. Conforme Esmanhoto (2010, p. 33), caso o isocinetismo não esteja na faixa adequada “o resultado da amostragem pode apresentar concentrações menores ou maiores do que a realidade”.

Ressalta-se que estes dados deverão ser verificados no laudo técnico para cada amostragem efetuada. Caso apresentadas informações não condizentes com o descrito, o relatório indicará que a amostragem não foi realizada

corretamente.

Segundo Brasil (2011a, p. 41), juntamente ao relatório de monitoramento de emissões atmosféricas deverá constar um “termo de responsabilidade sobre as informações relacionadas à medição”. Em função disto, elaborou-se um modelo de termo de responsabilidade, apresentado no apêndice A4, que poderá ser exigido pelo órgão ambiental dos laboratórios que realizam o monitoramento das emissões, como forma de garantir que as informações referentes à medição sejam verídicas. Caso seja verificada a fraude nas informações prestadas, o responsável deverá sofrer as penalidades cabíveis.

A partir dos dados obtidos nas 3 (três) amostragens são determinadas as concentrações de poluentes emitidos para a atmosfera. Os resultados deverão ser analisados pelo técnico do órgão ambiental, sendo que conforme expõe a Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011, o limite de emissão apenas será considerado atendido se, a média aritmética dos resultados das três medições efetuadas em uma única campanha atenderem os padrões de emissão determinados, admitidos o descarte de um dos resultados quando esse for considerado discrepante.

Observou-se que as Resoluções acima mencionadas exigem para as tipologias de fontes caracterizadas por processos de geração de calor, a determinação da potência térmica nominal da unidade produtiva para que seja possível a verificação do limite de emissão adequado. A potência térmica nominal deverá ser calculada a partir da equação 1.

$$PTN = PCI \times QMC \quad (1)$$

Sendo:

PTN – Potência térmica nominal (MW);

PCI – Poder calorífico inferior do combustível;

QMC – Quantidade máxima de combustível queimada por unidade de tempo (kg/h).

Sugere-se que a FATMA padronize o poder calorífico inferior dos combustíveis utilizados nas atividades das suas áreas de jurisdição, de modo a homogeneizar os cálculos para determinação da potência térmica nominal de todas as fontes de emissões atmosféricas. No quadro 7 são apresentados o poder

calorífico inferior de alguns combustíveis, conforme diferentes fontes consultadas.

Quadro 7 – Poder calorífico inferior dos combustíveis

Combustível	Poder calorífico		
	Arauterm (kcal/kg)	Aalborg (kcal/kg)	CTGÁS (kcal/kg)
Carvão Mineral – Tubarão/SC	4.500	4.500	7.000
Casca de arroz	3.300 (12% água)	3.300 (12% água)	-
Casca de madeira	-	-	1.450 (60% água)
Casca de eucalipto	3.750	3.750	-
Cavaco	4.300	4.300	2500
Cavacos de pinho	2.500	2.500	-
Coque de lenha	7.600	7600	-
Gás natural	9.000 kcal/m ³	9.065 kcal/Nm ³	9.400
Lascas de madeira	3.300	3.300	-
Lenha	2.400 (40% água)	2.400 (40% água)	2770
Lenha (seca)	3.800 (12% água)	3.680	-
Madeira de caixotes	3.800	3.800	-
Madeira muito seca	4.800	4.800	-
Madeira de pinho (seca ao ar)	3.500	3.500	-
Madeira verde	2.500	2.500	-
Óleo combustível	-	-	10.230
Óleo combustível 1ª	9.550	9.750	-
Óleo combustível 1B	-	9.940	-
Óleo combustível 2ª	9.431	9.550	-
Óleo combustível 2B	-	9.920	-
Óleo combustível 3ª	9.388	9.500	-
Óleo combustível 3B	-	9.870	-
Óleo combustível 4ª	9.291	-	-
Óleo combustível 7ª	9.290	-	-
Serragem de pinho	2.000 (40% água)	2.000 (40% água)	-
Serragem seca	3.500 (20% água)	3.500 (20% água)	-
Serragem + cepilho (seco)	4.600	4.600	-
Sobra de serraria (pinho)	4.160	4.160	-

Fonte: Arauterm, s/a; Aalborg, s/a; CTGÁS, s/a.

* Para a conversão de kcal/h para MW deve-se multiplicar por $1,16 \times 10^{-6}$ (BRASIL, 2011b).

O órgão ambiental licenciador poderá utilizar este quadro como base para definição dos valores a serem utilizados nos cálculos de determinação da potência térmica nominal.

As Resoluções CONAMA e a Resolução SEMA nº 54/2006, apresentam para tipologias de fontes com processos de geração de calor a condição referencial de oxigênio (%O₂). Conforme Paraná (2006, p. 3), a condição referencial de oxigênio “é uma referência de diluição dos efluentes gasosos com excesso de ar”. A concentração dos poluentes é diretamente afetada pela diluição, portanto para os processos de combustão estão definidas uma referência de diluição, já que nestes o excesso de ar é um parâmetro variável.

Deste modo, as concentrações de poluentes determinadas no relatório de emissões atmosféricas da fonte analisada, deverão ser corrigidas para a condição referencial de oxigênio apresentada para cada tipologia de fonte, e posteriormente comparadas com os padrões de emissão estabelecidos. Ressalta-se que esta correção não deverá ser efetuada quando ocorrer injeção de oxigênio puro no processo, conforme mencionado na Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011.

Constatou-se na FATMA que os resultados das concentrações de poluentes apresentados nos relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas, enviados ao órgão ambiental até o ano de 2011, não apresentavam a concentração corrigida para a condição referencial de oxigênio. Assim, devido à falta de conhecimento na área, os resultados eram comparados de maneira inadequada com os padrões de emissão.

Salienta-se que a partir do ano de 2012, alguns relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas começaram a apresentar o valor corrigido para a condição referencial de oxigênio, de acordo com os valores estabelecidos na Resolução aplicável. Portanto, nestes casos a etapa para correção de oxigênio deverá ser desconsiderada.

Conforme a Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011, a conversão da concentração medida para a condição referencial de oxigênio deverá ser realizada através da equação 2, apresentada abaixo:

$$C_R = \frac{21-O_R}{21-O_M} \times C_M \quad (2)$$

Sendo:

C_R – Concentração do poluente corrigida para a condição referencial de oxigênio;

O_R – Percentagem de oxigênio de referência;

O_M – Percentagem de oxigênio medido durante a amostragem;

C_M – Concentração do poluente determinada na amostra.

A percentagem de oxigênio de referência (O_R) a ser utilizada vai depender da tipologia da fonte. Ressalta-se que a Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011 estabelecem a mesma condição referencial de

oxigênio, já a Resolução SEMA nº 54/2006 determina valores diferentes. A concentração do poluente corrigida para a condição referencial de oxigênio (C_R) é o valor que deverá ser comparado com os padrões de emissão estabelecidos (Apêndice A5 e A6).

A partir da definição de todos os dados acima explicitados, o técnico poderá realizar a verificação da concentração de poluentes com base na Resolução adequada. Deste modo, se caracterizados valores acima dos padrões de emissão, o técnico deverá realizar as exigências necessárias para que a fonte potencialmente poluidora adote equipamentos de controle visando à minimização da poluição atmosférica.

Na Resolução CONAMA nº 436/2011 foi possível constatar que os laudos laboratoriais deverão estar devidamente assinados pelo técnico responsável com registro profissional e legalmente habilitado. Assim, com base no exposto, o técnico do órgão ambiental deverá avaliar se consta no relatório a anotação de responsabilidade técnica do profissional, dentro do prazo de validade da mesma.

Para o bom gerenciamento da qualidade do ar, além de todos os dados apresentados, faz-se necessário a definição de uma frequência de amostragem padrão para as potenciais fontes emissoras. Conforme a Resolução CONAMA nº 436/2011, os resultados da amostragem em dutos ou chaminés de fontes fixas deverão ser apresentados com periodicidade definida pelo órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011a).

Com base na avaliação dos processos de licenciamento ambiental de diferentes tipologias de fontes fixas observados na FATMA, percebeu-se que a frequência de amostragem está definida na licença ambiental de operação (LAO) de apenas algumas atividades. A periodicidade do monitoramento de emissões atmosféricas, estabelecidas nestas licenças é anual, na maioria dos casos. Ainda, verificou-se que algumas fontes não cumprem o prazo instituído, e em outras onde ainda não há a determinação da frequência, os relatórios de amostragem apenas são enviados ao órgão ambiental no período de renovação da licença ambiental.

Deste modo, recomenda-se que o órgão ambiental licenciador padronize a periodicidade de amostragem de emissões atmosféricas para as diferentes tipologias de fontes fixas. Deve-se levar em consideração, na definição da frequência do monitoramento, se as atividades possuem emissões abaixo dos limites máximos estabelecidos nas Resoluções aplicáveis ou se para atenderem aos

padrões, necessitam de um equipamento de controle ambiental.

Nos casos em que os padrões de emissões forem atendidos sem prévio tratamento, sugere-se que a frequência de amostragem seja em períodos menores, de modo que o órgão ambiental tenha a garantia de que esta situação será mantida.

Já para as atividades que apresentarem emissões acima do permitido sem tratamento, a frequência de amostragem poderá ser em períodos maiores, porém a mesma deverá comprovar a instalação de um sistema de controle, bem como a eficiência do mesmo para minimizar as emissões de poluentes atmosféricos e atender aos padrões.

Conforme dados coletados em entrevista com especialistas na área, para comprovar a eficiência do sistema de tratamento de emissões atmosféricas, a amostragem deverá ser realizada simultaneamente em duto ou chaminé a montante e a jusante do equipamento de controle. Por meio de pesquisas, constatou-se que a CETESB, órgão ambiental do estado de São Paulo, adota o mesmo método para comprovação da eficiência (CETESB, 2010a).

Recomenda-se ainda, que o órgão ambiental licenciador exija dos prestadores de serviços responsáveis pela amostragem de emissões atmosféricas o registro do grau de enegrecimento de fumaça, verificado através da Escala de Ringelmann, no momento da amostragem da fonte estacionária. Este registro é fundamental, visto que fornecerá ao órgão ambiental a evidência das condições de emissões observadas no dia da amostragem e poderão servir de comparativo na fiscalização ambiental.

O órgão ambiental licenciador, conforme a Resolução CONAMA nº 436/2011, poderá a qualquer momento estabelecer critérios adicionais para validação de dados. Portanto, recomenda-se que todos os critérios determinados sejam estabelecidos na condicionante da licença de operação das atividades industriais.

4.2 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

O monitoramento da qualidade do ar pode ser realizado para avaliar a condição deste compartimento ambiental decorrente das emissões de fontes específicas, bem como das emissões provenientes de diversas tipologias de fontes.

O procedimento para subsidiar a análise de relatórios de monitoramento da qualidade do ar foi elaborado seguindo o mesmo princípio do procedimento anterior, porém com o objetivo de auxiliar a avaliação do laudo técnico de monitoramento da qualidade do ar de fontes específicas de emissão, sendo esta maior necessidade observada na FATMA.

Para facilitar o entendimento das etapas na execução da análise dos relatórios de monitoramento da qualidade do ar, apresenta-se o procedimento de forma objetiva no apêndice B. Na sequência serão detalhadas as informações que constam no documento, compreendendo a fase de planejamento inicial e análise de relatórios de monitoramento da qualidade do ar.

4.2.1 Planejamento inicial

Os relatórios de monitoramento da qualidade do ar apresentam dados relevantes para avaliação da contribuição de deterioração da qualidade do ar de fontes específicas. Conforme a CETESB (2012), o principal objetivo de um relatório é apresentar o diagnóstico da qualidade do ar, a partir do monitoramento realizado.

Conforme já mencionado anteriormente, as emissões de fontes estacionárias são classificadas como pontuais e fugitivas, porém cabe aqui destacar as emissões fugitivas de processo em que não é possível direcionar para um duto ou chaminé. Nestas fontes deverão ser adotados outros tipos de métodos para o controle das emissões fugitivas, conforme descreve a Resolução SEMA nº 54/2006 “as fontes geradoras de emissões fugitivas devem tomar providências a fim de minimizá-las [...]” (PARANÁ, 2006, p. 16).

Com base no exposto, para que o monitoramento apresente os resultados adequados, é essencial que o técnico possua um conhecimento prévio sobre a origem das emissões na fonte fixa, para que possa definir o objetivo do monitoramento e os parâmetros a serem monitorados. Tais dados poderão ser levantados através da análise da documentação apresentada no órgão ambiental licenciador e fiscalização na fonte estacionária.

Após o conhecimento da origem das emissões, pode-se definir se o monitoramento da qualidade do ar será realizado para avaliar a eficiência do controle de emissões fugitivas da fonte fixa e/ou para avaliar as concentrações ambientais no entorno das instalações, decorrentes das emissões lançadas por

duto ou chaminés (emissões pontuais). Tais dados visam subsidiar informações para avaliar a exposição da população e do ambiente ao poluente emitido pela fonte.

Caso o objetivo seja avaliar a contribuição das emissões pontuais na qualidade do ar, para as fontes com lançamentos provenientes de combustão, inicialmente o técnico do órgão ambiental licenciador deverá identificar o tipo de combustível utilizado e suas possíveis composições. Ainda, caso houver emissões fugitivas na fonte, considerando que as mesmas são direcionadas a um duto ou chaminé, deverá ser avaliada a etapa do processo em que tal emissão ocorre e os possíveis poluentes originados.

Já se o objetivo é avaliar a eficiência do controle das emissões fugitivas, provenientes de processo, aplica-se o mesmo método mencionado anteriormente: caracterizar previamente a etapa em que tal emissão ocorre e os possíveis poluentes que estão sendo emitidos. Assim, definida esta etapa, o técnico do órgão ambiental poderá estabelecer os tipos de poluentes atmosféricos adequados para o monitoramento, conforme o escopo legal que apresenta os padrões de qualidade do ar.

Recomenda-se que o monitoramento da qualidade do ar seja realizado simultaneamente ao monitoramento das emissões atmosféricas. Desta forma, será possível realizar uma avaliação mais detalhada sobre as emissões atmosféricas da fonte fixa.

Através do levantamento de dados realizado nas legislações referentes à qualidade do ar, identificou-se que o escopo legal que apresenta os padrões de qualidade do ar é a Resolução CONAMA nº 3/1990. A referida Resolução estabelece limites máximos de emissão para os indicadores da qualidade do ar. Conforme a CETESB (2013a) e Derisio (2000), os poluentes indicadores da qualidade do ar são caracterizados desta forma, em virtude de sua ocorrência e efeitos adversos que podem causar a saúde e ao meio ambiente.

Ainda, foi possível constatar que a Resolução SEMA nº 54/2006, utilizada neste trabalho por ser considerada completa e detalhada, segue os mesmos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 3/1990.

Além da determinação dos poluentes necessários ao monitoramento, se faz necessário que o órgão ambiental conheça previamente algumas informações importantes, como forma de garantir a obtenção de relatórios com dados adequados para a avaliação. Portanto, sugere-se que o órgão ambiental licenciador exija das

fontes fixas de emissão a apresentação de uma proposta de monitoramento da qualidade do ar, onde por meio desta possa determinar os critérios utilizados para a seleção dos pontos de monitoramento, a área de influência direta da fonte, bem como as possíveis fontes relevantes que possam interferir nos resultados do monitoramento.

Através dos dados mencionados, o técnico do órgão ambiental poderá avaliar previamente se os locais determinados para monitorar a qualidade do ar são apropriados, bem como conhecer o entorno da atividade e as áreas que podem ser afetadas diretamente pela poluição atmosférica da fonte. Sabe-se que os poluentes atmosféricos podem ser provenientes de diversas tipologias de fontes, assim o conhecimento das fontes que podem estar interferindo no resultado do monitoramento é essencial para uma avaliação mais adequada das concentrações de poluentes apresentadas no relatório.

Verificou-se, a partir da análise das legislações que dispõem sobre o controle da poluição atmosférica federais, que não há existência de regras referentes à frequência de amostragem de poluentes no ar ambiente. No estado de SC, apenas o Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981, revogado pelo Código Ambiental, trata do assunto, estabelecendo que o monitoramento da qualidade do ar deverá ser efetuado, no mínimo, por um período de 24 (vinte e quatro) horas a cada 6 (seis) dias, para dióxido de enxofre e partículas em suspensão, e continuamente para monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos (SANTA CATARINA, 1981). A CETESB através do Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976 do estado de São Paulo adota os mesmos critérios de periodicidade de amostragem (SÃO PAULO, 1976).

As condições meteorológicas influenciam diretamente nos resultados de monitoramento da qualidade do ar e falhas podem ocorrer durante a amostragem. Portanto, quando se considera um período curto de tempo, os dados da rede manual sofrem maior influência das condições específicas do dia de coleta, o que pode não refletir o comportamento global do período.

Deste modo, a adoção de critérios de representatividade de dados é essencial. Para a CETESB (2012), o não atendimento aos critérios de representatividade significa que as interferências no entorno ou falhas nas medições comprometerão a interpretação dos resultados obtidos. Os resultados representativos dependem da realização de um monitoramento de maneira periódica

e contínua para avaliar as condições mais diversas. Os critérios de representatividade de dados utilizados pela CETESB estão apresentados no quadro 8.

Quadro 8 – Metodologia aplicada à representatividade de dados

Rede Manual	
Média diária	Pelo menos 22 horas de amostragem
Média mensal	2/3 das médias diárias válidas no mês
Média anual	1/2 das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro

Fonte: CETESB, 2012.

Com base no exposto, para uma boa representatividade de dados, recomenda-se que o órgão ambiental ao definir a frequência de monitoramento, leve em consideração a existência ou não de reclamações da população.

Conforme sugestão de especialista na área, recomenda-se que em casos de reclamações, o monitoramento seja realizado num período de 24 (vinte e quatro) horas, considerando 7 (sete) dias corridos no mês, visando avaliar de maneira contínua todas as condições decorrentes das emissões da fonte fixa. Já se o objetivo do monitoramento for para avaliar a qualidade do ar no entorno da fonte, onde não houve a ocorrência de reclamações, o monitoramento poderá ser num período de 24 (vinte e quatro) horas, durante 5 (cinco) dias corridos no mês. Assim, será possível avaliar um período contínuo de funcionamento da fonte, e obter dados mais confiáveis sobre as concentrações de poluentes no ar. Para determinar por quantos meses deverá ser o monitoramento, seguindo os critérios acima, o técnico deverá levar em consideração o impacto que poderá ser ocasionado à população e ao meio ambiente.

Além da representatividade, para a obtenção de um resultado confiável no monitoramento da qualidade do ar, as medições deverão ser realizadas por empresas confiáveis, com o uso de equipamentos calibrados e com metodologia aprovada pelo órgão competente.

4.2.2 Análise de relatórios de monitoramento da qualidade do ar

Como disposto no procedimento anterior, inicialmente deverá ser avaliada a empresa que executou o monitoramento da qualidade do ar, visando identificar se a mesma realiza seus trabalhos de forma adequada a fim de garantir resultados

confiáveis. Para tanto, fica estabelecido do mesmo modo à necessidade de credenciamento das empresas pelo órgão ambiental licenciador.

Sabe-se que para a realização da amostragem é necessário que os equipamentos utilizados estejam calibrados. Tal fato é corroborado pela Resolução CONAMA nº 436/2011, que dispõe que todos os instrumentos empregados no monitoramento deverão estar calibrados e os certificados de calibração dos mesmos deverão estar presentes no relatório. Para o monitoramento da qualidade do ar estes dados também são válidos.

Através do levantamento de dados realizado nas normas técnicas da ABNT descritas na metodologia deste trabalho e nas entrevistas não estruturadas, foi possível constatar que os equipamentos que necessitam do certificado de calibração são: calibrador padrão de vazão – CPV para partículas totais em suspensão e partículas inaláveis; agulhas hipodérmicas (orifício crítico) para cada gás e o bolhometro de 150 e 250 mL. Ressalta-se ainda, que sempre no momento da instalação do equipamento no local de amostragem deverá ser realizada a calibração do mesmo com o Kit de Calibração (Calibrador padrão de vazão – CPV e Bolhometro).

A partir do conhecimento dos equipamentos que deverão estar calibrados, o técnico responsável pela análise do relatório deverá verificar se os certificados necessários constam no mesmo, bem como, avaliar a data de validade que esta apresentada nos certificados. Constatou-se por meio de avaliações nos relatórios de monitoramento da qualidade do ar, que alguns certificados apenas apresentam a data de emissão. Portanto, nestes casos o técnico deverá avaliar a data de emissão e identificar se a mesma está dentro de um período de no mínimo 1 (um) ano.

Recomenda-se que os laboratórios que realizam as calibrações dos equipamentos utilizados no monitoramento da qualidade do ar sejam acreditados por um organismo oficial, assim como os laboratórios que realizam a calibração dos equipamentos utilizados no monitoramento de emissões atmosféricas. Justifica-se tal fato, pois os equipamentos não calibrados de forma correta poderão interferir nos resultados da amostragem. Para o monitoramento da qualidade do ar sugere-se também, que o órgão ambiental realize um levantamento dos laboratórios capacitados a realizarem a calibração dos equipamentos.

A Resolução CONAMA nº 3/1990 dispõe sobre os métodos de amostragem que deverão ser utilizados no monitoramento da qualidade do ar. Além

dos métodos estabelecidos, a mesma define que caso necessário, poderá ser utilizado um método equivalente, desde que seja aprovado pelo IBAMA. O quadro 9 apresenta os métodos de referência aprovados pelo INMETRO.

Quadro 9 – Métodos de amostragem para o monitoramento da qualidade do ar

Parâmetro	Método de Amostragem
Partículas totais em suspensão	Amostrador de grandes volumes – AGV
Fumaça	Refletância
Partículas inaláveis	Separação inercial/filtração
Dióxido de enxofre	Pararosanilina
Monóxido de carbono	Infravermelho não dispersivo
Ozônio	Quimioluminescência
Dióxido de nitrogênio	Quimioluminescência

Fonte: Brasil, 1990a.

Com base no exposto, as metodologias utilizadas apresentadas nos relatórios deverão ser avaliadas pelos técnicos, visando identificar se a amostragem foi realizada utilizando os métodos de referência dispostos no quadro 9 acima. De modo a facilitar esta análise, foi elaborado um quadro com a apresentação das normas técnicas que podem ser empregadas no monitoramento da qualidade do ar.

A definição das metodologias foi efetuada através da coleta de normas aplicáveis a amostragem, efetuada no acervo de normas técnicas da CETESB e na Resolução SEMA nº 54/2006. As normas técnicas em nível nacional (ABNT) e estadual de São Paulo (CETESB) que poderão ser aplicadas na amostragem estão dispostas no quadro 10.

Quadro 10 – Métodos de amostragem e análise da qualidade do ar

Amostragem	Normas	
	ABNT/NBR	CETESB
Material Particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método de AGV	9547 (1997)	-
Material Particulado em suspensão na atmosfera - Determinação da concentração de PI pelo método de AGV	13412 (1995)	L8.013 (1990)
Material Particulado em suspensão na atmosfera - Determinação da concentração pelo método da refletância da luz OPS/OMS	10736 (1989)	L8.012 (1986)
Dióxido de enxofre no ar ambiente – Determinação da concentração pelo método de pararosalina	9546 (1986)	-
Determinação da concentração de monóxido de carbono por espectrofotometria de infravermelho não dispersivo	13157 (1994)	-

Fonte: Paraná, 2006; CETESB, 2013b.

Além das metodologias apresentadas no quadro 10, poderão ser utilizados como métodos equivalentes: a ABNT NBR 12979:1993 que dispõe sobre a

determinação da concentração de dióxido de enxofre, pelo método de peróxido de hidrogênio; e a US EPA – nº EQN – 1277 – 026, referente à determinação de dióxido de nitrogênio, pelo método de arsenito de sódio.

Recomenda-se que o técnico do órgão ambiental verifique os poluentes monitorados estabelecidos no relatório, e posteriormente avalie se para cada poluente apresentado foi utilizada uma metodologia adequada, de acordo com o estabelecido acima.

