

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MONITORAMENTO DE EMISSÕES
ATMOSFÉRICAS EM FONTES ESTACIONÁRIAS DE UMA INDÚSTRIA DE
FUNDIÇÃO DE FERRO EM JOINVILLE- SC.**

Eliana Mercy Araujo

**FLORIANÓPOLIS (SC)
DEZEMBRO/2009**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MONITORAMENTO DE EMISSÕES
ATMOSFÉRICAS EM FONTES ESTACIONÁRIAS DE UMA INDÚSTRIA DE
FUNDIÇÃO DE FERRO EM JOINVILLE- SC.**

Eliana Mercy Araujo

**Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental**

**Orientador
Prof. Dr. Henrique de Melo Lisboa**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
DEZEMBRO/ 2009**

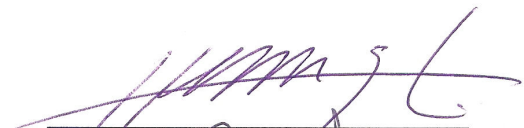
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MONITORAMENTO DE EMISSÕES
ATMOSFÉRICAS EM FONTES ESTACIONÁRIAS DE UMA INDÚSTRIA DE
FUNDIÇÃO DE FERRO EM JOINVILLE- SC.

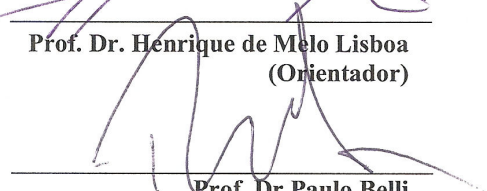
ELIANA MERCY ARAUJO

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II

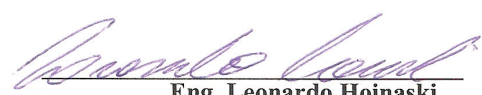
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Henrique de Melo Lisboa
(Orientador)



Prof. Dr. Paulo Belli
(Membro da Banca)



Eng. Leonardo Hoinaski
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)
DEZEMBRO/ 2009

RESUMO

O monitoramento de emissões em fontes estacionárias é realizado para comprovar que as fontes de emissão, objetos de licenciamento, atendem às exigências mínimas estabelecidas para aquela atividade. Neste trabalho foi desenvolvido um Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas em fontes fixas de uma indústria de fundição de ferro localizada na cidade de Joinville, Santa Catarina. A fim de obter um reconhecimento completo do local onde serão realizadas as amostras, preliminarmente, foram levantadas informações com o objetivo de caracterizar as condições operacionais, descrever os sistemas de controle de poluentes existentes e identificar os aspectos legais e constitucionais envolvidos. As informações adquiridas inicialmente serviram de apoio para planejar a execução do monitoramento das emissões da Fábrica. Para o monitoramento de chaminés, foram determinados quais pontos seriam amostrados, os parâmetros analisados, metodologias e equipamentos necessários. Para garantir a representatividade da amostra foram estabelecidas algumas condições operacionais que devem ocorrer no momento exato da amostragem. Foi estabelecido o cronograma das amostragens e um modelo de relatório que deve ser seguido para as próximas medições. Paralelamente ao monitoramento das chaminés, foram determinados parâmetros, metodologias e pontos de amostragem para o monitoramento de emissões fugitivas. A implementação do plano não se limitará a atender às exigências mínimas requeridas pelo órgão ambiental licenciador, mas também gerar informações que sirvam de apoio na tomada de decisão do gerenciamento de emissões atmosféricas da Indústria.

PALAVRAS-CHAVE: emissões atmosféricas, amostragem em chaminé, plano de monitoramento.

ABSTRACT

The stationary sources emission monitoring is accomplished to verify if the emission sources of an industry are in agreement with the environmental laws and regulations. This work aimed to develop an Atmospheric Emission Monitoring Plan for stationary sources of a casting industry, located in Joinville, Santa Catarina. In order to completely recognize the location where the samples will be carried out, previously, there were a research for acquiring information about the operational conditions, the pollutants control systems and laws and regulations involved. The information acquired initially was useful to give support for planning the stack monitoring execution. It was determined the location of the sampling, the parameter to be analyzed, methodologies and equipments to be used. In addition, to ensure the representativeness of the sample, some operating condition that must be running at the exact moment of sampling were established. The schedule of the stacks sampling and a report model that must be used for the next measurement were established. In addition to the stack monitoring, it was defined parameters, methodologies and sampling points for monitoring fugitive emissions. The implementation of this Plan will not only comply with the minimum required by the environmental agency, but also generate information to give support for the industry atmospheric emissions management.

KEY WORDS: atmospheric emissions, stack sampling, monitoring plan.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
	OBJETIVOS	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	12
2.1.1	<i>Poluentes Atmosféricos</i>	12
2.1.2	<i>Principais Fontes de Poluição</i>	13
2.1.3	<i>Fontes Industriais – Indústria Metalúrgica</i>	14
2.2	GESTÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	15
2.2.1	<i>Padrões de Qualidade do Ar</i>	16
2.2.2	<i>Padrões de Emissão</i>	17
2.3	CONTROLE DE EFLUENTES GASOSOS	18
	<i>Equipamentos de Controle da Poluição</i>	18
2.4	MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO DO AR	19
2.4.1	<i>Monitoramento da Qualidade do Ar</i>	20
2.4.2	<i>Monitoramento de Emissões Atmosféricas</i>	20
2.4.2.1	<i>Monitoramento Contínuo</i>	22
2.4.2.2	<i>Monitoramento Descontínuo – Amostragem em Chaminé</i>	22
2.4.2.3	<i>Planejamento do monitoramento de emissões atmosféricas em dutos e chaminés</i>	23
2.4.2.4	<i>Legislação pertinente ao monitoramento de emissões</i>	24
2.4.3	<i>Monitoramento de Emissões Fugitivas</i>	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1	ÁREA DE ESTUDO	26
3.2	LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES	27
3.2.1	<i>Etapa 1: Caracterização das Condições Operacionais</i>	27
3.2.2	<i>Etapa 2: Descrição dos Sistemas de Controle de Poluentes</i>	28
3.2.3	<i>Etapa 3: Levantamento dos Aspectos Legais e Institucionais</i>	30
3.3	MONITORAMENTO DE EMISSÕES EM CHAMINÉS	30
3.3.1	<i>Determinação das Chaminés</i>	30
3.3.2	<i>Determinação dos Parâmetros Analisados</i>	30
3.3.3	<i>Métodos de Análise</i>	30
3.3.4	<i>Pontos de Amostragem</i>	31
3.3.5	<i>Infra-estrutura das Chaminés</i>	31
3.3.6	<i>Condições Durante a Amostragem</i>	31
3.3.7	<i>Cronograma</i>	32

3.3.8	<i>Preparação de Relatórios</i>	32
3.4	MONITORAMENTO DE EMISSÕES FUGITIVAS.....	32
4	RESULTADOS	34
4.1	LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES.....	34
4.1.1	<i>Etapa 1: Caracterização das Condições Operacionais</i>	34
4.1.2	<i>Etapa 2: Descrição dos Sistemas de Controle de Poluentes</i>	42
4.1.3	<i>Etapa 3: Levantamento dos Aspectos legais e institucionais</i>	48
4.2	MONITORAMENTO DE EMISSÕES EM CHAMINÉS	50
4.2.1	<i>Determinação das Chaminés</i>	50
4.2.2	<i>Determinação dos Parâmetros Analisados</i>	52
4.2.3	<i>Métodos de análise</i>	52
4.2.4	<i>Pontos de amostragem</i>	55
4.2.5	<i>Infra-estrutura das Chaminés</i>	57
4.2.6	<i>Condições durante a amostragem</i>	58
4.2.7	<i>Cronograma</i>	59
4.2.8	<i>Preparação de Relatórios</i>	59
4.3	MONITORAMENTO DE EMISSÕES FUGITIVAS.....	61
5	CONCLUSÕES	64
6	RECOMENDAÇÕES FINAIS	65
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
	ANEXOS	71

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Processo de Fusão – Transferência do ferro do forno para uma panela. Fonte: Bernauer, 2009.	34
Figura 2: Setor de Macharia. Fonte: Disa, 2009	35
Figura 3: Processo de vazamento do ferro nos moldes. Fonte: Disa, 2009.....	35
Figura 4: Fluxograma das operações unitárias da Fundição.	36
Figura 5: Sistema de Controle de Poluentes n° 01.....	43
Figura 6: Sistema de Controle de Poluentes n° 02.....	43
Figura 7: Sistema de Controle de Poluentes n° 03.....	43
Figura 8: Sistema de Controle de Poluentes n° 04.....	43
Figura 9: Sistema de Controle de Poluentes n° 05.....	43
Figura 10: Sistema de Controle de Poluentes n° 06.....	43
Figura 11: Sistema de Controle de Poluentes n° 07.....	44
Figura 12: Sistema de Controle de Poluentes n° 09.....	44
Figura 13: Sistema de Controle de Poluentes n° 08 e 10.	44
Figura 14: Layout da Fundição - Localização das chaminés amostradas.	50
Figure 15: Equipamento de medição Orsat.	53
Figura 16: Analisador Tempest 100. Fonte: TELEGRAM	54
Figura 17: Equipamento CIPA - Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos. Fonte: Energética Ltda.....	54
Figura 18: Plataforma elevatória. Fonte: Dpeso.	57
Figure 19: Layout da fábrica – Localização dos pontos de monitoramento de emissões fugitivas.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre as fontes e seus poluentes característicos.....	14
Tabela 2: Fatores de emissão para fornos que produzem ferro fundido.	15
Tabela 3A: Descrição das operações unitárias.	37
Tabela 4A:Alimentação da matéria-prima e combustíveis.	40
Tabela 5: Identificação e vazão dos sistemas de controle de poluentes.....	42
Tabela 6: Descrição dos (ECP) equipamentos de controle de poluição em cada sistema.	46
Tabela 7: Eficiência Indireta dos Sistemas de Controle 01 e 07.	46
Tabela 8: Normas para procedimentos e métodos de ensaio.....	49
Tabela 9: Chaminés monitoradas – Características construtivas.....	51
Tabela 10: Especificações do Analisador Tempest.	53
Tabela 11: Parâmetros analisados e métodos utilizados.	55
Tabela 12: CHAMINÉS AMOSTRADAS – Localização da seção transversal e ponto de amostragem	56
Tabela 13: Condições do sistema produtivo durante a realização da amostragem.....	58
Tabela 14: Cronograma de realização das análises.....	60
Tabela 15: Emissões Fugitivas - Pontos de monitoramento da qualidade do ar.	62
Tabela 16: Parâmetros Operacionais dos sistemas da Fundição– Perdas de Carga.....	73
Tabela 17: Parâmetros operacionais do sistema 01	73
Tabela 18: Parâmetros operacionais do sistema 07.	74
Tabela 19: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 01	76
Tabela 20: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 02	77
Tabela 21: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 03	78
Tabela 22: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 04 e 05	79
Tabela 23: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 06	80
Tabela 24: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 07	81
Tabela 25: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 08 e 10	82
Tabela 26: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 10	83

1 INTRODUÇÃO

Em regiões de alto desenvolvimento urbano, a saúde do ambiente e das pessoas tem sido comprometida pelo grande volume de poluentes emitidos por chaminés industriais, veículos automotores e emissões fugitivas diversas.

Na tentativa de enfrentar o problema da poluição do ar, os órgãos ambientais de controle do mundo inteiro têm adotado basicamente dois tipos de leis ou regulamentos: padrões de qualidade do ar e padrões de emissão. Os padrões de qualidade do ar determinam os limites máximos para as concentrações de determinados poluentes no ar ambiente, enquanto os padrões de emissão quantificam o nível máximo de emissão de um determinado poluente em fontes fixas ou móveis. O limite de emissão pode ser fixado por poluente ou por tipologia da fonte.

Para estabelecer os limites de emissão, a Resolução CONAMA 382/06 enquadra a indústria de fundição de ferro dentro da categoria das indústrias metalúrgicas integradas e semi-integradas. Por meio de emissões fugitivas e em chaminés, a prática da fundição compromete a qualidade do ar interno e externo da Fábrica, tornando a atividade potencialmente poluidora.

No caso das chaminés, objetos de licenciamento do órgão ambiental, o monitoramento visa comprovar o atendimento às exigências mínimas estabelecidas. O monitoramento de chaminés usualmente se dá por amostragem, cujo princípio básico é extrair uma amostra de gases emitidos pela fonte, com volume conhecido, e determinar a quantidade total de cada poluente analisado (CETESB, 2006).

Visto que o monitoramento de emissões atmosféricas é comumente realizado em situações periódicas, deve-se garantir que a amostra coletada represente da melhor forma possível o que está sendo emitido pela fonte, e assim acurar a correlação entre a quantidade do poluente medido e o total emitido, evitando desvios nos resultados (FRONDIZI, 1984).

Os principais resultados obtidos numa amostragem são as características do efluente gasoso (pressão, temperatura, velocidade, vazão, teor de umidade), a concentração e a taxa de emissão dos poluentes analisados. Como os resultados obtidos estão diretamente vinculados às condições de operação da fonte emissora e ao seu sistema de controle, é fundamental um planejamento adequado, possibilitando assim atingir o objetivo que norteou a execução de tal amostragem. Além disso, o planejamento deve ser desenvolvido no sentido de orientar as

condições em que a amostragem deve ser executada e, conseqüentemente, evitar desperdícios de tempo e de recursos (CETESB, 2005).

O presente trabalho consiste na construção de um plano de monitoramento de emissões atmosféricas de fontes fixas de uma unidades produtiva em uma indústria de fundição de ferro, situada no município de Joinville, SC. O plano objetiva ser factível, sem se limita a atender às exigências mínimas requeridas pelo órgão ambiental licenciador, pretendendo também gerar informações que sirvam de apoio na tomada de decisão do gerenciamento de emissões atmosféricas da indústria.

OBJETIVOS

Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor um Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas em fontes fixas, fugitivas e em chaminés, de uma indústria de fundição de ferro, localizada na cidade de Joinville.

Específicos

- Atender aos requisitos legais exigidos pelo órgão ambiental no que concerne ao monitoramento de emissões atmosféricas;
- Criar um modelo de Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas a ser copiado por outras filiais da mesma Empresa;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

O uso básico do recurso natural ar é manter a vida. Todos os outros usos devem sujeitar-se à manutenção da sua qualidade de ar afim de não degradar aguda ou cronicamente, a saúde ou bem estar humano.

Por estar disponível livremente na atmosfera, o recurso ar é utilizado pelas comunidades de maneira pouco parcimoniosa. Derisio (2007) enfatiza que além dos usos metabólicos naturais outros usos importantes devem ser acrescentados: comunicação, transporte, combustão, processos industriais, e, principalmente, a utilização do ar como receptor e transportador de resíduos da atividade humana.

Como resultado do uso indiscriminado ou abusivo do ar, sobretudo em áreas geográficas limitadas, surge a poluição atmosférica. A poluição do ar pode ser definida, em linhas gerais, como sendo a presença ou lançamento à atmosfera de substâncias em concentrações suficientes para inferir na saúde, segurança e bem estar do homem, ou no pleno uso e gozo de sua propriedade.

Lora (2002) destaca que o processo de industrialização e urbanização é um claro exemplo de influência na poluição ambiental, refletida na emissão de poluentes atmosféricos por empresas e veículos, problemas de saneamento, geração de resíduos sólidos, dentre outras ações.

2.1.1 Poluentes Atmosféricos

Segundo definição na Resolução CONAMA (1990), poluente atmosférico é toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, quantidade, concentração ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar:

- I. Impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;
- II. Inconveniente ao bem-estar público;
- III. Danoso aos materiais, à fauna e à flora;
- IV. Prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Há diferentes maneiras de classificar os poluentes do ar. Podem ser divididos como poluentes primários e secundários, sendo os primeiros já emitidos na forma de poluentes e os outros formados na atmosfera por reações químicas ou fotoquímicas com a participação de dois ou mais poluentes ou com a participação de componentes próprios da atmosfera (ACIJ, 2004).

Para Derisio (2007), as substâncias usualmente consideradas poluentes do ar podem ser classificadas da seguinte forma:

- Compostos de enxofre (SO₂, SO₃, H₂S, sulfatos);
- Compostos de nitrogênio (NO, NO₂, NH₃, HNO₃, nitratos);
- Compostos halogenados (HCl, HF, cloretos, fluoretos);
- Monóxido e dióxido de carbono;
- Material particulado (mistura de compostos no estado sólido ou líquido);
- Compostos orgânicos (hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas, ácidos orgânicos).

2.1.2 Principais Fontes de Poluição

São muitas as classificações de fontes de poluição do ar, dentre as várias, Loureiro (2005) cita:

- a) **Fontes estacionárias ou Fontes fixas:** São aquelas que normalmente ocupam na comunidade uma área relativamente limitada, sendo quase todas de natureza industrial. Tais fontes também são chamadas específicas.
- b) **Fontes Móveis:** são os meios de transporte terrestre, marítimo e aéreo os quais utilizam gasolina, álcool, gás natural e óleo diesel para se locomover.
- c) **Fontes naturais:** são aquelas que não são ocasionadas por atividade humana, mas que vêm ocorrendo há milhares de anos, como os resultados de atividades geológicas na forma de vulcões, meteorológicas como os relâmpagos, a liberação de hidrocarbonetos pelas plantas, entre outros.
- d) **Fontes área:** atividades que individualmente emitem pequenas quantidades de poluentes, mas quando estimadas como um grupo tornam-se significativas. Como exemplo o uso de solventes orgânicos por consumidores em áreas comerciais (recobrimento de superfície de lavagem a seco, desengraxador), tratamento e disposição de resíduos e fontes variadas (queimadas de agricultura e florestas).

A Tabela 1 enquadra as fontes descritas e apresenta os principais poluentes atmosféricos e suas fontes:

Tabela 1: Relação entre as fontes e seus poluentes característicos.

FONTES		POLUENTES
Classificação	Tipo	
Fontes Estacionárias	Combustão	Material particulado
		Dióxido de enxofre 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
		Mercaptanas, HF, H ₂ S, NO _x
Queima de resíduos sólidos	Material particulado	
	Gases: SO ₂ , SO ₃ , Hcl, NO _x	
Outros	Hidrocarbonetos, material particulado	
Fontes Móveis	Veículos automotores	Material particulado, monóxido de carbono
		Óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e óxidos de enxofre
	Aviões e barcos	Óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio
Locomotivas, etc.	Ácidos orgânicos, hidrocarbonetos e aldeídos	
Fontes Naturais		Material particulado – poeiras
		Gases: SO ₂ , SO ₃ , HCl, NO _x , hidrocarbonetos
Reações Químicas		Poluentes secundários – O ₃ , aldeídos
		Ácidos orgânicos, nitratos orgânicos
		Aerossol fotoquímico, etc.

Fonte: FEEMA, 2007.

Entre as fontes estacionárias, as indústrias são as fontes mais significativas ou de maior potencial poluidor. As indústrias são usualmente classificadas em categorias (metalúrgicas, mecânicas, têxtil, bebidas, químicas, etc.), através das quais pode-se calcular o potencial de poluição do ar por atividade industrial. Vale lembrar que a diferenciação entre as indústrias é tanta que existem padrões de emissão diferenciados para cada uma delas (OLIVEIRA, 2009).

2.1.3 Fontes Industriais – Indústria Metalúrgica.

A indústria metalúrgica tem sido a responsável pela manutenção de altos níveis de poluição do ar em várias regiões críticas, destacam-se as cidades de Cubatão, Volta Redonda e Vitória (GALVÃO, 1989). Esta categoria inclui as fundições primárias, que se referem àquelas que produzem o metal do minério, e as fundições secundárias, que incluem aquelas que recuperam o metal de sucatas e refugos e produzem ligas e lingotes (DERISIO, 2007).

