

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
WELLINGTON LISBOA GOUVEA DA SILVA

N. CLASS.	M 628.53
CUTTER	S586m
ANO/EDIÇÃO	2012

MONITORAMENTO DOS EFLUENTES ATMOSFÉRICOS EM CHAMINÉS
INDUSTRIAIS DO RAMO AUTOMOBILÍSTICO

Varginha
2012

FEPESMIG

WELLINGTON LISBOA GOUVEA DA SILVA

**MONITORAMENTO DOS EFLUENTES ATMOSFÉRICOS EM CHAMINÉS
INDUSTRIAIS DO RAMO AUTOMOBILÍSTICO**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação da prof^o Fabiano Farias de Oliveira.

Varginha
2012

FEPESMIG

WELLINGTON LISBOA GOUVEA DA SILVA

**MONITORAMENTO DOS EFLUENTES ATMOSFÉRICOS EM CHAMINÉS
INDUSTRIAIS DO RAMO AUTOMOBILÍSTICO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia
Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas,
como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel
pela Banca Examinadora composta por:

Aprovado em / /

Prof. Ms. Alexandre Lopes (coordenador):

Prof. Erik Vitor da Silva

Prof. Guedes:

Obs.:

Dedico este trabalho primeiramente a minha família, aos professores do Centro Universitário do Sul de Minas, aos sinceros amigos de classe e a todos que contribuíram para o bom desenvolvimento deste.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força, saúde, e determinação, também aos meus pais Carlos e Ione, a meu irmão Rodrigo e a minha namorada Leticia pelo apoio, e aos professores que contribuíram para a realização deste.

*“Intenção sem ação é ilusão. Ouse fazer
e o poder lhe será dado.”*

Lair Ribeiro.

RESUMO

No presente projeto de pesquisa é realizado um monitoramento de efluentes atmosféricos em uma fonte estacionária, executado em uma empresa da região no setor de Pintura Automática, onde é apresentada uma comparação dos resultados obtidos em relação à legislação vigente em Minas Gerais, onde as normas são exibidas durante o trabalho. Demonstrando ainda os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde do homem, em relação a fauna e flora e sobre os materiais. Apresentando os principais poluentes e alguns fatos ocorridos no Brasil e no mundo relacionados a poluição atmosférica.

Palavras-chave: Monitoramento de efluentes atmosféricos. Legislação vigente. Poluição atmosférica.

ABSTRACT

In this research project is conducted atmospheric monitoring effluent in a stationary source, runs a company in the region in the field of Auto Painting, which shows a comparison of the results in relation to current legislation in Minas Gerais, where the rules are displayed during the work. Demonstrating further the effects of air pollution on human health in relation to flora and fauna and on the materials. Featuring major pollutants and some events that occurred in Brazil and around the world related to air pollution.

Keywords: Monitoring of atmospheric effluents. Legislation. Smog.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Esquema figurativo do transporte de poluentes na atmosfera.....	15
Figura 2 – Microscopia – Particula caracteristica da queima do oleo diesel	17
Figura 3 – Fonte de emissão atmosferica de NO _x	18
Figura 4 – Fontes de emissão amosferica de VOC.....	20
Figura 5 –Sistema respiratório humano.....	22
Figura 6 – Desgaste do aço exposto à diferentes niveis de de poluição atmosféricas	23
Figura 7 – Cabine de Pintura Automatica.....	29
Figura 8 – CIPA.	30
Figura 9 – Monitoramento chamine da empresa estudada.....	31
Figura 10 – Cabinede Pintura Automática.....	32
Figura 11 – Cabine de Pintura Automática - Pistolas	33
Figura 12 – Amostragens Material Particulado.....	34
Figura 13 – Amostragens Compostos Orgânicos Voláteis	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química do ar seco	14
Tabela 2 – Padrão de emissão de poluentes atmosféricos –Atividade Fabrica de cimento	30
Tabela 3 – Padrão de emissão de poluentes atmosféricos.....	31
Tabela 4 – Relatório de Ensaio em amostras de emissões Atmosféricas.....	32
Tabela 5 – Material Particulado.....	32
Tabela 6 – Compostos Orgânicos Voláteis - VOC	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	12
2.1 Monitoramento de efuentes atmosféricos	12
2.2 Atmosfera Atual	13
2.3 Definição de poluição Atmosferica	14
2.4 Transporte de Poluentes	15
2.5 Classificação Dos poluentes Atmosféricos	16
2.5.1 Origem.....	16
2.5.2 Estado da materia	16
2.6 Principais poluentes atmosfericos	16
2.6.1 Material Particulado (MP).....	16
2.6.2 Oxidos de enxofre	17
2.6.3 Oxidos de Nitrogenio	18
2.6.4 Monoxido de Carbono.....	18
2.6.5 Compostos Orgânicos	19
2.7 Efeitos da poluição atmosferica	21
2.7.1 Sobre a saúde humana.....	21
2.7.2 Sobre a flora e fauna	12
2.7.3 Sobre os materiais	23
2.8 Legislação sobre a poluição atmosferica	23
2.9 Controle de emissões Atmosfericas.....	24
2.10 Monitoramento das Emissões atmosfericas Industriais	24
2.11 Monitoramento das Emissões atmosfericas	24
2.12 Monitoramento Manual das emissões atmosfericas.....	25
3 PROCESSO MONITORADO	28
3.1 Equipamentos Utilizados	28
3.2 Legislação Vigente Utilizada	30
3.3 Realização do Monitoramento	31
4 RESULTADOS OBTIDOS	36
5 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38
ANEXO	39

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais estamos expostos diariamente à poluição vinda de diversas fontes. Que nos afeta de diversas maneiras, seja na nossa saúde, nas mudanças climáticas, sobre a fauna e a flora, nos materiais expostos a poluição.

É importante que tenhamos conhecimento e controle sobre a poluição que emitimos para o ambiente, a fim de evitarmos problemas decorrentes da ação do homem sobre o planeta. E para isso foram criadas legislações com o intuito de controlar a poluição emitida.

Onde para as indústrias várias são as legislações e normas, variando no nosso país de estado para estado. Onde temos a obrigatoriedade que todas as indústrias, para poder ter seu funcionamento regulamento devem realizar o monitoramento de seus efluentes atmosféricos, a fim de verificar o atendimento as legislações em vigor de acordo com a sua região.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar uma fonte estacionaria (chaminé) de uma empresa da cidade de Varginha, Sul de Minas Gerais, do ramo automotivo. Onde devido aos vários processos produtivos diferenciados que a empresa possui, foi escolhido como objeto de estudo o processo de pintura automotiva automatizada. Visto que o monitoramento realizado é basicamente o mesmo para as demais fontes estacionarias da empresa em estudo.

Este monitoramento apresenta valores reais, de uma forma extremamente próxima ao realizado por empresas particulares, que são contratadas para realizarem campanhas e emitirem o relatório dos valores obtidos fazendo um comparativo com os valores legislativos.

Os resultados obtidos nas campanhas de monitoramento, como é o objeto de estudo deste trabalho, dirá se a indústria em questão está atendendo as normas, ou deverá alterar seu processo e/ou acrescentar equipamentos, a fim de ter seus valores de emissão reduzidos para atendimento dos valores estabelecidos pelos requisitos governamentais.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Monitoramento de Efluentes atmosféricos

Segundo Macintyre (1990), monitorização de gases é a operação de determinar através de aparelhos especiais, as taxas e os níveis de gases existentes no ar, a fim de verificar se encontram-se abaixo ou acima dos limites estabelecidos por lei ou recomendados por normas consagradas.

Durante este trabalho será apresentado os problemas relacionados à poluição atmosférica, além das legislações que a regem, e exposto um monitoramento realizado numa empresa da região mostrando um comparativo entre o resultado obtido e a legislação vigente.

Em alguns casos, a medição dos teores gasosos é realizada no recinto ou local onde existem pessoas trabalhando nas proximidades do equipamento ou instalação que provoca a poluição. Em outros, pretende-se conhecer os níveis dos gases, particulados e vapores externamente às edificações industriais, na saída das chaminés, nos limites da área industrial ou fora dela, para uma avaliação dos riscos a que os empregados na indústria ou os moradores e a população em áreas vizinhas ou próximas possam vir a estarem sujeitos. A falta ou deficiência de tratamento dos expelidos pode afetar locais relativamente afastados, ampliando o campo dos malefícios da poluição atmosférica. (MACINTYRE, 1990, p.370).

O monitoramento é uma importante ferramenta de trabalho para a avaliação de uma fonte potencialmente poluidora, uma área possível de impactação, um corpo receptor relevante ou levantamento de dados para controle de um processo produtivo.

A necessidade do monitoramento pode ser definida por uma solicitação do órgão ambiental de controle para a obtenção de licença de instalação, licenças de operação ou atendimento à condicionante.

Segundo Rao (1991), ao longo dos anos muitos foram os problemas que aconteceram no mundo relacionado à poluição atmosféricas.

1930 – Vale do Rio Meuse (Bélgica) – Nevoeiro intenso somado com inversão térmica impediu dispersão atmosférica, região muito industrializada.

Dificuldades de respiração e olhos irritados no 3º dia e 60 óbitos no 4º e 5º dia. Autópsias revelaram afeções brônquicas e lesões no tecido, explicadas somente pela presença de SO e vapores de H₂SO₄.

1948 – Sonora, Pensilvânia (EUA) – Forte inversão térmica durante cinco dias em região metalúrgica. Com 20 óbitos e 6.000 dos 14.000 habitantes tiveram irritação nos olhos, náuseas, dificuldades respiratórias.