O objetivo principal da amostragem é avaliar a qualidade do ar. Portanto, para um melhor entendimento e como forma de facilitar a análise dos resultados dispostos nos relatórios, são apresentados no quadro 11 os padrões de qualidade do ar, por poluente, estabelecido na Resolução CONAMA nº 3/1990, bem como os níveis de qualidade do ar para episódios críticos de poluição do ar.

Quadro 11 – Padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição

Parâmetro	Tempo	Padrões ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Episódios agudos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Primários	Secundários	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	375	625	875
	MGA ²	80	60	-	-	-
Fumaça	24 horas ¹	150	100	250	420	500
	MAA ³	60	40	-	-	-
Partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	250	420	500
	MAA ³	50	50	-	-	-
Dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	800	1.600	2.100
	MAA ³	80	40	-	-	-
Monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	-	-	-
		35 ppm	35 ppm			
	8 horas ¹	10.000	10.000	17.000	34.000	46.000
		9 ppm	9 ppm	15 ppm	30 ppm	40 ppm
Ozônio	1 hora	160	160	400	800	1.000
Dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	1.130	2.260	3.000
	MAA ³	100	100	-	-	-

Fonte: Brasil, 1990a.

Notas:

¹ Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano

² Média geométrica anual

³ Média aritmética anual

Conforme disposto no quadro 11, atender o tempo de coleta para o monitoramento da qualidade do ar é essencial para a comparação dos resultados. Deste modo, o técnico deverá avaliar o tempo de amostragem apresentado no relatório e verificar se os dados estão em conformidade com os critérios estabelecidos, sendo que as médias só poderão ser comparadas se os resultados forem representativos.

Os limites da concentração de poluentes permissíveis de estarem em suspensão na atmosfera estão divididos em padrões primários e secundários da qualidade do ar. Constatou-se na Resolução CONAMA nº 3/1990 que para determinação do padrão a ser utilizado, deverá ser levado em consideração à classificação de usos pretendidos para as áreas de classe I, II e III, conforme prevê a Resolução nº 5/1989. Porém, vale ressaltar que o Estado ainda não possui esta classificação. Com base nisto, verificou-se que a Resolução CONAMA nº 3/1990 dispõe que enquanto o Estado não definir as respectivas áreas, deverão ser adotados os padrões primários de qualidade do ar. Recomenda-se que quando necessário, o órgão ambiental licenciador adote padrões de qualidade do ar mais restritivos, como os padrões secundários estabelecidos, tendo em vista a área analisada.

Constatou-se na Resolução CONAMA nº 3/1990, em relação aos níveis de qualidade do ar, que sua aplicação ocorrerá quando o Estado indicar às autoridades responsáveis a declaração dos episódios agudos de poluição. Sugere-se, conforme estabelece a CETESB, que juntamente com a declaração dos níveis de concentração, seja informada a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis a dispersão dos poluentes (CETESB, 2012). Ainda, recomenda-se que estes níveis sejam utilizados do mesmo modo para avaliar as emissões de fontes fixas específicas, com o intuito de verificar se a mesma pode atingir episódios agudos de poluição do ar em decorrência das suas emissões.

Os laudos técnicos avaliados apresentam além das concentrações de poluentes monitorados, o índice de qualidade do ar no período da amostragem. Verificou-se que a qualidade do ar apresentada nos relatórios é estabelecida através da utilização da ferramenta IQAr – Índice de Qualidade do Ar da CETESB (2012). Tal ferramenta é utilizada para facilitar a análise das condições de qualidade do ar pela população leiga. De modo a demonstrar como tais dados são definidos nos relatórios, buscou-se em documentos da CETESB a estrutura do Índice de

Qualidade do Ar, apresentada no quadro 12.

Quadro 12 – Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³)	PTS (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	CO (ppm)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Fumaça (µg/m ³)
Boa	0-50	0-50	0-80	0-80	0-4,5	0-100	0-80	0-60
Regular	51-100	>50-150	>80-240	>80-160	>4,5-9	>100-320	>80-365	>60-150
Inadequada	101-199	>150 e <250	>240 e <375	>160 e <200	>9 e <15	>320 e <1130	>365 e <800	>150 e <250
Má	200-299	≥250 e <420	≥375 e <625	≥200 e <800	≥15 e <30	≥1130 e <2260	≥800 e <1600	≥250 e <420
Péssima	≥300	≥420	≥625	≥800	≥30	≥2260	≥1600	≥420

Fonte: CETESB, 2012.

De acordo com a concentração do poluente na atmosfera, pode-se definir a qualidade do ar. Segundo a CETESB (2010b), o índice de 0 – 100 é correspondente ao padrão primário, isto significa que a classificação boa e regular indica que a qualidade do ar obedece aos padrões legais. O índice de 101 – 199 equivale ao nível de atenção, o índice de 200 – 299 equivale ao nível de alerta e o índice maior ou igual a 300 equivale ao nível de emergência. A CETESB ainda determina os efeitos ocasionados à saúde dependendo da qualidade do ar, conforme se pode verificar no quadro 13.

Quadro 13 – Qualidade do ar e efeitos a saúde

Qualidade	Índice	Significado
Boa	0-50	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	51-100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	101-199	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	200-299	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	≥300	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB, 2012.

Percebe-se avaliando o quadro acima que os padrões primários de qualidade do ar que englobam o índice de 0 a 100, ainda podem causar prejuízos a saúde, principalmente as pessoas mais sensíveis como crianças e idosos. Conforme

IAP (2009, p. 16), “o padrão de qualidade do ar não é um limite abaixo do qual estamos absolutamente seguros”. Portanto, mesmo que as concentrações de poluentes no ar estejam abaixo dos padrões estabelecidos, o efeito da poluição atmosférica existe.

A poluição atmosférica pode causar prejuízos não somente a saúde, mas também ao meio ambiente. Conforme o MMA (2013), a poluição do ar afeta a qualidade dos materiais, do solo e das águas. Segundo a CETESB (2012), os efeitos gerais ao meio ambiente decorrentes da poluição são danos a vegetação, deterioração da visibilidade, contaminação do solo e água, chuva ácida, corrosão de materiais e dentre outros.

Tais dados referentes aos efeitos da poluição atmosférica, poderão ser utilizados pelo técnico do órgão ambiental licenciador como forma de subsidiar suas ações para conduzir as fontes fixas à minimização das emissões, visando à melhoria da qualidade de vida.

De modo a evitar os efeitos da poluição atmosférica, a CETESB estabelece através do Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013 padrões de qualidade do ar mais restritivos que a Resolução CONAMA nº 3/1990, baseando-se nas diretrizes estabelecidas pela OMS. Os novos padrões foram definidos “por intermédio de um conjunto de metas gradativas e progressivas para que a poluição atmosférica seja reduzida a níveis desejáveis ao longo do tempo” (CETESB, 2013d, s.p). Os novos padrões de qualidade do ar estão apresentados no quadro 14.

Quadro 14 – Padrões de qualidade do ar determinados pela CETESB Continua

Parâmetro	Tempo	Padrões (µg/m³)			
		MI1	MI2	MI3	PF
Partículas totais em suspensão*	24 horas	-	-	-	240
	MGA ¹	-	-	-	80
Partículas inaláveis (MP ₁₀)	24 horas	120	100	75	50
	MAA ²	40	35	30	20
Partículas inaláveis finas (MP _{2,5})	24 horas	60	50	37	25
	MAA ²	20	17	15	10
Fumaça	24 horas	120	100	75	50
	MAA ²	40	35	30	20

Conclusão

Parâmetro	Tempo	Padrões (µg/m³)			
		MI1	MI2	MI3	PF
Dióxido de nitrogênio	1 hora	260	240	220	200
	MAA ²	60	50	45	40
Dióxido de enxofre	24 horas	60	40	30	20
	MAA ²	40	30	20	-
Monóxido de carbono	8 horas	-	-	-	9 ppm
Ozônio	8 horas	140	130	120	100
Chumbo**	MAA ²	-	-	-	0,5

Fonte: CETESB, 2013d.

Notas:

¹ Média geométrica anual

² Média aritmética anual

* Fumaça e Partículas Totais em Suspensão – parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.

** Chumbo – a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério da CETESB.

Conforme o Decreto nº 59.113/2013 para o bom gerenciamento da qualidade do ar deverá ser observado os critérios para Metas Intermediárias - (MI): “estabelecidas como valores temporários a serem cumpridos em etapas”; e Padrões Finais (PF): “determinados pelo melhor conhecimento científico para que a saúde da população seja preservada ao máximo em relação aos danos causados pela poluição” (SÃO PAULO, 2013, p. 7).

Como se pode verificar no quadro 14, as metas intermediárias devem ser obedecidas em 3 (três) etapas, sendo a MI1 valores que deverão ser atendidos a partir da publicação do decreto; MI2 deverão ser atendidos subsequentemente a MI1, após avaliações da etapa 1; MI3 deverão ser atendidos nos anos subsequentes a MI2, sendo que o prazo de duração será definido pelo CONSEMA, com base nas avaliações realizadas na etapa 2. Os padrões finais serão válidos a partir do cumprimento das etapas intermediárias.

Além disso, o referido decreto estabelece critérios para episódios agudos de poluição do ar, mais restritivos que a Resolução CONAMA nº 3/1990. Com base nestes padrões, a CETESB estabelece um novo índice de qualidade do ar para classificação do ar atmosférico. Deste modo, recomenda-se que o órgão ambiental licenciador adote quando necessário, padrões mais restritivos de qualidade do ar,

conforme definido pelo Decreto nº 59.113/2013.

Conforme a CETESB (2012), mesmo as emissões atmosféricas sendo mantidas, a qualidade do ar poderá ser afetada pelas condições meteorológicas, que por sua vez determinam uma maior ou menor dispersão dos poluentes presentes no ar. Tal fato justifica a importância dos dados meteorológicos estarem presentes no relatório, pois auxiliarão na interpretação dos resultados.

Segundo Derisio (2000), as condições meteorológicas exercem um papel fundamental em relação à poluição do ar. Para IAP (2009) se as condições estão desfavoráveis a dispersão, significa que altas concentrações de poluentes ficarão acumuladas num determinado local, sendo que poderão ultrapassar facilmente os limites estabelecidos. Já condições favoráveis garantem que os poluentes estarão sendo bem dispersos na atmosfera.

Nos relatórios constatou-se que os parâmetros de condições meteorológicas apresentados são velocidade e direção do vento, temperatura, precipitação, pressão atmosférica e umidade. Portanto, estes dados deverão ser analisados pelo técnico visando à interpretação das condições ambientais. Estes são essenciais, pois a qualidade do ar pode melhorar ou piorar dependendo da dispersão dos poluentes. A seguir será apresentado como as condições meteorológicas podem afetar na concentração dos poluentes:

- Velocidade e direção dos ventos: “A velocidade do vento e a estabilidade térmica da atmosfera são os parâmetros mais importantes para as condições de dispersão de poluentes” (IAP, 2009, p. 18). O vento é responsável pela turbulência, transporte e diluição da pluma, a velocidade do vento afeta de modo mais direto a concentração de poluentes emitidos em chaminés ou dutos de fontes estacionárias, realizando assim a mistura dos gases com a atmosfera. Através da direção do vento é possível conhecer para onde os poluentes atmosféricos foram transportados. Em situações em que os ventos são caracterizados como fracos, ocorre à estagnação do ar, deste modo ocorre um aumento na concentração de poluentes em um determinado local (DAMILANO; JORGE, 2006).

- Temperatura: Conforme Braga (2002, p. 183), “o perfil térmico da atmosfera tem relação direta com a capacidade de dispersão de poluentes por mistura vertical”. A estabilidade atmosférica segundo Derisio (2000, p. 93) “esta relacionada com os movimentos ascendentes e descendentes de volumes de ar”. Em situações estáveis as forças ascensionais se opõem ao movimento vertical e

instáveis as forças ascensionais favorecem o movimento vertical.

A temperatura do ar quanto mais elevada conduz a formação de movimentos verticais ascendentes (convecção), contribuindo assim com o arraste de poluentes localizados em níveis baixos para os mais elevados. No caso de temperaturas mais baixas os movimentos verticais não ocorrem tão eficientemente, assim os poluentes atmosféricos permanecem em níveis mais baixos (DAMILANO; JORGE, 2006).

- Precipitação: A precipitação é essencial, pois é um mecanismo que funciona como auto purificador, através da chuva os poluentes são removidos da atmosfera. Ressalta-se que o lançamento de poluentes na atmosfera deve ser “na medida em que estas substâncias possam ser suportadas pelos processos purificadores, caso contrário haverá acumulação” (IAP, 2009, p. 12).

- Pressão atmosférica: “Aos centros de altas pressões denominados de anticiclones estão associadas condições de tempo caracterizadas por grande estabilidade com pouca mistura vertical e, portanto fraca dispersão dos poluentes”. Já em baixas pressões “ocorrem condições de instabilidade e de grande turbulência favorecendo a dispersão dos poluentes” (DAMILANO; JORGE, 2006, p. 18). Deste modo nas condições desfavoráveis à dispersão, poderá ocorrer episódios de altas concentrações de poluentes.

- Umidade: Conforme a CETESB (2013c), a alta concentração de poluentes e a baixa umidade do ar afetam diretamente os efeitos na saúde da população, sendo esta uma situação mais comum de ocorrer no inverno. Damilano e Jorge (2006, p. 16) afirmam tal fato dispondo que “a ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos da população”.

De forma geral, “as condições meteorológicas possibilitam estabelecer uma forma de ligação entre a fonte de poluição e o receptor, tendo como referência o transporte e a dispersão de poluentes” (DERÍSIO, 2000, p. 92).

As legislações referentes à qualidade do ar não estabelecem critérios essenciais sobre dados que devem estar presentes no relatório. Porém, assim como nos relatórios de emissões atmosféricas, recomenda-se que os laudos laboratoriais estejam devidamente assinados pelo técnico responsável, com registro profissional e legalmente habilitado.

Com relação ao prestador de serviço responsável pelo monitoramento da qualidade do ar, sugere-se que no relatório seja apresentado o certificado de registro

no Conselho Regional de Química - CRQ ou Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA.

Assim, com base no exposto, o técnico do órgão ambiental deverá avaliar se constam no relatório a Anotação de Responsabilidade Técnica e/ou Anotação de Função Técnica do profissional, dentro do prazo de validade da mesma e o certificado de registro do laboratório.

4.3 PROCEDIMENTO PARA FISCALIZAÇÃO DE POTENCIAIS FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

O procedimento para fiscalização de potenciais fontes de emissões atmosféricas foi elaborado a partir do levantamento de dados, descrito na metodologia deste trabalho. Neste item serão apresentados e discutidos os principais parâmetros que deverão ser observados pelo técnico do órgão ambiental licenciador nas fiscalizações ambientais, visando avaliar o cumprimento das medidas para o controle da poluição atmosférica aplicados pelas potenciais fontes de emissões.

O procedimento encontra-se descrito no apêndice C. Salienta-se que juntamente a este, é apresentado uma sugestão de *check list* elaborado para contribuir na coleta de dados durante as fiscalizações ambientais, como forma de facilitar as atividades desenvolvidas pelo técnico.

A fiscalização ambiental em atividades que possuem potencial capacidade de emissões atmosféricas geralmente é realizada para complementar o processo de licenciamento ambiental de obtenção ou renovação da Licença Ambiental de Operação (LAO). Ressalta-se ainda que a fiscalização ambiental também é efetuada em casos de denúncias, conforme observado durante a realização do estágio.

Conforme o IBAMA (2007, p. 20), “a fiscalização deve ser acionada sempre que o interesse individual se sobrepuser ao interesse da sociedade, estando inseridas nesse contexto as infrações cometidas contra o meio ambiente”. O agente de fiscalização no exercício de suas atividades tem a função de exercer o poder de polícia aplicando as sanções administrativas aos agressores do meio ambiente, conforme estabelece as legislações ambientais em vigor.

Foi possível verificar na área de estudo, que para execução da

fiscalização ambiental, inicialmente é necessário o planejamento da ação. Este planejamento tem como objetivo proporcionar ao técnico do órgão ambiental um maior conhecimento da fonte fixa de emissão, possibilitando uma vistoria mais eficaz. Para tal, inicialmente o processo de licenciamento da fonte fixa de emissão deverá ser avaliado, subsidiando informações que deverão ser verificadas *in loco*.

Através de análises em diversos processos de licenciamento ambiental de fontes fixas de emissão de poluentes atmosféricos, identificou-se que o técnico deverá avaliar previamente se o Cadastro Técnico Federal (CTF) consta na documentação apresentada, verificando-se a regularização da atividade. Conforme o IBAMA (2013, p. 1), o CTF é caracterizado como uma “obrigação legal para pessoas físicas e jurídicas que desenvolvem atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadores de recursos naturais”.

Ainda, é essencial que o processo de licenciamento seja analisado pelo técnico, de forma a verificar as informações referentes ao processo produtivo, bem como dos pontos de emissões atmosféricas da atividade. A partir do levantamento de tais dados, deve-se identificar se as emissões decorrentes dos pontos caracterizados estão dentro dos padrões estabelecidos nas legislações aplicáveis. Para tanto, deverão ser analisados os relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e/ou da qualidade do ar, verificando as concentrações de poluentes emitidos ou presentes no ar, respectivamente. Caso os resultados apresentados estiverem fora do padrão aceitável, deverão ser avaliadas todas as medidas propostas para serem adotadas visando à minimização da poluição atmosférica, bem como a eficiência de tais medidas.

Constatou-se através do levantamento de dados nas legislações e da realização de entrevistas não estruturadas, como já mencionado anteriormente, que as fontes estacionárias podem possuir emissões fugitivas, aquelas não direcionadas a um duto ou chaminé, e emissões pontuais, sendo estas caracterizadas como de combustão e/ou processo. Cabe salientar que o monitoramento das emissões atmosféricas se aplica as fontes com emissões pontuais de poluentes. Já o monitoramento da qualidade do ar para avaliar a eficiência do controle das emissões fugitivas, bem como para analisar as concentrações de poluentes no ar dispersas após as emissões pontuais.

Além da análise do processo de licenciamento ambiental, sugere-se ainda que na etapa de planejamento sejam definidos os materiais básicos necessários ao

registro dos dados, tais como: máquina fotográfica, GPS, caneta e prancheta com o procedimento de fiscalização.

Após o planejamento da ação, torna-se possível a execução da fiscalização ambiental. Os dados apresentados a seguir, foram coletados a partir de fiscalizações realizadas juntamente com técnicos da FATMA em fontes potencialmente poluidoras, nas legislações referentes ao controle da poluição atmosférica, bem como através das entrevistas não estruturadas. A figura 4 demonstra a fiscalização ambiental efetuada em uma potencial fonte de emissão.

Figura 4 – Fiscalização ambiental em fontes fixas de emissões atmosféricas



Fonte: Goularte, 2013.

A partir do levantamento de dados realizado nas legislações, verificou-se que o escopo legal que apresenta alguns critérios a serem levados em consideração pelo técnico da FATMA na fiscalização ambiental estão dispostas na Resolução CONAMA nº 382/2006, Resolução CONAMA nº 436/2011 e Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina. Além disso, constatou-se que a Resolução SEMA nº 54/2006 apresenta informações essenciais, que poderão ser utilizadas como referência para uma fiscalização adequada.

Inicialmente todo o processo produtivo deverá ser avaliado, visando levantar os pontos de emissões de poluentes. Ainda, deverá ser observado e anotado as matérias-primas utilizadas, tipo e quantidade de fornos, tipo e consumo

de combustível, número de chaminés e a sua altura, bem como o número de fornos interligados a chaminé.

De forma geral, tem-se como objetivo nesta etapa verificar se as informações descritas no processo de licenciamento são condizentes com o que esta sendo verificado na fiscalização ambiental. Ressalta-se a importância de avaliação destes dados, visto que vão influenciar diretamente na emissão de poluentes para a atmosfera. O técnico deverá ainda, observar se existem fornos e chaminés desativados, para solicitar que as mesmas sejam retiradas do local.

Constatou-se na Resolução CONAMA nº 436/2011 que “as fontes de combustão deverão dispor de medição para a obtenção de dados relacionados ao consumo de combustível” (BRASIL, 2011a, p. 39). Portanto, sempre que possível o órgão ambiental deverá exigir das fontes fixas de emissão a utilização deste equipamento para obtenção de dados verídicos.

Posteriormente, o técnico deverá avaliar os sistemas de controle de emissões atmosféricas instalados pelas fontes fixas de emissão, de modo a minimizar a poluição atmosférica. Esta etapa é válida para as fontes em que os resultados das concentrações de poluentes apresentados no relatório de monitoramento de emissões atmosféricas e/ou qualidade do ar estiverem acima dos padrões aplicáveis.

Com relação ao controle das emissões pontuais, a Resolução CONAMA nº 436/2011 dispõe que “os equipamentos de controle ambiental, deverão possuir medidores dos parâmetros que garantam a verificação do bom funcionamento dos mesmos, assim como temperatura, pressão e pH” (BRASIL, 2011a, 39). Conforme a mesma Resolução, tais parâmetros deverão ser exigidos previamente pelo órgão ambiental licenciador.

Os especialistas entrevistados para a pesquisa sugeriram a exigência de instalação de um medidor de vazão e de um hidrômetro em equipamento de controle do tipo lavador de gases. Assim, será possível determinar a vazão, bem como o volume de água utilizado no equipamento, comprovando seu funcionamento durante todo o período de operação da atividade.

Deste modo, considerando que a FATMA tenha avaliado o projeto do sistema de controle, constatado a eficiência do equipamento a partir da análise do relatório de monitoramento de emissões atmosféricas e efetuado as exigências necessárias, na fiscalização ambiental deverão ser verificados e anotados todos os

valores dos medidores de parâmetros, subsidiando informações quanto ao funcionamento do mesmo. Ressalta-se que o equipamento deverá estar operando durante todo o funcionamento da atividade, garantindo assim o controle das emissões.

Sugere-se no caso da utilização de lavador de gases, que o técnico observe se é realizado o tratamento do efluente no sistema, bem como sua origem. Se necessário, o técnico poderá solicitar a análise do efluente, visando identificar se todos os parâmetros estão dentro dos limites adequados para o controle das emissões atmosféricas. Já para os equipamentos do tipo filtro manga, sugere-se que seja solicitado um plano de manutenção das mangas, bem como que a FATMA defina uma frequência para a apresentação da nota fiscal de compra das mangas ao órgão ambiental.

Recomenda-se que os dados coletados referentes às condições operacionais do sistema de controle e do medidor de combustível, sejam comparados com o disposto no relatório de monitoramento de emissões atmosféricas. O objetivo desta comparação é identificar se as condições operacionais do equipamento, bem como do consumo de combustível no dia da amostragem são condizentes com o que foi observado *in loco*, pois qualquer mudança nos parâmetros afetará diretamente a concentração de poluentes.

Conforme a Resolução CONAMA nº 436/2011, “o lançamento de efluentes gasosos na atmosfera deverá ser realizado por meio de dutos ou chaminés”. A referida Resolução ainda dispõe que “os sistemas de exaustão das fontes fixas de emissão de poluentes atmosféricos deverão estar operando adequadamente de modo a evitar as emissões fugitivas desde a fonte geradora até a chaminé” (BRASIL, 2011a, p. 3). Com relação ao assunto verificou-se na Resolução SEMA nº 54/2006 que todas “as fontes geradoras de emissões fugitivas devem tomar providências a fim de minimizá-las, tais como: enclausuramento de instalações, armazenamento fechado de material e, pavimentação e limpeza de áreas e vias de transporte” (PARANÁ, 2006, p. 16).

Portanto, é necessário que o técnico verifique ao fiscalizar a fonte fixa, se a mesma controla todas as emissões fugitivas do processo, bem como se as emissões tanto de processo, quanto de combustão estão sendo lançadas na atmosfera via chaminé ou duto. Assim, é essencial a avaliação criteriosa das tubulações, fornos, chaminés e das outras possíveis fontes de emissões fugitivas.

Conforme a Resolução CONAMA nº 436/2011, as fontes emissoras de poluentes deverão, durante a amostragem, contar com a estrutura necessária no duto ou chaminé, de acordo com metodologia normatizada. Sendo que as metodologias equivalentes poderão ser utilizadas desde que aceito pelo órgão ambiental licenciador. Deste modo, é de suma importância que o técnico avalie se no duto ou chaminé da atividade existe infra-estrutura básica necessária ao local de amostragem, de acordo com o que dispõe a norma técnica da ABNT NBR 10700:1989.