Em fundições de ferro 3 tipos de fornos são normalmente utilizados: Cubilô, Elétrico de Indução e Reverbêreo. A Tabela 2 abaixo apresenta alguns fatores de emissão para o material particulado nesses tipos de fornos.

Tabela 2: Fatores de emissão para fornos que produzem ferro fundido.

Tipo de Forno	Material Particulado (kg/ton material carregado)
Cubilô	7,8
Reverbêreo	0,9
Elétrica de Indução	0,9

Fonte : Derisio , 2007.

Derisio (2007) também aponta os poluentes, gerados por esta categoria, como sendo:

- Fumos de óxidos metálicos, poeira e produtos de combustão de operação de fusão, dependendo da volatilidade e impurezas dos metais, sucata ou minérios;
- Dióxido de enxofre, CO₂, CO e outros gases, dependendo do conteúdo do enxofre no minério, no carvão e no combustível utilizado.

2.2 GESTÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

É um fato histórico geral que, quando um país subdesenvolvido inicia o seu desenvolvimento industrial, sua qualidade do ar piora significativamente. Essa situação continua a deteriorar-se até que um nível importante de riqueza seja alcançado, ponto no qual o controle de emissões passa a ser regulamentado por lei e torna-se obrigatório (BAIRD, 2002).

O objetivo principal da gestão da poluição do ar é preservar a saúde e o bem-estar do homem, no presente e no futuro. Outros objetivos da gestão da poluição do ar consistem na proteção das plantas e dos animais, além da prevenção das propriedades físicas do meio natural e das interferências ao seu uso normal e satisfatório, assegurando assim um desenvolvimento econômico contínuo e a manutenção do meio ambiente (STEWART, 1979; BOUBEL *et al.*, 1984 *apud* PIRES, 2005).

Segundo Rossano e Thielke (1980 *apud* SUSUKI, 1999), a eficácia de um sistema de gestão da qualidade do ar está condicionada à qualidade da informação obtida nos monitoramentos ambientais. A qualidade e a utilização correta dos programas de monitoramento podem trazer grandes benefícios à redução da poluição do ar.

Como parte da política de gestão da poluição atmosférica, órgãos ambientais do mundo inteiro têm adotado padrões de qualidade ambiental, são os padrões de qualidade do ar e os padrões de emissão.

2.2.1 Padrões de Qualidade do Ar

Os padrões de qualidade do ar constituem a tradução legal dos limites máximos para a concentração de determinados componentes atmosféricos. Eles são fixados com o escopo de preservar a qualidade do ar, mantendo as emissões dentro de níveis que não prejudiquem a saúde e o meio ambiente.

A qualidade do ar é afetada pelas emissões de fontes móveis e estacionárias, bem como pelas condições atmosféricas e topográficas da região considerada, principalmente a capacidade de dispersão do local. O conceito de qualidade do ar é relativo a uma dada região, que pode ser uma bacia aérea, uma cidade, um bairro ou qualquer outra região delimitada, como uma área industrial (QUINTANILHA, 2009).

Segundo Derisio (2007), os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados a níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada.

São estabelecidos pela CONAMA 03/90 dois tipos de padrões de qualidade do ar:

1. Padrões Primários: 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;
2. Padrões Secundários: concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em metas de longo prazo.

2.2.2 Padrões de Emissão

Padrão de emissão é um limite da quantidade ou concentração de um poluente, estabelecido legalmente, emitido por uma fonte. Qualificam, portanto, o nível máximo de emissão de um determinado poluente na fonte. Para Pires (2005), os padrões de emissão podem ser divididos em subjetivos ou objetivos:

➤ *Padrões Subjetivos:*

Estão baseados na aparência visual e no odor da emissão. Um exemplo típico é a medição da pluma através da coloração da fumaça por meio de comparação com a Escala de Ringelmann. Esta escala foi um dos primeiros instrumentos de auxílio para medir as emissões da poluição atmosférica (PAINTER, 1974 *apud* PIRES, 2005), no momento está em desuso por ter um caráter subjetivo muito acentuado.

➤ *Padrões Objetivos:*

Derivam de medições diretas das emissões. Existem duas categorias principais para estes padrões: aquelas cujo limite de emissão de um poluente específico independe do processo ou equipamento do qual é emitido; e aquelas cujo limite de emissão de um poluente específico depende do processo e do tipo de equipamento do qual é emitido. Os limites objetivos podem ser expressos em termos absolutos, como: massa do poluente por unidade de tempo, ou em termos relativos, como: massa do poluente por massa de combustível queimado, ou massa de material processado ou massa de produto gerado (produção), ou ainda por quantidade de calor liberado no processo.

Os poluentes do tipo material particulado são determinados por análise gravimétrica. Neste tipo de análise é comparado peso de um filtro antes e depois da passagem do volume de fluxo gasoso conhecido. No caso de poluentes gasosos, os limites devem ser fixados em termos volumétricos, acompanhados das respectivas temperaturas e volumes do processo. Análise volumétrica é aquela que permite determinar a concentração de um poluente, medindo o volume de solução de reagente utilizado para neutralizá-la.

Algumas vezes os limites são fixados por massa de poluente por unidade de volume do poluente gasoso. Porém o volume de efluente gasoso varia com a temperatura, pressão e com a diluição do ar. Assim neste tipo de expressão é importante especificar a temperatura, a pressão e a porcentagem de ar diluente. No caso de gases efluentes do processo de

combustão, a diluição é usualmente expressa em porcentagem de excesso de carbono no gás efluente (BAIRD, 2002).

2.3 CONTROLE DE EFLUENTES GASOSOS

O controle da poluição atmosférica caracteriza-se como um fator de grande importância na busca da conservação do meio ambiente e na implementação de uma política de desenvolvimento sustentável. Para Pires (2005), O controle da poluição atmosférica consiste principalmente na redução das emissões de poluentes primários para a atmosfera por serem estes causadores originais de efeitos adversos e os precursores dos poluentes secundários, formados a partir de reações químicas e fotoquímicas.

Segundo Freukiel (1956 apud DERISIO, 2007), no problema de poluição do ar podem ser consideradas quatro etapas, a saber: a produção, a emissão, o transporte e a recepção de poluentes. Em cada uma dessas etapas é possível intervir para reduzir os riscos da poluição e aplicar, na maioria dos casos, métodos científicos e técnicos já conhecidos. Dentre estes métodos têm sido considerados os seguintes:

- Planejamento territorial e zoneamento;
- Eliminação e minimização de poluentes;
- Diluição e mascaramento dos poluentes;
- Concentração dos poluentes na fonte para tratamento antes do lançamento;
- Equipamentos de controle dos poluentes.

Equipamentos de Controle da Poluição

Os equipamentos de controle de poluição (ECP), também denominados equipamentos de controle de contaminantes, são os dispositivos que visam remover o contaminante do ar após ser captado junto à fonte geradora. Os mesmos devem ser escolhidos em função do estado físico do poluente, grau de purificação desejado, propriedade do gás transportador, propriedades do contaminante e custo (CLEZAR e NOGUEIRA, 2009).

Quanto ao estado físico do poluente, em se tratando de gases e vapores, os equipamentos de controle mais utilizados são as torres de absorção, os condensadores e os incineradores. A coleta de material particulado, sólido ou líquido, é em geral, realizada em coletores inerciais, coletores centrífugos, lavadores, filtros e precipitadores eletrostáticos (DERISIO, 2007).

Com vista ao controle dos poluentes causadores de impactos localizados, o primeiro poluente a ser controlado na maioria dos países foi o material particulado. Embora existam vários outros poluentes, no Brasil, em 90% dos casos, este é o poluente de maior interesse (FRONDIZI, 1984).

Vários equipamentos de controle podem ser instalados para coletar os materiais particulados contidos no ar. Alguns destes equipamentos são descritos por Clezar e Nogueira (2009) da seguinte forma:

- **Coletores ciclônicos:** também conhecidos como coletores centrífugos, são um tipo de coletor inercial onde o fluxo de ar, ao entrar tangencialmente no corpo cilíndrico, é forçado a mudar de direção adquirindo um movimento espiralado descendente. Este movimento induz as partículas à força centrífuga, fazendo com que estas se choquem com a parede do coletor, fazendo-as cair. A eficiência de remoção destes equipamentos varia em função da granulometria do material.
- **Filtros de mangas:** Os poluentes suspensos no ar são forçados a passar através do filtro de tecido, que segura o particulado na sua fibra. Apresentam alta eficiência para uma ampla gama de partículas. Costa (2005) afirma que estes filtros podem reter partículas de 0,5 μm com rendimento de até 99%.
- **Lavadores:** nestes equipamentos o ar poluído entra em contato íntimo com uma solução de lavagem, agregando o contaminante ao líquido por impactação inercial. Para Costa (2005) a eficiência de lavadores do tipo Venturi pode chegar a 98% para partículas da ordem de 1 μm .

2.4 MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO DO AR

O monitoramento é um importante instrumento do gerenciamento ambiental. A partir de dados coletados, permite planejar ações preventivas e corretivas, com o objetivo de reduzir o impacto negativo sobre o meio ambiente, gerando uma melhor qualidade de vida. Surge como uma importante ferramenta para a avaliação de uma fonte potencialmente poluidora, uma área possível de impacto, um corpo receptor ou levantamento de dados para controle de um processo produtivo (FEEMA, 2007).

Existem três grandes categorias na medição de poluentes (ENERGÉTICA, 2009):

a) A primeira categoria inclui a medição de poluentes atmosféricos na atmosfera externa, ou seja, no ar ambiente (ar que as pessoas e vizinhos respiram). Para isto, existem

normas, sendo a principal a Resolução CONAMA nº3, de junho de 1990. Geralmente é chamado de Monitoramento da Qualidade do Ar.

b) A segunda categoria inclui as medições em chaminé (ou dutos). Para isso, também existem normas, porém não do governo federal. As normas são da ABNT e são exigidas por praticamente todos os estados (CETESB, INEA FEPAM, FEAM etc.). Neste caso, estamos medindo concentrações muito maiores que em “a”, pois são as concentrações dos poluentes dentro da chaminé, antes de serem lançados à atmosfera. Isso é geralmente chamado de Monitoramento das Emissões. O governo Federal tem norma para combustão.

c) Uma terceira categoria são as medições do ar interno nas fábricas ou nos prédios com ar condicionado central. Para isto, existe legislação do Ministério do Trabalho (Fundacentro) para as indústrias e da ANVISA para prédios com ar condicionado central. Esta categoria também inclui a monitoração de emissões fugitivas ou dispersas.

2.4.1 Monitoramento da Qualidade do Ar

O monitoramento da qualidade do ar é realizado para determinar o nível de concentração dos poluentes na atmosfera. Os resultados não só permitem um acompanhamento sistemático da qualidade do ar na área monitorada, como também constituem elementos básicos para elaboração de diagnósticos da qualidade do ar, subsidiando ações para o controle das emissões, com vistas à saúde e melhoria da qualidade de vida da população (FEEMA, 2007).

Segundo Pires (2005) o monitoramento da qualidade do ar avalia a poluição recebida e sua interação com o meio. Para verificar se a qualidade do ar está dentro dos limites fixados pelos padrões de qualidade do ar, devem ser realizadas análises do mesmo. Para tal finalidade deve ser implantada uma rede de monitoramento.

2.4.2 Monitoramento de Emissões Atmosféricas

O monitoramento das fontes de emissão atmosféricas é realizado para quantificar os poluentes emitidos por um processo industrial. Os resultados não só permitem um acompanhamento sistemático das fontes de emissão, como também representam elementos básicos para diagnóstico da qualidade do ar.

Segundo a EPA US (1998), o objetivo do monitoramento de emissões é quantificar as emissões de poluentes para verificar, entre outras coisas, se estas emissões se enquadram na

legislação vigente, se um equipamento de controle está operando nas condições especificadas pelo fabricante ou ainda, estabelecer padrões de emissões.

O monitoramento de fontes é tanto do interesse dos grupos industriais quanto das agências ambientais reguladoras. Os primeiros executam o monitoramento e registram os dados das emissões para uso próprio, ou na quase totalidade, para cumprir o controle regulatório (padrões de emissão). Já as agências reguladoras usam os valores medidos com as finalidades de compilar inventários de emissões; realização de estudos de dispersão e para o controle dos níveis de emissão com referência aos padrões estabelecidos (FRONDIZI, 2008).

De acordo com a ACIJ (2004), o monitoramento das fontes de emissão é uma importante ferramenta para o gerenciamento ambiental, pois permite, dentre seus objetivos:

- a) Emitir relatórios para fins de fiscalização do órgão ambiental;
- b) Levantar informações do processo;
- c) Levantar informações dos fluxos gasosos;
- d) Dimensionar equipamentos de controle;
- e) Testar e verificar a eficiência do equipamento de controle;
- f) Testes de otimização das condições de combustão em fornos, caldeiras, entre outros;
- g) Processos de auditorias externas ou internas.

No geral, seis tipos de técnicas são usadas para estimar emissões nas instalações industriais (UNITAR, 1998 *apud* PREZOTTI, 2006):

1. Medida direta: inclui a amostragem constante ou monitoramento contínuo, sendo que ela produz valores mais exatos, porém, a um custo elevado.
2. Balanço de massa: identifica a entrada e saída de substâncias em uma instalação industrial, processo ou partes de equipamentos. As emissões são calculadas pela diferença entre as quantidades de cada substância na entrada e saída.
3. Fatores de emissões: são fatores desenvolvidos baseando-se nas emissões médias medidas nos equipamentos, nos processos ou instalações industriais similares. São muito eficazes em relação às quantidades estimadas em emissão de fontes fugitivas.
4. Cálculos de engenharia: este método requer o conhecimento de algumas propriedades das substâncias químicas, tais como: pressão de vapor, solubilidade e o coeficiente de difusão.
5. Amostragem em chaminé: é um procedimento experimental utilizado para avaliar as características dos fluxos gasosos emitidos em processos industriais.

6. Estimativas por softwares: Existem também modelos para estimar emissões baseados em equações fenomenológicas e valores empíricos. Trata-se de softwares que são usados quando um grande número de equações e interações devem ser manipuladas.

O atendimento dos padrões de emissão deve ser realizado com base no monitoramento de emissões na fonte (chaminé, duto). A Resolução CONAMA 382/06 cita duas formas de monitoramento para fontes fixas: contínuo (medida direta) e descontínuo (amostragem em chaminé).

2.4.2.1 Monitoramento Contínuo

Enquanto o monitoramento descontínuo, ou pontual, consiste em realizar medições individuais de forma extrativa, o monitoramento contínuo utiliza métodos espectroscópicos e outras tecnologias para determinar continuamente a emissão de poluentes na chaminé (ABREU e MELO, 1997).

Os medidores contínuos podem ser considerados como possuindo as seguintes divisões (ABREU e MELO, 1997):

- Interface de amostragem;
- Analisadores;
- Sistema para manuseio dos dados.

Vale lembrar que mesmo que o monitoramento contínuo forneça uma série de dados mais completa, a amostragem em chaminé é mais confiável e é imprescindível para calibração do equipamento de monitoramento contínuo.

2.4.2.2 Monitoramento Descontínuo – Amostragem em Chaminé

A amostragem em chaminé é um procedimento experimental que se utiliza para avaliar as características de fluxos gasosos emitidos por processos industriais. Objetiva determinar as quantidades e tipos de materiais emitidos, para assim determinar se uma fonte emissora está dentro das exigências da lei (CETESB, 2005). O princípio básico da amostragem é extrair uma amostra de gases emitidos pela fonte, com volume conhecido, e determinar a quantidade de poluentes existente nesta amostra.

No Brasil, os métodos utilizados para amostragem em chaminé foram desenvolvidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency

– USA) e, posteriormente, adotados pela ABNT, CETESB, e outros órgãos ambientais, praticamente sem alterações (CETESB, 2005).

2.4.2.3 Planejamento do monitoramento de emissões atmosféricas em dutos e chaminés

Visto que o monitoramento de emissões atmosféricas é comumente realizado em situações periódicas, deve-se garantir que a amostra coletada represente da melhor forma possível o que está sendo emitido pela fonte, e assim acurar a correlação entre a quantidade do poluente medido e o total emitido, evitando desvios nos resultados (CETESB, 2005).

Quase todos os processos industriais podem sofrer variações por motivos econômicos ou puramente operacionais. A amostragem deve ser projetada e realizada para evitar que estas variações introduzam parcialidades ou desvios nos resultados desejados (FRONDIZI, 1984).

No planejamento do monitoramento de emissões, as tarefas preliminares devem incluir um reconhecimento completo da área onde será realizada a amostragem e dos processos industriais envolvidos. É necessário o conhecimento prévio do tipo de equipamento a ser avaliado, o tipo de combustível, quais os equipamentos de controle de poluição que o mesmo possui. Além disso, é importante o conhecimento prévio das faixas operacionais de cada uma das fontes de emissão (CETESB, 2006).

A norma NBR 10700/1989 (ABNT, 1989), sugere que, através de reuniões com técnicos das áreas implicadas, sejam levantadas as seguintes informações antes de uma amostragem:

- a) Características do ciclo operacional;
- b) Matérias-primas utilizadas e suas características gerais;
- c) Tipo de combustíveis utilizados;
- d) Produção;
- e) Características do fluxo gasoso;
- f) Geometria do duto ou chaminé e sua localização;
- g) Verificação, in loco, das dimensões internas reais dos dutos ou chaminés;
- h) Determinação da quantidade de furos para amostragem e sua localização;
- i) Definição da equipe de trabalho.

Depois de haver sido feito o estudo do processo industrial no qual serão medidas as emissões, podem ser selecionados, então, os equipamentos necessários e construídas as plataformas e acessos correspondentes. Finalmente, deve ser feita uma revisão e estudo das legislações local, estadual e federal em relação a este tipo de processo, para determinar quais

são as faixas máximas de emissão permitidas e qual o tempo total mínimo de amostragem exigido (FRONDIZI, 1984).

2.4.2.4 Legislação pertinente ao monitoramento de emissões

A fim de regulamentar o monitoramento de emissões em fontes fixas, a Resolução CONAMA (2006), determina que o monitoramento de emissões poderá ser realizado por métodos descontínuos ou contínuos, em conformidade com o órgão ambiental. O monitoramento contínuo é válido nas seguintes condições:

- Deve estar sendo monitorado em pelo menos 67% do ano;
- A média diária será válida quando houver monitoramento em pelo menos 75% do dia;
- O limite de emissão é atendido quando 90% das médias diárias atendem ao limite, e o restante não esteja acima de 130% do limite de emissão.

Enquanto no monitoramento descontínuo os seguintes critérios devem ser atendidos:

- I. As amostras devem ser representativas, considerando as variações típicas de operação e processo;
- II. As amostras devem ser representativas. O padrão é atendido se de 3 amostras (dentro de uma mesma campanha) a média aritmética atende aos valores determinados.

A Resolução CONAMA 382/06 (2006) especifica também que: “No caso específico de material particulado, deverá ser adotado o método de medição de emissão de partículas em fonte pontual, conforme a norma NBR 12019, ou NBR 12827, ou outro método equivalente desde que aceite pelo órgão ambiental licenciador”. Na mesma Resolução, CONAMA 382/06, consta: “o resultado das medições devem ser apresentados em relatório com periodicidade definida pelo órgão ambiental licenciador, contendo todos os resultados da medição, as metodologias de amostragem e análise, as condições de operação do processo incluindo tipos e quantidades de combustível e/ou insumos utilizados, além de outras determinações efetuadas pelo órgão licenciador.”

No Estado de Santa Catarina não existe legislação que disponha a respeito da qualidade do ar. Uma prática comum do órgão estadual é utilizar a legislação paranaense como referência. Os Artigo 27, da Resolução SEMA (2006) estabelece o valor de 50 mg/Nm³ como sendo limite máximo de emissão para fontes fixas da indústria de fundição. Também

estabelece que para o Estado do Paraná as o monitoramento deve ser realizado em frequência trimestral.