1976 – Sevem (Itália) – Explosão de um reator ocasionou a liberação de uma nuvem de partículas sedimentáveis e grande quantidade de dioxinas numa área de 1.430 hectares.

Tiveram 187 casos de problemas de pele devido ao contato com substâncias cloradas; 32 abortos oficiais; 15 casos de deformação fetal; seis casos de nascimento prematuro; Diarreia.

1984 – Boal (Índia) – Falha no sistema de purificação dos Gases liberou 30 t de metil isocianato.

2.500 óbitos estimados; vômitos; conjuntivite; problemas cardíacos.

Segundo Baroncelli (1988), no Brasil também aconteceram incidentes, como exemplo os registrados em 1952 em Bauru – São Paulo, onde tiveram 150 casos de doenças respiratórias agudas provocadas por alergia ao pó de semente de mamona usada numa fábrica de óleo, na ocasião foram constatadas 9 mortes associadas ao fato.

Muitas regiões urbano-industriais no nosso país encontra-se com suas atmosferas comprometidas pela poluição. A cidade de Cubatão – São Paulo, em particular transformou-se, senão no maior, certamente num dentre os mais graves problemas de poluição do ar do Brasil. Este caso de Cubatão teve suas causas:

- na grande concentração de indústrias proporcionando uma significativa emissão de poluentes atmosféricos;

- na situação geográfica que desfavorece a dispersão de poluentes atmosféricos. Como conseqüências, graves problemas respiratórios da população e danos à reserva florestal da Serra do Mar.

Os poluentes emitidos causam danos à flora e fauna e agride os materiais, e principalmente atinge a saúde, causando problemas respiratórios.

“As conseqüências de uma poluição em larga escala, dependendo naturalmente do poluente, podem manifestar-se sob a forma de graves doenças, entre as quais podem ser mencionadas:

- enfisema pulmonar e outras afecções bronco pulmonares;
- hipertensão arterial;
- doenças do fígado;
- Doenças dos olhos e irritação das mucosas;
- Doenças do sistema nervoso central;
- dermatites;
- câncer da pele (pele de jacaré)
- anomalias congênitas
- alteração de fertilidade no e na mulher.” (MACINTYRE, 1990, p.2).

2.2 Atmosfera atual

Segundo Rao (1991), como podemos ver na Tabela, a atmosfera é composta basicamente dos gases Nitrogênio (N_2) e Oxigênio (O_2), o N_2 , maior constituinte, contribui com cerca de 80 %v/v enquanto que o O_2 contribui com aproximadamente 20,95 %v/v. No restante, cerca de 1 %v/v, encontramos Argônio (Ar), CO_2 , Neônio (Ne), Xenônio (Xe), Hélio (He), Metano (CH_4), Kriptônio (Kr), dióxido de nitrogênio (NO_2) e Dióxido de enxofre (SO_2), Hidrogênio (H_2), dentre outros.

Tabela 1 – Composição química do ar seco

Gás	Composição (%volume/volume)
Nitrogênio (N_2)	78,09%
Oxigênio (O_2)	20,95%
Argônio (Ar)	0,93%
Dióxido de carbono (CO_2)	0,033%
Neônio (Ne)	18 ppm
Hélio (He)	5 ppm
Kriptônio (Kr)	1 ppm
Xenônio (Xe)	0,09 ppm
Metano (CH_4)	1,5 ppm
Monóxido de carbono (CO)	0,1 ppm
Hidrogênio (H_2)	0,5 ppm

Fonte: (RAO, 1991, p.64).

2.3 Definição de poluição atmosférica

Existem diversas definições à respeito da poluição atmosférica, cada uma delas abordando aspectos diferenciados. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, Poluição atmosférica é a presença de um ou mais poluentes atmosféricos.

Já o Conselho Nacional de Meio Ambiente, o CONAMA, define que poluição atmosférica é qualquer alteração das qualidades físicas, químicas ou biológicas que possam:

- prejudicar a saúde ou bem-estar da população;
- criar condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- ocasionar danos relevantes à flora, à fauna e a qualquer recurso natural;
- ocasionar danos relevantes aos acervos histórico, cultural e paisagístico”.

De acordo com o conselho da Europa - 1967, poluição atmosférica pode ser definida como: “Há poluição do ar quando a presença de uma substância estranha ou uma variação

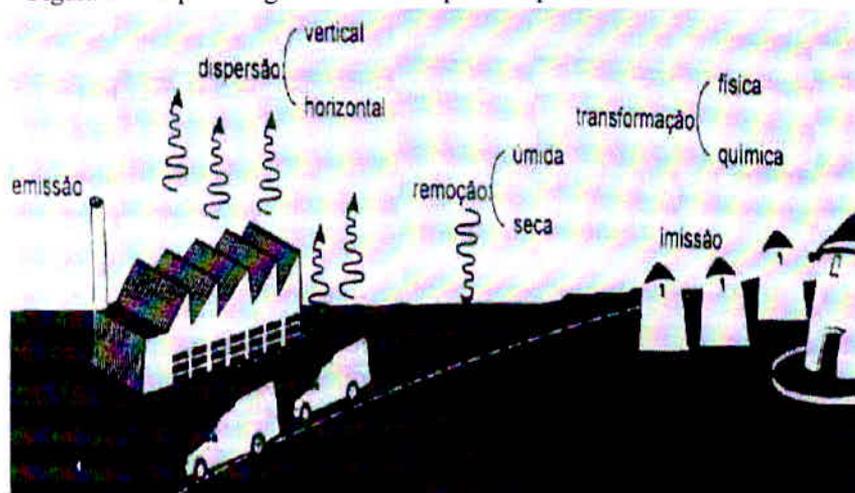
importante de seus constituintes é suscetível de provocar um efeito perturbador ou de criar incômodo - considerando os conhecimentos científicos do momento”.

2.4 Transporte de poluentes na atmosfera

Segundo Caldeira (1995), para poder abordar o problema da poluição atmosférica de maneira simplificada, deve-se destacar a fonte emissora e o corpo receptor que são respectivamente a emissão e a imissão. Onde a emissão é o lançamento do poluente para a atmosfera que pode ser exemplificado por uma chaminé emitindo fumaça ou pelo escapamento de veículos automotores. Já a imissão é a recepção deste poluente por um corpo receptor que pode ser o homem, um monumento histórico ou uma floresta.

Podemos observar na figura abaixo o que pode acontecer com um poluente ao ser lançado na atmosfera. O poluente pode ser transportado para outras localidades, dependendo das suas propriedades.

Figura 1 – Esquema figurativo do transporte de poluentes na atmosfera



Fonte: (CALDEIRA, 1995,p.86).

Os poluentes contidos no ar ambiente deverão ser analisados de forma específica, sob o aspecto quantitativo e também qualitativo, baseando-se na sua toxicidade, seus efeitos sinérgicos e na área de sua interferência. A emissão de um determinado poluente terá efeitos diferenciados se lançados, num vale ou depressão, numa planície ou numa área urbana. É diferente o comportamento de um determinado poluente diante de uma topografia que dificulta a dispersão (vale) e outra que facilita (planície).

Quando desejamos obter informações tecnicamente sustentadas do poluente contido no ar ambiente, precisamos atrelar ou vincular uma situação de referência cujo número de parâmetros considerados nos informará quão precisos serão nossos resultados. Dados

meteorológicos como temperatura, pressões, insolação, radiação, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos além da topografia do terreno. As características da fonte emissora do poluente também são significativamente importantes tais como: altura efetiva de lançamento dos gases, a temperatura da corrente gasosa e também a sua carga de poluentes.

Esses parâmetros dão subsídios para os cálculos de dispersão de poluentes e também para implantação e operação das redes de monitoramento ambiental.

Fica claro que um poluente após ser lançado na atmosfera possuirá um tempo de permanência na massa gasosa dependente de suas características físico-químicas e também de variações topográficas e climáticas.

2.5 Classificação dos poluentes atmosféricos

2.5.1 Origem

Segundo Baroncelli (1999) os poluentes podem ser divididos em duas classes: Poluentes Primários e Poluentes Secundários.

- Primários: são aqueles lançados diretamente pelas fontes de emissão. Ex: Material particulado (MP), Dióxido de enxofre (SO_2), Dióxido de nitrogênio (NO_2).

- Secundários: são aqueles que são formados na atmosfera, através de reações entre os poluentes primários e/ou compostos naturais presentes na atmosfera. Ex: Trióxido de enxofre (SO_3) e Ozônio (O_3).

2.5.2 Estado da Matéria

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados em função da sua presença na fase particulada ou fase gasosa.

Pode-se dar destaque aos seguintes poluentes presentes na fase particulada: material particulado, metais, compostos orgânicos de alto peso molecular e sais.

Os principais poluentes gasosos encontrados na atmosfera são o SO_x , NO_x e suas derivações reativas, CO e compostos orgânicos com baixo peso molecular.

2.6 Principais poluentes atmosféricos

2.6.1 Material Particulado (MP)

Segundo Baroncelli (1999), o material particulado pode ser definido como material particulado qualquer material sólido ou líquido, cujas dimensões são menores do que 1.000 μm .