De acordo com a referida norma, o técnico deverá avaliar se consta no local de amostragem: “plataforma de amostragem; escada de acesso a plataforma; dispositivos de içamento do trem de amostragem e acessórios; fontes de energia elétrica; proteção dos equipamentos e da equipe contra condições adversas” (ABNT NBR 10700, 1989, p. 2). Ressalta-se que caso não seja possível instalar tal estrutura, a realização da amostragem poderá ser adaptada, utilizando-se andaimes, caminhão do tipo Munck ou outro dispositivo que possibilite a amostragem, garantindo também a segurança dos técnicos que estão executando o serviço.

Além dos dados acima explicitados, é essencial que o técnico na execução da fiscalização em atividades que possuam processo de geração de calor a partir da combustão, avalie *in loco* o grau de enegrecimento da fumaça, através da utilização da Escala de Ringelmann reduzida, conforme o método determinado pela norma técnica da CETESB L9.061/1979. Basicamente, o técnico deverá de pé, “segurar a Escala de Ringelmann reduzida com o braço esticado a uma altura tal que a vista do observador esteja alinhada com a região de medição e esta possa ser observada através do orifício da Escala” (CETESB, 1979, p. 3). Deste modo, será possível determinar o número da Escala que corresponda à tonalidade que mais se aproxime com a fumaça observada. Importante ainda, realizar o registro fotográfico da coloração da fumaça através da Escala de Ringelmann, de modo a se obter uma comprovação oficial.

Recomenda-se que esta ferramenta seja utilizada sempre que possível, para caracterizar o grau de enegrecimento da fonte em diferentes etapas de queima do processo. Os dados coletados poderão ser comparados com o grau de enegrecimento da fumaça observados no dia da amostragem, apresentada no relatório de monitoramento de emissões atmosféricas, visando avaliar a manutenção da condição observada na amostragem. Salienta-se que neste dia a fonte deverá

estar operando em plena carga, e que tal comparação possibilitará ao técnico identificar a incoerência com as condições de operação do dia da análise.

Através da consulta realizada no Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina, pode-se perceber que é proibida a emissão de fumaça por fontes estacionárias com grau de enegrecimento superior ao padrão 1 (um) da Escala de Ringelmann. Ressalta-se que o resultado poderá ser superior apenas em “um único período de 15 (quinze) minutos por dia, para operação de aquecimento da fornalha; e um período de 3 (três) minutos, consecutivos ou não, em cada uma hora” (SANTA CATARINA, 2009, p. 65). Portanto, este critério deverá ser levado em consideração pelo técnico do órgão ambiental licenciador na avaliação do enegrecimento da fumaça.

Recomenda-se que a FATMA solicite das fontes fixas de emissão, a comunicação referente à data em que a amostragem será realizada na atividade, para que o técnico possa acompanhar a execução do monitoramento das emissões atmosféricas. Esta ação é importante, pois o técnico poderá avaliar a fonte, exercendo maior cobrança, visando à obtenção de resultados verídicos, que não sofram qualquer influência decorrente de mudanças no processo.

Conforme a Resolução CONAMA nº 382/2006 o projeto do duto ou chaminé deverá levar em consideração “as edificações do entorno à fonte poluidora e os padrões de qualidade do ar estabelecidos” (BRASIL, 2006, p. 7). A Resolução SEMA nº 54/2006 corrobora com esta informação, estabelecendo que as emissões atmosféricas devam ser lançadas, preferencialmente por dutos ou chaminés, em um local livre, de forma a permitir uma boa dispersão e não resulte em concentrações ambientais no entorno das instalações superior às vigentes como padrão de qualidade do ar.

Deste modo, é essencial que o técnico verifique *in loco* a altura da chaminé com base nas instalações do entorno, com o intuito de avaliar sua dispersão. Além disso, se faz necessário que o mesmo avalie no entorno da fonte fixa de emissão, a proximidade com a população, a existência de cortina verde, bem como se a vegetação do entorno apresenta coloração amarelada.

Através de uma boa dispersão, conseqüentemente as concentrações de poluentes não ficarão acumuladas no entorno da fonte de emissão. Vale ressaltar que além da altura da chaminé, as condições meteorológicas podem contribuir ou não com a dispersão dos poluentes.

As legislações em vigência no estado de Santa Catarina não apresentam nenhuma regra com relação à altura mínima da chaminé. Portanto, caso necessário, o técnico do órgão ambiental poderá utilizar como referência a Resolução SEMA nº 54/2006, que dispõe em seu artigo 8º alguns critérios sobre a altura mínima de chaminés para garantir uma boa dispersão das emissões.

Os referidos critérios definem que a altura mínima da chaminé deverá ser de 10 metros acima do solo ou em altura superior que poderá ser definida através da utilização de um dos seguintes critérios que resulte na maior altura calculada: a) 3 metros acima da edificação onde a fonte potencialmente poluidora será instalada; b) altura física da chaminé, calculada de acordo com o quadro 14 abaixo; c) 5 metros acima da altura da residência mais alta num raio de 300 m ou num raio de 30 vezes a altura da chaminé, calculada a partir do maior valor encontrado de acordo com os itens a e b, caso este raio seja maior;

Quadro 15 – Dados para realização do cálculo da altura física da chaminé

Símbolo	Descrição
Af	Altura física da chaminé (m), calculada de acordo com fórmula Af=At-E
At	Altura teórica da chaminé em metros, calculada como $At=3,5(T*fp)^{0,52}$
T	Taxa de emissão prevista para os poluentes limitados (kg/h)
Fp	Fator de periculosidade do poluente, de acordo com o anexo VII
E	Elevação da pluma (m), calculada de acordo com a fórmula $E = \frac{v_c d_c}{v} \cdot \left(1,5 + \left(0,00268 \cdot P \cdot \frac{\Delta t \cdot d_c}{t_c} \right) \right)$
v _c	Velocidade prevista dos gases na extremidade superior da chaminé (m/s)
d _c	Diâmetro previsto da extremidade superior da chaminé (m)
V	Velocidade média do vento na extremidade superior da chaminé (m/s)
P	Pressão atmosférica média (mbar)
Δt	Diferença entre a temperatura prevista dos gases na chaminé (Kelvin) e a temperatura média ambiente (Kelvin)
t _c	Temperatura prevista dos gases na chaminé (Kelvin)

Fonte: Paraná, 2006.

O órgão ambiental poderá adotar como base também na definição da altura mínima da chaminé, os critérios apresentados pela ABNT NBR 10701:1989. Esta norma técnica estabelece critérios sobre a altura mínima da chaminé para que seja possível a execução da amostragem descontínua, sendo que alturas inferiores as regras apresentadas tornam inviável a amostragem em dutos ou chaminés. Deste modo, o duto ou chaminé deverá possuir “comprimento mínimo a 2,5 diâmetros internos (ou diâmetro equivalente para seção retangular) no trecho reto

compreendido entre duas singularidades consecutivas” (ABNT NBR 10701, 1989, p. 1).

Salienta-se que mesmo com uma boa dispersão, em áreas onde exista uma concentração de fontes fixas, o padrão de qualidade do ar poderá ser facilmente ultrapassado, devido à contribuição de várias fontes de emissões de poluentes atmosféricos. Portanto, deverá ser observada a área de influência do local com o intuito de verificar a existência de aglomeração significativa de potenciais fontes de poluição do ar.

Sugere-se para estas áreas, a realização do monitoramento da qualidade do ar, verificando-se assim as condições de qualidade do ar da região. Os resultados do monitoramento são essenciais para subsidiar as exigências do técnico.

Constatou-se na Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011 que o órgão ambiental poderá, levando em consideração as condições locais da área de influência da fonte poluidora sobre a qualidade do ar, estabelecer limites de emissão mais restritivos. Ainda, para o adequado gerenciamento da qualidade do ar, o órgão ambiental poderá inclusive considerar na adoção de critérios mais restritivos, a alternativa de utilização de combustíveis com menor potencial poluidor. Portanto, nas áreas onde os limites máximos de concentração de poluentes estiverem acima do padrão, o órgão ambiental deverá adotar as medidas necessárias para manutenção de uma boa qualidade do ar.

Cabe destacar que as referidas Resoluções dispõem que o órgão ambiental poderá adotar ainda, limites de emissão menos restritivos, nos casos em que as fontes fixas de emissões atmosféricas apresentarem ganhos ambientais. Segundo a Resolução CONAMA nº 382/2006 os ganhos ambientais seriam “conversão de caldeiras para o uso de gás, que minimizam os impactos ambientais de fontes projetadas originalmente com outro(s) insumo(s), notadamente óleo combustível”. Já a Resolução CONAMA nº 436/2011 estabelece que os ganhos ambientais seriam “alterações na composição da biomassa e variação na quantidade de impurezas” (BRASIL, 2006, p. 4; BRASIL, 2011a, p. 8).

Recomenda-se, que a fiscalização em fontes fixas de emissão devidamente licenciadas, seja executada com periodicidade definida pelo órgão ambiental licenciador. Deste modo, será possível avaliar periodicamente o cumprimento das medidas conforme acordado com a FATMA, verificando se todas as condicionantes estão sendo cumpridas.

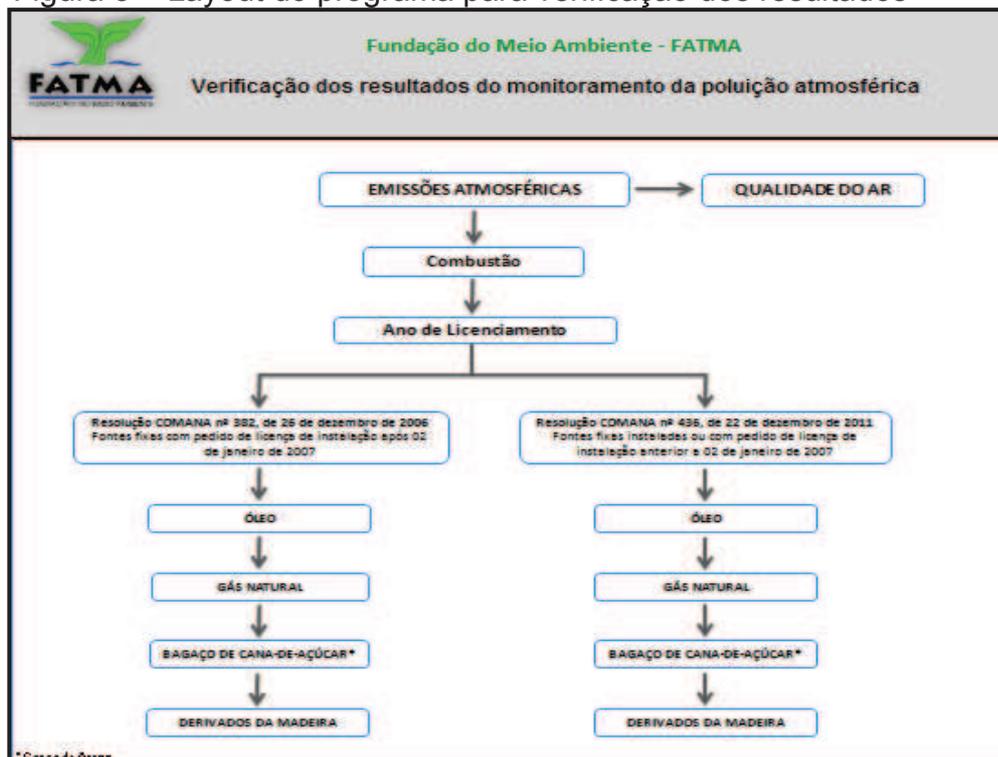
Considerando o que dispõe o Decreto nº 2.955/2010, quaisquer alterações realizadas na fonte deverão ser comunicadas a FATMA, para que a mesma possa avaliar e emitir um parecer favorável ou não. Dependendo das alterações a serem efetuadas, as concentrações de poluentes poderão ser diretamente afetadas.

4.4 PROGRAMA DE VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

O programa proposto visa facilitar as atividades a serem executadas pelos técnicos do órgão ambiental na verificação dos resultados apresentados em relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas e qualidade do ar. Conforme descrito na metodologia deste estudo, este programa foi elaborado com base nos padrões de emissões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 382/2006, nº 436/2011 e Resolução SEMA nº 54/2006, bem como nos padrões de qualidade do ar determinados pela Resolução CONAMA nº 3/1990.

O programa inicialmente apresenta uma planilha de capa, caracterizada como o índice do programa. A figura 5 apresenta o layout elaborado.

Figura 5 – Layout do programa para verificação dos resultados



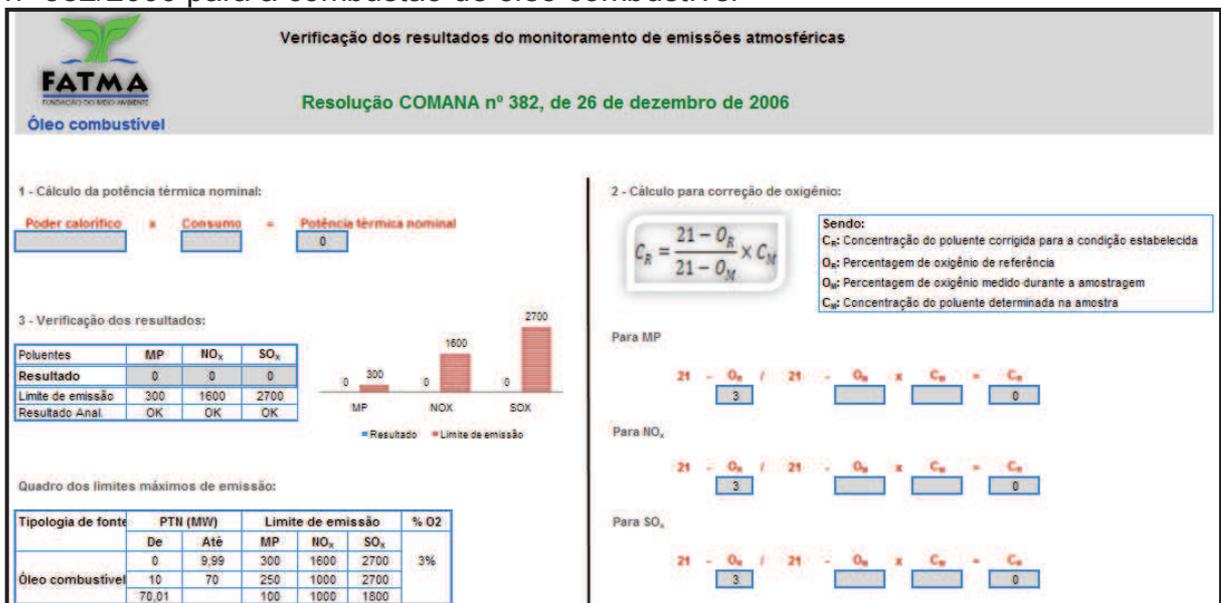
Fonte: Da autora, 2013.

Como pode se observar na figura, o programa poderá ser aplicado nos casos em que os relatórios de monitoramento das emissões atmosféricas apresentarem resultados referentes às tipologias de fontes caracterizadas por processos de combustão, especificamente aquelas que utilizam como combustível óleo, gás natural, bagaço de cana/casca de arroz e derivados de madeira. A partir do conhecimento da data de instalação da fonte fixa, bem como do combustível utilizado poderá ser selecionado o item adequado.

Destaca-se que o combustível bagaço de cana-de-açúcar foi considerado neste programa, pois se considerou que os padrões de emissão estabelecidos para o mesmo poderão ser adotados no caso da queima de casca do arroz, conforme justificava já apresentada anteriormente.

Quando selecionado o tipo de combustível utilizado pela fonte de emissão, conforme a data do pedido de instalação da mesma, torna-se possível a verificação dos resultados de acordo com os limites de emissão aplicáveis. A figura 6 demonstra como as planilhas estão apresentadas.

Figura 6 – Planilha para verificação dos resultados conforme a Resolução CONAMA nº 382/2006 para a combustão de óleo combustível



Fonte: Da autora, 2013.

Na mesma planilha ainda consta, os dados necessários para verificação dos resultados conforme a Resolução SEMA nº 54/2006. Assim, será possível para cada combustível realizar uma comparação dos resultados obtidos com os padrões de emissão conforme a Resolução CONAMA e Resolução SEMA. A figura 7

apresenta a complementação da planilha apresentada na figura anterior.

Figura 7 – Planilha para verificação dos resultados conforme a Resolução SEMA nº 54/2006 para a combustão de óleo combustível

Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006

1 - Cálculo da potência térmica nominal:

Poder calorífico x Consumo = Potência térmica nominal

0 = 0

3 - Verificação dos resultados:

Poluentes	MP	NO _x	SO _x	CO
Resultado	0	0	0	0
Limite de emissão	-	-	-	500
Resultado Anal.	OK	OK	OK	OK

Valor de N para NO_x: 1,00%

Quadro dos limites máximos de emissão:

Tipologia de fonte	PTN (MW)		Limite de emissão				% O ₂
	De	Até	MP	NO _x		SO _x	
Óleo combustível	0	9,99	-	-		-	500
	10	49,99	250	820	820 (0,4+0,6N)	1800	250
	50	100	100	620	620 (0,4+0,6N)	1800	250
	100,01		75	620	620 (0,4+0,6N)	1800	175
			MP-Isotérmica(2)	-	-	-	-

2 - Cálculo para correção de oxigênio:

$$C_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times C_M$$

Sendo:
 C_R: Concentração do poluente corrigida para a condição estabelecida
 O_R: Percentagem de oxigênio de referência
 O_M: Percentagem de oxigênio medido durante a amostragem
 C_M: Concentração do poluente determinada na amostra

Para MP

$$21 - O_R / 21 - O_M \times C_M = C_R$$

Para NO_x

$$21 - O_R / 21 - O_M \times C_M = C_R$$

Para SO_x

$$21 - O_R / 21 - O_M \times C_M = C_R$$

Para CO

$$21 - O_R / 21 - O_M \times C_M = C_R$$

Fonte: Da autora, 2013.

Avaliando as figuras 6 e 7 apresentadas, pode-se perceber como as planilhas para cada combustível são demonstradas no programa para realização da verificação dos resultados.

Inicialmente, o técnico deverá calcular a potência térmica nominal dos equipamentos de combustão externa (fornos, caldeiras, secadores, etc.) utilizados para geração de calor. A potência térmica deverá ser calculada no item 1 da referida planilha do programa, sendo obtida através da multiplicação do poder calorífico inferior do combustível utilizado pelo consumo do mesmo.

Posteriormente, no item 2, é necessário que a concentração de poluentes apresentada no relatório seja corrigida para a condição referencial de oxigênio. A percentagem de oxigênio de referência utilizada no cálculo é estabelecida nos quadros de cada planilha, com base nos valores de referência definidos para cada tipologia de fonte, conforme a Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011. Desta forma, no uso do programa, o técnico deverá preencher somente os campos referentes à Percentagem de Oxigênio Medido Durante a Amostragem (O_M) e Concentração de Poluente Determinada na Amostra (C_M).

Ressalta-se que para verificação dos resultados conforme a Resolução

SEMA nº 54/2006, deverá ser informado ainda a Percentagem de Oxigênio de Referência (O_R), pois a referida Resolução estabelece diferentes valores, deste modo a escolha dependerá das características do processo de combustão da fonte fixa.

A partir da definição dos valores pode-se conhecer a nova concentração, Concentração do Poluente Corrigida (C_R). Salienta-se que caso no relatório a concentração estiver devidamente corrigida, esta etapa deverá ser desconsiderada.

A concentração do poluente corrigida é o valor a ser comparado com os padrões de emissão estabelecidos. Assim, de maneira a facilitar as atividades dos técnicos, automaticamente quando calculada a C_R , será apresentado no item 3 o resultado da nova concentração, bem como o resultado analítico que demonstra se a concentração esta de acordo com os padrões de emissão ou não.

A fim de realizar uma comparação entre o resultado da concentração do poluente e o limite de emissão, conforme estabelece a Resolução CONAMA, poderá ser observado o gráfico disposto ao lado do item 3.

Quando o intuito for à verificação dos resultados referentes ao monitoramento da qualidade do ar, deverá ser selecionado na página inicial do programa o item “Qualidade do Ar”. A planilha para verificação dos resultados do monitoramento da qualidade do ar é apresenta na figura 8.

Figura 8 – Planilha para verificação dos resultados conforme a Resolução CONAMA nº 3/1990 para o monitoramento da qualidade do ar



Verificação dos resultados do monitoramento da qualidade do ar

Resolução COMANA nº 003, de 28 de junho de 1990

1 - Verificação dos resultados conforme o padrão primário de qualidade do ar:

Poluentes	PTS	Fumaça	PI	SO ₂	CO/1 hora	CO/8 horas	Ozônio	NO ₂
Resultado 1º								
Resultado analítico	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Qualidade do ar	Boa							
	Regular							
	Inadequada							
	Má							
	Péssima							

2 - Verificação dos resultados conforme o padrão secundário de qualidade do ar:

Poluentes	PTS	Fumaça	PI	SO ₂	CO/1 hora	CO/8 horas	Ozônio	NO ₂
Resultado 2º								
Resultado analítico	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Qualidade do ar	Boa							
	Regular							
	Inadequada							
	Má							
	Péssima							

3 - Qualidade do ar e efeitos na saúde

Qualidade	Índice	Significado:
Boa	0-50	Praticamente não
Regular	51-100	Pessoas de grupo podem apresentar
Inadequada	101-199	Toda a população (crianças, idosos)
Má	200-299	Toda a população e respiração ofegante
Péssima	≥300	Toda a população e aumento de mortalidade

➔

Fonte: Da autora, 2013.

Observa-se na figura que o método para verificação dos resultados é simples. O técnico deverá inicialmente avaliar se os resultados apresentados no relatório deverão ser comparados com os padrões primários ou secundários de qualidade do ar. A partir desta definição torna-se possível a avaliação dos dados, no caso de padrão primário deverá ser utilizado o quadro do item 1, e nas células em branco (Resultado 1º), deverão ser descritos as concentrações de poluentes em suspensão no ar, de acordo com os resultados de cada poluente medido. Já no caso de padrão secundário, deverá ser utilizado o quadro do item 2, e do mesmo modo seguir as regras estabelecidas para o padrão primário de qualidade do ar.

A partir da descrição do valor no programa, será demonstrado através do resultado analítico se a concentração encontra-se dentro dos padrões de qualidade do ar aplicáveis. Automaticamente, será definido no quadro abaixo do item 1 ou do item 2 a qualidade do ar, que poderá ser classificada como boa, regular, inadequada, má ou péssima. Ainda, através desta classificação o técnico poderá verificar os efeitos na saúde decorrentes da qualidade do ar, apresentada no item 3.

Deste modo a análise adequada dos resultados é de suma importância, visto que a qualidade do ar avalia o grau de exposição da população. Caso ultrapassado o índice de qualidade do ar considerada como boa, alguns efeitos a saúde já podem ocorrer. Portanto, conforme IAP (2009), a minimização das concentrações ambientais abaixo dos padrões de qualidade do ar significa um ganho na qualidade de vida.

5 CONCLUSÃO

A Fundação do Meio Ambiente – FATMA possui como competência o licenciamento e a fiscalização ambiental, instrumentos de controle das atividades potencialmente poluidoras que visam evitar a degradação ambiental. A carência de procedimentos padronizados relativos ao controle da poluição atmosférica, aliada a insuficiente capacitação técnica específica na área, ocasiona diferentes formas de avaliação desta problemática por parte dos profissionais, bem como, a não consideração de muitos dados imprescindíveis para sua verificação.

Em função destas deficiências, as metodologias propostas neste trabalho buscaram consolidar as ações dos técnicos do órgão ambiental, com vistas a minimizar erros e maximizar eficiência nas atividades desenvolvidas. Foram elaborados especificamente um procedimento para fiscalização ambiental em potenciais fontes de emissões atmosféricas, e dois outros com o objetivo de auxiliar os técnicos dos órgãos ambientais nas análises de relatórios, incluindo monitoramento de emissões atmosféricas e de qualidade do ar, ambos complementados por um programa de Excel.