2.4.3 Monitoramento de Emissões Fugitivas

Em geral as emissões fugitivas não estão localizadas em dutos ou chaminés, e por isso são freqüentemente medidas no ar ambiente nas proximidades dos pontos de emissão. No entanto, não representam a concentração de poluentes que a população respira (FRONDIZI, 2008).

Existem alguns métodos genéricos para estimar emissões em fontes áreas. Estes métodos possuem acuracidade e dificuldade variáveis e, as vezes, podem não ser aplicáveis. A EPA (Environmental Protection Agency) sugere a aplicação de oito métodos (EPA U.S., 1993):

- Método da semi-chaminé;
- Método do monitoramento de telhado;
- Método do sotavento e barlavento;
- Método do perfil de exposição;
- Método do túnel de vento portátil;
- Método do túnel de vento em escala;
- Método de rastreamento;
- Método do balão.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas seguirá a metodologia apresentada no Termo de Referência para Elaboração de um Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas, disponibilizado pela CETESB, anexo do Manual de aplicação do Decreto 50.753/06. A metodologia da CETESB foi escolhida em razão de estar sendo amplamente utilizada no estado de São Paulo, sendo seu uso obrigatório para as empresas que, segundo o Decreto 50.753/06, se enquadrarem no Plano de Redução de Emissões Atmosféricas implantado pelo órgão ambiental de São Paulo.

A construção do Plano se dará em 3 fases:

1. **Levantamento de Informações Preliminares:** dividido em: (Etapa1) Caracterização das Condições Operacionais, (Etapa 2) Descrição dos sistemas de controle de poluentes e (Etapa 3) Levantamento dos Aspectos Legais e Institucionais.
2. **Monitoramento de Emissões em Chaminés:** determinação dos locais de amostragem, parâmetros e métodos utilizados, condições de amostragem, cronograma e preparação de relatórios.
3. **Monitoramento de Emissões Fugitivas:** determinação de metodologias, parâmetros e pontos de amostragem.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho será realizado em uma indústria de fundição de ferro localizada em Joinville, no Estado de Santa Catarina. Será desenvolvido em um dos cinco setores localizados dentro da Empresa. A Fundição em estudo possui 35.000 m² e está dividida em duas unidades: Unidade X e Unidade Y. Áreas anexas à Fundição em questão e a toda Empresa não serão avaliadas, são elas: estações de tratamento de esgoto, aterro, pátio de sucata, entre outros.

As operações destas unidades correspondem à fusão, moldagem e vazamento de ferro para fabricação de tubos de conexões e peças automotivas. Para desenvolver esta atividade a fundição conta com um forno do tipo Cubilô, 4 fornos do tipo Elétrico de Indução, dois sistemas de preparação de areias, um sistema de produção de machos (peças de areia), 6 linhas de moldagem, além de equipamentos para limpeza e acabamento das peças.

3.2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES

No planejamento do monitoramento de emissões, as tarefas preliminares devem incluir um reconhecimento completo da área onde será realizada a amostragem e dos processos industriais envolvidos. É muito importante que este processo seja bem entendido.

O levantamento de informações preliminares ocorrerá em três etapas, conforme descrito anteriormente.

3.2.1 Etapa 1: Caracterização das Condições Operacionais

As condições de operação serão descritas de forma a representar as condições nas quais se espera que os equipamentos operem durante o monitoramento das chaminés, no período de campanha.

As condições operacionais contemplam a descrição do processo industrial, alimentação da matéria-prima e combustíveis, produção e capacidade nominal.

➤ *Descrição do processo industrial*

Serão realizadas visitas à unidade fabril e entrevistas com operários a fim de compreender melhor o processo industrial de fundição de ferro. Através disso, será elaborada uma breve caracterização dos processos industriais e construído um fluxograma das operações que ocorrem na Fundição. Para complementar este fluxograma será construída uma tabela com o objetivo de apresentar uma breve descrição da cada atividade unitária, identificar quais poluentes emitidos em cada operação e apontar que tipo de equipamento de controle é responsável por tratar os efluentes gasosos emitidos pela atividade.

➤ *Alimentação da Matéria Prima e Combustíveis*

Para determinar quais as matérias-primas e combustíveis de maior representatividade (consumo) no processo da Fundição, serão analisados relatórios de compras fornecidos pelo setor de suprimentos. Nestes relatórios estão disponíveis dados mensais de toda matéria prima adquirida para consumo dos setores de fusão, macharia e preparação de areia da Fundição.

Serão realizadas observações e entrevistas na Fábrica a fim de compreender como é feito o carregamento de cada matéria-prima, as características do manejo e frequência da sua utilização (consumo). Será montada uma tabela para apresentar os seguintes itens:

- Carregamento da matéria-prima;
- Tempo entre os carregamentos;
- Forma de controle da entrada da matéria prima no processo;
- Taxa de alimentação, quantidade média utilizada por dia.

Para determinar as taxas de alimentação em massa ou volume de matéria por dia, será utilizado o consumo de matéria prima do período de um ano (jan/2008 – dez/2008), dividido pelo número de dias úteis daquele ano (231 dias).

➤ *Produção*

Serão realizadas observações no sistema operacional a fim de identificar uma relação entre a produtividade das diferentes operações e apontar um indicador que expresse a capacidade produtiva da Fundição como um todo. Optou-se por utilizar o valor total de peças produzidas, em toneladas, como parâmetro de avaliação da produção geral da fábrica. Os valores deste indicador serão adquiridos com a equipe de qualidade do produto, para o período de um ano.

➤ *Capacidade nominal*

A capacidade nominal, ou máxima, será definida em entrevista aos operários, em cima de um critério que avalie da forma mais adequada a operação unitária em questão.

3.2.2 Etapa 2: Descrição dos Sistemas de Controle de Poluentes

Visto que grande parte das operações unitárias da indústria é assistida por sistemas de controle de poluentes, este item objetiva descrever os equipamentos e os sistemas de controle responsáveis por captar os poluentes produzidos na Fundição. Inicialmente serão levantados todos os sistemas existentes, identificados quais os processos assistidos por estes e quais as vazões de captação com que foram projetados.

➤ *Equipamentos de controle de poluentes (ECP)*

Através de visitas a campo e pesquisa aos manuais dos fabricantes, serão observados quais equipamentos de controle de poluição estão instalados em cada sistema, e como estes

estão dispostos dentro do mesmo. Para cada equipamento será verificada a sua eficiência prevista e alguma característica dimensional que possa fornecer uma idéia da sua capacidade coletora.

➤ *Eficiência indireta*

Para alguns dos equipamentos será calculada a eficiência indireta dos coletores de material particulado. Esta foi calculada aplicando o conceito de balanço de massa e considerando que o sistema encontra-se em equilíbrio, ou seja, não está havendo acúmulo de massa no ECP. Será utilizada a seguinte equação:

$$\eta_i = \frac{Q_{MI} \left(\frac{kg}{h}\right)}{Q_{MR} \left(\frac{kg}{h}\right)}$$

Onde: $Q_{MI} = Q_{MF} + Q_{MR}$

A Q_{MR} corresponde à vazão mássica retida pelo ECP, é medida através do monitoramento do peso das caçambas de coleta do pó de exaustão. A Q_{MF} é aquela emitida pela chaminé para a atmosfera, medida através do monitoramento de chaminés. A Q_{MI} é a vazão mássica inicial, ou seja, coletada nas fontes emissoras, esta é calculada somando a Q_{MF} com as Q_{MR} dos equipamentos subseqüentes.

A eficiência não pôde ser calculada em todos os sistemas de controle, apenas naqueles onde houve amostragens de chaminés e controle do peso das caçambas responsáveis por recolher os poluentes retidos. Para o cálculo, foi adotada uma série de dados de sete meses (mar/09 – set/09) da massa de poluentes recolhido nas caçambas. Será admitido que a amostragem da campanha de 2009 represente de forma efetiva a atividade da chaminé para o período da série de dados da vazão mássica retida.

➤ *Parâmetros operacionais*

Inicialmente serão analisados os documentos de circulação interna da Empresa, chamados de Instruções de Trabalho (IT), que contenham alguma informação pertinente ao monitoramento dos sistemas de controle de poluentes.

Procurar-se-á entender qual a importância do monitoramento dos parâmetros operacionais, porque devem ser monitorados e que tipos de contribuição estes podem fornecer para o gerenciamento de emissões atmosféricas.

➤ *Plano de Inspeção e Manutenção*

O plano de Inspeção e Manutenção dos equipamentos será adquirido com o setor de manutenção da Fundação. Através de consulta ao banco de dados da Empresa será possível determinar qual a frequência com que cada operação ocorre.

3.2.3 Etapa 3: Levantamento dos Aspectos Legais e Institucionais

Será levantada a legislação pertinente ao controle da poluição atmosférica com o fim de identificar quais regulamentos se aplicam diretamente ao plano de monitoramento de emissões atmosféricas. Serão pesquisadas as resoluções emitidas na esfera federal e estadual. Como a legislação para efluentes gasosos do Estado de Santa Catarina está desatualizada, foram levantadas também as legislações pertinentes do Estado do Paraná. A consulta à legislação paranaense é prática comum do órgão ambiental de Santa Catarina.

3.3 MONITORAMENTO DE EMISSÕES EM CHAMINÉS

3.3.1 Determinação das Chaminés

Inicialmente será realizada uma avaliação das chaminés existentes na Fundação. Analisando os dados levantados nos itens anteriores, será possível determinar as chaminés que deverão ser monitoradas neste plano.

3.3.2 Determinação dos Parâmetros Analisados

Os parâmetros que devem ser analisados em cada chaminé serão determinados de acordo com a atividade e matérias-primas utilizadas nas operações respectivas à chaminé monitorada.

3.3.3 Métodos de Análise

Por meio de pesquisa às normas de análise de dutos e chaminés existentes (CETESB e ABNT) e consulta à catálogos de equipamentos de medição, serão determinados os métodos de análise que serão utilizados. Será realizada uma breve descrição de cada método, a fim de verificar se estes se enquadram nas necessidades da análise. Posteriormente, serão definidos que equipamentos deverão ser utilizados em cada chaminé.

3.3.4 Pontos de Amostragem

Para cada chaminé será determinada a seção transversal onde deve ser realizada a análise ou retirada da amostra que será analisada em laboratório. Conforme estabelece a NBR 10701, a localização ideal da seção de amostragem é a 8 Di (diâmetro interno da chaminé) a jusante da última singularidade e a 2 Di a montante da saída da chaminé. Esta norma determina também que quando não for possível atender à condição ideal, deve-se ao menos atingir a condição aceitável, onde a seção de amostragem deve estar a 2 Di a jusante da última singularidade e 0,5 Di a montante da saída da chaminé.

Para a determinação da velocidade do fluxo da chaminé e coleta da amostra para análise do material particulado será determinado o número mínimo de pontos necessários dentro da seção transversal de amostra.

3.3.5 Infra-estrutura das Chaminés

Para a execução dos trabalhos na chaminé, como determina a NBR 10700, o local de amostragem deve apresentar a seguinte infra-estrutura básica:

- Plataforma de amostragem;
- Escada de acesso à plataforma;
- Dispositivos de içamento dos acessórios e equipamento de amostragem (100 kg);
- Fonte de energia elétrica;
- Proteção dos equipamentos e da equipe contra condições adversas.

A infra-estrutura das chaminés que serão amostradas foi avaliada com o fim de determinar as adaptações necessárias.

3.3.6 Condições Durante a Amostragem

Para garantir a representatividade da amostra analisada, serão definidas algumas condições que devem estar ocorrendo no momento da amostragem. Para cada chaminé monitorada será escolhido um parâmetro que indique a produtividade da operação. Para este parâmetro determinar-se-á uma faixa de trabalho que represente o funcionamento normal à máximo dos processos. Os parâmetros e faixas de trabalho serão selecionados em entrevistas com os operadores e de acordo com a capacidade nominal descrita no levantamento preliminar, item 4.1.1.

Com o fim de verificar se as condições estão sendo satisfeitas, foi elaborada uma ficha de campo para orientar o técnico do laboratório na verificação das condições que devem ocorrer durante a amostragem. Esta ficha determina um roteiro de entrevistas que devem ser realizadas e confirma algumas características do fluxo gasoso. Estas características podem ser posteriormente utilizadas na determinação das condições do fluxo. Complementarmente à ficha de campo, foi criada uma orientação de preenchimento da ficha. Este documento também objetiva instruir o técnico do laboratório a respeito da importância do bom preenchimento da ficha.

3.3.7 Cronograma

Será construído um cronograma onde será determinada a semana em que cada chaminé deve ser avaliada, para o ano de 2010. Os parâmetros e número de amostras serão definidos de acordo com o estabelecido anteriormente pelo plano. Na distribuição das semanas ao longo do ano será considerado o período de calibração do equipamento e o período de férias coletivas.

3.3.8 Preparação de Relatórios

Os resultados dos monitoramentos das emissões atmosféricas deverão ser apresentados ao órgão ambiental em forma de relatórios. A periodicidade da apresentação de resultados é definida pelo próprio órgão ambiental.

Os relatórios apresentam os objetivos dos experimentos, os procedimentos utilizados, os resultados e as conclusões que podem ser extraídas destes resultados. A informação deverá ser apresentada de uma maneira clara e concisa.

Utilizando os modelos de relatório sugerido pela CETESB e o utilizado atualmente pela empresa, foi elaborado um novo modelo de relatório de circulação interna (Anexo D).

3.4 MONITORAMENTO DE EMISSÕES FUGITIVAS

Com o fim de monitorar as emissões chamadas fugitivas, ou seja, aquelas que não se encontram em dutos e chaminés, será elaborado o planejamento do monitoramento da qualidade do ar interno da fábrica.

Os parâmetros a serem analisados serão definidos através de observações a campo e análise dos dados coletados no levantamento preliminar (item 4.1). Mais especificamente, serão identificadas as operações de maior contribuição para as emissões fugitivas e os materiais envolvidos naqueles processos.

A metodologia mais adequada para o monitoramento de emissões fugitivas da Fundição será determinada através de pesquisa aos métodos amplamente utilizados e observações do comportamento das emissões em campo. Os pontos a serem analisados serão determinados de acordo com o método escolhido.

4 RESULTADOS

4.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES

4.1.1 Etapa 1: Caracterização das Condições Operacionais

➤ *Descrição do processo industrial*

A atividade da fundição é uma prática que consiste basicamente em fundir metal (Figura 1) e vazá-lo em moldes constituídos de areia refratária. Estes moldes transferem à peça todas as características do modelo. Os moldes são constituídos pelas caixas de moldagem e pelos machos (Figura 2) (peças de areia com resina), caracterizando as faces externa e interna, respectivamente. A retirada das peças fundidas exige a quebra e desagregação dos moldes. Este processo é denominado desmoldagem. A areia provinda da desmoldagem é recolhida sendo reutilizada em um novo ciclo de produção.



Figura 1: Processo de Fusão – Transferência do ferro do forno para uma panela. Fonte: Bernauer, 2009.

Os processos de moldagem, vazamento (Figura 3) e desmoldagem das peças ocorrem em seis linhas distintas, três fazem parte da Unidade X (Linhas X1, X2 e X3) e outras três da Unidade Y (Linhas Y4, Y5 e Y6). Depois de vazadas, as peças passam pelo processo de resfriamento, desmoldagem e então pelo processo de limpeza, para a remoção da areia restante. Ainda se faz necessário um acabamento mecânico para remoção de rebarbas e outras imperfeições que possa haver nas peças. Para as peças provindos das linhas da Unidade X

existe ainda um tratamento térmico, seguido por usinagem ou roscagem. Ao final do processo, os produtos de toda a indústria passam por inspeção, embalagem e expedição.



Figura 2: Setor de Macharia. Fonte: Disa, 2009



Figura 3: Processo de vazamento do ferro nos moldes. Fonte: Disa, 2009

De uma forma geral, os procedimentos expostos acima ocorrem em tempo contínuo, 24 horas por dia, paralisando apenas nos finais de semana, para realização da manutenção. A Figura 4 ilustra o fluxo das operações citadas acima. As Tabela 3A e Tabela 3B listam as operações unitárias do fluxograma, identifica os poluentes emitidos e qual equipamento de controle é utilizado, caso houver.

Como pode ser observado na Tabela 3A e Tabela 3B, nem todas as operações geradoras de poluentes são obrigatoriamente assistidas por algum equipamento de controle. Estas emissões em conjunto com outras emissões do tipo área, são chamadas fugitivas. Existe um plano de ação em andamento para minimizar e até cessar estas emissões, no entanto, este está baseado em experiências da fábrica e não no monitoramento de emissões fugitivas. As emissões fugitivas de toda indústria, somadas às emissões das chaminés, são responsáveis pela alteração da qualidade de ar do entorno da Fábrica.

FLUXOGRAMA DA FUNDIÇÃO

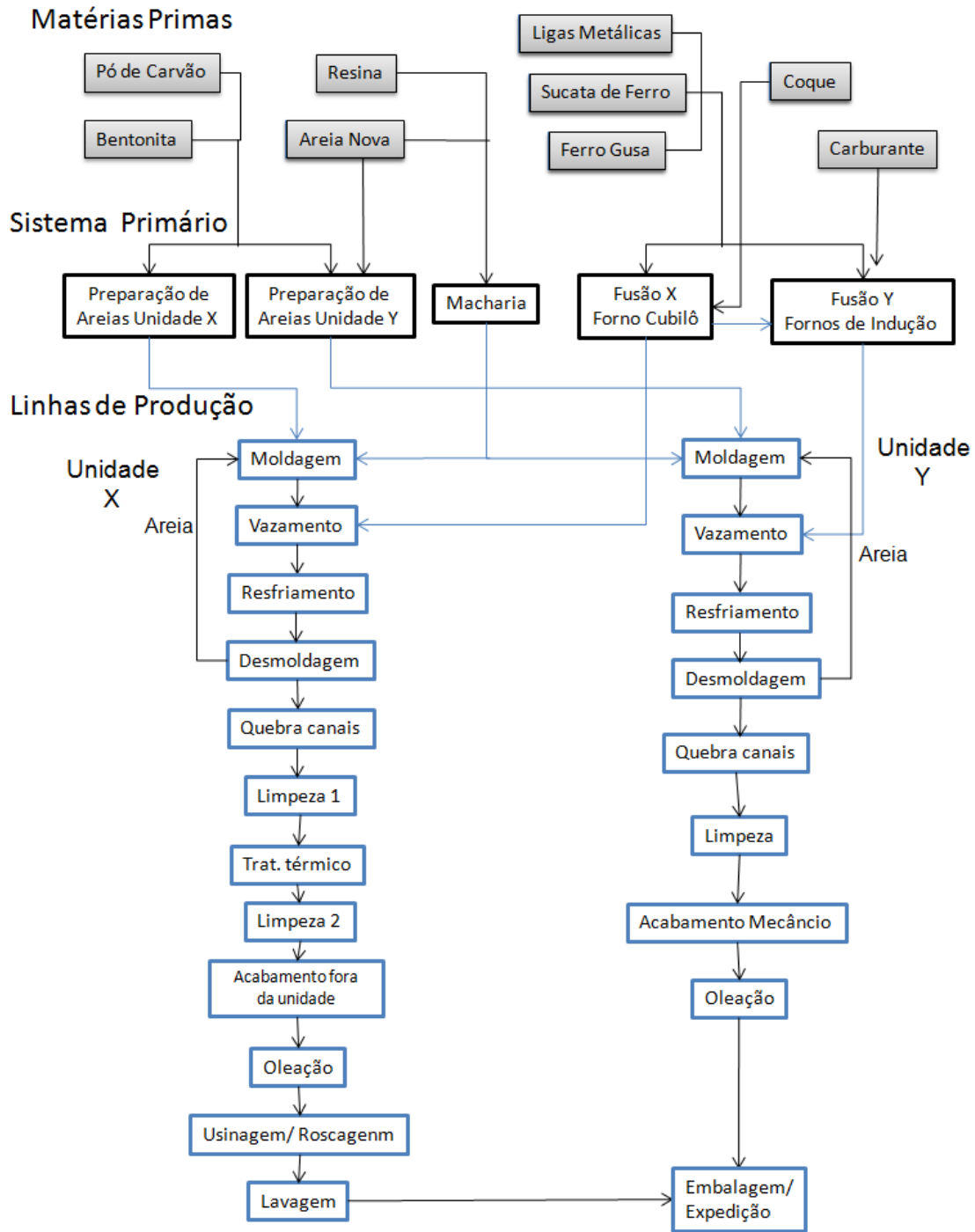


Figura 4: Fluxograma das operações unitárias da Fundição.