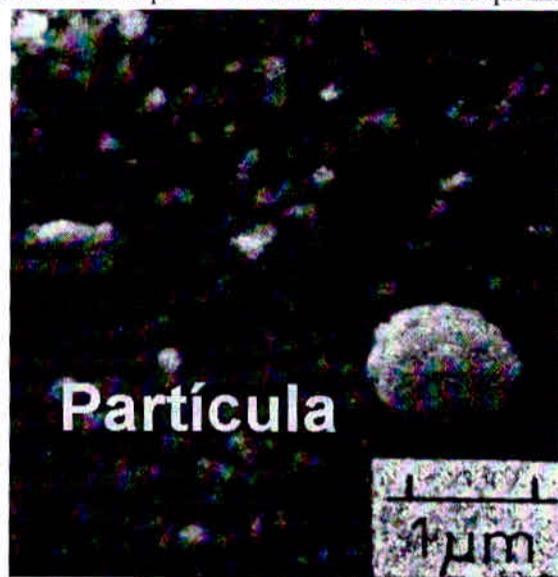
Como poderá ser visto mais adiante, este é um dos materiais que será monitorado na chaminé em estudo.

O material particulado possui origens diversas; causas naturais (vulcões, ventos), e da atividade antrópica (indústrias transportes, minerações, combustão) e devido a este fato é uma mistura complexa de substâncias inorgânicas e orgânicas.

O efeito do material particulado no ser humano depende basicamente da concentração, do tempo de exposição, do tamanho da partícula e da natureza química dela.

Como a dimensão, ou tamanho, é um dos fatores mais significativos no efeito do material particulado no ser humano; geralmente este é classificado e reconhecido através do tamanho médio do seu diâmetro. Na Figura abaixo podemos observar a característica de uma partícula proveniente da combustão de óleo diesel.

Figura 2 -Microscopia – Partícula característica da queima do óleo diesel



Fonte: (BARONCELLI, 1999,p.112).

2.6.2 Óxidos de enxofre (SO)

Compreendem as fórmulas químicas do Dióxido e Trióxido de enxofre (SO_2 e SO_3 respectivamente).

O SO_2 é um gás incolor e de odor picante. Devido sua característica hidrófila, o SO_3 reage com a umidade do ar formando o Ácido sulfúrico (H_2SO_4). Devido a sua densidade o H_2SO_4 precipita-se provocando grandes danos ambientais com seu poder corrosivo.

No ambiente a transformação do SO_2 para SO_3 não acontece facilmente, pois esta reação depende de grande quantidade de energia e de catalisadores.

Nos processos industriais (combustão) essa reação é facilitada pelas altas temperaturas, umidade e presença de catalisadores como o Pentóxido de vanádio (V_2O_5).

Basicamente as origens da formação dos óxidos de enxofre são:

- Queima de combustíveis fósseis;
- Refino de petróleo e seus derivados;
- Fabricação de ácido sulfúrico;
- Indústria de celulose;
- Indústria açucareira.

A emissão estimada no planeta é de 100 milhões de toneladas sendo:

- 60% provenientes da queima de carvão;
- 30% da queima de petróleo;
- 10% das indústrias.

A presença de SO_x atmosfera contribui para o aparecimento das deposições ácidas e seu efeito corrosivo danifica monumentos, construções, estruturas metálicas, fauna, flora e a saúde do humana.

2.6.3 Óxidos de nitrogênio (NO_x)

Os principais compostos são NO , NO_2 . Desses compostos apenas o NO_2 é considerado um poluente. É um gás alaranjado como dor irritante. Reage com água para a formação do ácido nítrico, é corrosivo e com suas características ácidas, o NO_2 participa na formação de deposições ácidas além de ser um importante componente na formação do Smog fotoquímico.

Segundo Usepa (1999), óxidos de nitrogênio têm sua origem em diversos setores. Na Figura abaixo podemos observar que os veículos representam quase a metade de todas as emissões para a atmosfera. E o restante é representado pelas emissões industriais.

Figura 3 - Fontes de emissão atmosférica de NO_x



Fonte: (USEPA, 1999, p. 96).

A origem da formação do NO_x basicamente se deve ao processo de combustão e na fabricação de ácido nítrico. Na combustão, necessita-se de oxigênio presente no ar atmosférico que possui também N₂. Normalmente os combustíveis não possuem N na sua composição básica. Sendo assim, a formação do NO se deve ao incremento do ar na combustão. Grandes fontes de emissão são veículos e caldeiras utilizando combustíveis fósseis.

2.6.4 Monóxido de carbono (CO)

Gás inodoro, incolor e altamente asfíxiante competindo com o oxigênio carregado pela hemoglobina formando a carboxihemoglobina. É um subproduto de combustão incompleta de processos industriais. Nos alto-fornos o teor de CO nos gases de podem variarem de 18 % a 26 %. É um dos principais poluentes em áreas urbanas, devido sua emissão por veículos automotores. Possui peso molecular próximo ao do ar atmosférico, pouco reativo proporcionando-lhe uma estabilidade elevada no ambiente.

2.6.5 Compostos orgânicos

Os compostos orgânicos possuem em sua composição básica carbono e hidrogênio. Sua associação ao S, Cl, F, e, O; produz um número significativo de derivados. Esses podem ser divididos em duas classes sendo elas: compostos orgânicos voláteis (VOC) e semivoláteis

(SVOC). Em função das particularidades de cada classe está apresentado as principais características que justificam esta divisão:

Compostos orgânicos voláteis como são encontrados nos processos de pintura, esse composto será monitorado durante a campanha, a fim de verificar seus níveis de emissão para o ambiente.

Possui as seguintes características:

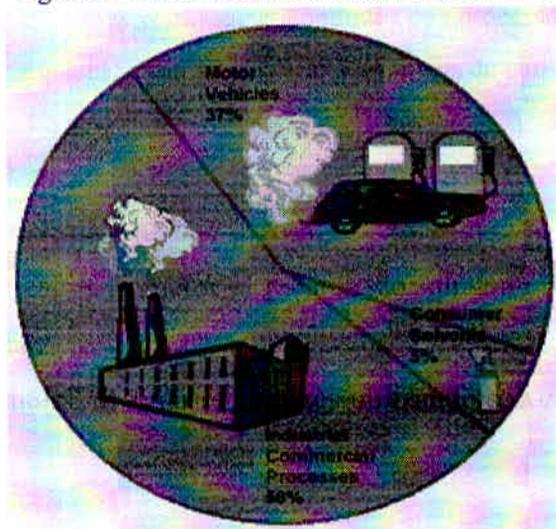
- Baixo ponto de ebulição $<130^{\circ}\text{C}$
- Geralmente se apresentam na fase gasosa;
- Pouco solúveis em água (somente os polares são solúveis);
- Odor característico;

- Processos de pintura, de tintas e vernizes utilizando solventes orgânicos combustão incompleta.

Origem- incineração e graxarias.

Nessa classe os mais conhecidos são: Benzeno, Tolueno, Xileno, (BTX), Metano, Etano, Butano (gás de cozinha), Acetona, Acetatos de etila e butila.

Figura 4 – Fontes de emissão atmosférica de VOC



Fonte: (USEPA, 1999, P.98).

Os Compostos orgânicos semivoláteis possuem como características:

- Alto peso molecular;
- Alto ponto de ebulição $>130^{\circ}\text{C}$
- Geralmente encontrado na fase sólida
- Pouco solúveis em água (somente os polares são solúveis);

Origem - combustão incompleta, incineração, sinterização, coqueificação.

Os mais conhecidos são: Fenol, Benzopireno, Dibenzoantraceno, Dioxinas.

2.7 Efeitos da poluição atmosférica

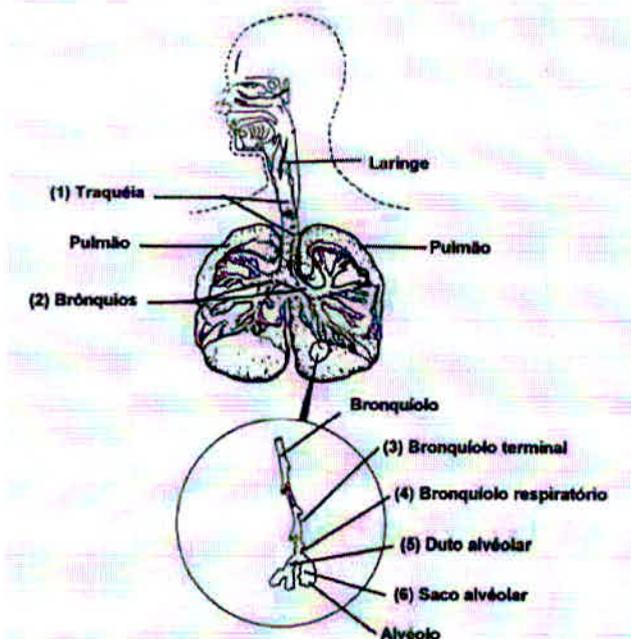
2.7.1 Sobre a saúde humana

Segundo Baroncelli (1999), os efeitos danosos à saúde humana estão correlacionados com a concentração, a toxicidade e o tempo de exposição em relação a determinado poluente. Quando se trata de partículas, as inaláveis provocam os maiores danos à saúde humana. Partículas entre 10 μm e 4 μm , ficam retidas no trato respiratório superior, através da Figura 6 pode-se dizer que elas ficam retidas até na Traquéia. As partículas menores do que quatro μm participam da respiração pulmonar e algumas delas $D < 2,5 \mu\text{m}$ podem ser absorvidas nos alvéolos pulmonares.