O procedimento para fiscalização em fontes potencialmente poluidoras contemplou basicamente as etapas de planejamento da ação para posterior execução da fiscalização ambiental. Para realização da vistoria foi considerada a avaliação do processo produtivo, controles ambientais, duto ou chaminé, bem como condições visuais sobre alguns parâmetros, de modo a verificar se é possível uma boa dispersão dos poluentes.

Em relação ao procedimento para análise de relatórios de emissões atmosféricas foi evidenciado as informações essenciais para avaliação das concentrações de poluentes emitidas para a atmosfera por fontes fixas. Destacou-se nesta metodologia que para uma análise adequada dos resultados, outras informações dos relatórios, além dos valores finais, devem ser analisadas para a correta interpretação da emissão, acarretando em exigências apropriadas que direcionem as atividades para o adequado controle. Esta metodologia abrangeu o planejamento inicial para definição dos poluentes a serem monitorados, a avaliação de dados referentes à execução do monitoramento, informações gerais da fonte que devem ser verificadas subsidiando assim as condições em que a amostragem foi realizada, resultados do monitoramento, bem como documentos que devem estar

presentes no relatório e recomendações.

O procedimento para análise de relatórios de monitoramento da qualidade do ar resultou na demonstração das principais etapas necessárias para uma avaliação adequada dos resultados, gerando dados que subsidiem medidas a serem executadas para evitar o impacto ambiental na saúde e no meio ambiente. Este documento evidenciou a necessidade da determinação do objetivo do monitoramento, bem como da frequência e dos poluentes a serem monitorados. O procedimento contemplou informações para avaliação da forma com que o monitoramento foi efetuado, dados que devem ser observados nos resultados de modo a verificar se as concentrações sofreram interferências, bem como os documentos necessários que devem compor o relatório e recomendações.

Na elaboração de tais ferramentas identificaram-se algumas problemáticas em relação à análise deste tipo de poluição. As deficiências observadas compreendem as lacunas existentes em legislações federais e catarinenses aplicáveis ao controle da poluição atmosférica. Ressalta-se que para o adequado gerenciamento da qualidade do ar é necessário um arcabouço legal completo, que englobe padrões de emissão para todas as tipologias de fontes. Uma legislação que se destaca neste sentido é a resolução elaborada e aplicada no estado do Paraná, em função de sua abrangência e detalhamento. A mesma pode ser utilizada como referência pelo órgão ambiental para tais definições.

Com base no exposto, sugeriu-se que a FATMA exija do CONSEMA legislações estaduais mais completas, englobando todas as tipologias de fontes da região referentes a processo e combustão, tais como do carvão e casca de arroz. Ainda, recomenda-se que a mesma estabeleça padrões mais restritivos para a qualidade do ar, visto que os valores estabelecidos pelas resoluções federais não são suficientemente seguros para evitar problemas à saúde da população. Vale salientar que o Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013 de São Paulo institui padrões de qualidade do ar mais restritivos, que poderão ser utilizados como referência pelo órgão ambiental licenciador.

Outra problemática identificada, é que a definição dos poluentes a serem monitorados tanto nas análises de emissões, quanto de qualidade do ar, não são definidos pelo órgão ambiental. Salienta-se a importância da definição deste dado pela FATMA e que tal definição leve em consideração a origem das emissões, deste modo será possível instruir a fonte fixa a realizar o monitoramento adequado para

quantificação dos poluentes necessários.

Sabe-se que para quantificação das concentrações de poluentes, os laboratórios que realizam o monitoramento devem ser idôneos. Porém, verificou-se que não há um controle destes laboratórios por parte do órgão ambiental, que necessitam ser avaliados. Vale ressaltar que a FATMA não realiza a identificação da equipe técnica envolvida no monitoramento, se os equipamentos utilizados são calibrados, bem como se as metodologias empregadas para a execução da amostragem e análise dos dados obtidos são cientificamente reconhecidas. O conhecimento de tais dados acarreta na certeza de que o monitoramento foi realizado de maneira adequada e que os resultados apresentados são confiáveis.

Ainda, identificou-se falhas em relação à cobrança da frequência do monitoramento para avaliação das emissões atmosféricas decorrentes da fonte fixa. Este dado é fundamental para que o órgão ambiental avalie em períodos determinados o controle da poluição atmosférica da fonte. De maneira a complementar a avaliação das fontes fixas a FATMA deverá padronizar, do mesmo modo a frequência de fiscalização ambiental, para que seja realizada de maneira periódica.

Em função das constatações efetuadas é imprescindível que se dê a continuidade aos estudos, sobretudo a partir da aplicação das ferramentas sugeridas, possibilitando assim a melhoria contínua dos procedimentos através de revisões. Deste modo, recomenda-se que os procedimentos elaborados sejam utilizados como padrão por todas as Coordenadorias Regionais da FATMA.

Recomenda-se ainda a elaboração de um inventário de emissões atmosféricas, como forma de avaliar as fontes de emissão subsidiando assim ações preventivas e corretivas. Por meio desta ferramenta será possível identificar a localização das fontes fixas de emissão e seus respectivos poluentes, norteando as medidas adequadas para o controle da poluição atmosférica.

REFERÊNCIAS

AALBORG. **Poder calorífico inferior**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.aalborg-industries.com.br/downloads/poder-calorifico-inf.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2013.

ARAUTERM. **Poder calorífico inferior**. Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.arauterm.com.br/pdf/tabela_pc_inferior.pdf>. Acesso em: 23 out. 2013.

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Amostragem em chaminés**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.abes-sp.org.br/index.php?option=com_seminar&task=3&cid=33>. Acesso em: 27 out. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9546**: Dióxido de enxofre no ar ambiente – Determinação da concentração pelo método de pararrosanilina. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9547**: Material particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10700**: Planejamento de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10701**: Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10702**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da massa molecular base seca. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10736**: Material particulado em suspensão na atmosfera – Determinação da concentração de fumaça pelo método da refletância de luz. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11966**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da velocidade e vazão. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11967**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da umidade. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12019**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de material particulado. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12020**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Calibração dos equipamentos utilizados em amostragem. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12021**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12022**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de dióxido de enxofre. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13157**: Atmosfera – Determinação da concentração de monóxido de carbono por espectrofotometria de infravermelho não dispersivo. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13412**: Material particulado em suspensão na atmosfera – Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002. 305 p.

BRASIL. Decreto – Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 31 dez. 1940. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848.htm>. Acesso em: 11 out. 2013.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 dez. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 02 out. 2013.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 02 out. 2013.

BRASIL. Lei nº 9.506, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 03 out. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 ago. 1989. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=81>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990a. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 ago. 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 29 jul. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 8, de 06 de dezembro de 1990b. Dispõe sobre o estabelecimento de limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes fixas de poluição. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 dez. 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=105>>. Acesso em: 27 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 02 out. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 jan. 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011a. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Procedência 64ª reunião da Câmara Técnica de Assuntos Jurídicos 26 e 27 de outubro de 2011b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/BC1C2A2A/AnexoIII_LIMPA_64aCTAJ1.pdf>. Acesso em: 23 out. 2013.

BRASIL. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Cartilha de licenciamento ambiental**. Brasília: TCU, Secretária de Fiscalização de Obras e Patrimônio da União, 2004. 57 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/cart_tcu.PDF>. Acesso em: 14 nov. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma técnica L9.061**: Determinação do grau de enegrecimento da fumaça emitida por fontes estacionárias otimizando a escala de Ringelmann reduzida: método de ensaio. São Paulo, 1979.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma técnica L9.229**: Dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de óxidos de nitrogênio. São Paulo, 1992. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/pdf/L9229.pdf>>. Acesso em: 20 Out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estimativa de emissões de poluentes atmosféricos**. São Paulo, 2009a. 292 p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma técnica E16.030**: Dutos e chaminés de fontes estacionárias – Calibração dos

equipamentos utilizados na amostragem de efluentes gasosos. São Paulo, 2009b. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/pdf/E16030.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão de diretoria nº 010/2010/p, de 12 de janeiro de 2010**. São Paulo, 2010a. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/wp-content/uploads/2012/05/pmea.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2013

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2010**. São Paulo, 2010b. 237 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/relatorios/RelatorioAr2010.zip>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2012**. São Paulo, 2012. 237 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/relatorios/Relatorio-Ar-2012.zip>>. Acesso em: 20 out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Poluentes**. São Paulo, 2013a. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes>> Acesso em: 30 jul. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Normas técnicas vigentes**. São Paulo, 2013b. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>> Acesso em: 15 out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Padrões, índices**. São Paulo, 2013c. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_indice_padroes.asp>. Acesso em: 01 nov. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Padrões de qualidade do ar**. São Paulo, 2013d. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas/22->>>. Acesso em: 05 dez. 2013.

CTGÁS – CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS. **Dados de unidade de conversão**. Rio Grande do Norte. Disponível em: <[http://lspsteam.dominiotemporario.com/doc/dados_unidade_conversao\[1\].pdf](http://lspsteam.dominiotemporario.com/doc/dados_unidade_conversao[1].pdf)>.

Acesso em: 23 out. 2013.

DAMILANO, D. C. R.; JORGE, M. P. P. M. **Estudo da influência da poluição atmosférica e das condições meteorológicas na saúde em São José dos Campos**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://mtc-m15.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m15@80/2006/08.09.19.29/doc/Daniela%20Cristina%20Damilano.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2013.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000. 164 p.

DOZENA, E. C. **Poluição atmosférica: uma análise crítica da legislação ambiental aplicada à indústria**. 1999. 56 f. Monografia (Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria)-Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1999. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_edvaldo_c_dozena.pdf>. Acesso em: 28 out. 2013.

ENERGÉTICA. **CIPA**: manual de operação. Rio de Janeiro, 1997. 50 p. Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_Cipa_Rev_00.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2013.

ENERGÉTICA. **APV MONOGÁS**: manual de operação. Rio de Janeiro, 2011. 77 p. Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_Monogas_Rev_03.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2013.

ENERGÉTICA. **AGV PTS**: manual de operação. Rio de Janeiro, 2012a. 109 p. Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_PTS_Rev_06.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2013.

ENERGÉTICA. **AGV MP₁₀**: manual de operação. Rio de Janeiro, 2012b. 112 p. Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_MP10_Rev_10.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2013.

ENERGÉTICA. **APV TRIGÁS**: manual de operação. Rio de Janeiro, 2012c. 82 p. Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_TRIGAS_Rev_09.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2013.

ENERGÉTICA. **OPS/OMS**: manual de operação. Rio de Janeiro, 2012d. 88 p. Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_OPS_Rev_04.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2013.

ECP – ENGENHEIROS E CONSULTORES PROGETISTAS S/A. **Projeto A. Monitoramento da qualidade do ar. (minuta do relatório)**. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, v. 2, 1982.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Introduction to stationary point source emission inventory development**. US, 2001. Disponível em: <http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume02/ii01_may2001.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2013.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Chapter 1: external combustion sources**. US, 2010. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/index.html>>. Acesso em: 01 set. 2013.

ESMANHOTO, E. **Desenvolvimento de sistema de amostragem isocinética com análise quantitativa de material particulado em dutos e chaminés de fontes estacionárias**. 2010. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/178.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2013.

EMG – ESTADO MAIOR GERAL. **Definição POP**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://emg.cbmerj.rj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=99>. Acesso em: 24 out. 2013.

FIESC – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Santa Catarina em dados 2011**. Florianópolis, 2011. 156 p. Disponível em: <<http://www2.fiescnet.com.br/web/recursos/VUVSR01qQTVPQT09%E2%80%8E>>. Acesso em: 20 out. 2013.

FATMA – FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **O que é a FATMA**. Santa Catarina, 2013a. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=187>. Acesso em: 01 out. 2013.

FATMA – FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Área de abrangência da Coordenaria Regional de Tubarão**. Santa Catarina, 2013b. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/images/stories/MUNICIPIOS/codamtubaro.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2013.

FEEMA – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **Relatório anual de qualidade do ar**. Rio de Janeiro, 2007. 77 p. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/downloads/relatorios/qualidade_ar_2007.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2013.

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Poluentes – fontes e efeitos**. Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/poluentes.asp>>. Acesso em: 30 jul. 2013.
GOMES, J. F. P. **Poluição atmosférica: um manual universitário**. Porto: Publindústria, 2001. 176 p.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Relatório da qualidade do ar na região metropolitana de Curitiba**. Paraná, 2009. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/programas_e_projetos/relatorios/Relatorio_da_Qualidade_do_Ar_na_RMC_2009.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Indicadores da qualidade do ar**. Paraná, 2013a. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=59>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Fiscalização ambiental**. Paraná, 2013b. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=293>>. Acesso em: 3 out. 2013.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Guia de procedimentos do licenciamento ambiental federal**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/Procedimentos.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2013.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Manual de fiscalização**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/gt-flora/oficios-docs/manual_ibama/MANUAL_IBAMA.pdf/view>. Acesso em: 04 nov. 2013.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Cadastro técnico federal**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://servicos.ibama.gov.br/index.php/cadastro>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Qualidade do ar**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/qualidade-ar.asp>>. Acesso em: 01 ago. 2013.

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Orientação sobre calibração e rastreabilidade das medições em**

laboratórios de calibração e de ensaio. 2011. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/sidoq/arquivos/cgcre/doq/doq-cgcre-3_03.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.

JMS EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS. **Filtro de mangas.** São Paulo, 2013a. Disponível em: <<http://www.jmsequipamentos.com/filtro-de-mangas/>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

JMS EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS. **Lavador de gases.** São Paulo, 2013b. Disponível em: <<http://www.jmsequipamentos.com.br/lavador-de-gases/>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

LYRA, D. G. P.; TOMAZ, E. **Inventário das emissões atmosféricas da região metropolitana de Salvador.** São Paulo, 2006. 21 p. Disponível em: <http://www.cetrel-lumina.com.br/qssma_publicacoes/emissoes_atmosfericas.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2013.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente:** doutrina, jurisprudência, glossário. 5. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007. 1280 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Qualidade do ar.** Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar>>. Acesso em: 26 out. 2013.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** Rio de Janeiro: ABES, 1997. 292 p.

MOUVIER, G.; MACHADO, L. V. **A poluição atmosférica.** São Paulo: Ed. Ática, 1997. 104 p.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Poluição mata mais de dois milhões de pessoas por ano no mundo.** Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/poluicao-mata-mais-de-dois-milhoes-de-pessoas-por-ano-no-mundo-diz-oms/>>. Acesso em: 14 nov. 2013.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Consequências da poluição do ar são piores do que estimativas anteriores.** Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/consequencias-da-poluicao-do-ar-sao-piores-do-que-estimativas-anteriores-alerta-oms/>>. Acesso em: 14 nov. 2013.

PARANÁ. SECRETÁRIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – SEMA. **Resolução nº 54, de 22 de dezembro de 2006.** Define 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. Disponível em:

<http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_54_2006.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2013

PIRES, D. O. **Inventário de emissões atmosféricas de fontes estacionárias e sua contribuição para a poluição do ar na região metropolitana do Rio de Janeiro**. 2005. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/dopires.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2013.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 154 p.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981**. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental. Santa Catarina, 1981. Disponível em: <http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/doc/12_01_2011_18.16.00.a41b050683836d205edfde197d2749b8.doc>. Acesso em: 29 ago. 2013.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 3.573, de 18 de dezembro de 1988**. Aprova o Regimento Interno da Fundação do Meio Ambiente - FATMA, com a nominata dos cargos de provimento em comissão e das funções executivas de confiança que integram a estrutura do órgão. Santa Catarina, 1988. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=24&Itemid=83>. Acesso em: 01 out. 2013.

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Santa Catarina, 2009. Disponível em: <http://www.sds.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=339>. Acesso em: 29 ago. 2013.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 2.955, de 20 de janeiro de 2010**. Estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental a ser seguido pela Fundação do Meio Ambiente - FATMA, inclusive suas Coordenadorias Regionais - CODAMs, e estabelece outras providências. Santa Catarina, 2010a. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2010/002955-005-0-2010-002.htm>>. Acesso em: 02 out. 2013.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 3.754, de 22 de dezembro de 2010**. Institui normas e critérios para o reconhecimento de laboratórios ou prestadores de serviços de análises ambientais que apresentem qualquer tipo de documento, laudos,

certificados de análises, pareceres ou relatórios que serão submetidos à Fundação do Meio Ambiente - FATMA para qualquer fim. Santa Catarina, 2010b. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2010/003754-005-0-2010-003.htm>>. Acesso em: 25 out. 2013.

SANTOS JUNIOR, W. N. **Um estudo sobre o impacto ambiental dos combustíveis automotivos na qualidade do ar na RMSP – Região Metropolitana de São Paulo – Período de 2001 a 2005**. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)-Universidade de Taubaté, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.bdt.d.unitau.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=88>. Acesso em: 02 ago. 2013.

SÃO PAULO. **Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976**. Aprova o regulamento da lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo, 1976. Disponível em: <<http://governo-sp.jusbrasil.com.br/legislacao/213741/decreto-8468-76>> Acesso em: 27 out. 2013.

SÃO PAULO. **Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013**. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/decreto-59113de230413.pdf>> Acesso em: 05 dez. 2013.

SBALCHEIRO, C. C.; SOUSA, N. R. **Normas de elaboração de procedimentos operacionais padrão (POPs) para o Laboratório de Biologia Molecular da Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. 24 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/931299/1/Doc90A5.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2013.

SOMATEMATICA. **Geometria espacial**. 2013. Disponível em: <<http://www.somatematica.com.br/emedio/espacial/espacial15.php>>. Acesso em: 01 nov. 2013

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 438 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Procedimento para análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO			
	Código:	Folha:	Data:	Revisão:
	POP-001	1/30	21/09/2013	00
Título: Procedimento para análise de relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas				
Data da Revisão:		Descrição da Revisão:		
Elaborador: Jéssica Brunato Marcon		Aprovador:		

1. OBJETIVO

Estabelecer e manter procedimentos padronizados com o intuito de subsidiar informações necessárias para uma análise adequada dos relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas realizados por métodos descontínuos (amostragem em dutos ou chaminés).

2. APLICAÇÃO

Este procedimento aplica-se as Coordenarias Regionais da FATMA – Fundação do Meio Ambiente, para a análise dos relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas realizados por métodos descontínuos (amostragem em dutos ou chaminés), como ferramenta para avaliação de atividades potencialmente poluidoras, visando o licenciamento ambiental.

3. REFERÊNCIAS

- **Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006** – Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.
- **Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011** – Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007.
- **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009** – Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.

- **Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006** – Define 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.

4. DEFINIÇÕES

- **Amostragem descontínua:** procedimento utilizado para avaliar as características dos fluxos gasosos industriais e determinar qualitativa e quantitativamente os poluentes gerados em processos e atividades industriais (CETESB, 2009a).
- **Amostragem isocinética:** amostragem realizada em condições tais que o fluxo de gás na entrada do equipamento de amostragem tenha a mesma velocidade que o fluxo de gás que se pretende analisar (CETESB, 2010a).
- **Bagaço de cana de açúcar:** subproduto da moagem da cana (BRASIL, 2006).
- **Boquilha:** orifício localizado na extremidade da sonda de amostragem, utilizada nas coletas de efluentes gasosos (CETESB, 2009b).
- **Borbulhador com sílica gel:** equipamento que remove a umidade presente nos gases amostrados (ENERGÉTICA, 1997).
- **Calibração:** conjunto de operações que estabelece, sob condições específicas, as diferenças sistemáticas que podem existir entre os valores do parâmetro a ser medido e aqueles indicados pelo sistema de medição (CETESB, 2010a).
- **Combustão externa:** processo de queima de um combustível realizado em qualquer forno ou caldeira cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto processado (BRASIL, 2011a).
- **Concentração:** relação entre a massa de um poluente e o volume em que ele está contido ($C = m/V$), devendo ser sempre relatada em miligramas por normal metro cúbico (Nm^3), isto é, referido às condições normais de temperatura e pressão (CNTP), em base seca e, quando aplicável, na condição referencial de oxigênio estabelecida, utilizando-se sempre a notação mg/Nm^3 (BRASIL, 2006).

- **Condição referencial de oxigênio:** referência de diluição dos efluentes gasosos com excesso de ar (PARANÁ, 2006).
- **Condições normais de temperatura e pressão – CNTP:** condições de referência de temperatura e pressão, em que a pressão é 1013,25 mBar (correspondente a 1 atmosfera ou 760 mmHg), e a temperatura é 273 K (correspondente a 0°C) (BRASIL, 2006).
- **Condições típicas de operação:** condição de operação da unidade de geração de calor que prevalece na maioria das horas operadas (BRASIL, 2006).
- **Controle de emissões:** procedimentos destinados à redução ou à prevenção da liberação de poluentes para a atmosfera (BRASIL, 2006).
- **Controle de qualidade analítica (CQA):** conjunto de medidas contidas na metodologia analítica para assegurar que o processo analítico e seus resultados estão sob controle (CETESB, 2010a).
- **Capacidade nominal:** quantidade que uma unidade é capaz de produzir pelo seu projeto nas condições normais de operação (CETESB, 2010a).
- **Derivados de madeira:** madeira em forma de lenha, cavacos, serragem, pó de lixamento, casca, aglomerado, compensado ou MDF e assemelhados, que não tenham sido tratados com produtos halogenados, revestidos com produtos polimerizados, tintas ou outros revestimentos (BRASIL, 2006);
- **Dióxido de enxofre:** gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO_3 , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H_2SO_4 . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis (CETESB, 2012).
- **Dióxido de nitrogênio:** gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos (CETESB, 2012).
- **Emissão:** lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa (BRASIL, 2006).
- **Emissão fugitiva:** lançamento difuso na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuado por uma fonte desprovida de

dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo (BRASIL, 2006).

- **Emissão pontual:** lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuado por uma fonte provida de dispositivo para dirigir ou controlar seu fluxo, como dutos e chaminés (BRASIL, 2006).
- **Equipamento de controle de poluição do ar:** dispositivo que reduz as emissões atmosféricas (BRASIL, 2006).
- **Fator de emissão:** o valor representativo que relaciona a massa de um poluente específico lançado para a atmosfera com uma quantidade específica de material ou energia processado, consumido ou produzido (massa/unidade de produção) (BRASIL, 2006).
- **Fiscalização ambiental:** ações de controle e vigilância destinadas a impedir o estabelecimento ou a continuidade de atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, ou ainda, daquelas realizadas em desconformidade com o que foi autorizado (IAP, 2013).
- **Fonte fixa de emissão:** qualquer instalação, equipamento ou processo, situado em local fixo, que libere ou emita matéria para a atmosfera, por emissão pontual ou fugitiva (BRASIL, 2006).
- **Gasômetro seco:** equipamento utilizado para quantificar volume de gases. Constituído por registrador de volume e um conjunto de câmaras de medição de volume variável ligados mecanicamente a um conjunto de válvulas de distribuição, que controlam a direção do gás que irá encher e esvaziar as câmaras internas (CETESB, 2009b).
- **Gás natural:** combustível fóssil gasoso conforme especificação da Agência Nacional do Petróleo - ANP (BRASIL, 2006).
- **Limite máximo de emissão:** quantidade máxima de poluentes permissível de ser lançada para a atmosfera por fontes fixas (BRASIL, 2006).
- **Material particulado:** todo e qualquer material sólido ou líquido, em mistura gasosa, que se mantém nesse estado, na temperatura do meio filtrante, estabelecida pelo método adotado (CETESB, 2010b).
- **Monitoramento de emissões atmosféricas:** avaliação sistemática de parâmetros físicos e/ou químicos, associados direta ou indiretamente às substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, lançadas/dispersas no ar por uma determinada atividade (CETESB, 2010a).