Tabela 3A: Descrição das operações unitárias.

OPERAÇÃO	ATIVIDADE	POLUENTE	LOCALIZAÇÃO	SISTEMA DE CONTROLE
SISTEMAS PRIMÁRIOS	Preparação de Areias	MP	Unidade X	Lavadores Venturi
	Macharia (Figura 2)	MP	Unidade Y	Ciclone e Filtro de Mangas
	Fusão (Figura 1)	MP e G	Unidade X e Y	-
			Unidade X Forno Cubilô	Filtro de Mangas
LINHAS DE PRODUÇÃO	Moldagem	MP	Unidade Y Fornos de Indução	Ciclone e Filtro de Mangas
			Unidade X Linhas X1, X2, X3	Lavadores Venturi
	Vazamento (Figura 3)	MP	Unidade Y Linhas Y4, Y5, Y6	Ciclone e Filtro de Mangas
			Unidade X Linhas X1, X2, X3	-
			Unidade Y Linhas Y4, Y5, Y6	-
Resfriamento	MP	Unidade X Linhas X1, X2, X3	-	
			Unidade Y Linhas Y4, Y5, Y6	-

MP – Material Particulado

G- Gases (CO₂, CO, NOx, SO₂ e SO₃)

Tabela 3B: Descrição das operações unitárias.

OPERAÇÃO	ATIVIDADE	POLUENTE	LOCALIZAÇÃO	SISTEMA DE CONTROLE
LINHAS DE PRODUÇÃO	Desmoldagem Consiste na separação da peça vazada (fase sólida), do molde de areia em que foi gerado.	MP	Unidade X Linhas X1, X2, X3	Lavadores Venturi
			Unidade Y Linhas Y4, Y5, Y6	Ciclones e Filtro Manga
Quebra de canais	Separação das peças vazadas, e retirada dos canais de ferro restantes.	MP	Unidade X Linhas X1, X2, X3	Lavadores Venturi
			Unidade Y Linhas Y4, Y5, Y6	Ciclones e Filtro Manga
Limpeza	Remoção da areia restante na peça fundida	MP	Unidade X	Filtro Manga
Tratamento Térmico	As peças provindas das Linhas da unidade X passam por um tratamento térmico em fornos do tipo BBC	-	Unidade X	-
Acabamento Mecânico	Remoção de rebarbas e outras imperfeições existentes na peça fundida	MP	Unidade Y	Filtro Manga
Oleação	Processo onde as peças são cobertas com óleo de proteção.	-	Unidade X Unidade Y	-
Usinagem/Roscagem	As peças do tipo conexões (unidade X) são acabadas com Usinagem ou Roscagem.	-	Unidade X Unidade Y	-
Embalagem/Expedição	As peças depois de prontas são embaladas e armazenadas para expedição.	-	Unidade X Unidade Y	-

MP – Material Particulado

G- Gases (CO₂, CO, NO_x, SO₂ e SO₃)

➤ *Alimentação da Matéria Prima e Combustíveis*

Os 57 tipos de materiais consumidos na Fundição foram organizados em nove grupos de maior peso: sucata de ferro, ferro gusa, elementos de liga, carburante, carvão coque, areia nova, resina, pó de carvão e bentonita. Deve-se dar destaque ao carvão do tipo coque, combustível fóssil composto principalmente por carbono, cinzas (óxidos de minerais) e pequenas quantidades de enxofre e compostos voláteis.

No processo de fusão são utilizados basicamente: sucata de ferro, ferro gusa, carburantes e outros elementos de liga. Estes são inseridos no sistema junto com o carvão coque, quando existente, através de containeres de carga, chamados de skip, no caso do Cubilô da Unidade X e de panelões de carga, no processo da Unidade Y. No processo de moldagem são fabricados caixas de moldagem e machos. A “areia verde” utilizada nas caixas de moldagem é constituída de areia (recirculada), pó de carvão e bentonita. Os machos são constituídos de areia nova e resina.

A Tabela 4A e Tabela 4B apresentam os oito maiores grupos de matérias-primas e o combustível comumente encontrados na Fundição, relacionados com o tipo, tempo e controle do carregamento, bem como taxa média de alimentação.

➤ *Produção*

As diferentes unidades produtivas apresentam taxas de produção diferenciadas, sabendo que o processo é contínuo, é coerente pensar que para a maioria dos processos as taxas de produção variam nas mesmas proporções. No entanto, na prática existem situações em que alguns processos estão produzindo a todo vapor, enquanto outros estão com baixa atividade.

No ano de 2008, foram produzidas 19.200 toneladas de peças na Unidade X, enquanto na Unidade Y foram produzidas 45.300 toneladas de peças. Este valor não representa necessariamente a atividade de cada uma das Unidades. Cerca de 60% do ferro fundido no Forno Cubilô da Unidade X, é destinado a abastecer os Fornos de Indução da Unidade Y.

Tabela 4A: Alimentação da matéria-prima e combustíveis.

ALIMENTAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E COMBUSTÍVEIS					
Matéria-prima	Local de utilização	Carregamento do material no processo	Tempo entre os carregamentos	Forma de controle do carregamento	Taxa alimentação
MATÉRIA-PRIMA MOLDAGEM					
Areia nova	Preparação de areias Unidade Y	Cargas variáveis, requerida em operações não convencionais. No ano de 2008 foram requeridos apenas 250 m ³ .	-	A areia é trazida em bags, abastecem silos, de onde é retirada e pesada antes de ser carregada no sistema.	250 m ³ /ano
	Macharia	Carregamento contínuo. A areia é transferida de um silo para um misturador de rosca helicoidal. A vazão é variável em função da peça que será fabricada.	Os silos são carregados em tempo variável, quando a altura de areia atingir um nível específico. A areia é retirada do silo de forma contínua e com vazões variáveis.	Os silos são carregados automaticamente quando a altura de areia atingir um nível específico. A vazão de areia do silo para o misturador é regulada variando a abertura do silo.	37,8 m ³ /d
Bentonita	Preparação de areias Unidade X	Cargas variáveis. É adicionada em misturadores de 1,8 toneladas de capacidade para corrigir as propriedades da areia verde recirculada no processo.	São realizados em média 5 carregamentos por minuto, este valor varia em função da produção.	Os silos de carvão e bentonita são carregados quando o nível estiver visivelmente baixo. São transportados por meio de rosca transportadora para uma balança, onde é pesada a carga.	9,5 t/d
	Preparação de areias Unidade Y	Carregamento contínuo. É adicionada a um tanque de mistura contínua, onde são homogeneizados areia verde recirculada, bentonita e pó de carvão.	Tanto o carvão quanto a bentonita são inseridos de forma contínua.	Os silos de carvão e bentonita são carregados quando o nível estiver visivelmente baixo. A vazão é regulada variando a rotação da rosca transportadora na saída do silo.	22,3 t/d
Pó de carvão	Preparação de areias Unidade X	Igual ao carregamento da bentonita na preparação de areias Unidade X.	Igual à bentonita na preparação de areia Unidade X.	Igual à bentonita na preparação de areia da Unidade X.	2,7 t/d
	Preparação de areias Unidade Y	Igual ao carregamento da bentonita na preparação de areias Unidade Y.	Igual à bentonita na preparação de areia Unidade Y.	Igual à bentonita na preparação de areia Unidade Y.	8,5 t/d
Resina	Macharia	Carregamento contínuo. É transferida, a vazão constante, para um misturador de rosca helicoidal,	Vazão contínua.	Inserido no misturador por meio de um dosador.	0,55 t/d

Tabela 4B: Alimentação da matéria-prima e combustíveis.

ALIMENTAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E COMBUSTÍVEIS					
Matéria-prima	local de utilização	Carregamento da material no processo	Tempo entre os carregamentos	Forma de controle do carregamento	Taxa alimentação
MATÉRIA-PRIMA FUSÃO					
Sucata de ferro	Unidade X Forno Cubilô	Cargas de aproximadamente 0,7 t de sucata, que somadas ao ferro de retorno do processo devem totalizar 1,3 t. Abastecem o forno por meio de uma caçamba do tipo skip.	Varia em função da produção, em média é realizada uma carga a cada 5 minutos.	O material é removido das baías por eletro-ímã, é pesado em balança e transferido para o painelão de carga (UnidadeY) ou skip (UnidadeX).	203,6 t/d
	Unidade Y Fornos Elétricos de Indução	Cargas de aproximadamente 0,5 t de sucata, que somadas ao ferro de retorno do processo devem totalizar 1 t. abastecem o forno por meio de um painelão de carga.	Varia em função da produção, em média, para cada um dos quatro fornos, é realizada uma carga a cada 20 minutos.		40,6 t/d
Ferro gusa	Unidade X Forno Cubilô	Cargas bastante variáveis em função da correção da liga. São carregadas no skip, junto com a sucata	Igual à sucata de ferro da Unidade X.		11,9 t/d
	Unidade Y Fornos Elétricos de Indução	Cargas variáveis em função da correção da liga. São carregadas por meio de um painelao de carga, junto com a sucata.	Igual à sucata de ferro da Unidade Y.		21,8 t/d
Carburante	Unidade Y Fornos Elétricos de Indução	Cargas bastante variáveis. São carregadas por meio de um painelao de carga, junto com a sucata.	Igual à sucata de ferro da Unidade X.	É armazenado em silos, pesado e direcionado para os painelões de carga.	4,2 t/d
	Unidade X Forno Cubilô	São utilizados em quantidades variáveis no carregamento do forno e diretamente nas panelas. Varia em função da correção da liga.	É adicionado quando requerida correção da liga nas panelas, e no forno junto com a carga dos demais componentes acima.	Pesado e inserido nos fornos por painelões de carga e nas panelas por baldes e pás.	9,5 t/d
Elementos de liga	Unidade Y Fornos Elétricos de Indução				6,2 t/d
COMBUSTÍVEIS					
Carvão Coque	Unidade X Forno Cubilô	Cargas variáveis, em torno de 160 kg por carga.	Igual à sucata de ferro da Unidade X.	É armazenado em silos, pesado e direcionado para os painelões de carga.	51,6 t/d

➤ *Capacidade nominal*

O Forno Cubilô da Unidade X trabalha com uma capacidade nominal, ou máxima, de 24 t/h, enquanto os quatro Fornos Elétricos de Indução juntos, Unidade Y, podem chegar a produzir 20 t/h, incluindo o ferro proveniente da Unidade X.

Na Unidade Y, o sistema de preparação de areia e as operações de desmoldagem e quebra de canais operam em sua capacidade máxima quando as três linhas estão em atividade. Isso ocorre no turno da manhã, principalmente. Na Unidade X, atualmente, as três linhas de produção não operam ao mesmo tempo, sendo possível afirmar que durante a máxima atividade dos sistemas de preparação de areia, desmoldagem e quebra de canais da Unidade X, apenas as linhas X1 e X2 estão operando. As máquinas de limpeza e acabamento, se em operação, trabalham numa faixa de produção contínua.

4.1.2 Etapa 2: Descrição dos Sistemas de Controle de Poluentes

Entre as unidades geradoras de poluentes, aquelas que apresentam maior potencial poluidor são providas de sistemas de controle. Estes são responsáveis por captar as emissões na fonte e direcioná-las para os equipamentos de controle de poluentes (ECP). Estes equipamentos removem os contaminantes do fluxo gasoso e emitem o ar limpo para a atmosfera. A Tabela 5 lista todos os sistemas de controle de poluentes da Empresa e as operações unitárias assistidas por estes. Os sistemas estão ilustrados nas Figura 5 a Figura 13.

Tabela 5: Identificação e vazão dos sistemas de controle de poluentes

Unidade	Nº de sistemas de controle	Operação	ECP
X	01	Exaustão do Forno Cubilô	Filtro de mangas
	02	Preparação de areia e desmoldagem Linha X3	Lavador Venturi
	03	Desmoldagem Linhas X1 e X2	Lavador Venturi
	04	Máquina de limpeza Pangborn	Filtro de mangas
	05	Máquina de Limpeza Rotojato	Filtro de mangas
Y	06	Exaustão dos Fornos Elétricos de Indução	Ciclone e Filtro de mangas
	07	Preparação de areias, quebra de canais e desmoldagem	Ciclone e Filtro de mangas
	08	Máquina de limpeza Y5	Filtro de mangas
	09	Acabamento Y5/ Máquina de limpeza Wheelabrator	Filtro de mangas
	10	Acabamento e máquina de limpeza Y6	Filtro de mangas



Figura 5: Sistema de Controle de Poluentes nº 01.



Figura 6: Sistema de Controle de Poluentes nº 02.



Figura 7: Sistema de Controle de Poluentes nº 03.



Figura 8: Sistema de Controle de Poluentes nº 04.



Figura 9: Sistema de Controle de Poluentes nº 05.



Figura 10: Sistema de Controle de Poluentes nº 06.



Figura 11: Sistema de Controle de Poluentes nº 07. Figura 12: Sistema de Controle de Poluentes nº 09.



Figura 13: Sistema de Controle de Poluentes nº 08 e 10.

➤ *Equipamentos de controle de poluentes (ECP)*

Mesmo contendo poluentes semelhantes, os efluentes gasosos das diferentes unidades operacionais possuem diferentes características. A temperatura, umidade e granulometria dos poluentes são parâmetros decisivos no planejamento dos sistemas de controle de poluentes. Para adequar-se às especificidades dos efluentes, diferentes tipos de ECP são utilizados na Fundição. Estes equipamentos podem estar trabalhando de forma individual ou combinada, em série ou paralelo.

O poluente de maior importância nas indústrias de fundição é o material particulado (MP). A Resolução CONAMA 382/06 e Resolução SEMA 054/06 reforçam esta afirmação ao estabelecer que, para a categoria de fundições e indústrias metalúrgicas, serão

estabelecidos padrões de emissão apenas para os materiais particulados. Nos sistemas de controle implantados na Fundição são encontrados ECP com diferentes mecanismos de coleta de MP. Basicamente, podemos citar:

- Filtro de mangas;
- Coletores úmidos (Lavadores tipo Venturi);
- Ciclones.

A Tabela 6 identifica os equipamentos de controle encontrados na Fundição, fornece alguma característica construtiva, fabricante, vazão de projeto e concentração final de poluentes garantida pelo fabricante. Para os sistemas onde existe mais de um tipo de ECP (sistemas de número 06 e 07), a tabela indica a seqüência e disposição dos ECP.

➤ *Eficiência indireta*

Foi possível calcular a eficiência em alguns sistemas de controle, utilizando o valor estimado da massa de poluentes que entra no sistema e o valor conhecido de massa de poluentes retido nos equipamentos coletores. Os valores utilizados pertencem à série de dados do período de março a setembro de 2009, e podem ser observados na Tabela 7.

Com o fim de verificar se a eficiência indireta dos equipamentos está de acordo com a eficiência real do ECP, sugere-se que, nas chaminés onde for possível, seja realizada uma amostragem antes e depois da ECP.

➤ *Parâmetros operacionais*

Os parâmetros operacionais de um sistema de controle de poluentes agem como indicadores do bom funcionamento deste. A determinação de faixas de trabalho dos parâmetros garante a boa conservação e funcionamento do sistema.

O monitoramento da perda de pressão, ou de carga, de um ECP, auxilia no diagnóstico das condições operacionais do equipamento. O funcionamento dentro da faixa garante que o ECP encontra-se em bom estado e que a vazão de captura não está sendo comprometida por este. Vale lembrar que embora não se possa monitorar as chaminés continuamente ainda podemos monitorar os ECP.

Tabela 6: Descrição dos (ECP) equipamentos de controle de poluição em cada sistema.

SISTEMAS DE CONTROLE – DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS		EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DE POLUIÇÃO (ECP)				
UNIDADE	SISTEMA DE CONTROLE	Tipo	Características dimensionais	Vazão (m ³ /s)	Fabricante	Concentração final de poluentes garantida pelo fabricante
X	01	Filtro Manga	900 mangas (H=4,8 m; D= 0,16 m)	155.000	Bernauer	-
	02	Lavador Venturi	-	20.000	Bernauer	50 mg/Nm ³
	03	Lavador Venturi	-	170.000	Bernauer	50 mg/Nm ³
	04	Filtro Manga	120 mangas (H=2,1 m; D=0,37)	25.000	Wheelabrator	30 mg/Nm ³
	05	Filtro Manga	288 mangas (H=3,6m; D=0,16)	18.000	Bernauer	30 mg/Nm ³
Y	06	2 Ciclones paralelos	Diâmetro do ciclone= 2 m	30.000	Disa	10 mg/Nm ³
		Filtro Manga	665 mangas (H=4,8 m; D= 0,16 m)	60.000		
	07	2 Ciclones paralelos	Diâmetro do ciclone = 1,2 m	115.000	Projeto Bernauer	20/25 mg/Nm ³
		Filtro Manga	1000 mangas (H=4,8 m; D= 0,16 m)	230.000		
		Filtro Manga	144 mangas (H=2,1 m; D= 0,37 m)	17.000		
09	Filtro Manga	288 mangas (H=4,8 m; D= 0,16 m)	70.000	Bernauer	30 mg/Nm ³	
10	Filtro Manga	144 mangas (H=2,1 m; D= 0,37 m)	17.000	Disa	10 mg/Nm ³	

Tabela 7: Eficiência Indireta dos Sistemas de Controle 01 e 07.

EFICIÊNCIA INDIRETA DOS SISTEMAS DE CONTROLE N° 01 E 07						
Sistema de Controle	Operação	Equipamentos de Controle de Poluentes		Q _{MR} (kg/h)	A+B	B/(A+B)
		Q _{MF} (kg/h)	A			
01	Exaustão do Forno Cubilô	Filtros de Mangas	2,23	652,8	207,28	98,9
07	Preparação de areias, quebra de canais e desmoldagem.	Ciclones	3,02	1347	1593	84,45
		Filtros de Mangas	3,02	244	246	98,8
		TOTAL	3,02	1591	1593	99,8

Q_{MF} vazão mássica final, emitida pela chaminé,

Q_{MR} vazão mássica retida no ECP, removida do sistema,

Q_{MI} vazão mássica inicial, captado pelo sistema de exaustão. Soma da Q_{MF} com a Q_{MR} dos equipamentos subsequentes.

As perdas de cargas são medidas em manômetros ou pressostatos, instalados na entrada e saída dos lavadores de gases e filtros manga de cada sistema. A leitura é realizada três vezes ao dia, embora alguns equipamentos possuam sistemas de controle contínuo, através de medições telemétricas. As faixas de trabalho podem ser observadas na Tabela 16, no Anexo A.

No caso de sistemas providos de filtros manga, a temperatura é monitorada quando os efluentes gasosos atingem valores maiores que 130° C (máxima admitida pelo material – poliéster- que constitui a manga), isto ocorre no Forno Cubilô apenas (Sistema de controle 01). Neste sistema são monitoradas as temperaturas na entrada e saída do resfriador de gases

A Tabela 17, do Anexo A, indica as temperaturas padrão e máxima admitidas para cada tempo (início, meio e final de fusão) do forno Cubilô, medidas na entrada e saída do resfriador de gases.

O Sistema de controle de poluentes da preparação de areias da Unidade Y (Sistema de controle número 07) é um caso particular. Este é provido de filtros do tipo manga, ECP incompatível com o efluente úmido encontrado neste sistema. Para tanto, torna-se necessário manter o sistema todo aquecido para evitar a condensação da água. O monitoramento da temperatura é realizado em vários pontos do sistema de exaustão. A Tabela 18, do Anexo A, identifica os instrumentos de medição utilizados, a função de cada um deles e a temperatura com a qual o sistema deve operar.