Segundo Baroncelli (1999), os poluentes podem atingir o trato digestivo após a inalação e acontecer deposição na parte superior do sistema respiratório com consequente ação ciliar em seguida são deglutidos. Depois de ingeridos serão metabolizados no fígado e distribuídos a outros órgãos. Como consequências poderão surgir doenças localizadas como cirroses, hepatites, e até câncer. Existem outras inúmeras reações que vão desde irritação das mucosas, aparecimento de processo alérgico, aumento de incidência de doenças respiratórias, alterações mutagênicas e falência de órgãos.

Alguns poluentes podem nos proporcionar uma ação defensiva fugindo do local afetado, evitando-se uma consequência maior. Outros inodoros e/ou de ação rápida não nos permite qualquer ação de salvamento como é o caso do CO e do gás cianídrico (HCN).

Figura 5 – Sistema respiratório humano



Fonte: (BARONCELLI), 1999, p.32)

2.7.2 Sobre a fauna e flora

De maneira similar ao que ocorre com a saúde humana a saúde da vegetação estará vinculada ao tempo de exposição e a concentração e características dos poluentes.

A deposição ou absorção de um poluente na superfície da planta juntamente com as condições climáticas podem afetar o seu metabolismo. Outras alterações como desidratação, mudança de coloração, alteração na taxa de crescimento e de produção podem surgir como consequência dessa poluição.

Em períodos de exposição longos, algumas espécies podem ser levadas a extinção mesmo com concentrações de poluentes abaixo dos limites de tolerância adotado pela legislação ambiental. Uma preocupação que devemos ter é com a contaminação de poluentes em áreas agrícolas e a probabilidade desses poluentes depositados e/ ou absorvidos passarem a fazer parte de a cadeia alimentar. Já houve casos de se constatar gado leiteiro com saturnismo (Pb) e fluoreto em urina de ovino.

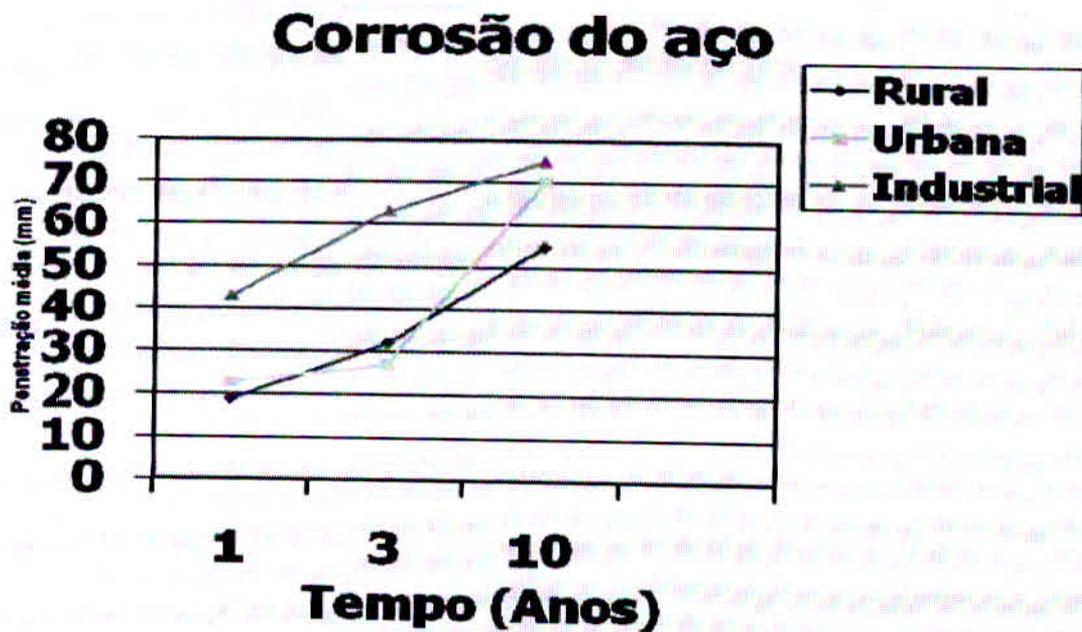
2.7.3 Sobre os materiais

Segundo Baird (2002), o material particulado somado à velocidade dos ventos provocará um efeito abrasivo danificando principalmente monumentos. Os gases ácidos, SO_2

e NO_2 em condições de alta umidade, exercerão seus efeitos corrosivos em estruturas metálicas e em construções.

Abaixo uma figura nos mostrando a influência da atmosfera poluída na corrosão do aço, onde podemos observar que no primeiro ano de exposição da peça de aço, o resultado da corrosão foi parecido na área urbana e na área rural, já na área industrial o resultado da corrosão foi pelo menos cerca de 2 vezes maior. No terceiro ano a situação se repetiu. Com a exposição do material durante 10 anos, o resultado observado na área industrial ainda foi superior aos demais, porém significativamente próximo do resultado encontrado para a peça exposta na área urbana. Já na área rural a corrosão foi menor cerca de 60% do que as demais.

Figura 6 – Desgaste do aço exposto à atmosferas com diferentes níveis de poluição atmosférica



Fonte: (BAIRD, 2002, p. 155)

2.8 Legislação sobre poluição atmosférica

Como intuito de garantir a qualidade do ar que respiramos foram adotadas duas formas de policiar a poluição atmosférica a primeira é fixar padrões de emissão atmosférica e a segunda é a fixação de padrões de qualidade do ar ou de imissão.

Normalmente, antes de se definir números ou padrões a serem seguidos, deve-se estabelecer um estudo criterioso levando em consideração os diversos setores geradores da poluição atmosférica. Este tipo de estudo é denominado inventário de fontes de emissão. Nele são levantados para cada tipo gerador de poluição atmosférica valores médios de

emissão que revelam a real situação de evolução tecnológica do tipo de indústria ou serviço. Possuindo estas informações é possível fixar padrões de emissão capazes de garantir a qualidade do ar e também passíveis de serem atingidos com a real situação tecnológica do parque industrial. Desta maneira os padrões podem ser atingidos sem inviabilizarem a existência da indústria. Onde no Brasil ainda existem poucos estudos neste sentido.

Com a crescente industrialização e como consequência inevitável de poluição atmosférica, o Brasil não pode esperar estudos complexos para o estabelecimento de padrões de emissão e também de qualidade do ar. A legislação brasileira iniciou seus trabalhos para definição de limites para alguns poluentes na década de 70.

Sabidamente os primeiros limites surgidos objetivaram a garantia da qualidade do ar. Isto significava dizer que, se uma determinada área, já estivesse com a qualidade do ar próxima do limite máximo tolerável não seria permitido que nenhuma outra empresa fosse montada naquela região.

A única falha desse passo tão importante, foi não atrelar o monitoramento ambiental ao monitoramento dos parâmetros meteorológicos. Se assim o fizesse já teríamos hoje dados capazes de conferir e projetar a evolução da poluição atmosférica, em muitas regiões brasileiras.

Posteriormente seguindo exemplo de outros países (EUA, países europeus) começou-se em alguns estados, a criação dos padrões de emissão para poluentes de fontes estacionárias. Com esta atitude descentralizada foram criadas legislações atendendo as particularidades de cada estado. É comum encontrar limites diferentes para um mesmo poluente de um estado para outro.

Na falta de um padrão de emissão ou de qualidade do ar na legislação brasileira os órgãos de controle normalmente recorrem a legislações internacionais. No caso da legislação mineira (FEAM/COPAM) adota como referência os valores estipulados pela legislação alemã (TA Luft). As principais fontes de consulta para definições dos limites para a poluição atmosférica são extraídas do CONAMA, das deliberações normativas COPAM e/ou normas CETESB.

2.9 Controle das Emissões Atmosféricas Industriais

Uma vez definido os índices a serem respeitados seja para fontes estacionárias e/ou qualidade do ar, a comparação com os resultados obtidos, nos monitoramentos torna-se obrigatória. Caso os valores reais ultrapassem os limites correspondentes, surgem à

necessidade de adequação, correções para a preservação ambiental. Algumas ações são mais simples e podem dar resultados substituindo apenas combustível, matérias primas ou até mesmo interferindo na modernização de processos e/ou equipamentos.

Em outros casos a correção não é tão simples em função das características do poluente, sua carga de emissão ou do local onde se encontram a fonte emissora e as consequências no ponto de emissão. Na implantação de um empreendimento ou no processo de operação corretiva todos os equipamentos de controle (descrição, projeto executivo e etc.) dependem da aprovação do órgão de controle ambiental para serem instalados e operados.

2.10 Monitoramento das Emissões atmosféricas

Segundo Macintyre (1990), toda empresa poluidora do meio ambiente terá de ter suas atividades licenciadas, onde necessidade do monitoramento pode ser definida por uma solicitação do órgão ambiental de controle para a obtenção de licença de instalação, licenças de operação ou atendimento à condicionante.

O monitoramento consiste na coleta e análises de uma amostra, uma alíquota do fluxo gasoso de forma representativa atendendo às normas de amostragens regulamentadas e ou aceitas pelo órgão de controle competente. Esse procedimento pode ser executado através de um sistema de medição automático ou manual. Variações de custos, facilidades ou dificuldades de avaliação dos poluentes são determinantes para a escolha da metodologia a ser adotada. Os resultados obtidos nesse tipo de monitoramento são passíveis de comparação com limites estipulados e/ou aceitos pela legislação ambiental vigente.

Quando se fala de monitoramento em fontes estacionárias, monitora-se um processo específico, de um ou mais poluentes. As variações destas emissões estarão sujeita apenas às variações de processo (capacidade, alteração de matérias primas e/ou desempenho de equipamentos). Caracteriza-se por amostragens periódicas, estratificadas, de curta duração quando realizadas por meio de métodos manuais. A frequência é previamente estipulada pelo órgão de fiscalização e pode variar de mensal até anual.