- **Monóxido de carbono:** gás incolor, inodoro e insípido (CETESB, 2012).
- **Óleo combustível:** derivado líquido obtido de material fóssil (BRASIL, 2006).
- **Placa de orifício:** dispositivo instalado no interior de uma tubulação, que restringe a passagem dos gases. Esta restrição cria um diferencial de pressão entre a montante e a jusante da placa, onde devidamente medido e interpretado, determina-se a vazão dos gases (CETESB, 2009b).
- **Plena carga:** condição de operação em que é utilizada pelo menos 90% da capacidade nominal (BRASIL, 2006).
- **Poluente atmosférico:** qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa ou de energia que, presente na atmosfera, cause ou possa causar poluição atmosférica (PARANÁ, 2006).
- **Processo de geração de calor por combustão externa:** processo de queima de um combustível realizado em qualquer forno ou caldeira cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto processado (BRASIL, 2006).
- **Seção transversal:** é a região determinada pela intersecção do cilindro com um plano paralelo às bases (SOMATEMATICA, 2013).
- **Taxa de emissão:** o valor representativo que relaciona a massa de um poluente específico lançado para a atmosfera por unidade de tempo (massa/tempo) exemplo kg/h, g/s (BRASIL, 2006).
- **Tubo de Pitot:** dispositivo utilizado para medir a pressão de velocidade do fluxo gasoso. Consiste em dois tubos metálicos dispostos lado a lado, denominados tramo A e tramo B, onde um deles, dependendo do sentido do fluxo gasoso, medirá a pressão estática e o outro a pressão total (CETESB, 2009b).

5. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

5.1 Planejamento Inicial

Para que o relatório apresente dados necessários, inicialmente o técnico deverá conhecer os parâmetros adequados a serem solicitados para constarem no laudo.

5.1.1 Avaliar a documentação da atividade a ser licenciada, para levantamento dos processos geradores de emissões atmosféricas descritos. Tais informações deverão ser confirmadas *in loco* através da fiscalização ambiental.

5.1.1.1 Identificar se as emissões atmosféricas são provenientes de combustão e/ou processo.

5.1.1.1.1 No caso de fontes com emissões provenientes de processo: avaliar a etapa em que as emissões estão sendo geradas e os possíveis poluentes.

5.1.1.1.2 No caso de fontes com emissões provenientes de processos de geração de calor a partir de combustão externa, identificar o tipo de combustível utilizado e a potência térmica nominal da fonte estacionária. A potência térmica deverá ser calculada conforme o item 5.5.3.

Observação:

➤ Salienta-se que em algumas atividades deverão ser considerados o processo e o combustível. Como exemplo desta situação cita-se os atomizadores que geram emissões tanto de processo, quanto de combustão.

5.1.2 Enquadrar a fonte conforme a legislação que apresente o padrão de emissão aplicável.

5.1.2.1 Para as emissões decorrentes de combustão deverá ser utilizada:

5.1.2.1.1 Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006: aplicável as fontes fixas de emissão cujo pedido da licença de instalação tenha sido solicitado ao órgão ambiental licenciador após 02 de janeiro de 2007.

5.1.2.1.2 Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011: aplicável as fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anterior a 02 de janeiro de 2007.

5.1.2.2 Para emissões decorrentes de processo poderá ser utilizada como referência a Resolução SEMA nº 54/2006.

Observação:

➤ As legislações federais e estaduais de Santa Catarina não abordam padrões sobre emissões atmosféricas provenientes de processo. Deste modo poderá ser utilizada como referência a Resolução SEMA nº 54/2006.

5.1.3 Determinar os poluentes atmosféricos a serem monitorados, com base na Resolução consultada.

5.1.3.1 Para processo: levou-se em consideração neste procedimento apenas os padrões para material particulado estabelecidos pela Resolução SEMA nº 54/2006, visto que é o mais comum na região, porém os demais limites definidos pela Resolução poderão ser utilizados como referência, quando aplicável.

5.1.3.2 Para combustão: para facilitar a determinação dos poluentes a serem monitorados em fontes estacionárias com processos de geração de calor a partir de combustão, poderá ser consultado o apêndice A1.

Recomendações:

➤ Recomenda-se que os poluentes a serem monitorados sejam estabelecidos em ofício ou na condicionante da licença ambiental de operação.

➤ Para a queima da casca de arroz, atividade comum na região, sugere-se devido à inexistência de padrões de emissões para esta tipologia de fonte, que o órgão ambiental licenciador utilize como base os limites de emissões estabelecidos para os combustíveis referentes à biomassa, conforme apresenta a Resolução CONAMA nº 382/2006 e Resolução CONAMA nº 436/2011. Desde modo, o essencial é que o técnico leve em consideração o combustível que a casca de arroz esta substituindo, e adote os limites máximos de emissão deste combustível.

5.2 Dados referentes à execução da amostragem

Para saber se a execução da amostragem foi realizada de maneira adequada, deverá ser avaliado o laboratório prestador de serviço responsável pelo monitoramento das emissões atmosféricas, os instrumentos envolvidos na amostragem em dutos ou chaminés de fontes estacionárias, bem como as metodologias utilizadas para realização do monitoramento.

5.2.1 Laboratório prestador de serviços

5.2.1.1 Avaliar o laboratório prestador de serviços que realizou a amostragem, visando identificar se o mesmo realiza seu trabalho de modo a garantir resultados confiáveis.

5.2.1.2 Verificar se as análises laboratoriais foram realizadas por laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Meteorologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, por outro organismo signatário do mesmo acordo de cooperação mútua do qual o INMETRO faça parte ou em laboratórios aceitos pelo órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011a).

5.2.1.2.1 Os laboratórios deverão ter sistema de controle de qualidade analítica implementado (BRASIL, 2011a).

Recomendações:

➤ Solicitar que o certificado de registro no Conselho Regional de Química - CRQ ou Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA do laboratório prestador de serviços responsável pela amostragem de emissões atmosféricas seja apresentado no relatório.

➤ Reconhecimento e credenciamento dos laboratórios responsáveis pelo monitoramento de emissões atmosféricas pela FATMA, que deverá exercer fiscalização permanente nos laboratórios cadastrados, visando identificar continuamente se a mesma realiza seu trabalho, de modo a garantir resultados

confiáveis.

➤ O laboratório prestador de serviço deverá comprovar para o credenciamento: as metodologias para execução da amostragem e métodos de análises; qualificação e treinamento da equipe envolvida na amostragem através de certificados em cursos; condições de uso dos equipamentos utilizados e calibração dos mesmos; acomodação e condições ambientais adequadas; vínculo empregatício da equipe técnica e responsável técnico com a empresa.

5.2.2 Certificados de calibração dos equipamentos

A calibração garante que a amostragem será realizada com instrumentos nas condições adequadas, resultando em informações mais confiáveis. Portanto, todos os instrumentos utilizados na amostragem em dutos ou chaminés de fontes estacionárias deverão estar calibrados e os dados disponibilizados, na íntegra, ao órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011a).

5.2.2.1 Verificar se constam no relatório os certificados de calibração dos seguintes instrumentos:

- Gasômetro Seco;
- Placa de Orifício;
- Tubo de Pitot “S”;
- Medidores de temperatura – Termopar: medidor de temperatura do borbulhador com sílica-gel (caixa fria), do gasômetro seco, da câmara aquecida (caixa quente) e do fluxo gasoso;
- Conjunto de Boquilhas (ABNT NBR 12020, 1992).

5.2.2.1.1 Identificar se no certificado de calibração consta a data do ensaio, número da norma, nome e assinatura do responsável, pressão e temperatura ambiente, identificação do equipamento calibrado e se estão expressos os resultados, como:

- Gasômetro seco: fator de correção Y;

- Placa de orifício: fator de correção $\Delta H@$;
- Pitot S: coeficiente C_p de cada tramo e se a calibração foi realizada em única ou múltipla velocidade;
- Medidores de temperatura do borbulhador com sílica-gel, do gasômetro seco e da câmara aquecida: verificar se atendem aos requisitos de tolerância;
- Medidor de temperatura do fluxo gasoso: curva de calibração;
- Boquilha: diâmetro (ABNT NBR 12020, 1992).

5.2.2.2 Avaliar a data de validade do certificado. Para os certificados que não apresentarem a validade, verificar a data de emissão, sendo que esta deverá corresponder no mínimo a um período anual de calibração.

5.2.2.3 Em caso de dúvida, o órgão ambiental licenciador poderá exigir nova aferição do equipamento (BRASIL, 2011a).

Recomendações:

➤ Recomenda-se que os certificados de calibração sejam de laboratórios que satisfaçam a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Esta metodologia apresenta requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. De modo que esta competência seja assegurada, sugere-se que o laboratório seja acreditado por um organismo oficial.

➤ Solicitar dos laboratórios responsáveis pelo monitoramento que seja apresentado nos relatórios o certificado de calibração da balança analítica, instrumento envolvido nas análises laboratoriais e do analisador de gases de combustão, visto que são instrumentos que podem interferir nos resultados.

➤ O órgão ambiental poderá realizar um levantamento dos laboratórios capacitados a realizarem a calibração dos equipamentos, como forma de manter um banco de dados a ser consultado sempre que os certificados de calibração apresentados nos relatórios de monitoramento forem avaliados. Assim, pode-se conhecer mais facilmente se os laboratórios são confiáveis, e posteriormente através

de contato com os mesmos, poderá ser verificado se realmente as calibrações necessárias foram efetuadas para o laboratório prestador de serviço.

➤ Com o cadastramento na FATMA dos laboratórios responsáveis pelo monitoramento, o órgão ambiental poderia exigir o encaminhamento de todos os certificados dos instrumentos quando renovados, de forma a se obter um maior controle com relação à frequência de calibração. Do mesmo modo, como forma de obter dados mais confiáveis, a FATMA poderia exigir dos laboratórios que realizarem a calibração dos instrumentos, que enviem diretamente os certificados para o órgão ambiental, evitando assim, que os mesmos possam ser adulterados.

5.2.3 Métodos de amostragem e análise de emissões atmosféricas

Além da necessidade de equipamentos calibrados para a execução do monitoramento de emissões atmosféricas, a mesma deverá ser efetuada conforme métodos de amostragem e análise especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas e aceitas pelo órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011a).

5.2.3.1 Verificar se as metodologias apresentadas no relatório estão de acordo com os métodos de amostragem e análise de emissões atmosféricas listados no apêndice A2.

5.2.3.1.1 Poderão ser utilizados métodos automáticos de amostragem e análise, desde que previamente aprovados pelo órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011a).

5.2.3.1.2 Para a determinação de material particulado através da amostragem descontínua, métodos equivalentes poderão ser empregados. Porém estes métodos apenas poderão ser aplicados se previamente validados pelo órgão ambiental (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011a).

5.3 Informações Gerais

No relatório deverão estar expressos os dados referentes à fonte fixa de emissão.

5.3.1 Verificar se o relatório contém, no mínimo, as seguintes informações gerais, referentes à fonte amostrada:

- Razão social;
- CNPJ;
- Data da campanha;
- Número de registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais Renováveis – CTF e outro registro de identificação junto ao órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011a).

5.3.1.1 Deverá ser verificado ainda, se o relatório apresenta as condições operacionais do processo, como:

- Identificação da fonte de emissão e as respectivas condições operacionais durante cada coleta efetuada, tais como: tipos e quantidades de combustível ou insumos utilizados, alimentação de matéria-prima, produção, potência térmica nominal instalada, energia consumida;
- Identificação do sistema de controle de emissão e as respectivas condições operacionais durante cada coleta efetuada, tais como: perda de carga, vazão de líquido de lavagem, pH, temperaturas, energia consumida (BRASIL, 2011a).

Observações:

➤ O monitoramento descontínuo deverá ser efetuado apenas quando a fonte de emissão estiver em plena carga, ou seja, condições de operação em que se utilize

pelo menos 90% da capacidade nominal ou da capacidade licenciada. O órgão ambiental licenciador poderá considerar em avaliações periódicas, que o atendimento aos limites de emissão, seja verificado em condições típicas de operação ou plena carga (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011a).

➤ As informações gerais acima demonstram as condições em que a amostragem foi realizada, sendo que esta deverá estar de acordo com as condições já determinadas ao órgão ambiental.

➤ Os dados referentes ao sistema de controle de poluentes atmosféricos deverão ser avaliados para verificar o funcionamento do mesmo. Cabe salientar que qualquer mudança na condição operacional do equipamento reflete diretamente no resultado da amostragem.

5.3.2 Verificar se esta no relatório um termo de responsabilidade sobre as informações relacionadas à operação das fontes (BRASIL, 2011a).

Recomendações:

➤ Recomenda-se que os valores estabelecidos no relatório sejam comparados com os dados apresentados na licença de operação, caso ainda não houver, com o estudo ambiental realizado para processo de licenciamento. Ressalta-se que tais dados poderão ser comparados, do mesmo modo com as informações coletadas *in loco* na fiscalização ambiental, com o intuito de verificar se os dados são compatíveis.

➤ No apêndice A3 esta apresentado um modelo de termo de responsabilidade, que poderá ser exigido dos empreendimentos pelo órgão ambiental, como forma de garantir que as informações referentes à operação das fontes no momento da amostragem sejam verídicas, visto que tais dados poderão influenciar diretamente no resultado da amostragem.

5.4 Dados obtidos nas medições realizadas em duto ou chaminé da fonte estacionária

Os dados obtidos compreendem os resultados das amostragens realizadas no duto ou chaminé da fonte estacionária. Portanto, os critérios definidos nos itens abaixo deverão ser comparados com os dados apresentados no relatório.

5.4.1 Verificar se a amostragem foi realizada em duto ou chaminé com diâmetro interno igual ou maior a 0,30 metros, ou seção transversal igual ou maior a 0,07 m² e duto ou chaminé de comprimento mínimo igual a 2,5 diâmetros internos (ou diâmetro equivalente para seção retangular) no trecho reto compreendido entre 2 singularidades consecutivas (ABNT NBR 10701, 1989).

5.4.1.1 Estes dados deverão ser verificados no laudo técnico, sendo que se apresentadas informações não condizentes com o descrito, o relatório deverá ser desconsiderado. Nestas situações a amostragem deverá ser realizada em outro duto ou chaminé que corresponda aos critérios estabelecidos.

5.4.2 Considerando as variações típicas de operação nos processos industriais, deverá ser verificado se foram realizadas três amostragens descontínuas no duto ou chaminé da fonte estacionária, visando à representatividade dos dados coletados (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011a).

5.4.3 As 3 (três) amostragens deverão ter sido realizadas no mesmo dia, sendo que o tempo total de coleta de gases não poderá ser inferior a 60 minutos para cada amostragem (ABNT NBR 11967, 1989; ABNT NBR 12019, 1990).

5.4.4 Na determinação da umidade, o volume de gás medido não poderá ser menor que 0,6 m³ nas condições-padrão (Nm³) (ABNT NBR 11967, 1989).

5.4.5 A temperatura na saída do borbulhador com sílica-gel não poderá ser inferior a 20°C, em todos os pontos de coleta, evitando-se assim a perda de umidade na realização da amostragem (ABNT NBR 11967, 1989).

5.4.6 Se na amostragem ocorrer à determinação de material particulado, o volume de gás medido na chaminé não poderá ser inferior a 0,85 m³ nas condições-padrão (Nm³) (ABNT NBR 12019, 1990).

5.4.6.1 Verificar se a temperatura do filtro permanece na faixa de 120 + ou – 10 °C. Tal temperatura deverá ser mantida em todos os pontos de coleta (ABNT NBR 12019, 1990).

5.4.7 Se houver a determinação da concentração de material particulado no relatório, deverá ser verificado o isocinetismo para as 3 (três) amostragens. A amostragem deverá ser considerada válida somente se o isocinetismo estiver na faixa de 90 a 110% (ABNT NBR 12019, 1990).

5.4.8 Verificar se consta no relatório o termo de responsabilidade sobre as informações relacionadas às medições realizadas na fonte (BRASIL, 2011a).

Recomendação:

➤ No apêndice A4 esta apresentado um modelo de termo de responsabilidade, que poderá ser exigido dos laboratórios que realizam o monitoramento das emissões, como forma de garantir que as informações referentes às medições sejam verídicas.

5.5 Resultados do monitoramento de emissões atmosféricas

Nos resultados da amostragem é possível verificar a concentração e a taxa de emissão dos poluentes atmosféricos medidos no duto ou chaminé da fonte estacionária. Deste modo, no relatório deverão estar presentes os resultados das 3 (três) amostragens efetuadas.

5.5.1 Os poluentes amostrados, presentes no relatório, deverão ser os mesmos estabelecidos pelo órgão ambiental licenciador em ofício ou na condicionante da licença de operação.

5.5.2 Verificar se a amostragem foi realizada para determinação das concentrações de poluentes provenientes de processo ou combustão.

5.5.2.1 Em casos de processo, verificar os resultados utilizando como referência a Resolução SEMA nº 54/2006. Os padrões de emissão para material particulado estabelecidos pela Resolução SEMA nº 54/2006 estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – Limites de emissão para material particulado decorrentes de processo

Poluente	Taxa de emissão	MP ⁽¹⁾
Material Particulado Total ⁽²⁾	até 0,5 kg/h	250
	acima de 0,5 kg/h	150

⁽¹⁾ Os resultados devem ser expressos na unidade de concentração mg/Nm³.

⁽²⁾ 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.

5.5.2.2 Em casos de processos com geração de calor a partir da combustão externa, verificar a data em que a licença de instalação da fonte fixa foi solicitada ao órgão ambiental licenciador.

5.5.2.2.1 Fontes fixas com licença de instalação solicitada ao órgão licenciador após 02 de janeiro de 2007, os resultados deverão ser comparados com os padrões de emissão estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 382/2006. Os padrões de emissão podem ser observados no apêndice A5. Caso aplicável, verificar o item 5.5.3 em diante.

5.5.2.2.2 Fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007, os resultados deverão ser comparados com os padrões de emissão estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 436/2011. Os padrões de emissão podem ser observados no apêndice A6. Caso aplicável, verificar o item 5.5.3 em diante.

Observações:

➤ Os padrões de emissão estabelecidos pela Resolução SEMA nº 54/2006, estão estabelecidos no apêndice A7.

➤ Quando adotados limites de emissões mais restritivos, estes deverão ser apresentados na licença ambiental de operação (BRASIL, 2011a).

5.5.3 Definir a potência térmica nominal da unidade produtiva para possibilitar a comparação dos resultados com os padrões aplicáveis. A potência térmica nominal é calculada conforme a seguinte fórmula:

$$PTN = PCI \times QMC$$

Sendo:

PTN – Potência térmica nominal;

PCI – Poder calorífico inferior do combustível (determinado no Apêndice A8);

QMC – Quantidade máxima de combustível queimada por unidade de tempo em kg/h (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011a).

5.5.3.1 Este cálculo poderá ser realizado através do programa de verificação dos resultados de monitoramento de poluição atmosférica.

5.5.4 Ainda, para que seja possível a comparação dos resultados com os padrões de emissão, a concentração disposta no relatório deverá ser convertida para a condição referencial de oxigênio, conforme a fórmula abaixo:

$$C_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times C_M$$

Sendo:

C_R – Concentração do poluente corrigida para a condição referencial de oxigênio;

O_R – Percentagem de oxigênio de referência, poderá ser verificada no quadro da Resolução aplicável a fonte ou programa;

O_M – Percentagem de oxigênio medido durante a amostragem;

C_M – Concentração do poluente determinada na amostra (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011a).

5.5.4.1 Este cálculo poderá ser realizado através do programa de verificação dos resultados de monitoramento de poluição atmosférica.

Observações:

- A conversão as condições referenciais de oxigênio não é aplicável quando ocorrer injeção de oxigênio puro no processo (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011a).
- Se a correção para a condição referencial de oxigênio já estiver apresentada no relatório, esta etapa deverá ser desconsiderada.

5.5.5 Após a definição das etapas anteriores, a concentração do poluente deverá ser comparada com a Resolução aplicável, definida anteriormente.

5.5.5.1 A comparação dos resultados com os padrões aplicáveis poderá ser realizada através do programa de verificação dos resultados de monitoramento de poluição atmosférica.

Recomendação:

- Recomenda-se que os poluentes amostrados, presentes no relatório, sejam os mesmos estabelecidos pelo órgão ambiental licenciador em ofício ou na condicionante da licença de operação.

5.6 Responsabilidade técnica

5.6.1 Os laudos laboratoriais deverão estar devidamente assinados por técnico legalmente habilitado, portanto, é necessário avaliar no relatório se consta a anotação de responsabilidade técnica do profissional dentro do prazo de validade da mesma (BRASIL, 2011a).

5.7 Critérios adicionais

5.7.1 O órgão ambiental licenciador, poderá a qualquer momento estabelecer critérios adicionais para validação de dados (BRASIL, 2011a).

Recomendações:

➤ Todos os critérios determinados poderão ser estabelecidos na condicionante da licença de operação das atividades industriais.

➤ O órgão ambiental licenciador poderá exigir dos laboratórios prestadores de serviço responsáveis pela amostragem de emissões atmosféricas que seja contemplado no relatório o registro do grau de enegrecimento de fumaça preta, verificado através da Escala de Ringelmann. Este registro é fundamental, visto que fornecerá ao órgão ambiental a evidência das condições de emissões observadas no dia da amostragem e poderão servir de comparativo na fiscalização ambiental.

5.8 Frequência do monitoramento de emissões atmosféricas

5.8.1 Os resultados do monitoramento em fontes fixas deverão ser apresentados com periodicidade definida pelo órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011a).

Recomendações:

➤ Nos casos em que os padrões de emissões forem atendidos sem prévio tratamento, sugere-se que a frequência de amostragem seja em períodos menores, de modo que o órgão ambiental tenha a garantia de que esta situação será mantida.

➤ Nos casos em que as atividades apresentarem emissões acima do permitido sem tratamento, a frequência de amostragem poderá ser em períodos maiores, porém a mesma deverá comprovar a instalação de um sistema de controle, bem como a eficiência do mesmo para minimizar as emissões de poluentes atmosféricos e atender aos padrões.

➤ A eficiência do sistema de tratamento de emissões atmosféricas deverá ser comprovada a partir de amostragem realizada simultaneamente em duto ou chaminé a montante e a jusante do equipamento de controle.

6. REFERÊNCIAS

AALBORG. **Poder calorífico inferior**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.aalborg-industries.com.br/downloads/poder-calorifico-inf.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2013.

ARAUTERM. **Poder calorífico inferior**. Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.arauterm.com.br/pdf/tabela_pc_inferior.pdf>. Acesso em: 23 out. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10701**: Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11967**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da umidade. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12019**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de material particulado. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12020**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Calibração dos equipamentos utilizados em amostragem. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12021**: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005

BRASIL. Decreto – Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 31 dez. 1940. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848.htm>. Acesso em: 11 out. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 jan. 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011a. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da União**,

Brasília, DF, 26 dez. 2011. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Procedência 64ª reunião da Câmara Técnica de Assuntos Jurídicos 26 e 27 de outubro de 2011b. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/BC1C2A2A/AnexoIII_LIMPA_64aC_TAJ1.pdf>. Acesso em: 23 out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estimativa de emissões de poluentes atmosféricos**. São Paulo, 2009a. 292 p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma técnica E16.030**: Dutos e chaminés de fontes estacionárias – Calibração dos equipamentos utilizados na amostragem de efluentes gasosos. São Paulo, 2009b. Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/pdf/E16030.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão de diretoria nº 010/2010/p, de 12 de janeiro de 2010**. São Paulo, 2010a. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/wp-content/uploads/2012/05/pmea.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2013

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2010**. São Paulo, 2010b. 237 p. Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/relatorios/RelatorioAr2010.zip>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2012**. São Paulo, 2012. 237 p. Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/relatorios/Relatorio-Ar-2012.zip>>. Acesso em: 20 out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Normas técnicas vigentes**. São Paulo, 2013. Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>> Acesso em: 15 out. 2013.

CTGÁS – CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS. **Dados de unidade de conversão**. Rio Grande do Norte. Disponível em:
<[http://lspsteam.dominiotemporario.com/doc/dados_unidade_conversao\[1\].pdf](http://lspsteam.dominiotemporario.com/doc/dados_unidade_conversao[1].pdf)>. Acesso em: 23 out. 2013.

ENERGÉTICA. **CIPA**: manual de operação. Rio de Janeiro, 1997. 50 p. Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_Cipa_Rev_00.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2013.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Fiscalização ambiental**. Paraná,

2013. Disponível em:

<<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=293>>. Acesso em: 3 out. 2013.

PARANÁ. SECRETÁRIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – SEMA. **Resolução nº 54, de 22 de dezembro de 2006**. Define 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. Disponível em:

<http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_54_2006.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2013

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Santa Catarina, 2009. Disponível em:

<http://www.sds.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=339>. Acesso em: 29 ago. 2013.