➤ *Plano de Inspeção e Manutenção*

Os sistemas de controle de poluição devem ser constantemente vistoriados a fim de garantir o seu funcionamento de acordo com o estipulado em projeto. A Fundação possui um plano de manutenção e limpeza dos equipamentos que é aplicado desde a captação dos poluentes até a destinação final destes. São vistoriados tubulações, equipamentos de controle da poluição e ventiladores. O Plano de Inspeção e Manutenção dos Equipamentos de Controle Ambiental encontra-se no Anexo B.

4.1.3 Etapa 3: Levantamento dos Aspectos legais e institucionais

Os limites máximos de emissão estão estabelecidos em função da classificação do uso pretendido. Dentro da Resolução CONAMA 382 de 2006, a indústria de fundição de ferro estaria enquadrada na categoria de Indústria Siderúrgica Integrada e Semi-integrada. Entre as unidades de fontes de emissão contempladas nesta categoria, a Aciaria Elétrica é a única atividade encontrada na Empresa. O limite de emissão para esta atividade é de 50 mg/Nm³.

Para a Resolução SEMA 054 de 2006, existe uma categoria denominada Fundição de Metais. O artigo 27, item “a”, determina que as fontes de emissão devam ser equipadas com sistema de captação de gases dotado de sistema de remoção de poluentes na saída do qual a emissão de MP total não ultrapasse a concentração de 50 mg/Nm³.

O Decreto nº 14.250/81, de Santa Catarina, estabelece padrões somente para emissões visíveis (fumaça negra em termos de Densidade Colorimétrica). Por este decreto fica proibida a emissão de fumaça negra, por parte de fontes estacionárias, com densidade colorimétrica superior ao padrão I da Escala Ringelmann. Embora este decreto se aplique a todas as emissões em fontes fixas, está desatualizada em relação à CONAMA 382/06 e SEMA 054/06.

Tanto a Resolução CONAMA 382/06, como a SEMA 054/06, concordam que o padrão de emissão será atendido quando a média aritmética de três amostras, realizadas dentro da mesma campanha, atender aos limites de emissão determinados.

A Resolução CONAMA 382/06 estabelece que no caso específico da análise de materiais particulados, deverá ser adotada a metodologia proposta pela norma NBR 12019, ou NBR 12827, ou outro método equivalente, desde que aceito pelo órgão ambiental.

Quanto a apresentação de relatórios, a Resolução 382/06 determina que o resultado das medições deve ser apresentado em relatório com periodicidade definida pelo órgão ambiental licenciador. Este relatório deve contemplar todos os resultados da medição, as metodologias de amostragem e análise, as condições de operação do processo, incluindo tipos e quantidades de combustível e/ou insumos utilizados.

Existem várias normas que devem ser atendidas durante o planejamento e análise das amostras em chaminé. Este plano de monitoramento, além das Resoluções citadas acima, tem como referência normas da CETESB e ABNT para procedimentos e métodos de ensaio citados na Tabela 8.

Tabela 8: Normas para procedimentos e métodos de ensaio.

PROCEDIMENTOS E MÉTODO DE ENSAIO	NORMAS	
	CETESB	ABNT
Planejamento de Amostragem em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias	-	NBR 10700 - Jul/1989a
Determinação De Material Particulado.	L9.225– Mar/95	NBR 12019 - Dez/1990a
Análise de Gases de Combustão Através do Aparelho Orsat.	L9.210 – Out/90	-
Determinação dos Pontos de Amostragem.	L9.221 – Jul/90	NBR 10701 Jul/1989b
Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases.	L9.222– Mai/92	NBR 11966 - Jul/1989d
Determinação da Massa Molecular Seca e do Excesso de Ar do Fluxo Gasoso.	L9.223 – Jun/92	NBR 10702- Jul/1989c
Determinação da Umidade dos Efluentes	L9.224 – Ago/93	NBR 11967- Jul/1989e
Determinação de Dióxido de Enxofre e de Névoas de Ácido Sulfúrico e Trióxido de Enxofre.	L9.228 – Jun/92	NBR 12021 – Dez/1990b
Calibração dos Equipamentos Utilizados na Amostragem de Efluentes.	E16.030 Mai/95	NBR 12020 – Abr/92

4.2 MONITORAMENTO DE EMISSÕES EM CHAMINÉS

4.2.1 Determinação das Chaminés

A Fundição possui aproximadamente 30 chaminés. Algumas destas correspondem a sistemas de ventilação local, voltadas a garantir o conforto dentro da fábrica, enquanto outras correspondem à exaustão de sistemas de alta capacidade poluidora.

Nesta campanha serão monitoradas as chaminés correspondentes às operações de maior potencial poluidor. São as chaminés verticais procedentes dos sistemas de controle de poluição, descritos no item 4.1.2.

O layout da Fundição, Figura 14, indica a localização das chaminés que serão monitoradas. A Tabela 9 identifica cada uma das chaminés e fornece suas dimensões.

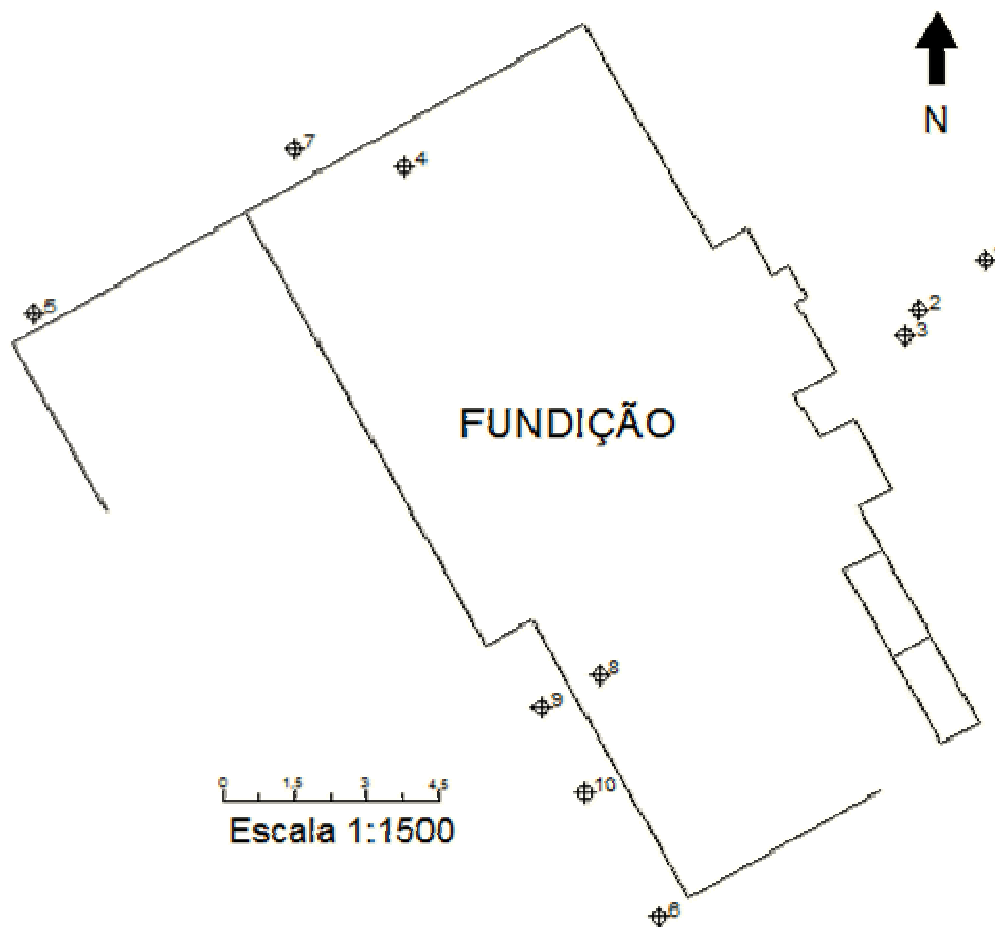


Figura 14: Layout da Fundição - Localização das chaminés amostradas.

Tabela 9: Chaminés monitoradas – Características construtivas

Nº da Chaminé ou Sistema de controle	OPERAÇÃO	Lat. (UTM)	Long. (UTM)	Elevação ¹ (m)	Altura ² (m)	Altura disponível ³ (m)	Diâmetro interno (m)
X	01	718829	7090412	3,20	23	18,55	2
	02	718814	7090401	3,20	17	14,28	1,25
	03	718813	7090400	3,20	17	13,62	1,25
	04	718803	7090405	3,20	9,2	7	0,6
	05	718703	7090400	3,20	12	8	1
Y	06	718808	7090388	3,20	18	12,3	1,08
	07	718802	7090404	3,20	23	18	2
	08	718806	7090390	3,20	8,25	6,5	0,56
	09	718805	7090393	3,20	13,2	9,6	1,25
	10	718805	7090392	3,20	8,3	6	0,56

¹ elevação em relação ao nível do mar

² altura em relação ao nível do solo

³ distância de trecho reto sem nenhuma singularidade (joelho, curva, contração)

4.2.2 Determinação dos Parâmetros Analisados

O levantamento preliminar a respeito das operações, matérias-primas e combustíveis utilizados deu condições para estimar os tipos de contaminantes emitidos em cada chaminé e, portanto, estabelecer quais parâmetros devem ser analisados.

No processo de fusão, a queima do carvão coque e das impurezas contidas na sucata de ferro gera compostos orgânicos voláteis (COV), dióxido de enxofre (SO₂) e trióxidos de enxofre (SO₃). Neste plano optou-se por monitorar a emissão de COV e dos gases SO₂ e SO₃ apenas na chaminé procedente do Forno Cubilô. Esta escolha justifica-se pela presença do combustível e pela quantidade de sucata fundida neste forno. A concentração de NO_x será analisada nas chaminés dos sistemas de fusão dos Fornos Cubilô e Elétricos de Indução.

Analisando o processo produtivo, espera-se que as concentrações de CO e CO₂ sejam baixas para todas as chaminés, exceto para os processos de fusão. Ainda assim, estes parâmetros serão analisados em todas as chaminés, servindo de apoio para o cálculo de outros parâmetros.

A concentração de materiais particulados será avaliada em todas as chaminés. Além de quantificar os materiais particulados, nas chaminés dos processos de fusão (números 01 e 06), as amostras dos filtros serão enviadas a um laboratório externo para análise do traço de metais.

4.2.3 Métodos de análise

Para determinar a concentração dos gases de combustão emitidos pelas chaminés são utilizados dois equipamentos diferentes: Orsat e Tempest, ambos certificados pelo órgão ambiental. A concentração de NO_x é determinado com o analisador Tempest. A massa de material particulado e as concentrações de SO₂ e SO₃ emitidos são determinadas utilizando o equipamento CIPA. A análise dos metais presentes nas amostras de material particulado será realizada por espectrometria de massa por plasma induzido (ICP-MS) ou outro procedimento semelhante. Os COVs serão coletados na chaminé por um laboratório externo, a amostra será analisada por cromatografia gasosa (CG).

Na Tabela 11 estão identificados os parâmetros analisados em cada chaminé e o método utilizado.

O ORSAT (Figure 15) é um equipamento desenvolvido para análise de gases de combustão. É utilizado para determinação da concentração de dióxido de carbono, oxigênio e

monóxido de carbono em amostras de ar. É um método recomendado pela norma técnica da CETESB L9.210, onde constam todos os procedimentos analíticos que devem ser seguidos.

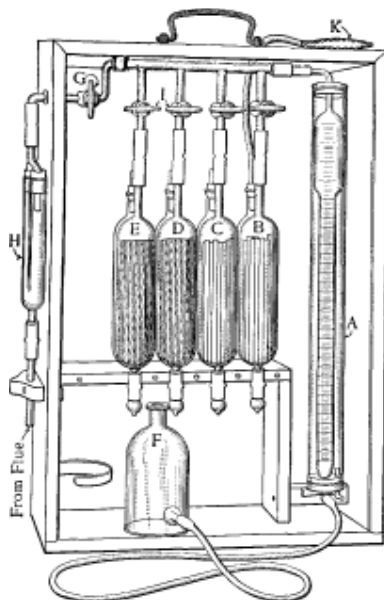


Figure 15: Equipamento de medição Orsat.

O Tempest (Figura 16) é um analisador de gases produzido pela Empresa Telegran. Determina a concentração de CO, O₂, CO₂ (calculado), NO/NO_x e SO₂, diretamente em chaminé, sem retirada de amostras, fornecendo leitura em tempo real. O modelo utilizado será o Tempest 100. O procedimento de análise é simples e pode ser consultado no manual fornecido pelo fabricante. Possui desvantagens em relação ao ORSAT, devido à sua faixa de detecção de CO ser abaixo de 10.000 ppm. Uma descrição mais detalhada das faixas de detecção do aparelho pode ser observada na Tabela 10.

Tabela 10: Especificações do Analisador Tempest.

ESPECIFICAÇÕES DO TEMPEST		
Parâmetro	Faixa de detecção	Resolução
NO _x	0-200 ppm	1 ppm
CO	0- 10.000 ppm	1 ppm
CO ₂	0 - 99,9%	0,10%
O ₂	0-25%	0,10%

Fonte: Catálogo Tempest- Telegran gas monitoring.

O CIPA- Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos (Figura 17) permite monitorar temperatura, velocidades, pressões e vazões de forma constante, ajustando a vazão periodicamente de modo a garantir a amostragem isocinética, ou seja, velocidade de captura do efluente igual à velocidade do gás na chaminé. Este aparelho permite determinar a umidade, massa molecular na base seca e emissão de material particulado, SO₂ e SO₃. O

limite de detecção deste equipamento é variável, havendo diversos artefatos para aumentá-lo quando necessário.



Figura 16: Analisador Tempest 100. Fonte: TELEGRAM



Figura 17: Equipamento CIPA - Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos. Fonte: Energética Ltda.

Os procedimentos analíticos utilizados nas análises realizadas com os aparelhos CIPA e ORSAT seguem as diretrizes das normas citadas no item 4.1.3. Para utilização do Tempest existe um documento de circulação interna na Empresa, baseada no manual do fabricante.

A Tabela 11 expõe os parâmetros analisados e métodos que serão utilizados para cada chaminé monitorada.

Tabela 11: Parâmetros analisados e métodos utilizados.

Chaminé	Operação	Lab. Interno				Lab. Externo	
		MP	CO, CO ₂ e O ₂	Nox	SO ₂ e SO ₃	Metais	COV
01	Exaustão do Forno Cubilô	CIPA	ORSAT	TEMPEST	CIPA	ICP-MS ¹	CG ²
02	Preparação de areia e desmoldagem Linha X3	CIPA	TEMPEST	-	-	-	-
03	Desmoldagem Linhas X1 e X2	CIPA	TEMPEST	-	-	-	-
04	Máquina de limpeza Pangborn	CIPA	TEMPEST	-	-	-	-
05	Máquina de Limpeza Rotojato	CIPA	TEMPEST	-	-	-	-
06	Exaustão dos Fornos Elétricos de Indução	CIPA	TEMPEST	TEMPEST	-	ICP-MS ¹	-
07	Preparação de areias, quebra de canais e desmoldagem	CIPA	TEMPEST	-	-	-	-
08	Máquina de limpeza Y5	CIPA	TEMPEST	-	-	-	-
09	Acabamento Y5/ Máquina de limpeza Wheelabrator	CIPA	TEMPEST	-	-	-	-
10	Acabamento e máquina de limpeza Y6	CIPA	TEMPEST	-	-	-	-

¹ Espectrometria de massa por plasma induzido

² Cromatografia gasosa

4.2.4 Pontos de amostragem

Utilizando os dados construtivos de cada chaminé e as instruções da NBR 10701, foram determinadas as seções transversais de onde serão retiradas as amostras para análise.

A Tabela 12 identifica a localização da seção transversal de análise, classifica-a em ideal ou aceitável e indica o número de pontos que devem ser utilizados para retirada da amostra e determinação da velocidade dos gases na chaminé.

O número mínimo de pontos dentro da seção transversal deve ser dividido em dois eixos perpendiculares. A posição exata de cada ponto deve ser verificada na norma CETESB L9.221 ou NBR 10701.

Tabela 12: CHAMINÉS AMOSTRADAS – Localização da seção transversal e ponto de amostragem

Número da Chaminé	Diâmetro interno (m)	Localização da seção transversal		Condição da locação ³	Número mínimo de pontos para retirada da amostra ⁴	Número mínimo de pontos para o cálculo da velocidade ⁴
		Localização da seção transversal				
		Distância a jusante ¹ (Di)	Distância a montante ² (Di)			
01	2	6	3,2	aceitável	16	12 ou 16
02	1,25	8,0	3,4	ideal	12	12
03	1,25	8,0	2,9	ideal	12	12
04	0,6	8,0	3,7	ideal	12	12
05	1	6,4	1,6	aceitável	16	12
06	1,08	8,7	3,6	ideal	12	12
07	2	3	0,6	aceitável	24	16
08	0,56	8,0	3,6	ideal	9	9
09	1,25	6,2	1,5	aceitável	16	12
10	0,56	8,0	2,7	ideal	9	9

¹ Distância a jusante da última singularidade, em diâmetros internos.

² Distância a montante da última singularidade, em diâmetros internos.

³ Condição determinada pelo critério estabelecido pela NBR 10701 e CETESB L9.221.

⁴ Número mínimo de pontos dentro da seção transversal, estabelecido pela NBR 10701 e CETESB L9.221

4.2.5 Infra-estrutura das Chaminés

As chaminés foram analisadas a fim de determinar se possuíam infra-estrutura para a realização da amostragem e se esta se enquadrava nos critérios estabelecidos pela NBR 10700. Foram estabelecidas algumas modificações que devem ser realizadas nas chaminés e plataformas a fim de adequá-las à norma vigente.

Nas chaminés de número 01 e 07, provenientes dos sistemas de exaustão do Forno Cubilô e Preparação de areias Y, respectivamente, já existe toda infra-estrutura necessária, inclusive flanges de amostragem instalados, enquadrando-se no que é estabelecido pela norma NBR 10700. Na chaminé de número 06, Fornos Elétricos de Indução, existe infra-estrutura, no entanto com o fim de adequar-se ao determinado no item 554.2.4, sugere-se a alteração desta.

Para realizar as amostragens dos sistemas 04, 05, 08 e 10, serão utilizadas plataformas móveis, da Empresa Dpeso, modelo 2630 ES (Figura 18). O uso destas plataformas exclui a necessidade de escadas de acesso e dispositivos de içamento. Também não haverá necessidade de fonte de energia, pois será utilizada uma extensão de 25 metros (cordão umbilical) para o equipamento de amostragem CIPA.



Figura 18: Plataforma elevatória. Fonte: Dpeso.

Para as chaminés de números 02, 03 e 09, estão previstas a construção de todos os itens citados na NBR 10700: plataforma, escada de acesso, dispositivo de içamento e proteção contra condições adversas, além de flanges de amostragem.

A adequação das chaminés, quando necessária, foi solicitada à Empresa, sendo que o prazo estabelecido para conclusão destas não deve ultrapassar a data da realização da amostragem (ver Anexo C).

4.2.6 Condições durante a amostragem

Para garantir a representatividade da amostragem, foram estabelecidas algumas condições de funcionamento que deverão estar sendo atendidas no momento da coleta. A amostragem deve ser realizada quando a atividade da respectiva chaminé estiver funcionando de acordo com as faixas determinadas na Tabela 13. O funcionamento dentro da faixa garante que o sistema de controle ambiental esteja operando numa capacidade próxima a máxima. Para fins práticos, no primeiro ano de implementação deste plano deve ser utilizado o valor máximo da faixa de trabalho indicada na Tabela 13.

Tabela 13: Condições do sistema produtivo durante a realização da amostragem.