O monitoramento de fontes estacionárias tem geralmente como objetivo:

- Relatório para fins de fiscalização do órgão ambiental;
- Levantamento de informações de processo;
- Balanço de massa
- Balanço de energia
- Levantamento de informações de correntes gasosas;

- Dimensionamento de equipamento de controle
- Testes de verificação da eficiência de equipamentos de controle
- Testes de otimização das condições de combustão em caldeiras, fornos etc.
- Processos de auditorias externas e internas

Já o monitoramento da qualidade do ar tem geralmente como objetivo:

- Pesquisas científicas
- Levantamento de impacto ambiental (poucas medidas) ~20
- Monitoramento da qualidade do ar (Avaliação da qualidade do ar legal CONAMA

03/90), medir de 6 em 6 dias no mínimo 1 ano (Calendário fixo) 75% das medidas devem ser válidas.

2.11 Monitoramento manual das emissões atmosféricas

Para realização de um monitoramento manual das emissões atmosféricas que será o de mostrado a seguir, podemos dizer que é um trabalho significativamente complexo que necessita de profissionais extremamente capacitados e muita prática.

Existem alguns fatores importantes para a realização de testes de emissão atmosférica são eles: a adequação das condições de infraestrutura a mínima para o atendimento das condições de segurança e de amostragem, o levantamento de informações do processo à respeito da forma de operação (batelada ou contínuo) e também de variáveis importantes tais como: consumo de combustíveis e/ou matérias-primas, umidade, temperatura, produção e quais quer outros dados de significância.

Sob o aspecto de uma avaliação quantitativa o monitoramento fornece apenas resultado de concentração e/ou taxa de emissão sem se preocupar com as características químicas dos poluentes. Na determinação qualitativa, busca-se através de análises específicas a composição dos poluentes das amostras coletadas. A especificidade e abrangência para esse tipo de monitoramento dependem da complexidade requerida e/ou solicitada. A inconsistência ou mau dimensionamento de um monitoramento provoca prejuízos ambientais e financeiros. Um monitoramento tecnicamente sustentado passa por várias etapas que exige conhecimentos de quem se propõe a fazê-lo.

Uma amostragem de chaminé deve seguir etapas bem definidas tais como: levantamento de informações preliminares, amostragens de campo, análise das amostras, processamento dos resultados e emissão do relatório. Cada etapa tem suas características de duração, de controle de qualidade e de capacitação profissional requerida. Normalmente um

teste completo de avaliação da emissão de material particulado pode demorar até 10 dias úteis sendo:

- Amostragem de campo, que inclui: viajar até o local, montar o equipamento, fazer 3 coletas (triplicata), recuperar as amostras, desmontar o equipamento, descer da chaminé e encaminhar as amostras ao laboratório tem duração de 1 a 2 dias.
- Análise das amostras tem duração de aproximadamente 5 a 7 dias úteis dependendo da disponibilidade do laboratório;
- Processamento dos resultados e emissão do relatório tem duração de 1 a 2 dias.

Vários poluentes podem ser avaliados na emissão. Os mais comuns são:

- Material particulado;
- Óxidos de enxofre (SO_x);
- Óxidos de nitrogênio (NO_x);
- Orgânicos;
- Voláteis
- Semivoláteis
- Dioxinas e furanos
- Poliaromáticos (PAH)
- Monóxido de carbono (CO);
- Dióxido de carbono (CO₂)
- Ácido Clorídrico (HCl)
- Fluoretos (gasoso e particulado)
- Metais

Cada poluente deve ser amostrado e analisado de acordo com metodologias específicas e condizentes com o tipo de processo avaliado. No Brasil as principais normas para as amostragens de poluentes atmosféricos em fontes estacionárias, encontram-se disponíveis na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Companhia de Saneamento Básico (CETESB-SP). Todas essas normas são cópias ou adaptações das normas americanas, *Environmental Protection Agency* (EPA) - USA. Abordaremos especificamente um tipo de amostragem de chaminé, a avaliação de material particulado.

A seleção dos pontos de amostragens (malha de monitoramento) e o tipo de poluente a ser determinado dependem de um levantamento prévio das fontes emissoras, de maior influência, parâmetros meteorológicos, topografia local, corpo receptor de maior importância que pode ser uma área industrial, cidade ou bairro.

Os poluentes mais comuns de serem avaliados são:

- Partículas totais em suspensão (PTS);
- Partículas inaláveis
- PM10
- PM2.5
- Dióxido de enxofre (SO₂);
- Óxidos de nitrogênio (NO_x);
- Ozônio (O₃)
- Monóxido de carbono (CO);
- Fumaça;
- Chumbo e outros metais;
- Orgânicos;
- Voláteis
- Semivoláteis
- Pesticidas
- Dioxinas e furanos
- Poliaromáticos (PAH)

Da mesma maneira que há aparelhos manuais também, existem equipamentos automáticos de monitoramento da qualidade do ar que normalmente estão presentes nas estações automáticas de monitoramento como as da CETESB-SP, FEEMA-RJ, FEAM-MG e outros órgãos ambientais e de pesquisa. Este tipo de equipamento requer custos de aquisição e manutenção elevados, além de necessitarem de profissionais com alto grau de instrução.

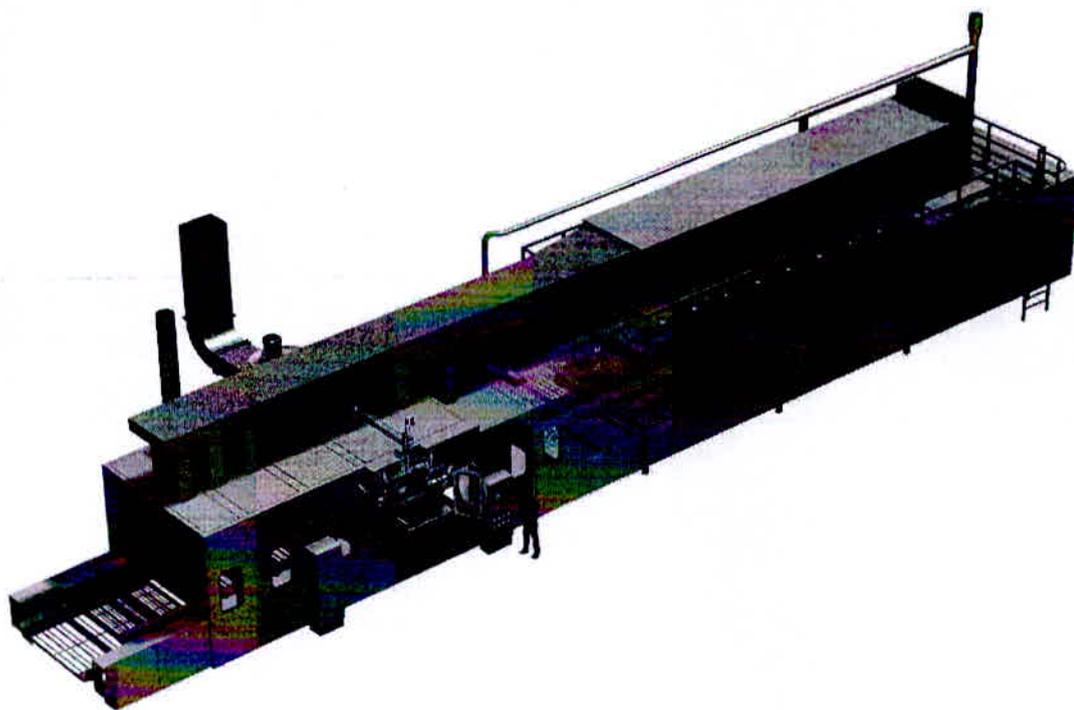
Os equipamentos com operação manual fornecem resultados confiáveis e são mais baratos e de simples operação. Na maioria dos trabalhos de avaliação da qualidade do ar feitos por empresas do setor privado estes tipos de equipamentos predominam.

3 PROCESSO MONITORADO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa do ramo automobilístico situada na cidade de Varginha, no Sul do estado de Minas Gerais.

Como a empresa estudada obtém vários processos produtivos, foi escolhida a área de Pintura Automática Automotiva para realização do monitoramento, visto que as outras fontes estacionárias (chaminés) da empresa seguirão basicamente o mesmo processo de análise.

Figura 7 – Cabine de Pintura Automática



Fonte: Empresa Estudada.

3.1 Equipamentos Utilizados

Para a realização das amostragens de Material particulado – MP, foi utilizado um amostrador tipo CIPA – Coletor Isocinético de Poluentes Atmosférico devidamente calibrado e preparado, constituído basicamente por:

- Sonda amostradora;
- Tubo de pilot;
- Mangueiras flexíveis;
- Caixa de Controle;
- Caixa quente / porta filtro;
- Caixa fria / frascos absorvedores dos poluentes amostrados;
- Bomba de vácuo.

Figura 8 – CIPA



Fonte: O autor.

Para a realização das amostragens de Compostos Orgânicos Voláteis foi utilizado um amostrador tipo CCOV – Coletor de Compostos Orgânicos Voláteis devidamente calibrado e preparado, constituído basicamente por:

- Console de Controle;
- Caixa portadora de vidraria;
- Sonda com revestimento interno de borossilicato, aquecida;
- Cordão umbilical;
- Vidraria condensadores / concentradores;
- Recirculador (bomba) de resfriamento

Figura 9- Monitoramento Chaminé na empresa estudada.