SOMATEMATICA. **Geometria espacial**. 2013. Disponível em:

<<http://www.somatematica.com.br/emedio/espacial/espacial15.php>>. Acesso em: 01 nov. 2013

APÊNDICE A1 – Poluentes a serem monitorados em fontes estacionárias com processos de geração de calor a partir de combustão externa

Combustível	Potência Térmica Nominal (MW)	Poluentes a serem monitorados			
		MP	NO _x	SO _x	CO
Resolução CONAMA nº 382/2006					
Óleo combustível	-	✓	✓	✓	(1)
Gás natural	-	-	✓	-	
Bagaço de cana-de-açúcar	Menor 10	✓	-	-	(1)
	Igual e maior que 10	✓	✓	-	
Derivados da madeira	Menor 10	✓	-	-	(2)
	Igual e maior que 10	✓	✓	-	
Resolução CONAMA nº 436/2011					
Óleo combustível	-	✓	✓	✓	(1)
Gás natural	Igual e maior que 10	-	✓	-	(1)
Bagaço de cana-de-açúcar	Menor 50	✓	-	-	(1)
	Igual e maior que 50	✓	✓	-	
Derivados da madeira	Menor 10	✓	-	-	(2)
	Igual e maior que 10	✓	✓	-	
Resolução SEMA nº 54/2006					
Óleo combustível	Até 10	-	-	-	✓
	Maior que 10	✓	✓	✓	✓
Combustível gasoso	Até 50	-	-	-	✓
	Maior que 50	-	✓	-	✓
Bagaço de cana-de-açúcar	Até 10 ⁽³⁾	✓	-	-	✓
	Maior que 10	✓	✓		✓
Derivados da madeira	Até 10 ⁽⁴⁾	✓	-	-	✓
	Maior que 10	✓	✓	-	✓

Fonte: Brasil, 2006; Brasil, 2011a; Paraná, 2006.

Notas:

⁽¹⁾ Para sistemas com potência de até 10 MW, poderá o órgão ambiental licenciador aceitar a avaliação periódica apenas de CO;

⁽²⁾ A critério do órgão ambiental licenciador, para sistemas com potência de até 10 MW, poderá ser aceito alternativamente aos limites estabelecidos: o monitoramento periódico de CO; a avaliação periódica da concentração de MP através da opacidade;

⁽³⁾ 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.

APÊNDICE A2– Métodos de amostragem e análise das emissões atmosféricas

Amostragem de emissões atmosféricas	Normas		
	ABNT/NBR	CETESB	EPA
Planejamento de amostragem em DCFE*	10700 (1989)	-	-
Acompanhamento da amostragem em DCFE*		L9.240 (1995)	
Determinação de pontos de amostragem em DCFE*	10701 (1989)	L9.221 (1990)	Method 1
Determinação da velocidade e vazão de gases em DCFE*	11966 (1989)	L9.222 (1992)	Method 2
Determinação da massa molecular seca do fluxo de gases em DCFE*	10702 (1989)	L9.223 (1992)	Method 3
Determinação da umidade dos efluentes em DCFE*	11967 (1989)	L9.224 (1993)	Method 4
Calibração dos equipamentos utilizados na amostragem de efluentes em DCFE*	12020 (Abril 1992)	E16.030 (2009)	
Determinação de material Particulado - Efluentes gasosos com o sistema filtrante no interior do duto ou chaminé de fontes estacionárias	12827 (1993)	L9.217	Method 5i e 17
Determinação de material particulado em DCFE*	12019 (1990)	L9.225 (1995)	Method 5
Determinação do grau de enegrecimento da fumaça emitida fontes estacionárias otimizando a escala de Ringelmann reduzida: método de ensaio		L9.061 (1979)	
Determinação: dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e névoas de ácido sulfúrico em DCFE*	12021 (1990)	L9.228 (1992)	Method 8
Determinação de dióxido de enxofre em DCFE	12022 (1990)	L9.226 (1992)	Method 6
Determinação de óxidos de nitrogênio	-	L9.229 (1992)	Method 7 e 20

Fonte: Paraná, 2006; CETESB, 2013.

*Duto ou chaminé de fonte estacionária

APÊNDICE A3 – Modelo do termo de responsabilidade pelas informações referentes
à operação das fontes



FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA
COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE TUBARÃO

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, (especificar nome completo), (proprietário ou técnico responsável) da atividade industrial (especificar nome), RG (especificar número), CPF (especificar número), residente no endereço (especificar rua, nº, bairro, cidade/estado), confirmo a veracidade das informações prestadas referente às condições operacionais do referido empreendimento, destinadas a preparação, realização e avaliação do monitoramento de emissões atmosféricas.

Declaro estar ciente de que a falsidade no transcrito acima implicará nas penalidades cabíveis, previstas no Artigo 299 do Código Penal.

_____, _____ (Local e Data)

(Assinatura do Declarante)

APÊNDICE A4 – Modelo do termo de responsabilidade pelas informações referentes
à medição realizada



FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA
COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE TUBARÃO

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, (especificar nome completo), representante da empresa (especificar nome) responsável pela medição efetuada na atividade industrial (especificar nome), RG (especificar número), CPF (especificar número), residente no endereço (especificar rua, nº, bairro, cidade/estado, CEP), confirmo a veracidade das informações prestadas, relacionadas à(s) medição(s) efetuada(s) no empreendimento mencionado.

Declaro estar ciente de que a falsidade no transcrito acima implicará nas penalidades cabíveis, previstas no Artigo 299 do Código Penal.

_____, _____ (Local e Data)

(Assinatura do Declarante)

APÊNDICE A5 – Limites de emissão para poluentes atmosféricos, conforme estabelece a Resolução CONAMA nº 382/2006

Nº Anexo/ Tipologia de fonte	Classificação	Limites de emissão				Correção % O ₂
		MP ⁽¹⁾	NO _x ⁽¹⁾ (NO ₂)	SO _x ⁽¹⁾ (SO ₂)	CO ⁽¹⁾	
I / Óleo Combustível ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ (6)	Potência Térmica Nominal (MW)					
	Menor 10	300	1600	2700	80 ⁽⁷⁾⁽⁸⁾	3%
	Entre 10 e 70	250	1000	2700	-	
	Maior 70	100	1000	1800	-	
II / Gás Natural ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾	Potência Térmica Nominal (MW)					
	Menor 70	-	320	-	-	3%
	Maior ou igual a 70	-	200	-	-	
III / Bagaço de cana-de- açúcar ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾	Potência Térmica Nominal (MW)				Potência Térmica Nominal (MW)⁽⁷⁾	Limite de Emissão
	Menor 10	280	NA	-	Até 0,05	6500
	Entre 10 e 75	230	350	-	Entre > 0,05 e ≤ 0,15	3250
	Maior que 75	200	350	-	Entre > 0,15 e ≤ 1	1700
IV / Derivados da madeira ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾	Potência Térmica Nominal (MW)				Potência Térmica Nominal (MW)⁽⁹⁾	Limite de Emissão
	Menor que 10	730	NA	-	Até 0,05	6500
	Entre 10 e 30	520	650	-	Entre > 0,05 e ≤ 0,15	3250
	Entre 30 e 70	260	650	-	Entre > 0,15 e ≤ 1	1700
	Maior que 70	130	650	-	Entre > 1 e ≤ 10	1300

Fonte: Brasil, 2006.

⁽¹⁾ Os resultados devem ser expressos em base seca e unidade de concentração mg/Nm³, a menos que explicitado de outra forma;⁽²⁾ Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir de combustão externa;⁽³⁾ Em teste de desempenho de novos equipamentos, o atendimento aos limites estabelecidos deverá ser verificado nas condições de plena carga;⁽⁴⁾ Na avaliação periódica, o atendimento aos limites estabelecidos poderá ser verificado em condições típicas de operação, a critério do órgão ambiental licenciador.⁽⁵⁾ Na ocorrência de duas ou mais fontes cujo lançamento final seja efetuado em duto ou chaminé comum, as medições devem ser feitas individualmente;⁽⁶⁾ Quando houver impossibilidade de realização de medições individuais, estas poderão ser efetuadas no duto ou chaminé comum e os limites máximos de emissão devem ser ponderados individualmente com as respectivas potências térmicas nominais das fontes em questão para o cálculo do novo limite de emissão, conforme a fórmula 1*;⁽⁷⁾ Para sistemas com potência de até 10 MW, poderá o órgão ambiental licenciador aceitar a avaliação periódica apenas de CO;⁽⁸⁾ Para as fontes, situadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades, deverá ser realizado somente o controle de eficiência de queima de combustível, obedecido o limite de emissão de CO, independente da potência ou do combustível utilizado;⁽⁹⁾ A critério do órgão ambiental licenciador, para sistemas com potência de até 10 MW, poderá ser aceito alternativamente aos limites estabelecidos: O monitoramento periódico de CO; a avaliação periódica da concentração de MP através da opacidade, sendo que o valor máximo permissível para a emissão deste poluente não deverá exceder o padrão 1 da Escala de Ringelmann;

N.A. – Não aplicável

*Fórmula: 1) $LE_{res} = \frac{\sum_i P_{N_i} \times LE_i}{\sum_i P_{N_i}}$, sendo: LE_{res} = limite de emissão resultante; PN = potência térmica nominal; LE = limite de emissão individual;

APÊNDICE A6 – Limites de emissão para poluentes atmosféricos, conforme estabelece a Resolução CONAMA nº 436/2011

Nº Anexo/ Tipologia de fonte	Classificação	Limites de emissão				Correção % O ₂	
		MP ⁽¹⁾	NO _x ⁽¹⁾ (NO ₂)	SO _x ⁽¹⁾ (SO ₂)	CO ⁽¹⁾		
I / Óleo Combustível ^{(2)(3)(4)*}	Potência Térmica Nominal (MW)						
	Menor 10	300	1600	2700	80 mg/Nm ³⁽⁶⁾	3%	
	Entre 10 e 70	250	1000	2700	-		
	Maior 70	100	1000	1800	-		
II / Gás Natural ^{(2)(3)(4)*}	Potência Térmica Nominal (MW)						
	Menor 10	-	NA	-	80 mg/Nm ³⁽⁶⁾	3%	
	Entre 10 e 70	-	400	-	-		
	Maior 70	-	320	-	-		
III / Biomassa de cana-de- açúcar ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	Potência Térmica Nominal (MW)				Potência Térmica Nominal (MW)⁽⁶⁾	Limite de Emissão	
	Menor 50	520	NA	-	Até 0,05	6500	8%
	Entre 50 e 100	450	350	-	Entre > 0,05 e ≤ 0,15	3250	
	Maior que 100	390	350	-	Entre > 0,15 e ≤ 1	1700	
	-	-	-	-	Entre > 1 e ≤ 10	1300	
IV / Derivados da madeira ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	Potência Térmica Nominal (MW)				Potência Térmica Nominal (MW)⁽⁷⁾	Limite de Emissão	
	Menor que 10	730	NA	-	Até 0,5	7800	8%
	Entre 10 e 50	520	650	-	Entre > 0,5 e ≤ 2	3900	
	Maior que 50	300	650	-	Entre > 2 e ≤ 10	3250	

Fonte: Brasil, 2011a.

⁽¹⁾ Os resultados devem ser expressos em base seca e unidade de concentração mg/Nm³, a menos que explicitado de outra forma;

⁽²⁾ Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir de combustão externa;

⁽³⁾ Na ocorrência de duas ou mais fontes cujo lançamento final seja efetuado em duto ou chaminé comum, as medições devem ser feitas individualmente;

⁽⁴⁾ Quando houver impossibilidade de realização de medições individuais, estas poderão ser efetuadas no duto ou chaminé comum e os limites máximos de emissão devem ser ponderados individualmente com as respectivas potências térmicas nominais das fontes em questão para o cálculo do novo limite de emissão, conforme a fórmula 1**;

⁽⁵⁾ Deverá ser realizada a verificação do atendimento aos limites estabelecidos, por meio de amostragem em chaminé, pelo menos uma vez por safra, nas condições de plena carga.

Para esta verificação deverá ser admitida uma tolerância de 10% devido às incertezas inerentes ao processo de medição;

⁽⁶⁾ Para sistemas com potência de até 10 MW, poderá o órgão ambiental licenciador aceitar a avaliação periódica apenas de CO;

⁽⁷⁾ Para sistemas com potência de até 10 MW, poderá o órgão ambiental licenciador aceitar alternativamente aos limites estabelecidos: o monitoramento periódico de CO; a avaliação periódica da concentração de MP através da opacidade, sendo que o valor máximo permitido para a emissão deste poluente não deverá exceder o padrão 1 da Escala de Ringelmann;

N.A. – Não aplicável

*Os limites estabelecidos não se aplicam a fontes de combustão a óleo e a gás natural, localizadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades;

**Fórmula: 1) $LE_{res} = \frac{\sum_i P_{Ni} \times LE_i}{\sum_i P_{Ni}}$, sendo: LE_{res} = limite de emissão resultante; PN = potência térmica nominal; LE = limite de emissão individual;

APÊNDICE A7 – Limites de emissão para poluentes atmosféricos, conforme a Resolução SEMA nº 54/2006

Tipologia de fonte	Classificação	Limites de emissão					Densidade Colorimétrica	Correção % O ₂
		MP total ⁽¹⁾	NO _x ⁽¹⁾	SO _x ⁽¹⁾	CO ⁽¹⁾			
I – Combustível gasoso	Potência Térmica Nominal (MW)							
	Até 10	NA	NA	NA	500	-	(2)	
	Entre 10 e 50	NA	NA	NA	100			
	Entre 50 e 100	NA	320	NA	100			
	Acima de 100	NA	200	NA	100			
II – Óleo combustível e assemelhados	Potência Térmica Nominal (MW)		Óleo até 1,0% N⁽³⁾	Óleo acima 1,0% N⁽³⁾				
	Até 10	NA	NA	NA	500	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ⁽⁵⁾	(2)	
	Entre 10 e 50	250	820	820 . (0,4+ 0,6N)	250			
	Entre 50 e 100	100	620	620 . (0,4+ 0,6N)	250			
	Acima de 100	75	620	620 . (0,4+ 0,6N)	175			
		MP-inorgânico ⁽⁴⁾	-	-	-			-
IV – Derivados de madeira	Potência Térmica Nominal (MW)⁽⁶⁾							
	Até 0,5	560	NA	NA	6.000	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ⁽⁵⁾	(7)	
	Entre 0,5 e 2,0	560	NA	NA	3.000			
	Entre 2,0 e 10	560	NA	NA	2.500			
	Entre 10 e 50	400	500	NA	2.000			
	Entre 50 e 100	200	500	NA	1.000			
	Acima de 100	100	500	500	500			
V – Bagaço de cana-de-açúcar	Potência Térmica Nominal (MW)⁽⁶⁾							
	Até 0,5	730	NA	NA	7.800	20% equivalente ao Padrão 1 da Escala Ringelmann ⁽⁵⁾	(8)	
	Entre 0,5 e 2,0	730	NA	NA	3.900			
	Entre 2,0 e 10	730	NA	NA	3.250			
	Entre 10 e 50	520	500	NA	2.600			
	Entre 50 e 100	450	500	NA	1.300			
	Entre 100 e 250	390	400	NA	1.000			
	Acima de 250	260	400	NA	650			

Fonte: Paraná, 2006.

⁽¹⁾ Os resultados devem ser expressos na unidade de concentração mg/Nm³, a menos que explicitado de outra forma;⁽²⁾ a) para processos onde há contato dos gases da combustão com os produtos processados: 17% ou, quando comprovada a sua impossibilidade técnica, outra concentração de Oxigênio que melhor caracteriza a condição de boa queima; b) para caldeiras e demais casos: 3%;⁽³⁾ % gravimétrico;⁽⁴⁾ Artigo 60 da Resolução SEMA: Classe I: 0,2 mg/Nm³, Classe II: 1,0 mg/Nm³, Classe III: 5,0 mg/Nm³;⁽⁵⁾ exceto nas operações de aquecimento, modulação e ramagem, por um período que totalize 10 minutos, ao longo das 24 horas do dia;⁽⁶⁾ Na faixa até 10 MW, o controle das emissões poderá ser comprovado através do atendimento ao padrão de MP-total ou atendimento ao padrão CO;⁽⁷⁾ a) para processos onde há contato dos gases da combustão com os produtos processados: 17% ou, quando comprovada a sua impossibilidade técnica, outra concentração de Oxigênio que melhor caracteriza a condição de boa queima; b) para caldeiras e demais casos: 11%;⁽⁸⁾ a) para processos onde há contato dos gases da combustão com os produtos processados: 17% ou, quando comprovada a sua impossibilidade técnica, outra concentração de Oxigênio que melhor caracteriza a condição de boa queima; b) para caldeiras e demais casos: 8%.

NA: Não aplicável

APÊNDICE A8 – Poder calorífico inferior dos combustíveis

Combustível	Poder calorífico		
	Arauterm (kcal/kg)	Aalborg (kcal/kg)	CTGÁS (kcal/kg)
Carvão Mineral – Tubarão/SC	4.500	4.500	7.000
Casca de arroz	3.300 (12% água)	3.300 (12% água)	-
Casca de madeira	-	-	1.450 (60% água)
Casca de eucalipto	3.750	3.750	-
Cavaco	4.300	4.300	2500
Cavacos de pinho	2.500	2.500	-
Coque de lenha	7.600	7600	-
Gás natural	9.000 kcal/m ³	9.065 kcal/Nm ³	9.400
Lascas de madeira	3.300	3.300	-
Lenha	2.400 (40% água)	2.400 (40% água)	2770
Lenha (seca)	3.800 (12% água)	3.680	-
Madeira de caixotes	3.800	3.800	-
Madeira muito seca	4.800	4.800	-
Madeira de pinho (seca ao ar)	3.500	3.500	-
Madeira verde	2.500	2.500	-
Óleo combustível	-	-	10.230
Óleo combustível 1A	9.550	9.750	-
Óleo combustível 1B	-	9.940	-
Óleo combustível 2A	9.431	9.550	-
Óleo combustível 2B	-	9.920	-
Óleo combustível 3A	9.388	9.500	-
Óleo combustível 3B	-	9.870	-
Óleo combustível 4A	9.291	-	-
Óleo combustível 7A	9.290	-	-
Serragem de pinho	2.000 (40% água)	2.000 (40% água)	-
Serragem seca	3.500 (20% água)	3.500 (20% água)	-
Serragem + cepilho (seco)	4.600	4.600	-
Sobra de serraria (pinho)	4.160	4.160	-

Fonte: Arauterm, s/a; Aalborg, s/a; CTGÁS, s/a.

* Para a conversão de kcal/h para MW deve-se multiplicar por $1,16 \times 10^{-6}$ (BRASIL, 2011b).

**APÊNDICE B – Procedimento para análise de relatórios de monitoramento da
qualidade do ar**

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO			
	Código:	Folha:	Data:	Revisão:
	POP-002	1/21	12/10/2013	00
Título: Procedimento para análise de relatórios de monitoramento da qualidade do ar				
Data da Revisão:		Descrição da Revisão:		
Elaborador: Jéssica Brunato Marcon		Aprovador:		

1. OBJETIVO

Estabelecer e manter procedimentos padronizados com o intuito de subsidiar informações necessárias para uma análise adequada dos relatórios de monitoramento da qualidade do ar, elaborados para avaliação da contribuição de deterioração da qualidade do ar de fontes específicas.

2. APLICAÇÃO

Este procedimento aplica-se as Coordenarias Regionais da FATMA – Fundação do Meio Ambiente, como ferramenta para avaliação da contribuição de deterioração da qualidade do ar de fontes específicas, visando o licenciamento ambiental.

3. REFERÊNCIAS

- **Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989** – Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR).
- **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990** – Dispõe sobre padrões de qualidade do ar previstos no PRONAR.
- **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009** – Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.
- **Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006** – Define 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.

4. DEFINIÇÕES

- **Bolhômetro:** dispositivo para medida de vazão, comumente usado para a calibração de orifícios críticos (agulhas hipodérmicas) (ENERGÉTICA, 2012a).
- **Calibração:** conjunto de operações que estabelece, sob condições específicas, as diferenças sistemáticas que podem existir entre os valores do parâmetro a ser medido e aqueles indicados pelo sistema de medição (CETESB, 2010).
- **Calibrador padrão de vazão (CPV):** é um padrão de transferência de vazão, calibrado, por sua vez, contra um medidor padrão de volume (MPV) de deslocamento positivo, também secundário, rastreável a um padrão primário (ENERGÉTICA, 2012b).
- **Classificação de usos pretendidos: Classe I:** Áreas de preservação, lazer e turismo, tais como Parques Nacionais e Estaduais, Reservas e Estações Ecológicas, Estâncias Hidrominerais e Hidrotermais. Nestas áreas deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica; **Classe II:** Áreas onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade; **Classe III:** Áreas de desenvolvimento onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão primário de qualidade (BRASIL, 1989).
- **Combustão:** processo de queima de um combustível realizado em qualquer forno ou caldeira cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto processado (BRASIL, 2011).
- **Dióxido de enxofre:** gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO_3 , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H_2SO_4 . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis (CETESB, 2012).
- **Dióxido de nitrogênio:** gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para

o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos (CETESB, 2012).

- **Diâmetro aerodinâmico equivalente:** diâmetro de uma esfera de densidade de massa 1 g/cm^3 , que tenha a mesma velocidade terminal de uma partícula sujeita a força gravitacional no ar, em condições de calmaria (ABNT NBR 13412, 1995).
- **Emissão:** lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa (BRASIL, 2006).
- **Emissão fugitiva:** lançamento difuso na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuado por uma fonte desprovida de dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo (BRASIL, 2006).
- **Emissão pontual:** lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuado por uma fonte provida de dispositivo para dirigir ou controlar seu fluxo, como dutos e chaminés (BRASIL, 2006).
- **Fiscalização Ambiental:** ações de controle e vigilância destinadas a impedir o estabelecimento ou a continuidade de atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, ou ainda, daquelas realizadas em desconformidade com o que foi autorizado (IAP, 2013b).
- **Fonte fixa de emissão:** qualquer instalação, equipamento ou processo, situado em local fixo, que libere ou emita matéria para a atmosfera, por emissão pontual ou fugitiva (BRASIL, 2006).
- **Fumaça:** poluente composto por partículas sólidas, decorrente da combustão incompleta de materiais carbonáceos. Suas partículas possuem diâmetros de 0,05 até aproximadamente $1 \mu\text{m}$ (VESILIND; MORGAN, 2011).
- **Índice de qualidade do ar (IQAr):** ferramenta matemática desenvolvida para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar (CETESB, 2012).
- **Monitoramento da qualidade do ar:** técnica de acompanhamento dos níveis de qualidade do ar e sua comparação com os respectivos padrões estabelecidos (BRASIL, 1989).
- **Monóxido de carbono:** gás incolor, inodoro e insípido (CETESB, 2012).
- **Orifício crítico:** orifício que limita e controla continuamente a vazão de amostragem (ENERGÉTICA, 2012a).
- **Ozônio:** gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal

componente da névoa fotoquímica (CETESB, 2012).

- **Padrão primário de qualidade do ar:** concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, podendo ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo (BRASIL, 1989).
- **Padrão secundário de qualidade do ar:** concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e flora aos materiais e meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo (BRASIL, 1989).
- **Partículas totais em suspensão:** material particulado em suspensão na atmosfera, com diâmetro aerodinâmico equivalente de até 25 μm – 50 μm , dependendo da direção e velocidade do vento, coletado no amostrador de grande volume (AGV) (ABNT NBR 9547, 1997).
- **Partículas inaláveis:** partículas em suspensão na atmosfera, com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior ou igual a 10 μm , inaladas através da boca e do nariz por meio da respiração (ABNT NBR 13412, 1995).
- **Poluente atmosférico:** qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa ou de energia que, presente na atmosfera, cause ou possa causar poluição atmosférica (PARANÁ, 2006).

5. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

5.1 Planejamento Inicial

Para que o relatório apresente dados necessários, inicialmente o técnico deverá conhecer os parâmetros adequados a serem solicitados para constarem no laudo.