CONDIÇÕES DO SISTEMA PRODUTIVO DURANTE A AMOSTRAGEM			
Unidade	Chaminé	Operação	Faixa de Trabalho
X	01	Exaustão do Forno Cubilô	Fundindo de 19 a 24 t/h
	02	Preparação de areia e desmoldagem Linha X3	Operando com as 3 linhas ou Linhas X1 e X2. Realizando entre 280-300 misturas tipo batelada por hora.
	03	Desmoldagem Linhas X1 e X2	
	04	Máquina de limpeza Pangborn	A máquina de limpeza Pangborn deve estar em operação.
	05	Máquina de Limpeza Rotojato	Todas as 5 máquinas de limpeza devem estar funcionando.
Y	06	Exaustão dos Fornos Elétricos de Indução	Fundindo de 16 a 20 t/h
	07	Preparação de areias, quebra de canais e desmoldagem	Operando com as 3 linhas.
	08	Máquina de limpeza Y5	Máquina de limpeza da Linha Y5 operando normalmente.
	09	Acabamento Y5/ Máquina de limpeza Wheelabrator	Máquina de limpeza Wheelabrator e esmeris linha Y5 operando normalmente.
	10	Acabamento e máquina de limpeza Y6	Máquina de limpeza e esmeris da Linha Y6 operando normalmente

Os parâmetros operacionais (Anexo A), como perda de carga e temperatura, devem estar trabalhando dentro das faixas previstas. Além disso, a equipe da manutenção deve ser consultada a fim de garantir que a manutenção do sistema de controle esteja sendo realizada como determinado no Plano de Manutenção e Inspeção (Anexo B). Deve-se verificar se houve troca de todas as mangas num período de três meses anteriores à data da amostragem. Todas as amostragens deverão ser acompanhadas de um técnico de segurança e um bombeiro. Fica obrigatório o uso de equipamentos de proteção.

Com o fim de verificar se as condições dos equipamentos estão sendo atendidas conforme determinado acima, recomenda-se que seja utilizada uma ficha de campo. Esta ficha deve ser devidamente preenchida antes da amostragem. Para o preenchimento da ficha devem ser realizadas entrevistas com a equipe de manutenção e com o setor responsável pela operação dos equipamentos assistidos pelo sistema de controle de poluentes que estará sendo amostrado. A ficha de campo e a orientação de preenchimento encontram-se no Anexo C. É preciso lembrar que, embora todas as operações analisadas na ficha correspondam à atividade normal da indústria, é necessário evitar que uma situação atípica, e não representativa do processo, seja amostrada erroneamente.

4.2.7 Cronograma

A determinação do cronograma de amostragem não foi especificada por data, mas por semana. Esta organização permite maior flexibilidade para o técnico do laboratório, permitindo contornar situações adversas. Durante a semana determinada, todos os parâmetros daquela chaminé devem ser analisados, totalizando três medições de cada um. O cronograma construído encontra-se na Tabela 14.

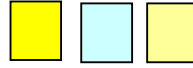
4.2.8 Preparação de Relatórios

A apresentação dos dados obtidos em amostragem será feita por meio de um relatório. Este deve ser apresentado anualmente ao órgão ambiental, diretoria da empresa e estar acessível a outras gerências. Um exemplo de relatório que deve ser emitido pelo laboratório da Empresa encontra-se no Anexo E, este modelo será utilizado para circulação interna, posteriormente dando origem ao relatório que deverá ser enviado ao órgão ambiental.

Tabela 14: Cronograma de realização das análises

LOCAL	Nº	FONTE DE EMISSÃO	PARÂMETROS ANALISADOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
UNIDADE X	01	Exaustão do Forno Cubilô	MP*, SO ₂ , SO ₃ , NOx, CO, CO ₂ , O ₂ , COV**	3											
	02	Preparação de areia e desmoldagem Linha X3	MP, CO, CO ₂ e O ₂										41		
	03	Desmoldagem Linhas X1 e X2	MP, CO, CO ₂ e O ₂									37			
	04	Máquina de limpeza Pangborn	MP, CO, CO ₂ e O ₂			11									
	05	Máquina de Limpeza Rotojato	MP, CO, CO ₂ e O ₂				17								
UNIDADE Y	06	Exaustão dos Fornos Elétricos de Indução	MP*, CO, CO ₂ e O ₂						25						
	07	Preparação de areias, quebra de canais e desmoldagem	MP, CO, CO ₂ e O ₂		7										
	08	Máquina de limpeza Y5	MP, CO, CO ₂ e O ₂					20							
	09	Acabamento Y5/ Máquina de limpeza Wheelabrator	MP, CO, CO ₂ e O ₂							29					
	10	Acabamento e máquina de limpeza Y6	MP, CO, CO ₂ e O ₂					22							

Legenda:



Realização da análise, numerada por semana

Período de férias

Período de calibração dos equipamentos

NOTA: Medições planejadas por número da semana

Todas as análises serão realizadas em triplicata

**COVs serão amostrados e analisados por um laboratório externo

* Amostra do material particulado será enviado a um laboratório para análise de metais

4.3 MONITORAMENTO DE EMISSÕES FUGITIVAS

Visto que alguns dos processos geradores de poluentes atmosféricos ainda não são assistidos por sistemas de exaustão, optou-se por realizar o monitoramento destes e de outras emissões fugitivas, paralelamente ao monitoramento em chaminés. Cabe lembrar que as medições realizadas neste monitoramento não possuem valor legal, servem apenas para obter aproximações.

➤ *Parâmetros Analisados*

Os processos potencialmente geradores de emissões fugitivas são o vazamento, resfriamento, macharia e fusão. Estes processos emitem principalmente materiais particulados. A composição do material particulado é variável, podendo apresentar areia (quartzo e sílica), cinzas e fumos metálicos. No monitoramento de emissões fugitivas, serão analisadas as concentrações de material particulado e metais.

➤ *Métodos de monitoramento*

O monitoramento das emissões fugitivas seguirá duas linhas diferentes: (1) monitoramento do telhado, recomendado pela US EPA e (2) análise da qualidade do ar interno da fábrica.

O monitoramento do telhado, recomendado pela US EPA (1993), é utilizado para estimar as emissões de uma edificação. Em cada abertura onde exista emissão de poluentes devem ser mensuradas as concentrações e velocidades dos fluxos de ar. Essas medições não precisam, necessariamente, ser realizadas em condições isocinéticas. A velocidade do vento pode ser medida com um anemômetro enquanto a concentração de contaminantes no ar pode ser obtida succionando uma amostra pequena de ar na seção do orifício em questão. A vantagem deste método é possibilitar a determinação de uma taxa aproximada de emissão.

O monitoramento da qualidade do ar interno da fábrica consiste em medir a concentração de contaminantes no ar ambiente de pontos específicos. Estes pontos são escolhidos próximo às fontes de emissão, em diferentes alturas. Além disso, será realizada uma análise do ar externo à edificação da fábrica, a fim de comparação.

O método utilizado para coletar a amostra do ar ambiente, utilizado nas duas linhas de monitoramento descritas acima, será o proposto pela NBR 12085 – Coleta de Aerodispersóides por Filtração. A determinação da concentração de materiais particulados

contidos na amostra será realizada por análise gravimétrica enquanto a análise de metais será realizada por espectrometria de massa por plasma induzido (ICP-MS) ou outro procedimento semelhante.

➤ *Distribuição dos Pontos de Monitoramento*

Para o método de monitoramento de telhado, serão analisados todos os orifícios localizados no telhado onde possivelmente está havendo emissão de poluentes. Visto que a concentração de poluentes pode variar nas aberturas maiores, devem ser analisados vários pontos dentro da mesma seção.

Para a análise da qualidade do ar interno da fábrica foram determinados alguns pontos de amostragem, próximos às fontes geradoras. A Tabela 15 enumera os pontos e identifica as operações de influencia. Para cada uma das localidades deverão ser retiradas amostras para 3 alturas, em relação ao chão da fábrica. A Figure 19 ilustra a distribuição dos pontos.

Tabela 15: Emissões Fugitivas - Pontos de monitoramento da qualidade do ar.

REDE DE MONITORAMENTO DE EMISSÕES FUGITIVAS				
Número do Monitor	Operações de maior contribuição de emissões	Alturas		
1	Vazamento e resfriamento da Linha X1.	1,6	4	8
2	Vazamento e resfriamento da Linha X2.	1,6	4	8
3	Vazamento e resfriamento da Linha X3.	1,6	4	8
4	Vazamento e resfriamento da Linha Y4.	1,6	4	8
5	Vazamento e resfriamento da Linha Y6.	1,6	4	8
6	Vazamento e resfriamento da Linha Y5.	1,6	4	8
7	Produção de machos	1,5	4	6
8	Ambiente dos misturadores de areia Unidade Y	4	7	-
9	Ambiente dos misturadores de areia Unidade X	4	7	-
10	Acima dos Fornos Elétricos de Indução	3	5	10
11	Forno Cubilô, região do Forno holding	3	5	10



Figure 19: Layout da fábrica – Localização dos pontos de monitoramento de emissões fugitivas.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs um planejamento do monitoramento de emissões atmosféricas em uma indústria de fundição de ferro. A utilização correta deste plano pode trazer grandes benefícios à redução da poluição do ar, promovendo a melhoria da qualidade ambiental da Indústria.

A implementação do Plano promoverá a adequação do monitoramento de emissões e estimulará uma participação mais ativa dos gestores de meio ambiente na avaliação dos sistemas produtivos e de controle de poluentes.

A realização do levantamento preliminar possibilitou a organização e entendimento dos processos e operações que influenciam na geração de poluentes atmosféricos. Uma vez esclarecidos os processos geradores de efluentes gasosos, foi possível determinar como será feito o monitoramento de emissões atmosféricas da Fundição.

A implementação deste plano fornecerá dados valiosos para avaliação dos sistemas de controle de poluentes e determinação de taxas de emissão para as unidades produtivas. Os dados gerados poderão ser utilizados por outros setores da indústria para o planejamento de ações de melhoria da eficiência do processo.

Embora, para o Estado de Santa Catarina, ainda não seja obrigatória a apresentação do Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas, este trabalho pode ser modificado a fim de enquadrar-se como um documento de apoio para o órgão ambiental na avaliação dos relatórios. O modelo de Plano de Monitoramento de Emissões criado servirá de exemplo para a construção deste em outras unidades da mesma Empresa.

6 RECOMENDAÇÕES FINAIS

Os resultados do monitoramento das chaminés que serão obtidos depois da aplicação deste plano combinados com as informações preliminares levantadas neste trabalho, poderão ser utilizadas para realizar os seguintes estudos:

- Quantificação da perda de material de valor econômico e energia (calor), com o fim de avaliar a viabilidade de recuperação dos mesmos.
- Avaliação do funcionamento dos sistemas de exaustão através da comparação das vazões de projeto com aquelas medidas em chaminé.
- Determinar as eficiências indiretas de todos os equipamentos de controle. Verificar se os equipamentos estão de acordo com o garantido pelo fabricante. Se possível, monitorá-las a fim de verificar se alguma alteração no processo industrial está impactando de forma negativa o funcionamento dos sistemas de controle de poluentes.
- Estabelecer um fator emissão/produção. Este fator pode ser utilizado na análise do ciclo de vida dos produtos, na construção de um inventário e até mesmo no dimensionamento de outros sistemas de controle.

Visto que as operações na Empresa são bastante dinâmicas, havendo constantes modificações na planta, no tipo de matéria-prima e redimensionamento dos sistemas de controle, é altamente recomendável que este Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas seja constantemente revisado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10700: Planejamento de amostragens em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Rio de Janeiro, 1989a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10701: Efluentes Gasosos Em Dutos E Chaminés De Fontes Estacionárias – Determinação de Pontos de Amostragem. 1989b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10702: Efluentes Gasosos Em Dutos E Chaminés De Fontes Estacionárias – Determinação da Massa Molecular Base Seca. 1989c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 11966: Efluentes Gasosos Em Dutos E Chaminés De Fontes Estacionárias – Determinação Da Velocidade E Vazão. 1989d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 11967: Efluentes Gasosos Em Dutos E Chaminés De Fontes Estacionárias – Determinação Da Umidade. 1989e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12019: Efluentes Gasosos Em Dutos E Chaminés De Fontes Estacionárias – Determinação De Material Particulado. 1990a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12021: Efluentes Gasosos Em Dutos E Chaminés De Fontes Estacionárias – Determinação De Dióxido De Enxofre, Trióxido De Enxofre E Névoas De Ácido Sulfúrico. 1990b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12020: Efluentes Gasosos Em Dutos E Chaminés De Fontes Estacionárias – Calibração Dos Equipamentos Utilizados Em Amostragem. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12085: Agentes Químicos no Ar – Coleta de Aerodispersóides por Filtração. 1991.

ABREU, G. C.; MELO, G. C. B. **Metodologia para definição de uma rede de monitoramento contínuo de efluentes atmosféricos em uma indústria siderúrgica.** In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, PR. p. 2552-2567. 1997.

ACIJ – Associação Comercial e Industrial de Joinville. Núcleo do Meio Ambiente. **Cartilha de Controle de Poluição Atmosférica.** Joinville, SC, 2004.

BAIRD, C. Química Ambiental. Tradução Maria Angeles Lobo Recio; Luiz Carlos Marques Carrera. 2. Ed – Porto Alegre: Bookman, 2002.

BERNAUER, Sistemas de Despoeiramento em Fundições. Disponível em: <<http://www.bernauer.com.br/ApplicationFields.aspx?id=10>> Acessado em: 10/10/2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. L9.210 – Análise de Gases de Combustão Através do Aparelho Orsat. São Paulo. Out/1990a.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. L9.221 – Determinação dos Pontos de Amostragem. São Paulo. Jul/1990b.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. L9.223 – Determinação da Massa Molecular Seca e do Excesso de Ar do Fluxo Gasoso. São Paulo. Out/1990c.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. L9.223 – Determinação da Massa Molecular Seca e do Excesso de Ar do Fluxo Gasoso. São Paulo. Jun/1992a.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. L9.222 – Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases. São Paulo. Mai/1992b.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. L9.228 – Determinação de Dióxido de Enxofre e de Névoas de Ácido Sulfúrico e Trióxido de Enxofre. São Paulo. Jun/1992c.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. L9.224 – Determinação da Umidade dos Efluentes. São Paulo. Ago/1993.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. E16.030 – Calibração dos Equipamentos Utilizados na Amostragem de Efluentes. São Paulo. Mai/1995a.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. L9.225 –Determinação de Material Particulado. São Paulo. Mar/1995b.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Cursos e Treinamentos. **Amostragem em dutos e chaminés**. São Paulo. 168p. 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Manual para aplicação do decreto 50.753/06**. São Paulo. 2006.

CLEZAR, C.A; NOGUEIRA, A.C.R. **Ventilação Industrial**. 2. ed. rev. – Florianópolis: Ed. Da UFSC, 240p., 2009.

CONAMA (1990), Resolução CONAMA nº 03, **Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR** – Data da Legislação: 22/08/1990.

CONAMA (2006), Resolução CONAMA nº 382, **Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas**. – Data da legislação: 26/12/2006.

COSTA, E.C. **Ventilação**. 1 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

DERISIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 3.ed. São Paulo: Signus, 192p. 2007.

DISA, Foundry solutions. <www.disagroup.com> Disponível em: Acessado em: 10/10/2009.

ENERGÉTICA. **Introdução a medição de poluentes atmosféricos**. 2009. Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/Inf_Poluentes_Atmosfericos.pdf> Acesso em: 10 Out, 2009.

EPA U.S. – Environmental Protection Agency – **Guideline on ozone monitoring site selection, Research Triangle Park**. 1998. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/criteria/reldocs/r-98-002.pdf>> Acesso em: 10 Out de 2009.

EPA U.S. - – Environmental Protection Agency. **A Review of Methods for Measuring Fugitive PM10 Emission Rates**. 1993.

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Relatório Anual de Qualidade do Ar no Estado do Rio de Janeiro, ano 2007**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.feema.rj.gov.br/Relatorio_2007.pdf> Acesso em: 5 Out de 2009.

FRONDIZI, C. A. Monitoramento da qualidade do ar: teoria e prática. Rio de Janeiro: E-paper. 276p., 2008.

FRONDIZI, C. A. **Poluição do ar: Manual de amostragem em chaminé**. Rio de Janeiro. 1984.

GALVÃO, J. B. **A indústria da fundição e o meio ambiente**. 25p. 1989. Disponível em: <www.consultoriaambiental.com> Acesso em: 12 Out, 2009.

LORA, Electo Eduardo Silva . Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. v. 1. 481 p.

LOUREIRO, L. N. **Panorâmica sobre Emissões Atmosféricas: Estudo de Caso, Avaliação do Inventário de Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para fontes Móveis**. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.

OLIVEIRA, A. L. **Apostila de Química Ambiental**. Suzano, SP, 2009.

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**. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005.

PREZOTTI, P. R. **Inventário de Emissões de compostos orgânicos voláteis de uma indústria petroquímica: tanques e emissões fugitivas**. Engenharia Ambiental. Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 2, p. 058-072, Jul/Dez. 2006.

QUINTANILHA, L. **O universo das emissões atmosféricas e a atuação do setor industrial**. Revista do Meio Ambiente Industrial, p. 27-40, Jul/Ago. 2009.

SEMA (2006), Resolução SEMA nº54, **Define critérios para o controle da qualidade do ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental** – Data da Legislação: 22/12/2006.

SUSUKI, R. **Monitoramento da qualidade do ar: avaliação e metodologia baseada no licenciamento ambiental**. ABES. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1999.

TELEGRAM – Analisador de Combustão. **Catálogo Tempest 100**. (ano?). Disponível em: <http://www.confor.com.br/catalogos_pdf/catalogo_tempest_100.pdf>. Acesso em: 10/11/2009.

ANEXOS

ANEXO A – FAIXAS DE TRABALHO DOS PARÂMETROS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE CONTROLE DE POLUENTES.

ANEXO B – PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE CONTROLE DE POLUENTES DA FUNDIÇÃO.

ANEXO C – FICHA DE CAMPO PARA ANÁLISE DAS EMISSÕES EM CHAMINÉ E INSTRUÇÃO DE PREENCHIMENTO DA FICHA DE CAMPO.

ANEXO D – CRONOGRAMA DE AMOSTRAGEM DA FUNDIÇÃO.

ANEXO E – MODELO DE RELATÓRIO DA ANÁLISE DESCONTÍNUA DE EMISSÕES DAS CHAMINÉS DA FUNDIÇÃO.

ANEXO A – FAIXAS DE TRABALHO DOS PARÂMETROS
OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE CONTROLE DE POLUENTES.

Tabela 16: Parâmetros Operacionais dos sistemas da Fundição – Perdas de Carga.

PARÂMETROS OPERACIONAIS – PERDAS DE CARGA				
UNIDADE	SISTEMA DE CONTROLE	OPERAÇÃO	EQUIPAMENTO	FAIXA DE TRABALHO (mmCA)
X	01	Exaustão do Forno Cubilô	Filtro Manga	< 200 – 250
	02	Preparação de areia e desmoldagem Linha X3	Lavador Venturi	150 - 250
	03	Desmoldagem Linhas X1 e X2	Lavador Venturi	150 - 250
	04	Máquina de limpeza Pangborn	Filtro Manga	70 - 150
	05	Máquina de Limpeza Rotojato	Filtro Manga	70 - 150
Y	06	Exaustão dos Fornos Elétricos de Indução*	Filtro Manga	100 - 250
	07	Preparação de areias, quebra de canais e desmoldagem	Filtro Manga	100 - 200
	08	Máquina de limpeza Y5	Filtro Manga	100 - 250
	09	Acabamento Y5/ Máquina de limpeza Wheelabrator	Filtro Manga	70 - 150
	10	Acabamento e máquina de limpeza Y6	Filtro Manga	100 - 250

*Perda de Carga deve ser medida com 2 fornos fechados e dois abertos.