Fonte: O autor.

3.2 Legislação Vigente utilizada

Para realização deste monitoramento serão utilizadas:

-COPAM nº01/1992 (Em anexo)

Em Minas Gerais a emissão de poluentes atmosféricos é regulamentada pela Deliberação Normativa COPAM nº01, de 24 de fevereiro de 1992, (publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais!” – 26/02/1992 e republicado 12/03/1992).

Para parâmetros de Material Particulado – MP, os padrões são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 2 – Padrão de emissão de poluentes atmosféricos – atividade Fabrica de Cimento.

Fonte de Poluição	Poluente	Padrão
Outras fontes	MP – Material Particulado	150 mg/Nm ³

Fonte: Autor

-TA LUFT / 2002

As Instruções Técnicas para o Controle da qualidade do Ar, conhecida popularmente como *TA Luft*, foi concebida na Alemanha em 1964 e a ultima revisão destas instruções foi publicada em 30 de julho de 2002.

Para os parâmetros de dióxido de Nitrogênio - NO₂ e Compostos orgânicos Voláteis – VOC, os padrões são apresentados no quadro a seguir.

Tabela 3- Padrão de emissão de poluentes atmosféricos

Poluente	Padrão
VOC – Compostos Orgânicos Voláteis	150mg/Nm ³
NO ₂ – Dióxido de Nitrogênio	500mg/Nm ³

Fonte: Autor.

Em Minas Gerais não são estabelecidos limites de emissão para tais parâmetros, portanto, utilizaremos os padrões da referência *TA – Luft* apenas como referência neste estudo.

3.3 Realização do Monitoramento

Este monitoramento realizado possui dados reais, contendo todos os aparelhos utilizados devidamente calibrados, apresentando os seguintes valores da fonte estacionária:

Tabela 4- Relatório de Ensaio em amostras de emissões Atmosféricas

Relatório de Ensaio em amostras de emissões Atmosféricas	
Nome da Fonte estacionária	Cabine Automática
Geometria da Chaminé:	Circular
Diâmetro Interno (m):	0,81
Área da Chaminé (m):	0,52
Distancia a jusante (D):	0,7
Nº de pontos determinados:	25
Nº de Eixos:	2
Nº de pontos por eixo:	12

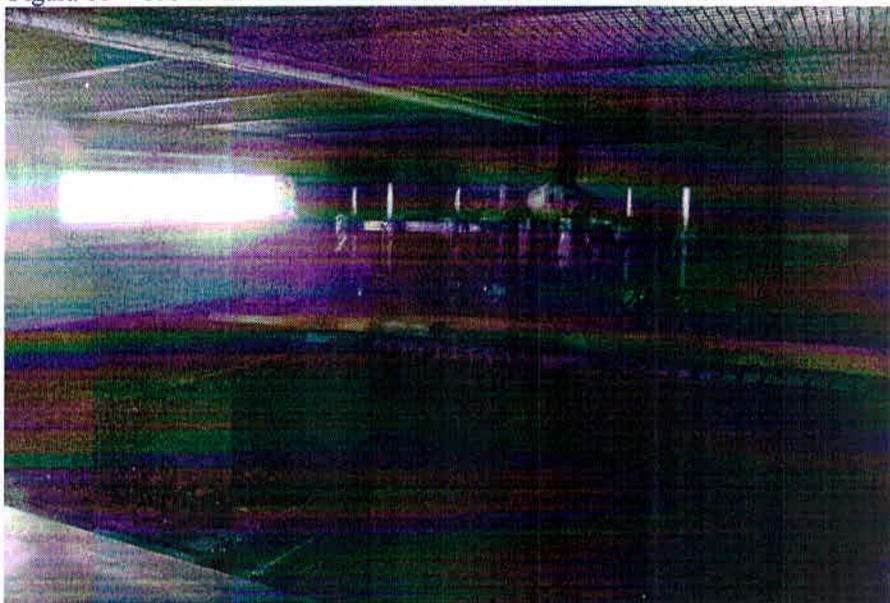
Fonte: Autor.

Figura 10– Cabine de Pintura Automática



Fonte: Autor

Figura 11 – Cabine de Pintura Automática - Pistolas



Fonte: Autor

Chaminé da Cabine de Pintura Automática – Material Particulado –MP

Foram encontrados na chaminé da Cabine de Pintura Automática os seguintes valores para Material Particulado conforme tabela abaixo.

Tabela 5 – Material Particulado

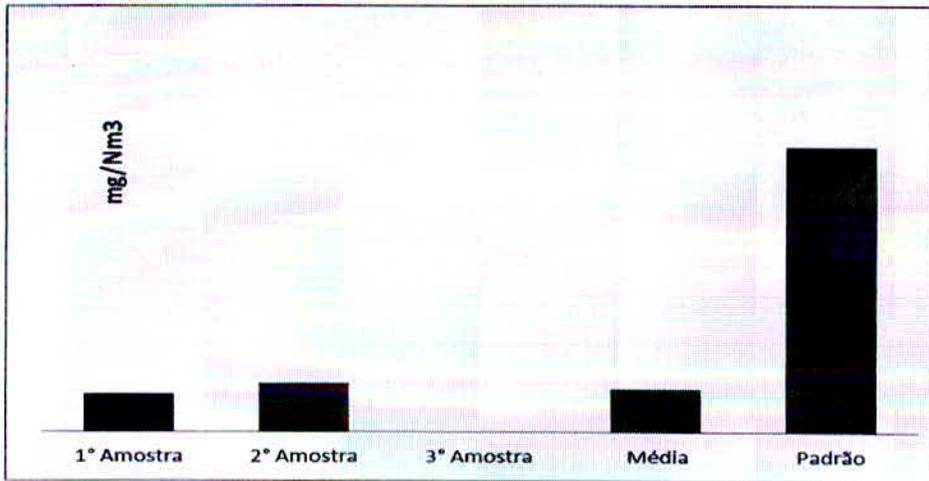
PARÂMETROS	Unidade	1º amostra	2º mostra	3º amostra	Media
Data das amostragens	-	11/09/2012	11/09/2012	11/09/2012	
Horário de inicio da amostragem	-	8:30	9:48	11:05	
Horário de termino da amostragem	-	9:32	10:50	12:06	
Temperatura media dos gases na chaminé	°C	18,83	20,04	21,38	20,08
Umidade	%	3,33	2,47	3,73	3,18
Velocidade Media dos gases na chaminé	m/s	8,01	8,05	8,11	8,06
Vazão nas condições da chaminé	M ³ /h	17.138,17	14.198,53	14.316,10	14.217,60
Vazão nas condições normais, base seca.	Nm ³	11.536,21	11, 640,53	11532,30	11.569,68
Volume medido nas condições normais, base seca.	Nm ³ /h	1,1004	1,0985	1,0890	-
Massa de Material Particulado - MP	mg	21,60	27,40	101,20	-
Concentração de Material Particulado - MP	Mg/Nm³	19,63	24,94	92,93	45,84
Taxa de emissão de material Particulado - MP	Kg/h	0,226	0,290	1,072	0,530

Condições isocinética	%	93,02	92,02	92,08	-
-----------------------	---	-------	-------	-------	---

Fonte: Autor.

Comparando os resultados obtidos nesta campanha de monitoramento com o padrão estabelecido na legislação em vigor – DN/COPAM 01/92 – notamos que as emissões de Material Particulado encontram-se abaixo da referencia, conforme apresentado no gráfico a seguir:

Figura 12: Amostragens Material Particulado



Fonte: Autor

Observação:

O valor alcançado na 3ª amostragem ($92,93 \text{ mg/Nm}^3$) foi desconsiderado, para efeito dessa comparação, por se apresentar discrepantes dos demais resultados – Representatividade da amostra – Norma ANT/NBR 12.019. (Norma em anexo)

Chaminé da Cabine de Pintura Automática – Compostos Orgânicos Voláteis – VOC

Valores encontrados para Compostos Orgânicos Voláteis:

Tabela 6: Compostos orgânicos Voláteis - VOC

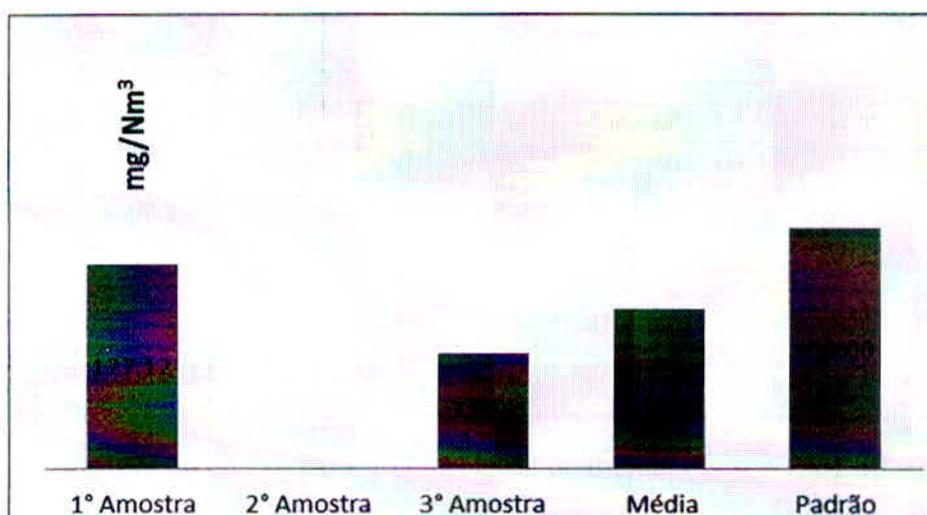
PARÂMETROS	Unidade	1ª amostra	2ª amostra	3ª amostra	Media
Data das amostragens	-	11/09/2012	11/09/2012	11/09/2012	-
Horário da amostragem	-	8h50min ás 09h10min	09h20min ás 09h40min	10h55min ás 11h15min	-
Temperatura média dos gases na chaminé	°k	19,44			

Umidade	%	3,18			
Velocidade Média dos gases na chaminé	m/s				
Vazão nas condições da chaminé	M ³ /h	15.441,6584			
Vazão nas condições normais, base seca.	Nm ³	8,7508			
Volume medido nas condições normais, base seca.	Nm ₃	0,0182	0,0183	0,0183	0,0183
Massa Total de Compostos Orgânicos Voláteis - VOC	ng	2.309.514,7	9.237.310,2	1.294.926,9	-
Concentração de Compostos Orgânicos Voláteis - VOC	mg/Nm³	127,121	508,443	71,276	289,859
Taxa de Compostos Orgânicos Voláteis - VOC	Kg/h	1,1277	4,5104	0,6323	2,5713

Fonte: Autor.