5.1.1 Avaliar a documentação da atividade a ser licenciada, para levantamento dos processos geradores de emissões atmosféricas descritos. Tais informações deverão ser confirmadas *in loco* através da fiscalização ambiental.

5.1.1.1 Identificar se as emissões atmosféricas são pontuais e/ou fugitivas.

5.1.1.1.1 Pontuais: decorrentes de processo e/ou combustão, direcionadas a um duto ou chaminé.

5.1.1.1.2 Fugitivas: caracterizadas pela não existência de um dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo.

5.1.2 Definir o objetivo do monitoramento: se o monitoramento da qualidade do ar será realizado para avaliar a eficiência do controle de emissões fugitivas da fonte fixa e/ou para avaliar as concentrações ambientais no entorno das instalações, decorrentes das emissões lançadas por dutos ou chaminés (emissões pontuais).

5.1.2.1 No caso de fontes com emissões pontuais: para combustão, identificar o tipo de combustível utilizado e suas possíveis composições; para processo, avaliar a etapa em que as emissões estão sendo geradas e os possíveis poluentes.

5.1.2.2 No caso de fontes com emissões fugitivas: avaliar o processo em que as emissões estão sendo geradas e os possíveis poluentes.

5.1.3 Definido o objetivo e os poluentes gerados pela fonte fixa de emissão deverão ser determinados os poluentes a serem monitorados, com base nos indicadores de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, apresentada no apêndice B1.

Recomendações:

➤ Recomenda-se que os poluentes a serem monitorados sejam estabelecidos em ofício ou na condicionante da licença ambiental de operação.

➤ Para que os relatórios de monitoramento da qualidade do ar apresentem dados adequados para a avaliação, sugere-se que o órgão ambiental licenciador exija das fontes fixas de emissão a apresentação de uma proposta de monitoramento da qualidade do ar, onde por meio desta possa determinar os

critérios utilizados para a seleção dos pontos de monitoramento, a área de influência direta da fonte, bem como as possíveis fontes relevantes que possam interferir nos resultados do monitoramento.

➤ Através dos dados mencionados, o técnico do órgão ambiental poderá avaliar previamente se os locais determinados para monitorar a qualidade do ar são apropriados, bem como conhecer a área de entorno da atividade afetada pela poluição atmosférica da fonte. Os poluentes atmosféricos podem ser provenientes de diversas tipologias de fontes, assim é essencial o conhecimento das fontes que podem estar interferindo no resultado do monitoramento para uma melhor avaliação das concentrações de poluentes apresentadas no relatório.

➤ Recomenda-se que o monitoramento da qualidade do ar seja realizado simultaneamente ao monitoramento das emissões atmosféricas. Desta forma, será possível realizar uma avaliação mais detalhada sobre as emissões atmosféricas da fonte fixa.

5.2 Frequência do monitoramento da qualidade do ar

A frequência de amostragem é essencial para obtenção de dados representativos e confiáveis. A legislação aplicável ao estado de Santa Catarina não dispõe sobre os critérios que deverão ser adotados com relação à frequência de monitoramento, apenas o Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981, revogado pelo Código Estadual do Meio Ambiental, trata sobre o assunto. Abaixo estarão os critérios estabelecidos pelo Decreto acima mencionado e recomendações que poderão ser adotadas.

5.2.1 O monitoramento da qualidade do ar deverá ser efetuado, no mínimo, por um período de 24 (vinte e quatro) horas a cada 6 (seis) dias, para dióxido de enxofre e partículas em suspensão, e continuamente para monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos (SANTA CATARINA, 1981).

Recomendações:

➤ Em casos de reclamações recomenda-se que o monitoramento seja realizado num período de 24 (vinte e quatro) horas, considerando 7 (sete) dias corridos no mês, visando avaliar de maneira contínua todas as condições decorrentes das emissões da fonte fixa. Já se o objetivo do monitoramento for para avaliar a qualidade do ar no entorno da fonte, onde não houve a ocorrência de reclamações, o monitoramento poderá ser num período de 24 (vinte e quatro) horas, durante 5 (cinco) dias corridos no mês. Assim, será possível avaliar um período contínuo de funcionamento da fonte, e obter dados mais confiáveis sobre as concentrações de poluentes no ar. Para determinar por quantos meses deverá ser o monitoramento, seguindo os critérios acima, o técnico deverá levar em consideração o impacto que poderá ser ocasionado à população e ao meio ambiente;

➤ As condições meteorológicas influenciam diretamente nos resultados de monitoramento da qualidade do ar e falhas podem ocorrer durante a amostragem. Portanto, quando se considera um período curto de tempo, os dados da rede manual sofrem maior influência das condições específicas do dia de coleta, o que pode não refletir o comportamento global do período. Deste modo, poderão ser adotados os critérios para representatividade de dados, apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – Metodologia aplicada à representatividade de dados

Rede Manual	
Média diária	Pelo menos 22 horas de amostragem
Média mensal	2/3 das médias diárias válidas no mês
Média anual	1/2 das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro

Fonte: CETESB, 2012.

5.3 Dados sobre a execução da amostragem

Para saber se a execução da amostragem foi realizada de maneira adequada, deverá ser avaliado o laboratório responsável pelo monitoramento da qualidade do ar, os instrumentos envolvidos na amostragem, bem como as metodologias utilizadas para realização do monitoramento. Os critérios estabelecidos abaixo seguiram o que dispõe a Resolução CONAMA nº 436/2011,

visto que do mesmo modo todos estes dados são válidos para o monitoramento da qualidade do ar.

5.3.1 Laboratório prestador de serviços

5.3.1.1 Avaliar o laboratório prestador de serviços que realizou a amostragem, visando identificar se o mesmo realiza seu trabalho, de modo a garantir resultados confiáveis.

5.3.1.2 Verificar se as análises laboratoriais foram realizadas por laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Meteorologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, por outro organismo signatário do mesmo acordo de cooperação mútua do qual o INMETRO faça parte ou em laboratórios aceitos pelo órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011).

5.3.1.2.1 Os laboratórios deverão ter sistema de controle de qualidade analítica implementado (BRASIL, 2011).

Recomendações:

➤ Solicitar que seja apresentado no relatório, o certificado de registro no Conselho Regional de Química - CRQ ou Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA do laboratório prestador de serviços responsável pelo monitoramento da qualidade do ar.

➤ Reconhecimento e credenciamento dos laboratórios responsáveis pelo monitoramento de emissões atmosféricas pela FATMA, que deverá exercer fiscalização permanente nos laboratórios cadastrados, visando identificar continuamente se o mesmo realiza seu trabalho, de modo a garantir resultados confiáveis.

➤ O laboratório prestador de serviço deverá comprovar para o credenciamento: as metodologias para execução da amostragem e métodos de análises; qualificação

e treinamento da equipe envolvida na amostragem através de certificados em cursos; condições de uso dos equipamentos utilizados e calibração dos mesmos; acomodação e condições ambientais adequadas; vínculo empregatício da equipe técnica e responsável técnico com a empresa.

5.3.2 Certificados de calibração dos equipamentos

A calibração garante que a amostragem será realizada com instrumentos nas condições adequadas, resultando em informações mais confiáveis. Portanto, todos os instrumentos utilizados no monitoramento da qualidade do ar deverão estar calibrados e os dados disponibilizados, na íntegra, ao órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011).

5.3.2.1 Verificar se constam no relatório os certificados de calibração dos seguintes instrumentos:

- Certificado do calibrador padrão de vazão – CPV para partículas totais em suspensão e partículas inaláveis;
- Certificado das agulhas hipodérmicas (orifício crítico) para cada gás;
- Certificado de calibração do bolhômetro de 150 e 250 mL.

Observação:

➤ Cada vez que se instala o equipamento é necessária a calibração do mesmo com o Kit de Calibração (Calibrador padrão de vazão – CPV e Bolhômetro).

5.3.2.2 Avaliar a data de validade do certificado. Para os certificados que não apresentarem a validade, verificar a data de emissão, sendo que esta deverá corresponder no mínimo a um período anual de calibração.

Recomendações:

➤ Recomenda-se que os certificados de calibração sejam de laboratórios que satisfaçam a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Esta metodologia apresenta

requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. De modo que esta competência seja assegurada, sugere-se que o laboratório seja acreditado por um organismo oficial.

➤ O órgão ambiental poderá realizar um levantamento dos laboratórios capacitados a realizarem a calibração dos equipamentos, como forma de manter um banco de dados a ser consultado sempre que os certificados de calibração apresentados nos relatórios de monitoramento forem avaliados. Assim, pode-se conhecer mais facilmente se os laboratórios são confiáveis, e posteriormente através de contato com os mesmos, poderá ser verificado se realmente as calibrações necessárias foram efetuadas para o laboratório prestador de serviço.

➤ Com o cadastramento na FATMA dos laboratórios responsáveis pelo monitoramento, o órgão ambiental poderia exigir o encaminhamento de todos os certificados dos instrumentos quando renovados, de forma a se obter um maior controle com relação à frequência de calibração. Do mesmo modo, como forma de obter dados mais confiáveis, a FATMA poderia exigir dos laboratórios que realizarem a calibração dos instrumentos, que enviem diretamente os certificados para o órgão ambiental, evitando assim, que os mesmos possam ser adulterados.

5.3.3 Métodos de amostragem e análise da qualidade do ar

Além da necessidade de equipamentos calibrados para a execução do monitoramento da qualidade do ar, a mesma deverá ser efetuada conforme os métodos de amostragem estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 3/1990.

5.3.3.1 Verificar se as metodologias apresentadas no relatório estão de acordo com os métodos de amostragem aprovados pelo INMETRO, listados no quadro 2.

Quadro 2 – Métodos de amostragem e análise da qualidade do ar

Amostragem	Normas	
	ABNT/NBR	CETESB
Material Particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método de AGV	9547 (1997)	-
Material Particulado em suspensão na atmosfera - Determinação da concentração de PI pelo método de AGV	13412 (1995)	L8.013 (1990)
Material Particulado em suspensão na atmosfera - Determinação da concentração pelo método da refletância da luz OPS/OMS	10736 (1989)	L8.012 (1986)
Dióxido de enxofre no ar ambiente – Determinação da concentração pelo método de pararrosalina	9546 (1986)	-
Determinação da concentração de monóxido de carbono por espectrofotometria de infravermelho não dispersivo	13157 (1994)	-

Fonte: Paraná, 2006; CETESB, 2013a.

5.3.3.1.1 Poderão ser utilizados métodos equivalentes, desde que aprovados pelo IBAMA (BRASIL, 1990).

5.3.3.1.1.1 Poderão ser utilizados como métodos equivalentes: a ABNT NBR 12979:1993 que dispõe sobre a determinação da concentração de dióxido de enxofre, pelo método de peróxido de hidrogênio; e a US EPA – nº EQN – 1277 – 026, referente à determinação de dióxido de nitrogênio, pelo método de arsenito de sódio.

5.4 Resultados do Monitoramento da Qualidade do Ar

Nos resultados da amostragem é possível verificar a concentração dos poluentes presentes na atmosfera, a qualidade do ar conforme os resultados determinados, bem como os dados meteorológicos que podem auxiliar na interpretação do resultado obtido.

5.4.1 Concentração dos poluentes no ar

5.4.1.1 Os poluentes amostrados, presentes no relatório, deverão ser os mesmos estabelecidos pelo órgão ambiental licenciador em ofício ou na condicionante da licença de operação.

5.4.1.2 Deverá ser verificado se a coleta de poluentes para o monitoramento da qualidade do ar foi efetuado no tempo adequado, conforme estabelece o quadro 3, para que seja possível a comparação com os resultados.

Quadro 3 – Tempo de coleta para o monitoramento da qualidade do ar

Parâmetro	Tempo	
Partículas totais em suspensão	24 horas	MGA ¹
Fumaça	24 horas	MAA ²
Partículas inaláveis	24 horas	MAA ²
Dióxido de enxofre	24 horas	MAA ²
Monóxido de carbono	1 hora ou 8 horas	-
Ozônio	1 hora	-
Dióxido de nitrogênio	1 hora	MAA ²

Fonte: Brasil, 1990.

Notas:

¹ Média geométrica anual

² Média aritmética anual

5.4.1.3 Os resultados deverão ser comparados com os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Os padrões podem ser observados no apêndice B1 ou no programa de verificação dos resultados de monitoramento de poluição atmosférica.

5.4.1.3.1 Os resultados poderão ser comparados com os padrões primários ou secundários. Para determinação do padrão a ser utilizado, deverá ser levado em consideração à classificação de usos pretendidos estabelecidas para as áreas de classe I, II e III (BRASIL, 1990).

5.4.1.3.1.1 Enquanto o Estado não definir as áreas de classe I, II e III, deverão ser adotados os padrões primários de qualidade do ar (BRASIL, 1990).

Recomendações:

➤ Recomenda-se que os poluentes amostrados, presentes no relatório, sejam os mesmos estabelecidos pelo órgão ambiental licenciador em ofício ou na condicionante da licença de operação.

➤ Sugere-se que quando necessário, levando em consideração a área a ser analisada, que o órgão ambiental licenciador adote os padrões secundários de

qualidade do ar, pois são mais restritivos que os padrões primários.

➤ Para os níveis de poluição do ar apresentados no apêndice B1, recomenda-se que sejam utilizados para avaliar as emissões de fontes fixas específicas, com o intuito de verificar se a mesma pode atingir episódios agudos de poluição do ar em decorrência das suas emissões.

➤ Recomenda-se que o órgão ambiental licenciador adote como padrões de qualidade do ar, aqueles estabelecidos no Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013 de São Paulo, visto que os padrões definidos pela Resolução CONAMA nº 3/1990 não são níveis suficientemente seguros para evitar problemas à saúde. Os padrões instituídos no Decreto nº 59.113/2013 estão apresentados no apêndice B2.

5.4.2 Qualidade do ar

A qualidade do ar apresentada nos relatórios é estabelecida através da utilização da ferramenta IQAr – Índice de qualidade do Ar da CETESB. Tal ferramenta é utilizada para facilitar a análise da concentração de poluentes.

5.4.2.1 De acordo com a concentração do poluente amostrado, pode-se definir a qualidade do ar, conforme o índice sugerido pela CETESB (2012), apresentada no quadro 4.

Quadro 4 – Estrutura do índice de qualidade do ar

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	CO (ppm)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Fumaça (µg/m ³)	PTS (µg/m ³)
Boa	0-50	0-50	0-80	0-4,5	0-100	0-80	0-60	0-80
Regular	51-100	>50-150	>80-160	>4,5-9	>100-320	>80-365	>60-150	>80-240
Inadequada	101-199	>150 e <250	>160 e <200	>9 e <15	>320 e <1130	>365 e <800	>150 e <250	>240 e <375
Má	200-299	≥250 e <420	≥200 e <800	≥15 e <30	≥1130 e <2260	≥800 e <1600	≥250 e <420	≥375 e <625
Péssima	≥300	≥420	≥800	≥30	≥2260	≥1600	≥420	≥625

Fonte: CETESB, 2012.

5.4.2.1.1 A classificação boa e regular indica que a qualidade do ar obedece aos padrões legais, ou seja, estão de acordo com o padrão primário de qualidade do ar.

Recomendação:

➤ Com base no índice de qualidade do ar, o quadro 5 poderá ser observado para verificação dos efeitos à saúde.

Quadro 5: Qualidade do ar e efeitos a saúde

Qualidade	Índice	Significado
Boa	0-50	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	51-100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	101-199	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	200-299	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	≥300	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB, 2012.

➤ Tais dados referentes aos efeitos da poluição atmosférica, poderão ser utilizados para auxiliar nas ações que deverão ser adotadas, de modo a conduzir as fontes fixas à minimização das emissões para a melhoria da qualidade de vida.

5.4.3 Condições meteorológicas

As condições meteorológicas determinam uma maior ou menor dispersão dos poluentes presentes no ar e conseqüente auxílio para interpretação dos resultados. Se as condições estão desfavoráveis a dispersão, significa que altas concentrações de poluentes ficarão acumuladas num determinado local, sendo que poderão ultrapassar facilmente os limites estabelecidos. Já condições favoráveis garantem que os poluentes estarão sendo bem dispersos na atmosfera (IAP, 2009; CETESB, 2012).

5.4.3.1 Os dados meteorológicos como direção e velocidade dos ventos, temperatura, precipitação, pressão atmosférica e umidade apresentados no relatório deverão ser avaliados, de modo a verificar se os resultados da concentração de

poluentes foram afetados pelas condições do tempo estabelecidas.

5.4.3.1.1 Direção e velocidade dos ventos: o vento é responsável pela turbulência, transporte e diluição da pluma, a velocidade do vento afeta de modo mais direto a concentração de poluentes emitidos em chaminés ou dutos de fontes estacionárias, realizando assim a mistura dos gases com a atmosfera. Através da direção do vento é possível conhecer para onde os poluentes atmosféricos foram transportados. Em situações em que os ventos são caracterizados como fracos, ocorre a estagnação do ar, deste modo ocorre um aumento na concentração de poluentes em um determinado local (DAMILANO; JORGE, 2006).

5.4.3.1.2 Temperatura: a temperatura do ar quanto mais elevada conduz a formação de movimentos verticais ascendentes (convecção), contribuindo assim com o arraste de poluentes localizados em níveis baixos para os mais elevados. No caso de temperaturas mais baixas os movimentos verticais não ocorrem tão eficientemente, assim os poluentes atmosféricos permanecem em níveis mais baixos (DAMILANO; JORGE, 2006).

5.4.3.1.3 Precipitação: a precipitação é essencial, pois é um mecanismo que funciona como auto-purificador, através da chuva os poluentes são removidos da atmosfera. Ressalta-se que o lançamento de poluentes na atmosfera deve ser “na medida em que estas substâncias possam ser suportadas pelos processos purificadores, caso contrário haverá acumulação” (IAP, 2009, p. 12).

5.4.3.1.4 Pressão: “Aos centros de altas pressões denominados de anticiclones estão associadas condições de tempo caracterizadas por grande estabilidade com pouca mistura vertical e, portanto fraca dispersão dos poluentes”. Já em baixas pressões “ocorrem condições de instabilidade e de grande turbulência favorecendo a dispersão dos poluentes” (DAMILANO; JORGE, 2006, p. 18). Deste modo nas condições desfavoráveis à dispersão, poderão ocorrer episódios de altas concentrações de poluentes.

5.4.3.1.5 Umidade: a alta concentração de poluentes e a baixa umidade do ar afetam diretamente os efeitos na saúde da população, sendo esta uma situação

mais comum de ocorrer no inverno. “A ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos da população” (DAMILANO; JORGE, 2006, p. 16; CETESB, 2013b).

5.5 Responsabilidade técnica

5.5.1 Os laudos laboratoriais deverão estar devidamente assinados por técnico legalmente habilitado. Portanto, é necessário avaliar no relatório se consta a Anotação de Responsabilidade Técnica do profissional, dentro do prazo de validade da mesma (BRASIL, 2011).

5.6 Critérios adicionais

5.6.1 O órgão ambiental licenciador, poderá a qualquer momento estabelecer critérios adicionais para validação de dados (BRASIL, 2011).

Recomendação:

➤ Todos os critérios determinados poderão ser estabelecidos na condicionante da licença de operação das atividades industriais.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9547**: Material particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13412**: Material particulado em suspensão na atmosfera – Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25

ago. 1989. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=81>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 ago. 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 29 jul. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 jan. 2007. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2011. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão de diretoria nº 010/2010/p, de 12 de janeiro de 2010**. São Paulo, 2010. Disponível em:
<<http://www.fiesp.com.br/wp-content/uploads/2012/05/pmea.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2013

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2012**. São Paulo, 2012. 237 p. Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/relatorios/Relatorio-Ar-2012.zip>>. Acesso em: 20 out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Normas técnicas vigentes**. São Paulo, 2013a. Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>> Acesso em: 15 out. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Padrões, índices**. São Paulo, 2013b. Disponível em:
<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_indice_padroes.asp>. Acesso em: 01 nov. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Padrões de qualidade do ar**. São Paulo, 2013c. Disponível em: <
<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas/22->>. Acesso em: 05 dez. 2013.

DAMILANO, D. C. R.; JORGE, M. P. P. M. **Estudo da influência da poluição atmosférica e das condições meteorológicas na saúde em São José dos Campos**. São Paulo, 2006. Disponível em:

<[http://mtc-m15.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-](http://mtc-m15.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m15@80/2006/08.09.19.29/doc/Daniela%20Cristina%20Damilano.pdf)

[m15@80/2006/08.09.19.29/doc/Daniela%20Cristina%20Damilano.pdf](http://mtc-m15@80/2006/08.09.19.29/doc/Daniela%20Cristina%20Damilano.pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2013.

ENERGÉTICA. **AGV PTS**: manual de operação. Rio de Janeiro, 2012a. 109 p.

Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_PTS_Rev_06.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2013.

ENERGÉTICA. **AGV MP₁₀**: manual de operação. Rio de Janeiro, 2012b. 112 p.

Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_MP10_Rev_10.pdf>.

Acesso em: 31 ago. 2013.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ . **Relatório da qualidade do ar na região metropolitana de Curitiba**. Paraná, 2009. Disponível em:

<http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/programas_e_projetos/relatorios/Relatorio_da_Qualidade_do_Ar_na_RMC_2009.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Fiscalização ambiental**. Paraná, 2013b. Disponível em:

<<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=293>>. Acesso em: 3 out. 2013.

PARANÁ. SECRETÁRIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – SEMA. **Resolução nº 54, de 22 de dezembro de 2006**. Define 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. Disponível em:

<http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_54_2006.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2013

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Santa Catarina, 2009. Disponível em:

<http://www.sds.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=339>. Acesso em: 29 ago. 2013.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981**. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental. Santa Catarina, 1981. Disponível em:

<http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/doc/12_01_2011_18.16.00.a41b050683836d205edfde197d2749b8.doc>. Acesso em: 29 ago. 2013.

SÃO PAULO. **Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013**. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. São Paulo, 2013.

Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/decreto-59113de230413.pdf>> Acesso em: 05 dez. 2013.

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 438 p.

APÊNDICE B1 – Padrões de qualidade do ar, métodos de amostragem e critérios para episódios agudos de poluição

Parâmetro	Tempo	Padrões ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Episódios agudos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Primários	Secundários	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	375	625	875
	MGA ²	80	60	-	-	-
Fumaça	24 horas ¹	150	100	250	420	500
	MAA ³	60	40	-	-	-
Partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	250	420	500
	MAA ³	50	50	-	-	-
Dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	800	1.600	2.100
	MAA ³	80	40	-	-	-
Monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	-	-	-
		35 ppm	35 ppm			
	8 horas ¹	10.000	10.000	17.000	34.000	46.000
		9 ppm	9 ppm	15 ppm	30 ppm	40 ppm
Ozônio	1 hora	160	160	400	800	1.000
Dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	1.130	2.260	3.000
	MAA ³	100	100	-	-	-

Fonte: Brasil, 1990a.

Notas:

¹ Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano

² Média geométrica anual

³ Média aritmética anual

APÊNDICE B2 – Padrões de qualidade do ar determinados pela CETESB

Parâmetro	Tempo	Padrões (µg/m³)			
		MI1	MI2	MI3	PF
Partículas totais em suspensão*	24 horas	-	-	-	240
	MGA ¹	-	-	-	80
Partículas inaláveis (MP ₁₀)	24 horas	120	100	75	50
	MAA ²	40	35	30	20
Partículas inaláveis finas (MP _{2,5})	24 horas	60	50	37	25
	MAA ²	20	17	15	10
Fumaça	24 horas	120	100	75	50
	MAA ²	40	35	30	20
Dióxido de nitrogênio	1 hora	260	240	220	200
	MAA ²	60	50	45	40
Dióxido de enxofre	24 horas	60	40	30	20
	MAA ²	40	30	20	-
Monóxido de carbono	8 horas	-	-	-	9 ppm
Ozônio	8 horas	140	130	120	100
Chumbo**	MAA ²	-	-	-	0,5

Fonte: CETESB, 2013c.

Notas:

¹ Média geométrica anual

² Média aritmética anual

* Fumaça e Partículas Totais em Suspensão – parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.