FONTE: Instruções de Trabalho: IT 012, IT 131, IT 132, IT 446, IT 452, adaptadas.

Tabela 17: Parâmetros operacionais do sistema 01

PARÂMETROS OPERACIONAIS – TEMPERATURA SISTEMA 01						
DETERMINAÇÃO	INÍCIO DE FUSÃO		OPERAÇÃO NORMAL		TÉRMINO DE FUSÃO	
	Padrão	Máximo	Padrão	Máximo	Padrão	Máximo
Temperatura de entrada do resfriador (°C)	< 300	550	<200	550	350	550
Temperatura de entrada do resfriador (°C)	<110	130	< 90	130	< 110	130

Fonte: Intrução de Trabalho 131 EQ- Operação do Sistema de Despoeiramento do Forno Cubilô

Tabela 18: Parâmetros operacionais do sistema 07.

PARÂMETROS OPERACIONAIS – TEMPERATURA SISTEMA 07		
Instrumento de medição	Local	Faixa de Trabalho
Termopares/Transdutores	Parede das moegas do filtro	55 a 65 °C
Termopares/Controladores	Ar do ramal tambor Disacool e Hansohoff	50 °C
Termopares/Controladores	Câmara do aquecedor ramal Disacool	< 200 °C
Termopares/Controladores	Ar do ramal leite fluidizado	60 °C
Termopares/Controladores	Câmara aquecedor leite fluidizado	< 200 °C
Termopares/Transdutores	Mancais dos ventiladores	< 85 °C

Fonte: Instrução de Trabalho 012 EFA

ANEXO B – PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS
DE CONTROLE DE POLUENTES DA FUNDIÇÃO.

Tabela 19: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 01

PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL - SISTEMA DE CONTROLE 01		
INSPECIONAR	AÇÕES QUANDO NECESSÁRIO	Frequência
Tubulações		
- Furos e entradas de ar falso nas tampas e corpo das coifas de captação, juntas de dilatação, e portas de inspeção	- Manutenção do corpo e das tampas das coifas, portas de inspeção, juntas de dilatação, etc	semanal
- Presença de tubulações danificadas (furos, tubulações amassadas, portas de inspeção sem travamento, etc)	- Manutenção das tubulações para evitar entradas de ar falso ou aumento da perda de carga do sistema.	semanal
- Acúmulo / decantação de material particulado nas tubulações, plenums de entrada e saída	- Limpeza das tubulações	semanal
- Funcionamento dos cilindros (pistão, mangueiras, válvulas, bobinas) das tampas das coifas e entradas de ar falso	- Manutenção dos cilindros e acessórios	semanal
- Avaliar a situação da sustentação das coifas de captação e tubulações	- Manutenção dos sustentações	semanal
- Inspeção do refratário das coifas de captação e das tubulações próximas do forno	- Manutenção ou substituição do refratário	semanal
Resfriador de Gases		
- Inspeção dos feixes de tubos dos trocadores de calor para verificar presença de furos ou entradas de ar falso.	- Programar manutenção ou troca do feixe	semanal
- Avaliar desgaste das roscas transportadoras	- Manutenção ou substituição da rosca transportadora	semanal
- Verificar se há entrada de ar falso na válvula pendular	- Eliminar entrada de ar falso	semanal
- Limpeza da câmara superior e tubos do trocadores de calor para evitar entupimento	- Limpeza da câmara superior e tubos do trocador de calor	semanal
- Aferição dos termopares de entrada e saída do resfriador de gases.	- Realizar aferição caso necessário	
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, etc)	- Realizar limpeza semanal	semanal
- Verificar funcionamento dos ventiladores axiais (Polias, correias, motores, rolamento, etc)	- Manutenção das partes necessários	semanal
Separador de fagulhas		
- Verificar fixação / desgaste das aletas do separador de fagulhas	- Reforçar fixação das aletas ou substituir as mesmas	semanal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, etc)	- Realizar limpeza semanal	semanal
- Avaliar se há entrada de ar falso pela válvula pendular	- Eliminar entrada de ar falso	semanal
Filtro de mangas		
- Desgaste da chapa de impacto ou suportes da chapa de impacto	- Manutenção ou substituição das partes com desgaste	semanal
- Entrada de ar falso e/ou água de chuva pelas portas ou furos na	- Eliminar entradas de ar falso e de água de chuva no corpo do filtro de mangas	semanal
- Avaliar desgaste das roscas transportadoras	- Manutenção ou substituição da rosca transportadora	semanal
- Verificar se há desgaste da rotor da válvula rotativa de modo que permita a entrada de ar falso no filtro	- Substituição do rotor da válvula rotativa do filtro	semanal
- Verificar presença de gaiolas danificadas que possam provocar furos nas mangas	- Substituir gaiolas danificadas	semanal
- Verificar presença de mangas impregnadas ou furadas que provoquem alta perda de carga ou passagem de pó para atmosfera.	- Troca de mangas furadas ou impregnadas (Ideal que após 12 a 18 meses seja realizada a troca geral do conjunto de mangas do filtro)	semanal
- Inspeção geral das válvula solenóides para verificar funcionamento das bobinas, presença de vazamento de ar, diafragmas rompidos, etc	- Manutenção ou troca dos componentes com defeito	semanal
- Verificar se há desgaste dos furos dos tubos injetores. Diâmetro projeto = 12 mm	- Substituição dos tubos injetores com furos desgastados	semanal
- Verificar ciclo de limpeza das mangas e funcionamento dos programadores eletrônicos	- Ajustar tempos para: Tempo de sopro (diafragma aberto): 100 ms Intervalo entre pulsos: 10 a 12 seg ** IMPORTANTE: Os pulsos nunca poderão ocorrer ao mesmo tempo em duas válvulas do mesmo reservatório pois diminui o rendimento do pulso de limpeza	quinzenal
- Monitoramento e limpeza do sistema de controle de perda de carga do filtro	- Troca de mangueiras, eliminar entradas de ar falso, etc	semanal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, etc)	- Limpeza semanal dos equipamentos	semanal
Ventilador centrífugo		
- Desgaste das pás do rotor do ventilador centrífugo	- Programar troca do rotor para evitar baixo rendimento do sistema e avaliar o proque do desgaste do das pás do rotor	semanal
- Análise de vibração dos ventiladores	- Balanceamento do rotor	mensal
- Verificar abertura / fechamento da válvula Radial e necessidade de manutenção.	- Manutenção da válvula, motoreductor, mancais, etc	semanal
- Verificar presença de furos / rasgos nas juntas flexíveis e se a junta flexível esta "fechando" provocando aumento da perda de carga do ventilador	- Troca da junta flexível para evitar entrada de ar falso	semanal
- Centralização do rotor em relação ao cone de entrada do ventilador e as folgas entre o cone e o rotor (Penetração = 5 a 7 mm) (Folga no diâmetro = 4 a 6 mm)	- Posicionar rotor em relação ao cone de entrada de acordo com as normas de ventilação	bimestral
- Inspeção da carcaça do ventilador	- Manutenção da carcaça do ventilador	semanal
Geral		
- Conservação dos equipamentos	- Limpeza, jateamento e pintura dos equipamentos	semanal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas,	- Limpeza geral do sistema para evitar redução na eficiência de captação e filtragem	semanal

Tabela 20: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 02

PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL - SISTEMA DE CONTROLE 02		
INSPECIONAR	AÇÕES QUANDO NECESSÁRIO	Frequência
Tubulações		
- Presença de tubulações danificadas (furos, desgaste por abrasão, tubulações amassadas, portas de inspeção sem travamento, etc)	- Manutenção das tubulações para evitar entradas de ar falso ou aumento da perda de carga do sistema.	semanal
- Acúmulo / decantação de material particulado nas tubulações	- Limpeza das tubulações	semanal
- Funcionamento dos cilindros (pistão, mangueiras, válvulas, bobinas) do damper da tubulação de entrada do ventilador	- Manutenção dos cilindros e acessórios	semanal
- Cabos de aço / berços de sustentação das coifas e tubulações	- Reforço/ substituição dos cabos de aço ou berços de sustentação	semanal
Ciclones		
- Desgaste da chaparia (Corpo, cone de entrada e saída, tubo interno, etc)	- Manutenção da chaparia danificada	semanal
- Limpeza interna do ciclone	- Limpeza do ciclone	semanal
Lavador Venturi		
- Limpeza do venturi	- Realizar a limpeza do venturi	semanal
- Abertura da fenda do venturi (08 a 12 mm de abertura)	- Regular a fenda do venturi para a faixa especificada, não permitindo o arraste de água ou passagem de pó para chaminé.	mensal
- Avaliar presença de furos na chapa de impacto	- Eliminar furos na chapa de impacto para não permitir o arraste de lama para o ventilador	semanal
- Furos e entradas de ar falso na carcaça do lavador	- Eliminar furos no corpo do lavador para evitar entrada de ar falso no sistema	semanal
Ventilador centrífugo		
- Desgaste das pás do rotor do ventilador centrífugo	- Programar troca do rotor para evitar baixo rendimento do sistema e avaliar o proque do desgaste do das pás do rotor	semanal
- Análise de vibração dos ventiladores	- Balanceamento do rotor	mensal
- Verificar abertura / fechamento da válvula borboleta.	- Manutenção da válvula, pistão de acionamento, mancais, etc	semanal
- Inspeção das correias e polias dos ventiladores	- Troca das polias e/ou correias para evitar a redução da eficiência do ventilador	semanal
- Verificar presença de furos / rasgos nas juntas flexíveis e se a junta flexível esta "fechando" provocando aumento da perda de carga do ventilador	- Troca da junta flexível para evitar entrada de ar falso	semanal
- Centralização do rotor em relação ao cone de entrada do ventilador e as folgas entre o cone e o rotor (Penetração = 5 a 7 mm) (Folga no diâmetro = 4 a 6 mm)	- Posicionar rotor em relação ao cone de entrada de acordo com as normas de ventilação	mensal
- Inspeção da carcaça do ventilador	- Manutenção da carcaça do ventilador	semanal
Geral		
- Conservação dos equipamentos	- Limpeza, jateamento e pintura dos equipamentos	semanal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, rosca, válvulas, tubulações, etc)	- Limpeza geral do sistema para evitar redução na eficiência de captação e filtragem	semanal

Tabela 21: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 03

PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL - SISTEMA DE CONTROLE 03		
INSPECIONAR	AÇÕES QUANDO NECESSÁRIO	Frequência
Tubulações		
- Presença de tubulações danificadas (furos, desgaste por abrasão,	- Manutenção das tubulações para evitar entradas de ar falso ou aumento da perda	semanal
- Acúmulo / decantação de material particulado nas tubulações	- Limpeza das tubulações	semanal
- Funcionamento dos cilindros (pistão, mangueiras, válvulas, bobinas) do damper da tubulação de entrada do ventilador	- Manutenção dos cilindros e acessórios	semanal
- Cabos de aço / berços de sustentação das coifas e tubulações	- Reforço/ substituição dos cabos de aço ou berços de sustentação	semanal
Lavador Venturi		
- Limpeza do venturi	- Realizar a limpeza do venturi	semanal
- Abertura da fenda do venturi (08 a 12 mm de abertura)	- Regular a fenda do venturi para a faixa especificada, não permitindo o arraste de água ou passagem de pó para chaminé.	mensal
- Avaliar presença de furos na chapa de impacto	- Eliminar furos na chapa de impacto para não permitir o arraste de lama para o ventilador	semanal
- Furos e entradas de ar falso na carcaça do lavador	- Eliminar furos no corpo do lavador para evitar entrada de ar falso no sistema	semanal
Ventilador centrifugo		
- Desgaste das pás do rotor do ventilador centrifugo	- Programar troca do rotor para evitar baixo rendimento do sistema e avaliar o proque do desgaste do das pás do rotor	semanal
- Análise de vibração dos ventiladores	- Balanceamento do rotor	mensal
- Verificar abertura / fechamento da válvula borboleta. Para ventiladores com potência acima de 100 CV, as válvulas dos ventiladores deverão estar fechadas no momento da partida, para evitar sobrecarga nos motores.	- Manutenção da válvula, pistão de acionamento, mancais, etc	semanal
- Inspeção das correias e polias dos ventiladores	- Troca das polias e/ou correias para evitar a redução da eficiência do ventilador	semanal
- Verificar presença de furos / rasgos nas juntas flexíveis e se a junta flexível esta "fechando" provocando aumento da perda de carga do ventilador	- Troca da junta flexível para evitar entrada de ar falso	semanal
- Centralização do rotor em relação ao cone de entrada do ventilador e as folgas entre o cone e o rotor (Penetração = 5 a 7 mm) (Folga no diâmetro = 4 a 6 mm)	- Posicionar rotor em relação ao cone de entrada de acordo com as normas de ventilação	mensal
- Inspeção da carcaça do ventilador	- Manutenção da carcaça do ventilador	semanal
Geral		
- Conservação dos equipamentos	- Limpeza, jateamento e pintura dos equipamentos	semanal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, tubulações, etc)	- Limpeza geral do sistema para evitar redução na eficiência de captação e filtragem	semanal

Tabela 22: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 04 e 05

PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL - SISTEMA DE CONTROLE 04 E 05		
INSPECIONAR	AÇÕES QUANDO NECESSÁRIO	Frequência
Tubulações		
- Presença de tubulações danificadas (furos, tubulações amassadas, portas de inspeção sem travamento, etc)	- Manutenção das tubulações para evitar entradas de ar falso ou aumento da perda de carga do sistema.	mensal
- Acúmulo / decantação de material particulado nas tubulações, plenums de entrada e saída	- Limpeza das tubulações	mensal
- Avaliar a situação da sustentação das coifas de captação e tubulações	- Manutenção dos sustentações	mensal
Filtro de mangas		
- Desgaste da chapa de impacto ou suportes da chapa de impacto	- Manutenção ou substituição das partes com desgaste	mensal
- Entrada de ar falso e/ou água de chuva pelas portas ou furos na carcaça do filtro	- Eliminar entradas de ar falso e de água de chuva no corpo do filtro de mangas	mensal
- Avaliar desgaste das roscas transportadoras	- Manutenção ou substituição da rosca transportadora	mensal
- Verificar se há desgaste da rotor da válvula rotativa de moto que permita a entrada de ar falso no filtro	- Substituição do rotor da válvula rotativa do filtro	mensal
- Verificar presença de gaiolas danificas que possam provocar furos nas mangas	- Substituir gaiolas danificadas	mensal
- Verificar presença de mangas impregnadas ou furadas que provoquem alta perda de carga ou passagem de pó para atmosfera.	- Troca de mangas furadas ou impregnadas (Ideal que após 18 a 24 meses seja realizada a troca geral do conjunto de mangas do filtro)	mensal
- Inspeção geral das válvula solenóides para verificar funcionamento das bobinas, presença de vazamento de ar, diafragmas rompidos, etc	- Manutenção ou troca dos componentes com defeito	mensal
- Verificar se há desgaste dos furos dos tubos injetores.	- Substituição dos tubos injetores com furos desgastados	mensal
- Verificar ciclo de limpeza das mangas e funcionamento dos programadores eletrônicos	** IMPORTANTE: Os pulsos nunca poderão ocorrer ao mesmo tempo em duas válvulas do mesmo reservatório pois diminui o rendimento do pulso de limpeza	mensal
- Monitoramento e limpeza do sistema de controle de perda de carga do filtro	- Troca de mangueiras, eliminar entradas de ar falso, etc	mensal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, etc)	- Limpeza semanal dos equipamentos	mensal
Ventilador centrifugo		
- Desgaste das pás do rotor do ventilador centrifugo	- Programar troca do rotor para evitar baixo rendimento do sistema e avaliar o proque do desgaste do das pás do rotor	mensal
- Análise de vibração dos ventiladores	- Balanceamento do rotor	mensal
- Verificar abertura / fechamento da válvula Veneziana e necessidade de manutenção.	- Manutenção da válvula, acionamento, mancais, etc	mensal
- Verificar presença de furos / rasgos nas juntas flexíveis e se a junta flexível esta "fechando" provocando aumento da perda de carga do ventilador	- Troca da junta flexível para evitar entrada de ar falso	mensal
- Inspeção de polias e / ou correias (Desgaste, desalinhamento, etc)	Substituição de polias ou correias	mensal
- Centralização do rotor em relação ao cone de entrada do ventilador e as folgas entre o cone e o rotor (Penetração = 5 a 7 mm) (Folga no diâmetro = 4 a 6 mm)	- Posicionar rotor em relação ao cone de entrada de acordo com as normas de ventilação	mensal
- Inspeção da carcaça do ventilador	- Manutenção da carcaça do ventilador	mensal
Geral		
- Conservação dos equipamentos	- Limpeza, jateamento e pintura dos equipamentos	mensal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, tubulações, etc)	- Limpeza geral do sistema para evitar redução na eficiência de captação e filtragem	mensal

Tabela 23: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 06

PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL - SISTEMA DE CONTROLE 06		
INSPECIONAR	AÇÕES QUANDO NECESSÁRIO	Frequência
Tubulações e coifas		
- Presença de tubulações danificadas (furos, desgaste por abrasão,	- Manutenção das tubulações para evitar entradas de ar falso ou aumento da perda	mensal
- Acúmulo / decantação de material particulado nas tubulações, plenuns de entrada e saída	- Limpeza das tubulações	mensal
- Verificar o funcionamento dos dampers de acordo com a abertura	- Manutenção das válvulas para que abram ou fechem de acordo com a posição da	semanal
Ciclones		
- Presença de furos / desgaste da parede dos ciclones	- Manutenção do corpo do ciclone	mensal
- Verificar limpeza/ desgaste da carambola das válvulas rotativas	- Limpeza e/ou manutenção das válvulas rotativas	mensal
Filtro de mangas		
- Entrada de ar falso pelas portas ou furos na carcaça do filtro	- Eliminar entradas de ar falso no corpo do filtro de mangas	mensal
- Verificar se há entrada de ar falso pela válvula rotativa (Desgaste)	- Eliminar entrada de ar falso	semanal
- Desgaste da rosca transportadora	- Manutenção ou substituição da rosca transportadora	semanal
- Verificar presença de gaiolas danificadas que possam provocar furos nas mangas	- Substituir gaiolas danificadas	mensal
- Verificar presença de mangas impregnadas ou furadas que provoquem alta perda de carga ou passagem de pó para atmosfera.	- Troca de mangas furadas ou impregnadas (Ideal que após 18 a 24 meses seja realizada a troca geral do conjunto de mangas do filtro)	mensal
- Verificar funcionamento do sistema de limpeza de mangas (Insuflador, válvula borboleta, carro de limpeza)	- Manutenção ou troca dos componentes com defeito	semanal
Ventiladores centrifugos		
- Desgaste das pás do rotor do ventilador centrifugo	- Programar troca do rotor para evitar baixo rendimento do sistema e avaliar o proque do desgaste do das pás do rotor	semanal
- Inspeção das correias e polias dos ventiladores	- Troca das polias e/ou correias para evitar a redução da eficiência do ventilador	semanal
- Análise de vibração dos ventiladores	- Balanceamento do rotor	semanal
- Centralização do rotor em relação ao cone de entrada do ventilador e as folgas entre o cone e o rotor (Penetração = 5 a 7 mm) (Folga no diâmetro = 4 a 6 mm)	- Posicionar rotor em relação ao cone de entrada de acordo com as normas de ventilação	bimestral
- Verificar presença de furos / rasgos nas juntas flexíveis e se a junta flexível esta "fechando" provocando aumento da perda de carga do ventilador	- Troca da junta flexível para evitar entrada de ar falso	mensal
- Inspeção da carcaça do ventilador	- Manutenção da carcaça do ventilador	semanal
- Funcionamento do sistema de controle de vazão (Tomada de pressão; transdutor de pressão; válvula veneziana de entrada do ventilador, etc)	- Manutenção geral do sistema de controle de vazão	semanal
Geral		
- Conservação dos equipamentos	- Limpeza, jateamento e pintura dos equipamentos	mensal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, rosca, válvulas, tubulações, etc)	- Limpeza geral do sistema para evitar redução na eficiência de captação e filtragem	mensal