Comparando os resultados obtidos nesta campanha de monitoramento com o padrão estabelecido nas instruções técnicas para o controle da qualidade do ar –TA-Luft – notamos que as emissões de Compostos Orgânicos Voláteis encontram-se abaixo da referência, conforme apresentado no gráfico a seguir:

Figura 13: Amostragens Compostos Orgânicos Voláteis – VOC



Fonte: Autor.

Observação:

O valor alcançado na 2ª amostragem (508,44 mg/Nm³) foi desconsiderado, para efeito dessa comparação, por se apresentar discrepantes dos demais resultados, conforme preconiza o item 5.6 – Representatividade da amostra – Norma ABNT/NBR 12.019.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Dentro do monitoramento realizado na Cabine de Pintura Automática, verificamos que para o Material Particulado (MP), a média de emissão foi de 22,29 mg/Nm³, onde foram realizadas 3 amostragens, tendo a 3ª desconsiderada por apresentar valores discrepantes. Verificado então que com relação a estes compostos a emissão da chaminé atende perfeitamente a legislação, já que temos como padrão de emissão para o estado 150 mg/Nm³, uma vez que, como não há referência específica para o ramo automobilístico, foi utilizado valores da atividade de fábrica de cimento.

Com relação aos Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), obtivemos a 2ª amostragem inválida por apresentar valores discrepantes conforme preconiza o item 5.6 Representatividade da amostra – Norma ABNT/NBR 12.019, possuindo então uma média de 99,20 mg/Nm³ de VOC, portanto com resultado abaixo do padrão *TA-Luft* que estabelece 150 mg/Nm³, atendendo perfeitamente os padrões da referência.

De acordo com os resultados encontrados na chaminé da cabine de pintura automática da Unidade Industrial da Plascar Varginha, usada como referência para o estudo em questão, podemos concluir que, as emissões dos parâmetros avaliados se enquadram dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente e pela referência *TA-luft*, não necessitando realizar qualquer intervenção para adequação do processo às legislações.

5 CONCLUSÃO

Uma campanha de controle da poluição do ar tem como objetivo garantir que os poluentes atmosféricos nas áreas receptoras mantenham-se em concentrações tais que não afetem a saúde humana, nem causem danos à flora, à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Para isso, deve ser controlada a emissão dos gases e de material particulado nas fontes.

Além da emissão de relatório para fins de fiscalização do órgão ambiental, o monitoramento serve para levantamento de informações de processo, levantamento de informações de correntes gasosas para dimensionamento de equipamentos de controle, testes de verificação da eficiência de equipamentos de controle, testes de otimização das condições de combustão em caldeiras, fornos etc. Também para processos de auditorias externas e internas.

O processo de monitoramento dos efluentes atmosféricos em chaminés não é algo simples de ser realizado, pois exige conhecimentos profundos dos diversos equipamentos utilizados em campo, além dos conhecimentos laboratoriais para análises das amostras coletadas.

Ao final da avaliação do estudo de caso, foi verificado que de acordo com os resultados obtidos na análise do material coletado, a chaminé do processo de Pintura Automática emite valores de poluentes que atendem a legislação vigente, e por tanto não se faz necessário qualquer intervenção para adequação dos valores.

Verificamos que no monitoramento manual temos a presença de procedimentos rigorosos (ABNT, CETESB e outros). Com serviço arriscado e muito perigoso para inexperientes, com alto custo de mão de obra especializada (coordenação e execução), alto custo com materiais e equipamentos. Necessita de conhecimentos técnicos especializados em processos industriais, termodinâmica e fluidomecânica, necessitando também de suporte laboratorial de grande experiência e possuindo um tempo significativamente alto de conclusão de um trabalho.

REFERÊNCIAS

- BAIRD, C. **Química Ambiental**; Editora Bookman, 2º Ed. Porto Alegre, 2002.
- BARONCELLI, F.; **Avaliação da potencialidade carcinogênica das partículas inaláveis presentes na atmosfera da região central de Belo Horizonte**, Dissertação de mestrado em Engenharia Química, DEQ-UFMG, Belo Horizonte, 1999.
- BUONICORE, A. J., Davis T. W. **Air Pollution Engineering Manual**. New York, 1992.
- CALDEIRA, B. M. G.; **"Poluição Atmosférica e Qualidade do Ar"**; Apostila do Curso de Aperfeiçoamento em Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA/UFMG, Belo Horizonte, 1995
- MACÊDO, J. A. B. **Introdução à química ambiental**; Juiz de Fora: Editora Macêdo, 2002.
- MACINTYRE, A. J. **Ventilação industrial e controle da poluição**. Rio: Editora Guanabara, 1990.
- RAO, C. S. **Environmental Pollution Control Engineering**; New York: John Wiley & Sons, 1991.
- STERN, A. C. **Air Pollution – Volume III**; Academic Press INC, Third edition, 1986

Resolução COPAM nº 01, de 05 de outubro de 1992.**(Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 08/10/1992)**

O Presidente do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, no uso de suas atribuições que lhe confere o Decreto nº 22.658, de 06 de janeiro de 1983, modificado pelo Decreto nº 31.968, de 19 de outubro de 1990, e considerando a necessidade de adequar os princípios estabelecidos na RESOLUÇÃO 02/81 à nova redação do Decreto nº 32.566, de 04 de março de 1991,

Art. 1º - São instrumentos de controle de Sistema Estadual de Licenciamento de Fontes Poluidoras - SELF: **[1]**

I - Licença Prévia (LP), na fase preliminar do Planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;

II - Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado; e

III - Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

Parágrafo Único - A concessão da Licença será feita através de certificado expedido pelo COPAM, a requerimento do interessado, atestatório de que, do ponto de vista da proteção do meio ambiente, o empreendimento ou atividade está em condições de ter prosseguimento.

Art. 2º - A Licença Prévia, será concedida pelo COPAM mediante requerimento do interessado, o qual conste em anexo, a seguinte documentação:

a) Declaração da Prefeitura informando que o local e o tipo de instalação estão conforme as leis e regulamentos administrativos do município;

b) Preenchimento do Formulário de caracterização de Empreendimento fornecido pelo COPAM;

c) Apresentação quando for o caso, do Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA, ou Relatório de Controle Ambiental;

d) Cópia de recolhimento dos custos de análise do licenciamento nos termos da D.N. 01/90;

e) Certidão negativa de débito financeiro de natureza ambiental, expedida pelo órgão competente.

§ 1º - Caso a etapa prevista para a obtenção de Licença Prévia (LP) ou Licença de Instalação (LI), esteja vencida, a mesma não será expedida, não desobrigando o interessado da apresentação ao COPAM dos estudos ambientais cabíveis, para obtenção da Licença de Operação, bem como da documentação necessária, estabelecida nessa Resolução, observada a Deliberação Normativa 01/90.

§ 2º - O COPAM não concederá a Licença de Instalação quando houver indício ou

evidência de que ocorrerão lançamento ou liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo, em desacordo com os padrões estabelecidos em Deliberações Normativas.

§ 3º - A Licença de Operação será concedida pelo COPAM, mediante requerimento feito pelo interessado do qual conste a apresentação de Licença Prévia e Licença de Instalação quando aplicável.

Art. 3º - O COPAM poderá conceder a Licença de Operação a título precário, com validade nunca superior a seis meses, nos casos em que for necessário o funcionamento ou operação da fonte, para teste de eficiência do sistema de controle de poluição do meio ambiente.

Art. 4º - A Licença de Operação não será concedida quando não forem cumpridos os requisitos feitos por ocasião da expedição da Licença de Instalação, ou quando houver indício ou evidência de liberação ou lançamento de poluentes nas águas, no ar e no solo, não contemplado nas medidas mitigadoras do Estudo de Impacto Ambiental apresentado.

Art. 5º - Esta Resolução entrará em vigor na data de sua publicação, revogados os dispositivos em contrário.

Belo Horizonte, 05 de outubro de 1992.

Octávio Elísio Alves de Brito

Presidente do COPAM

[1] O Decreto Estadual nº 32.566, de 04 de março de 1991 (Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 05/03/1991) deu nova redação a dispositivos do Decreto Estadual nº 21.228, de 10 de março de 1981. Posteriormente, o Decreto Estadual nº 39.424, de 5 de fevereiro de 1998 (Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 06/02/1998) alterou e consolidou o Decreto Estadual nº 21.228, de 10 de março de 1981 (Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 21/03/1981), que regulamenta a Lei Estadual nº 7.772, de 8 de setembro de 1980 (Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 09/09/1980), que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais.

RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº **5464** Pag. 1/1

Dados do cliente
Nome / Razão Social : Limnos Hidrobiologia e Limnologia Ltda.
Endereço : Rua Foluminas, 220 Bairro Ouro Preto Belo Horizonte/MG
Serviço solicitado : Ensaio de calibração de sonda pitot

Equipamento ou sistema ensaiado
Descrição: Sonda Pitot S
Comprimento: 2,24 m
Código da Sonda Pitot: ENER PS-59

Informações básicas
Data do recebimento: 14/7/2011
Data do ensaio: 15/7/2011
Temperatura ambiente, no local do ensaio (T_a): 19,8 °C
Pressão atmosférica no local do ensaio (P_a): 896,4 mbar
Umidade Relativa do ar, no local do ensaio: 44 % UR

Padrões de referência e método empregados

Descrição	Pitot Padrão Dwyer	Manômetro	Paquímetro
Código	AT-PP02	AT-TP07	AT-PQ01
Certificado nº	SKV 11060147	SKHG 09110293	3169/10
Calibrado em	junho-11	novembro-09	26/10/2010

Método empregado: NBR 12020:1982 - item 5.2.1 a) - a uma única velocidade / Instrução de trabalho IT07 Rev.02

Equipamento necessitou de ajuste (S ou N): S N RAE nº:

Resultados obtidos:

Tramo A Nº	Cps	Desvio Cps-Cps(A)	Tramo B Nº	Cps	Desvio Cps-Cps(B)
1	0,790	0,002	1	0,786	0,004
2	0,791	0,001	2	0,791	0,001
3	0,794	0,002	3	0,794	0,004
Cps (A) : 0,7916		Cps (A) - Cps (B) = 0,001		Cps (B) : 0,7903	

Pressões obtidas

Tramo A	Tramo B	Δp padrão
ΔPs (mmH ₂ O)		mmH ₂ O
20,2	20,4	12,6
20,3	20,3	12,7
20,3	20,3	12,8

$$V_w = 6,494 \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_{padrão} \cdot T}{P_a}} \quad T (K) \text{ e } P_b \text{ (mmHg)}$$

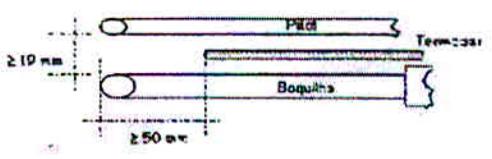
Condições de Aprovação (Item 5.2.5.1.e / NBR 12020)

Condições de Aprovação	Avaliação do Pitot	
	Aprovado	Reprovado
- Os desvios nos tramos A e B devem ser <= 0,01		
- A diferença entre Cps (A) e Cps (B) deve ser <= 0,01	X	

Para o Pitot manter o fator de calibração - Cps, suas características devem ser mantidas, conforme desenho abaixo, caso contrário o Cp será alterado e o Pitot deverá ser recalibrado.

Resultado final:

Coefficiente do Pitot - CPs =	0,7910	Incerteza (±)	0,0055
-------------------------------	---------------	---------------	--------



Incerteza expandida (U) é estimada para um nível de confiança de 95%.
Fator de abrangência K=2

Belo Horizonte, 15 Julho, 2011

Paulo Lucas Costa
Gerente Técnico



Homologação válida para os serviços prestados pela AMBTECH que sejam visualizados no endereço: <http://www.rmmg.org.br/homologados>
Resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam somente ao equipamento em questão.
A reprodução deste documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração ou rasura.

Rua Nova Suíça, 48 C Olhos D'Água CEP 30.390-520 B Hte./MG Tel: 31-3288.3693 ase@ambtech.com.br



SERVICO PÚBLICO FEDERAL

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - MINAS GERAIS

CERTIFICADO DE A.R.T.

Certificamos que a empresa **LIMNOS HIDROBIOLOGIA E LIMNOLOGIA LTDA., (CNPJ**

LAV.11 FT FL89 N.1.041

38.733.861/0001-51 está registrada neste Conselho sob o nº. 10.616, Processo nº. 0091493, de acordo com o Art. 27 da Lei 2.800 de 18/06/1956, cominado com o Art. 1º da Lei 6.839 de 30/10/1980, tendo como responsável Técnico o (a) Sr. (a) **ODILON MACIEL DE JESUS DA SILVA - TÉCNICO EM BIOCENOLOGIA** registrado (a) neste CRO-MG sob o nº. 02409815 Processo nº. 0552/05 com abrangência **LABORACÃO E ASSINATURA DE RELATÓRIOS DE ANÁLISES AMBIENTAIS** conforme registro de "Anotação de Responsabilidade Técnica".

Válido até 31 de março de 2012
Belo Horizonte, 23 de março de 2011


MARIA JOSÉ DE OLIVEIRA
Gerente de Registros

RUA SÃO PAULO, 409 - 16º ANDAR - ED. AVENIDA - FONE (31) 3274-4111 - FAX (31) 3272-8842 - CEP 30130-900 - SELO HORIZONTE - MINAS GERAIS - <http://www.croq.org.br> e-mail: croq@croq.org.br

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO GASOMETRO E PLACA DE ORIFÍCIO

Contratante:	Segma Engenharia de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente				
Endereço:	Rua David Rabelo, 210 - JD Inconfidência - Belo Horizonte - CEP: 30520-260				
Equipamento:	Limnos CPP 0053	Nº Série:	A11100533300	Certificado Nº	088/2011
Marca:	LAO			Modelo:	G0.6
Data Calibração:	25/08/11			Numero da Placa de orifício:	
Umidade Relativa:	45.0 %	Temperatura Ambiente:	25 °C	Pressão Atmosférica:	690 mmHg
		Temperaturas (°C)			

Pressão diferencial da placa de orifício (DH)	Volume dos gases m ³		Gasômetro Seco				Tempo (min)	FCM ₁	DH _@	DH ₂₀
	Gasômetro Úmido (Vu)	Gasômetro Seco (Vs)	Gasômetro Úmido (tu)	Entrada (ts)	Saída (ts)	Média (ts)				
10	0,1500	0,1514	25	26	24	25	14,57400	0,9897	0,0104	47,70
20	0,1500	0,1500	25	25	23	24	10,547333	0,9845	0,0142	50,14
30	0,3000	0,3010	25	24	23	23,5	17,1785	0,9885	0,0175	49,95
40	0,3000	0,3012	25	23	22	22,5	15,085533	0,9835	0,0200	51,53
50	0,3000	0,2998	25	23	21	22	13,6635	0,9853	0,0218	52,94
70	0,3000	0,2984	25	23	21	22	11,454167	0,9978	0,0258	52,09

FCM = 0.9899

DH@ = 50.7252

$$F_{CM} = \frac{V_u \times P_{atm} \times (t_s + 273)}{V_s \times (P_{atm} + \frac{DH}{13,6}) \times (t_u + 273)}$$

$$DH_{@} = \frac{0,00117 \times DH}{P_{atm} \cdot (t_s + 273)} \cdot \frac{(t_u + 273) \cdot \theta}{V_u}$$



O FCM deve estar dentro da faixa de - 2% às FCM

- FCM:** fator de correção do gasômetro seco em cada faixa de DH
- FCM:** média aritmética dos FCM_i
- DH@:** pressão diferencial da placa de orifício, caso por ela passasse uma vazão de 0,02124 m³/min, de ar na condição padrão (20°C e 1 atm) em mmH₂O
- DH@:** média aritmética dos DH@_i
- P_{atm}:** pressão atmosférica em mmHg
- V_u:** vazão dos gases no gasômetro seco em m³/min

A incerteza expandida da medição relatada e declarada como incerteza padrão da medição multiplicada por um fator de abrangência K = 2, que para uma distribuição normal corresponde a um fator de abrangência de 95%

incerteza expandida do Medidor =	2,66%
----------------------------------	-------

Equipamentos Utilizados:	Certificado	Data Validez
Test meter Ester Anco nº 63004898	PT N° 66915-101	11/12/2011
Gasômetro Limnos	LV 3193/11	28/12/2012
Placa de Orifício	LV 2938/11	20/12/2012

Norma aplicada: POP-MDN-01-14 utilizando ABNT 12020 como referência

Volume após calibração: 1,8722 m³

Vazão: 21-fev-12 ou 41,8722 m³ ou o que ocorrer primeiro


 Lucas Augusto Alves da Silva
 Engenheiro Mecânico
 CREA/MG 18.597

Recebido:
 26/02/12
 Lucas

Varginha, 06 de dezembro de 2011.

RECEBEMOS

06 / 12 / 2011

In 178144/2011

SUPRAM SUL DE MINAS

Ana Paula

A

SUPRAM – Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Rua Julio César Oliveira, 160
Varginha - MG

Ref.: LO nº 226/2008

A Plascar Ind. Componentes Plásticos Ltda, vem por meio desta protocolar o Relatório de Monitoramento das Emissões Atmosféricas do ano de 2011, conforme condicionantes do processo administrativo nº 00117/1993/016/2006.

Atenciosamente,

Antonio Marcos de Abreu Moraes
Antonio Marcos de Abreu Moraes
Segurança e Meio Ambiente

Marcelo Cosmo
Marcelo Cosmo
Controller