** Chumbo – a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério da CETESB.

**APÊNDICE C – Procedimento para fiscalização de potenciais fontes de
emissões atmosféricas**

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO			
	Código:	Folha:	Data:	Revisão:
	POP-003	1/18	28/10/2013	00
Título: Procedimento para fiscalização de potenciais fontes de emissões atmosféricas				
Data da Revisão:		Descrição da Revisão:		
Elaborador: Jéssica Brunato Marcon		Aprovador:		

1. OBJETIVO

Estabelecer e manter procedimentos com o intuito de subsidiar informações necessárias para a execução de uma fiscalização adequada em potenciais fontes de emissões atmosféricas.

2. APLICAÇÃO

Este procedimento aplica-se as Coordenarias Regionais da FATMA – Fundação do Meio Ambiente, como ferramenta para avaliação das potenciais fontes de emissões atmosféricas, que deverão ser fiscalizadas para processo de controle ambiental, obtenção ou renovação do licenciamento ambiental.

3. REFERÊNCIAS

- **Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006** – Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.
- **Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011** – Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007.
- **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009** – Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.
- **Resolução SEMA nº 54, de 22 de dezembro de 2006** – Define 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.

4. DEFINIÇÕES

- **Amostragem descontínua:** procedimento utilizado para avaliar as características dos fluxos gasosos industriais e determinar qualitativa e quantitativamente os poluentes gerados em processos e atividades industriais (CETESB, 2009).
- **Combustão externa:** processo de queima de um combustível realizado em qualquer forno ou caldeira cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto processado (BRASIL, 2011).
- **Condições típicas de operação:** condição de operação da unidade de geração de calor que prevalece na maioria das horas operadas (BRASIL, 2006).
- **Controle de emissões:** procedimentos destinados à redução ou à prevenção da liberação de poluentes para a atmosfera (BRASIL, 2006).
- **Emissão:** lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa (BRASIL, 2006).
- **Emissão fugitiva:** lançamento difuso na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuado por uma fonte desprovida de dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo (BRASIL, 2006).
- **Emissão pontual:** lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuado por uma fonte provida de dispositivo para dirigir ou controlar seu fluxo, como dutos e chaminés (BRASIL, 2006).
- **Equipamento de controle de poluição do ar:** dispositivo que reduz as emissões atmosféricas (BRASIL, 2006).
- **Filtro de mangas:** sistema de controle de emissões atmosféricas que têm por finalidade separar as partículas existentes no fluxo de gases industriais (JMS, 2013a).
- **Fiscalização ambiental:** ações de controle e vigilância destinadas a impedir o estabelecimento ou a continuidade de atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, ou ainda, daquelas realizadas em desconformidade com o

que foi autorizado (IAP, 2013).

- **Fonte fixa de emissão:** qualquer instalação, equipamento ou processo, situado em local fixo, que libere ou emita matéria para a atmosfera, por emissão pontual ou fugitiva (BRASIL, 2006).
- **Lavador de gases:** sistema de tratamento de emissões atmosféricas cujo objetivo é a remoção do material particulado de um fluxo de gás, pela colisão destas partículas com gotas de um meio de lavagem (JMS, 2013b).
- **Licenciamento ambiental:** procedimento 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 (BRASIL, 1997).
- **Limite máximo de emissão:** quantidade máxima de poluentes permissível de ser lançada para a atmosfera por fontes fixas (BRASIL, 2006).
- **Monitoramento da qualidade do ar:** técnica de acompanhamento dos níveis de qualidade do ar e sua comparação com os respectivos padrões estabelecidos (BRASIL, 1989).
- **Monitoramento de emissões atmosféricas:** avaliação sistemática de parâmetros físicos e/ou químicos, associados direta ou indiretamente às substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, lançadas/dispersas no ar por uma determinada atividade (CETESB, 2010).
- **Plena carga:** condição de operação em que é utilizada pelo menos 90% da capacidade nominal (BRASIL, 2006).
- **Poluente atmosférico:** qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa ou de energia que, presente na atmosfera, cause ou possa causar poluição atmosférica (PARANÁ, 2006).

5. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

5.1 Planejamento da fiscalização ambiental

Para o planejamento da fiscalização ambiental, inicialmente o processo de

licenciamento da fonte fixa de emissão deverá ser avaliado, e posteriormente deverão ser definidos os materiais necessários a serem utilizados na fiscalização ambiental.

5.1.1 Avaliação do processo de licenciamento ambiental

Deverá ser realizada a avaliação prévia do processo de licenciamento ambiental, pois permite ao técnico um maior conhecimento da fonte fixa de emissão, possibilitando uma vistoria mais eficaz.

5.1.1.1 Avaliar se consta no processo o Cadastro Técnico Federal (CTF), verificando-se a regularização da atividade.

5.1.1.2 Avaliar o processo de licenciamento ambiental da atividade potencialmente poluidora para levantamento das fontes de emissões atmosféricas descritas ao longo de todo o processo produtivo.

5.1.1.2.1 As emissões poderão ser pontuais, decorrentes de processo e/ou combustão, direcionadas a um duto ou chaminé.

5.1.1.2.2 As emissões poderão ser fugitivas, caracterizadas pela não existência de um dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo.

5.1.1.3 Identificar se as emissões decorrentes dos pontos caracterizados estão dentro dos padrões estabelecidos nas legislações aplicáveis.

5.1.1.3.1 Em casos de fontes pontuais: analisar os relatórios de monitoramento de emissões atmosféricas, para identificar se as concentrações de poluentes atmosféricos emitidos estão dentro dos padrões aplicáveis.

5.1.1.3.2 Em casos de fontes pontuais e/ou fontes fugitivas: analisar os relatórios de monitoramento da qualidade do ar, para identificar se as concentrações no ar estão dentro dos padrões aplicáveis.

Observação:

➤ O monitoramento da qualidade do ar poderá ser realizado para avaliar a eficiência do controle das emissões fugitivas da fonte, bem como para avaliar as concentrações no ar decorrentes de fontes pontuais.

5.1.1.4 Caso os resultados apresentados no relatório de emissões atmosféricas sem tratamento estiverem fora do padrão aceitável, deverão ser avaliadas todas as medidas propostas para serem adotadas pela fonte, visando à minimização da poluição atmosférica, bem como a eficiência de tais medidas.

5.1.2 Materiais

Para a execução da fiscalização ambiental são necessários alguns materiais básicos, que de forma geral serão utilizados para registro dos dados. Os materiais necessários são:

- Máquina fotográfica;
- GPS;
- Caneta;
- Prancheta com o procedimento de fiscalização.

5.2 Fiscalização ambiental

Após o planejamento da ação fiscalizatória, como explicitado acima, torna-se possível a execução da fiscalização ambiental.

5.2.1 Avaliação do processo produtivo

5.2.1.1 Deverá ser avaliado todo o processo produtivo da atividade para levantamento dos pontos de emissões de poluentes (Anotar todos os dados).

5.2.1.2 Verificar e anotar:

- Matérias-primas utilizadas;
- Tipo e quantidade de fornos;
- Tipo e consumo de combustível para cada forno;
- Número de chaminés e a sua altura, bem como a interligação dos fornos com a chaminé, para avaliar se mais de um forno é interligado na mesma chaminé.

5.2.1.2.1 Para a obtenção de dados relacionados ao consumo de combustível, deverá ser verificado o valor apresentado no equipamento de medição.

Observação:

➤ As fontes de combustão deverão dispor de medição para a obtenção de dados relacionados ao consumo de combustível (BRASIL, 2011).

5.2.1.2.2 Verificar se existem fornos e chaminés desativados, para solicitar que os mesmos sejam retirados do local.

5.2.1.3 Todos os dados explicitados acima deverão estar em conformidade com o descrito na Licença Ambiental de Operação e/ou no processo de licenciamento.

Observações:

➤ Quaisquer alterações realizadas na fonte deverão ser comunicadas a FATMA, para que a mesma possa avaliar e emitir um parecer favorável ou não. Dependendo das alterações a serem efetuadas, as concentrações de poluentes poderão ser diretamente afetadas. (SANTA CATARINA, 2010).

➤ Dependendo das alterações a serem efetuadas, as concentrações de poluentes poderão ser diretamente afetadas

5.2.2 Avaliação dos controles ambientais

5.2.2.1 Emissões pontuais

Esta etapa é válida para as fontes em que os resultados das concentrações de poluentes apresentados no relatório de monitoramento de emissões atmosféricas (sem tratamento) e/ou qualidade do ar estiverem acima dos padrões aplicáveis. Pois assim, as mesmas deverão garantir o controle necessário, de modo a minimizar a poluição atmosférica. Serão descritas abaixo as etapas necessárias para avaliação dos sistemas de controle ambiental adotados, considerando que o órgão ambiental já tenha avaliado o projeto, a eficiência e dado parecer favorável.

5.2.2.1.1 Deverá ser verificado e anotado os valores dos medidores de parâmetros instalados no equipamento de controle para verificação do bom funcionamento dos mesmos, como:

- Temperatura;
- Pressão;
- pH (BRASIL, 2011).

5.2.2.1.2 Verificar se o equipamento de controle esta operando durante todo o funcionamento da atividade, garantindo assim o controle das emissões.

Observação:

➤ Os medidores de parâmetros deverão ser exigidos previamente pelo órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011).

Recomendações:

➤ Recomenda-se que os dados coletados sejam comparados com o disposto no relatório de monitoramento de emissões atmosféricas. O objetivo desta comparação é identificar se as condições operacionais do equipamento no dia da amostragem

são condizentes com o que foi observado *in loco*, pois qualquer mudança nos parâmetros afetará diretamente a concentração de poluentes.

➤ Poderá exigir-se a instalação de um medidor de vazão e de um hidrômetro em equipamento de controle do tipo lavador de gases. Assim, será possível determinar a vazão, bem como o volume de água utilizado no equipamento, comprovando seu funcionamento durante todo o período de operação da atividade.

➤ No caso da utilização de lavador de gases, sugere-se que o técnico observe se é realizado o tratamento da água utilizada no sistema, bem como sua origem. Se necessário, o técnico poderá solicitar a análise do efluente, visando identificar se todos os parâmetros estão dentro dos valores adequados para o controle das emissões atmosféricas.

➤ No caso da utilização de equipamentos do tipo filtro manga, sugere-se que seja solicitado um plano de manutenção das mangas, bem como que a FATMA defina uma frequência para a apresentação da nota fiscal de compra das mangas ao órgão ambiental como garantia do funcionamento adequado da mesma.

5.2.2.2 Emissões fugitivas

5.2.2.2.1 Avaliar detalhadamente todas as possíveis fontes de emissões fugitivas para identificar se a fonte fixa de emissão esta adotando as medidas necessárias a fim de minimizá-las.

5.2.2.2.1.1 Deverá ser observado se a fonte fixa adota para o controle das possíveis fontes de emissões fugitivas: sistemas de exaustão, enclausuramento de instalações, armazenamento fechado de material, pavimentação e limpeza de áreas e vias de transporte (PARANÁ, 2006).

5.2.2.2.1.1.1 No caso do uso de sistemas de exaustão, identificar se os mesmos estão operando adequadamente, de modo a evitar as emissões fugitivas desde a fonte geradora até a chaminé (BRASIL, 2011).

5.2.2.2.2 Verificar se as emissões atmosféricas, tanto de combustão, quanto de processo estão sendo lançadas na atmosfera, preferencialmente por meio de dutos ou chaminés (BRASIL, 2011).

5.2.3 Avaliação do duto ou chaminé da fonte fixa de emissão

5.2.3.1 Verificar se no duto ou chaminé da atividade existe a infraestrutura básica necessária, de acordo com a norma técnica da ABNT NBR 10700:1989, para realização da amostragem.

5.2.3.1.1 Deverá ser avaliado se consta no local de amostragem:

- Plataforma de amostragem;
- Escada de acesso à plataforma;
- Dispositivos de içamento do trem de amostragem e acessórios;
- Fontes de energia elétrica;
- Proteção dos equipamentos e da equipe contra condições adversas (ABNT NBR 10700, 1989).

5.2.3.1.2 Se observado que metodologias equivalentes foram utilizadas, estas deverão ter sido aceitas previamente pelo órgão ambiental licenciador (BRASIL, 2011).

5.2.3.2 Em casos onde não seja possível instalar tal estrutura, a realização da amostragem poderá ser adaptada, utilizando-se andaimes, caminhão do tipo Munck ou outro dispositivo que possibilite a amostragem, garantindo também a segurança dos técnicos que estão executando o serviço.

Recomendações:

➤ Avaliar através da utilização da Escala de Ringelmann reduzida, o grau de enegrecimento da fumaça no duto ou chaminé da fonte estacionária. Para tanto, o técnico deverá de pé, segurar a Escala de Ringelmann reduzida com o braço

esticado a uma altura tal que a vista do observador esteja alinhada com a região de medição e esta possa ser observada através do orifício da Escala. Deste modo, será possível determinar o número da Escala que corresponda à tonalidade que mais se aproxime com a fumaça observada. Além disso, é importante a realização de um registro fotográfico da coloração da fumaça através da Escala de Ringelman, de modo a se obter um registro oficial.

➤ Recomenda-se que os dados coletados sejam comparados com o grau de enegrecimento da fumaça observados no dia da amostragem, apresentada no relatório de monitoramento de emissões atmosféricas, visando avaliar se a fonte mantém o que foi identificado na amostragem. Salienta-se que neste dia a fonte deverá estar operando em plena carga, e que tal comparação possibilitará ao técnico identificar a incoerência com as condições de operação do dia da amostragem.

➤ Recomenda-se que a FATMA solicite das fontes fixas de emissão, a comunicação referente à data em que a amostragem será realizada na atividade, para que o técnico possa acompanhar a execução do monitoramento das emissões atmosféricas. Esta ação é importante, pois o técnico poderá avaliar a fonte, exercendo maior cobrança, visando à obtenção de resultados verídicos, que não sofram qualquer influência decorrente de mudanças no processo.

Observação:

➤ O Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina, estabelece que é proibida a emissão de fumaça por fontes estacionárias com grau de enegrecimento superior ao padrão 1 (um) da Escala de Ringelmann. O resultado poderá ser superior apenas em um único período de 15 (quinze) minutos por dia, para operação de aquecimento da fornalha; e um período de 3 (três) minutos, consecutivos ou não, em cada uma hora (BRASIL, 2009).

5.2.4 Condições visuais

5.2.4.1 Verificar e anotar se o local onde esta instalada o duto ou chaminé leva em

consideração as edificações do entorno à fonte poluidora (BRASIL, 2006).

5.2.4.2 Avaliar a altura da chaminé com base nas instalações do entorno, com o intuito de verificar se é possível uma boa dispersão.

5.2.4.3 Avaliar o entorno da fonte fixa de emissão, de modo a verificar a proximidade com a população, a existência de cortina verde, bem como se a vegetação do entorno apresenta coloração amarelada.

Observações:

➤ As emissões atmosféricas deverão ser em um local livre de forma a permitir uma boa dispersão, e não poderá resultar em concentrações ambientais no entorno da instalação superior às vigentes como padrão de qualidade do ar (PARANÁ, 2006).

➤ Através de uma boa dispersão, conseqüentemente as concentrações de poluentes não ficarão acumuladas no entorno da fonte de emissão. Vale ressaltar que além da altura da chaminé, as condições meteorológicas podem contribuir ou não com a dispersão dos poluentes.

5.2.4.4 Observar a área de influência do local com o intuito de verificar a existência de aglomeração significativa de potenciais fontes de poluição do ar.

Observações:

➤ Mesmo com uma boa dispersão, em áreas onde exista uma concentração de fontes fixas, o padrão de qualidade do ar poderá ser facilmente ultrapassado, devido à contribuição de várias fontes de emissões de poluentes atmosféricos.

➤ O órgão ambiental poderá, levando em consideração as condições locais da área de influência da fonte poluidora sobre a qualidade do ar, estabelecer limites de emissão mais restritivos, considerando também a alternativa de utilização de combustíveis com menor potencial poluidor (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011).

➤ O órgão ambiental poderá adotar ainda, limites de emissão menos restritivos, nos casos em que as fontes fixas de emissões atmosféricas apresentarem ganhos ambientais, como: conversão de caldeiras para o uso de gás, que minimizam os impactos ambientais de fontes projetadas originalmente com outro(s) insumo(s), notadamente óleo combustível; alterações na composição da biomassa e variação na quantidade de impurezas (BRASIL, 2006; BRASIL, 2011).

Recomendações:

➤ As legislações em vigência no estado de Santa Catarina não apresentam nenhuma regra com relação à altura mínima da chaminé. Portanto, caso necessário poderá ser utilizado como referência a Resolução SEMA nº 54/2006, que dispõe em seu artigo 8º alguns critérios sobre a altura mínima de chaminés para garantir uma boa dispersão das emissões. Os critérios referentes à altura mínima da chaminé estão apresentados no final deste documento, item 5.2.6.

➤ O órgão ambiental poderá adotar como base também na definição da altura mínima da chaminé, os critérios apresentados pela ABNT NBR 10701:1989. Esta norma técnica estabelece critérios sobre a altura mínima da chaminé para que seja possível a execução da amostragem descontínua, sendo que alturas inferiores as regras apresentadas tornam inviável a amostragem em dutos ou chaminés. Os critérios referentes à altura mínima da chaminé estão apresentados no final deste documento, item 5.2.6.

5.2.5 Frequência da fiscalização ambiental

Recomendação:

➤ Recomenda-se, que a fiscalização em fontes fixas de emissão devidamente licenciadas, ou seja, fontes que possuam a Licença Ambiental de Operação (LAO) seja executada com periodicidade definida pelo órgão ambiental licenciador. Deste modo, será possível avaliar periodicamente se as atividades estão sendo realizadas conforme acordado com a FATMA. Ressalta-se, que nas fiscalizações o técnico

deverá verificar se todas as condicionantes estão sendo cumpridas.

5.2.6 Critérios para escolha da altura mínima da chaminé

5.2.6.1 Critérios referentes à altura mínima da chaminé, conforme a Resolução SEMA nº 54/2006.

5.2.6.1.1 A altura mínima da chaminé deverá ser de 10 metros acima do solo ou em altura superior que poderá ser definida através da utilização de um dos seguintes critérios que resulte na maior altura calculada:

- a) 3 metros acima da edificação onde a fonte potencialmente poluidora será instalada;
- b) altura física da chaminé, calculada de acordo com o quadro 1 abaixo;
- c) 5 metros acima da altura da residência mais alta num raio de 300 m ou num raio de 30 vezes a altura da chaminé, calculada a partir do maior valor encontrado de acordo com os itens a e b, caso este raio seja maior.

Quadro 1: Dados para realização do cálculo da altura física da chaminé

Símbolo	Descrição
Af	Altura física da chaminé (m), calculada de acordo com fórmula Af=At-E
At	Altura teórica da chaminé em metros, calculada como $At=3,5(T*fp)^{0,52}$
T	Taxa de emissão prevista para os poluentes limitados (kg/h)
Fp	Fator de periculosidade do poluente, de acordo com o anexo VII
E	Elevação da pluma (m), calculada de acordo com a fórmula $E = \frac{v_c d_c}{v} \cdot \left(1,5 + \left(0,00268 \cdot P \cdot \frac{\Delta t \cdot d_c}{t_c} \right) \right)$
v _c	Velocidade prevista dos gases na extremidade superior da chaminé (m/s)
d _c	Diâmetro previsto da extremidade superior da chaminé (m)
V	Velocidade média do vento na extremidade superior da chaminé (m/s)
P	Pressão atmosférica média (mbar)
Δt	Diferença entre a temperatura prevista dos gases na chaminé (Kelvin) e a temperatura média ambiente (Kelvin)
t _c	Temperatura prevista dos gases na chaminé (Kelvin)

Fonte: Paraná, 2006.

5.2.6.2 Critérios referentes à altura mínima da chaminé, conforme a norma ABNT NBR 10701:1989.

5.2.6.2.1 O duto ou chaminé deverá possuir comprimento mínimo a 2,5 diâmetros

internos (ou diâmetro equivalente para seção retangular) no trecho reto compreendido entre duas singularidades consecutivas.

5.2.7 Check List

De modo a auxiliar a aplicação do procedimento na execução das fiscalizações ambientais, apresenta-se no apêndice C1 um *check list* (lista de verificação). Esta lista de verificação padroniza o levantamento de dados *in loco*, visando facilitar a elaboração do relatório de fiscalização ambiental para apresentação dos dados coletados.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10700**: Planejamento de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10701**: Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Rio de Janeiro, 1989.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 ago. 1989. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=81>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 02 out. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 jan. 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de

licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estimativa de emissões de poluentes atmosféricos**. São Paulo, 2009. 292 p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão de diretoria nº 010/2010/p, de 12 de janeiro de 2010**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/wp-content/uploads/2012/05/pmea.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2013

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Fiscalização ambiental**. Paraná, 2013. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=293>>. Acesso em: 3 out. 2013.

JMS EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS. **Filtro de mangas**. São Paulo, 2013a. Disponível em: <<http://www.jmsequipamentos.com/filtro-de-mangas/>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

JMS EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS. **Lavador de gases**. São Paulo, 2013b. Disponível em: <<http://www.jmsequipamentos.com.br/lavador-de-gases/>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

PARANÁ. SECRETÁRIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – SEMA. **Resolução nº 54, de 22 de dezembro de 2006**. Define 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. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_54_2006.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2013

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Santa Catarina, 2009. Disponível em: <http://www.sds.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=339>. Acesso em: 29 ago. 2013.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 2.955, de 20 de janeiro de 2010**. Estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental a ser seguido pela Fundação do Meio Ambiente - FATMA, inclusive suas Coordenadorias Regionais - CODAMs, e estabelece outras providências. Santa Catarina, 2010. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2010/002955-005-0-2010-002.htm>>. Acesso em: 02 out. 2013.

APÊNDICE C1 – Check List

		Fiscalização Ambiental – Check List										
		Data:	Horário:	Nº processo:				Atividade:				
Fase do processo de licenciamento: LAO <input type="checkbox"/> Renovação LAO <input type="checkbox"/> Denúncia <input type="checkbox"/>												
Empreendimento:												
Endereço local do empreendimento:												
Coordenadas Geográficas: Lat. S/						Long. W/						
1. Participantes externos (representantes da empresa, membros do Ministério Público ou do Batalhão de Polícia Ambiental, técnicos da prefeitura): _____												
2. Pessoas contatadas e a relação com o empreendimento: _____												
3. Condições do tempo: _____												
4. Auto de infração: _____												
5. Check list:												
Parâmetros			Evidências									
Fontes de emissão	Processo	Fugitivas direcionadas a um duto ou chaminé?	Sim	Não								
		Fugitivas?										
	Combustão?											
Processo Produtivo	Matéria prima	Tipo										
	Combustão	Tipologia										
		Em uso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Desativados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Combustível	Tipo										
Consumo para cada forno												

	Considerações:													
Chaminé	Quantidade	Em uso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		Desativadas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Altura (m)													
	Considerações:													
Interligação dos fornos com a chaminé	Cada forno possui uma chaminé, quantos?		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Mais de um forno interligado na mesma chaminé, quantos?		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Considerações:													
Sistema de controle ambiental para emissões pontuais	Tipo													
	Modelo													
	Fabricante													
	Medidores de parâmetros	pH												
		Temperatura												
		Pressão												
		Hidrômetro												
Vazão														
Descrição geral do sistema e considerações:														
Controle ambiental para emissões fugitivas			Sim	Não	Evidências									
	Sistema de exaustão	Evita as emissões fugitivas desde a fonte geradora até a chaminé?												
	Enclausuramento de instalações													
	Armazenamento fechado de material													
	Pavimentação e limpeza de áreas e vias de transporte													

	Descrição geral do sistema e considerações:				
Condições visuais			Sim	Não	Evidências
	Estrutura para realização da amostragem (NBR 10700/1989)	Plataforma			
		Escada de acesso a plataforma			
		Dispositivos de içamento			
		Fonte de energia elétrica			
		Proteção dos equipamentos e da equipe			
	Emissão conforme o grau de enegrecimento – Escala de Ringelmann				
	A chaminé ou duto leva em consideração as edificações do entorno para uma boa dispersão				
	Aglomeração de fontes de poluição do ar na área de influência da fonte fixa				
	Existência de residências no entorno da fonte fixa				
	Vegetação	Cortina verde			
		Coloração e condições gerais da vegetação			