Tabela 24: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 07

PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL - SISTEMA DE CONTROLE 07		
INSPECIONAR	AÇÕES QUANDO NECESSÁRIO	Frequência
Queimadores de gás		
- Verificar limpeza do ventilador, sensor de chama e tubo de chama dos queimadores	- Limpeza do ventilador, sensor de chama e tubo de chama. Importante: A limpeza deve ser feita com cuidado para evitar danificar o sensor de chama, e o ventilador	mensal
→ Verificar acúmulo de material no interior do tubo do queimador	- Limpeza do tubo do queimador	mensal
→ Inspeção nos termopares de segurança (localizado nos tubos dos plenums de entrada e saída)	- Limpeza dos termopares / substituição caso necessário	mensal
→ Painéis elétricos dos queimadores	- Reaperto dos parafusos dos bornes devido a vibração nas plataformas	mensal
Tubulações		
- Presença de tubulações danificadas (furos, desgaste por abrasão, tubulações amassadas, portas de inspeção sem travamento, etc)	- Manutenção das tubulações para evitar entradas de ar falso ou aumento da perda de carga do sistema.	mensal
- Acúmulo / decantação de material particulado nas tubulações, plenums de entrada e saída	- Limpeza das tubulações	mensal
- Funcionamento dos cilindros (pistão, mangueiras, válvulas, bobinas)	- Manutenção dos cilindros e acessórios	semanal
- Verificar situação do revestimento das tubulações	- Manutenção do revestimento	mensal
Ciclones		
- Verificar entrada de ar falso ou água de chuva no interior do revestimento ou do corpo do ciclone	- Eliminar entrada de ar ou água de chuva.	mensal
- Impregnação de material nas paredes do ciclone	- Limpeza dos ciclones para evitar entupimento	mensal
- Desgaste da rosca transportadora	- Manutenção ou substituição da rosca transportadora caso necessário	semanal
- Verificar limpeza da carambola das válvulas rotativas e das telas no interior do ciclone	- Limpeza das válvulas rotativas e telas de proteção	bimestral
Filtro de mangas		
- Desgaste da chapa de impacto ou suportes da chapa de impacto	- Manutenção ou substituição das partes com desgaste	mensal
- Entrada de ar falso pelas portas ou furos na carcaça do filtro	- Eliminar entradas de ar falso no corpo do filtro de mangas	mensal
- Avaliar desgaste das roscas transportadoras	- Manutenção ou substituição da rosca transportadora	semanal
- Verificar se há desgaste da rotor da válvula rotativa de modo que permita a entrada de ar falso no filtro	- Substituição do rotor da válvula rotativa do filtro	bimestral
- Verificar presença de gaiolas danificadas que possam provocar furos nas mangas	- Substituir gaiolas danificadas	mensal
- Verificar presença de mangas impregnadas ou furadas que provoquem alta perda de carga ou passagem de pó para atmosfera.	- Troca de mangas furadas ou impregnadas (Ideal que após 18 a 24 meses seja realizada a troca geral do conjunto de mangas do filtro)	mensal
- Inspeção geral das válvula solenóides para verificar funcionamento das bobinas, presença de vazamento de ar, diafragmas rompidos, etc	- Manutenção ou troca dos componentes com defeito	semanal
- Verificar se as resistências elétricas das moegas estão funcionando corretamente	- Manutenção do sistema de aquecimento das moegas	quinzenal
- Verificar se há desgaste dos furos dos tubos injetores. Diâmetro nominal = 12 mm	- Substituição dos tubos injetores com furos desgastados	mensal
- Verificar ciclo de limpeza das mangas e funcionamento dos programadores eletrônicos	- Ajustar tempos para: Tempo de sopro (diafragma aberto): 80 a 100 ms Intervalo entre pulsos: 10 a 15 seg. ** IMPORTANTE: Os pulsos nunca poderão ocorrer ao mesmo tempo em duas	quinzenal
Ventiladores centrífugos		
- Desgaste das pás do rotor do ventilador centrífugo	- Programar troca do rotor para evitar baixo rendimento do sistema e avaliar o proque do desgaste do das pás do rotor	semanal
- Análise de vibração dos ventiladores	- Balanceamento do rotor	semanal
- Verificar abertura / fechamento das válvulas venezianas	- Manutenção da válvula, pistão de acionamento, mancais, etc	semanal
- Centralização do rotor em relação ao cone de entrada do ventilador e as folgas entre o cone e o rotor (Penetração = 5 a 7 mm) (Folga no diâmetro = 4 a 6 mm)	- Posicionar rotor em relação ao cone de entrada de acordo com as normas de ventilação	bimestral
- Verificar presença de furos / rasgos nas juntas flexíveis e se a junta flexível está "fechando" provocando aumento da perda de carga do ventilador	- Troca da junta flexível para evitar entrada de ar falso	mensal
- Inspeção de polias e correias (Desgaste, desalinhamento, etc)	Troca de polias e correias	semanal
- Verificar funcionamento da válvula veneziana dos ventiladores	- Manutenção do sistema de abertura e fechamento da válvula veneziana	semanal
- Inspeção dos mancais e rolamentos e sistema de controle de temperatura dos mancais.	- Lubrificação dos rolamentos, troca dos termopares caso necessário	mensal
- Inspeção da carcaça do ventilador	- Manutenção da carcaça do ventilador	semanal
Geral		
- Conservação dos equipamentos	- Limpeza, jateamento e pintura dos equipamentos	mensal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, tubulações, etc)	- Limpeza geral do sistema para evitar redução na eficiência de captação e filtragem	mensal

Tabela 25: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 08 e 10

PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL - SISTEMA DE CONTROLE 08 E 10		
INSPECIONAR	AÇÕES QUANDO NECESSÁRIO	Frequência
Tubulações		
- Presença de tubulações danificadas (furos, desgaste por abrasão, tubulações amassadas, portas de inspeção sem travamento, etc)	- Manutenção das tubulações para evitar entradas de ar falso ou aumento da perda de carga do sistema.	mensal
- Acúmulo / decantação de material particulado nas tubulações,	- Limpeza das tubulações	mensal
Filtro de mangas		
- Limpeza da grade do plenun de entrada do filtro	- Limpeza da grade de entrada para evitar entupimento	mensal
- Entrada de ar falso pelas portas ou furos na carcaça do filtro	- Eliminar entradas de ar falso no corpo do filtro de mangas	mensal
- Verificar se há entrada de ar falso pela válvula pendular	- Eliminar entrada de ar falso	semanal
- Verificar presença de gaiolas danificadas que possam provocar furos nas mangas	- Substituir gaiolas danificadas	mensal
- Verificar presença de mangas impregnadas ou furadas que provoquem alta perda de carga ou passagem de pó para atmosfera.	- Troca de mangas furadas ou impregnadas (Ideal que após 12 a 18 meses seja realizada a troca geral do conjunto de mangas do filtro)	mensal
- Verificar funcionamento do sistema de limpeza de mangas (Insuflador, válvula borboleta, carro de limpeza)	- Manutenção ou troca dos componentes com defeito	semanal
Ventiladores centrífugos		
- Desgaste das pás do rotor do ventilador centrífugo	- Programar troca do rotor para evitar baixo rendimento do sistema e avaliar o proque do desgaste do das pás do rotor	semanal
- Análise de vibração dos ventiladores	- Balanceamento do rotor	semanal
- Centralização do rotor em relação ao cone de entrada do ventilador e as folgas entre o cone e o rotor (Penetração = 5 a 7 mm) (Folga no diâmetro = 4 a 6 mm)	- Posicionar rotor em relação ao cone de entrada de acordo com as normas de ventilação	bimestral
- Verificar presença de furos / rasgos nas juntas flexíveis e se a junta flexível esta "fechando" provocando aumento da perda de carga do ventilador	- Troca da junta flexível para evitar entrada de ar falso	semanal
- Inspeção da carcaça do ventilador	- Manutenção da carcaça do ventilador	mensal
Geral		
- Conservação dos equipamentos	- Limpeza, jateamento e pintura dos equipamentos	mensal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, tubulações, etc)	- Limpeza geral do sistema para evitar redução na eficiência de captação e filtragem	mensal

Tabela 26: Plano de Inspeção e Manutenção dos ECP do Sistema de controle 10

PLANO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL - SISTEMA DE CONTROLE 09		
INSPECIONAR	AÇÕES QUANDO NECESSÁRIO	Frequência
Tubulações		
- Presença de tubulações danificadas (furos, desgaste por abrasão,	- Manutenção das tubulações para evitar entradas de ar falso ou aumento da perda	mensal
- Acúmulo / decantação de material particulado nas tubulações, plenuns de entrada e saída	- Limpeza das tubulações	mensal
- Funcionamento dos cilindros (pistão, mangueiras, válvulas, bobinas) das entradas de ar falso	- Manutenção dos cilindros e acessórios	semanal
- Cabos de aço / berços de sustentação das coifas e tubulações	- Reforço/ substituição dos cabos de aço ou berços de sustentação	mensal
Filtro de mangas		
- Desgaste da chapa de impacto ou suportes da chapa de impacto	- Manutenção ou substituição das partes com desgaste	mensal
- Entrada de ar falso pelas portas ou furos na carcaça do filtro	- Eliminar entradas de ar falso no corpo do filtro de mangas	mensal
- Avaliar desgaste das roscas transportadoras	- Manutenção ou substituição da rosca transportadora	semanal
- Verificar se há desgaste da rotor da válvula rotativa de modo que permita a entrada de ar falso no filtro	- Substituição do rotor da válvula rotativa do filtro	semanal
- Verificar presença de gaiolas danificadas que possam provocar furos nas mangas	- Substituir gaiolas danificadas	mensal
- Verificar presença de mangas impregnadas ou furadas que provoquem alta perda de carga ou passagem de pó para atmosfera.	- Troca de mangas furadas ou impregnadas (ideal que após 18 a 24 meses seja realizada a troca geral do conjunto de mangas do filtro)	mensal
- Inspeção geral das válvula solenóides para verificar funcionamento das bobinas, presença de vazamento de ar, diafragmas rompidos, etc	- Manutenção ou troca dos componentes com defeito	semanal
- Verificar se há desgaste dos furos dos tubos injetores.	- Substituição dos tubos injetores com furos desgastados	mensal
- Verificar ciclo de limpeza das mangas e funcionamento dos programadores eletrônicos	- Ajustar tempos para: Tempo de sopra: 80 a 100 ms Intervalo entre pulsos: 10 a 12 seg. ** IMPORTANTE: Os pulsos nunca poderão ocorrer ao mesmo tempo em duas	quinzenal
Ventiladores centrifugos		
- Desgaste das pás do rotor do ventilador centrifugo	- Programar troca do rotor para evitar baixo rendimento do sistema e avaliar o proque do desgaste do das pás do rotor	semanal
- Inspeção de polias e correias (Desgaste, desalinhamento, etc)	- Troca das polias e/ou correias para evitar a redução da eficiência do ventilador	mensal
- Análise de vibração dos ventiladores	- Balanceamento do rotor	semanal
- Verificar abertura / fechamento das válvulas venezianas	- Manutenção da válvula, pistão de acionamento, mancais, etc	semanal
- Centralização do rotor em relação ao cone de entrada do ventilador e as folgas entre o cone e o rotor (Penetração = 5 a 7 mm) (Folga no diâmetro = 4 a 6 mm)	- Posicionar rotor em relação ao cone de entrada de acordo com as normas de ventilação	bimestral
- Verificar presença de furos / rasgos nas juntas flexíveis e se a junta flexível está "fechando" provocando aumento da perda de carga do ventilador	- Troca da junta flexível para evitar entrada de ar falso	mensal
- Inspeção da carcaça do ventilador	- Manutenção da carcaça do ventilador	mensal
Geral		
- Conservação dos equipamentos	- Limpeza, jateamento e pintura dos equipamentos	mensal
- Limpeza geral do equipamento (moegas, roscas, válvulas, tubulações, etc)	- Limpeza geral do sistema para evitar redução na eficiência de captação e filtragem	mensal

ANEXO C – FICHA DE CAMPO PARA ANÁLISE DAS EMISSÕES EM
CHAMINÉ E INSTRUÇÃO DE PREENCHIMENTO DA FICHA DE
CAMPO.

AMOSTRAGEM EM CHAMINÉS

FICHA DE CAMPO

TÉCNICO RESPONSÁVEL	
DATA E HORA DA AMOSTRAGEM	
LOCAL	
PROCESSO AMOSTRADO	
SISTEMA DE CONTROLE	

MANUNTEÇÃO

1	A manutenção está sendo realizada conforme o previsto no Plano de Inspeção e Manutenção dos Equipamentos de Controle Ambiental*?	
2	Houve troca de 100% das mangas nos últimos 3 meses?	

* O Plano de Inspeção e Manutenção encontra-se no Anexo A do Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas.

OPERAÇÃO DA UNIDADE PRODUTIVA

3	Em que faixa de trabalho o equipamento opera neste momento? *	
4	Esta faixa condiz com o que foi estipulado no Plano de Monitoramento de Emissões?*	
5	Quais matérias-primas/combustíveis estão sendo utilizados na operação?	
6	Se existir combustível, qual a quantidade que está sendo utilizada por carga?	
7	Qual o valor dos parâmetros operacionais (perda de carga e temperatura) do equipamento de controle neste momento?	
8	Os parâmetros operacionais encontram-se dentro do determinado na Instrução de Trabalho do equipamento?	

* verificar a Tabela 13: Condições do sistema produtivo durante a realização da amostragem.

CARACTERÍSTICAS DO FLUXO

9	Número de pontos que serão amostrados?	
10	Qual inclinação média foi encontrada na análise do cicloneamento do fluxo?	

AMOSTRAGEM EM CHAMINÉS

ORIENTAÇÕES DE PREENCHIMENTO DA FICHA DE CAMPO

Este documento visa auxiliar o técnico no preenchimento da ficha de campo da amostragem de chaminés. A ficha de campo deve ser preenchida antes da amostragem em chaminé. O preenchimento da ficha visa verificar se a operação do Sistema de Controle Ambiental a ser monitorado está ocorrendo de acordo com o previsto no Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas.

As informações requeridas são divididas em 3 itens:

Manutenção:

A manutenção dos equipamentos influencia diretamente nas condições das emissões em chaminé. Pode causar variação tanto na concentração de poluentes quanto nas características do fluxo e vazão. Deve-se verificar se as operações de manutenção dos Sistemas de controle Ambiental estão ocorrendo de acordo com o planejado em rota, e sem atrasos. Deve-se garantir que durante os três meses anteriores à amostragem não houve troca de 100% das mangas. Caso exista dúvida, o Plano de Inspeção e Manutenção dos Equipamentos de Controle Ambiental encontra-se no Anexo A do Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas.

Operação da unidade produtiva:

O questionário a respeito da operação da unidade produtiva visa verificar se o funcionamento das operações, assistidos pelo Sistema de Controle Ambiental, trabalham na faixa normal a alta pré-determinada no Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas. Os valores que devem servir de referência para classificar as atividades como normais encontram-se na Tabela 13: Condições do sistema produtivo durante a realização da amostragem. do Plano. A quantidade de combustíveis utilizados servirá para futuras determinações das taxas de emissão. A verificação dos parâmetros operacionais garante que os equipamentos de controle de poluição estão funcionando dentro de sua atividade normal. Os padrões de referência encontram-se nas Instruções de Trabalho dos equipamentos produtivos.

Características do fluxo:

A verificação do ciclonamento do fluxo é procedimento é obrigatório, conforme determinado pela norma CETESB L9.221 e NBR 10701. O resultado deste deve ser anotado para monitoramento das condições do fluxo da chaminé.

É preciso lembrar que, embora todas as operações analisadas acima correspondam à atividade normal da indústria, é necessário evitar que uma situação atípica, e não representativa do sistema, seja amostrada erroneamente. O cumprimento destas condições garante que a amostragem seja representativa para o período de campanha.

ANEXO D – MODELO DE RELATÓRIO DA ANÁLISE DO
MONITORAMENTO DESCONTÍNUO DE EMISSÕES DAS CHAMINÉS
DA FUNDIÇÃO.

LOGO FUNDIÇÃO	Nome, endereço, telefone e e-mail da Fundação	LABORATÓRIO QUÍMICO
------------------	--	---------------------

PREENCHIDO PELO RESPONSÁVEL TÉCNICO	
RESPONSÁVEL:	FONE: E-mail:
DESCRIÇÃO DA ANÁLISE	
Determinação da concentração e taxa de emissão de Material Particulado, Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO ₂), Trióxido de Enxofre (SO ₃) e Óxidos de Nitrogênio.	
PROCESSO AVALIADO	
DESCRIÇÃO:	Sistema de despoejamento do processo de fusão do Forno Cubilô
EQUIPAMENTOS DE CONTROLE:	Filtro de Mangas
COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS NO PROCESSO	Carvão Coque
MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS NO PROCESSO	Sucata de ferro, ferro gusa, ligas metálicas.
CARACTERÍSTICAS DA CHAMINÉ	
GEOMETRIA/ SECÇÃO DE FLUXO	Circular
DIÂMETRO INTERNO (m)	2
CARACTERÍSTICA DE FLUXO	Vertical
LATITUDE (UTM)	718814
LONGITUDE (UTM)	7090401
ALTITUDE (m)	26,30

RELATÓRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

AMOSTRAGEM	
DATA E HORA DA COLETA:	03/03/2009- 13:30 Local: Unidade X
APARELHOS UTILIZADOS:	ORSAT, CIPA e TEMPEST
METODOLOGIA DE ANÁLISE:	
L9.210 – Análise dos Gases de Combustão Através do Aparelho ORSAT	
L9.221 – Determinação dos Pontos de Amostragem	
L9.222 – Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases	
L9.223 – Determinação da Massa Molecular Seca e do Excesso de Ar do Fluxo Gasoso	
L9.224 – Determinação da Umidade dos Efluentes	
L9.225 – Determinação de Material Particulado	
L9.228 – Determinação de Dióxido de Enxofre e de Névoas de Ácido Sulfúrico e Trióxido de Enxofre	
IT 613 – LAB – Operação do Analisador de Gases Tempest -100	
EQUIPE TÉCNICA:	

RESUMO DOS RESULTADO					
DADOS GERAIS		1ª COLETA	2ª COLETA	3ª COLETA	MÉDIA*
Temperatura média dos gases na chaminé (° C)					
Umidade dos gases (% vol)					
Velocidade média do gás (m/s)					
Vazão volumétrica média do gás na condição da chaminé (m ³ /h)					
Vazão volumétrica média do gás seco, condição normal (Nm ³ /h)					
PARÂMETROS		1ª COLETA	2ª COLETA	3ª COLETA	MÉDIA*
Material Particulado	Concentração (mg/Nm ³)				
	Taxa de emissão (kg/h)				
Dióxido de Enxofre	Concentração (mg/Nm ³)				
	Taxa de emissão (kg/h)				
Trióxido de Enxofre	Concentração (mg/Nm ³)				
	Taxa de emissão (kg/h)				
Óxido de Nitrogênio	Concentração (mg/Nm ³)				
	Taxa de emissão (kg/h)				
Monóxido de Carbono	Concentração (mg/Nm ³)				
	Taxa de emissão (kg/h)				
Dióxido de Carbono	Concentração (mg/Nm ³)				
	Taxa de emissão (kg/h)				
Compostos Orgânicos Voláteis	Concentração (mg/Nm ³)				
	Taxa de emissão (kg/h)				
Isocinética %					
Análise dos metais contidos nos particulados					

*média aritmética

NOTA: ND – Não Detectado / NA – Não Avaliado

CONCLUSÃO	
Neste campo é preenchido se a chaminé atendeu ou não aos requisitos legais determinados pelo órgão ambiental.	
OBSERVAÇÕES	
DATA	ASSINATURA RESPONSÁVEL TÉCNICO

