

A INDÚSTRIA DA FUNDIÇÃO E O MEIO AMBIENTE

João Baptista Galvão Filho

1. Metalurgia de Ferrosos e não Ferrosos - Introdução

A indústria metalúrgica tem sido a responsável pela manutenção de altos níveis de poluição do ar em várias regiões críticas, em especial Cubatão, Volta Redonda e Vitória, todas no Brasil.

A tecnologia de controle de poluição do ar neste tipo de processo está disponível no Brasil e tem sido utilizada principalmente nas unidades novas, ou para correção de unidades existentes com grande impacto ambiental.

Segundo relatórios da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, de 1970 à 1990 foram investidos no campo da poluição do ar cerca de 1 bilhão de dólares em equipamentos de controle, sendo cerca de 20% na área da metalurgia - fundições (Estado de São Paulo).

A estatística do IBS, apresentada no Relatório "Ações de Proteção Ambiental da Indústria Siderúrgica Brasileira" de setembro de 1990, mostra a existência de 350 sistemas implantados até 1989. O maior Número de sistemas implantados está nos Altos- Fornos com 65 sistemas, na sinterização, com cerca de 60 sistemas e na aciaria LD, com cerca de 42 sistemas. Os filtros de tecido são os de uso mais freqüente, totalizando cerca de 170 unidades instaladas, seguida de Separadores Ciclônicos com cerca de 70 unidades. Os Lavadores Venturi respondem a cerca de 25 unidades implantadas e os Precipitadores Eletrostáticos a 20 unidades.

As melhores tecnologias práticas disponíveis para o controle de material particulado na siderurgia, é comum também a outros setores industriais, são os filtros de tecido, os Precipitadores Eletrostáticos e os Lavadores Venturi. A estatística do IBS mostra, portanto, que os mesmos estão disponíveis para uso nas siderúrgicas brasileiras. Alcançar altas eficiências depende muito do projeto dos sistemas e também da forma de operação e manutenção dos mesmos, sendo que essa observação é válida também para todos os setores usuários de sistemas de controle de poluição do ar.

Um problema sério na siderurgia em termos de poluição do ar e de saúde pública são as emissões das unidades de coqueificação e de recuperação de sub- produtos coqueificação, em especial o benzeno, agente altamente tóxico. O controle na coqueificação depende da adequada captação das emissões através de sistemas de exaustão adequadamente projetados e de práticas específicas de operação da unidade. A presença da unidade de recuperação de sub- produtos da coqueificação para compostos principalmente de benzeno, tolueno e xileno (BTX), é de grande importância para que as emissões de gases sejam reduzidas e para a recuperação de produtos de valor econômico.



A tecnologia de controle dessas fontes ainda não está efetivamente implantada no país, devendo ser buscada a experiência de outros países, em especial o Japão e EUA.

2. Processo Industrial - Fundição de ferro em fornos elétricos

São muitos os tipos de processos e operações poluidoras na indústria da fundição no Brasil. Com o intuito de dar um modelo de avaliação foi escolhido o forno elétrico a arco como referência neste trabalho.

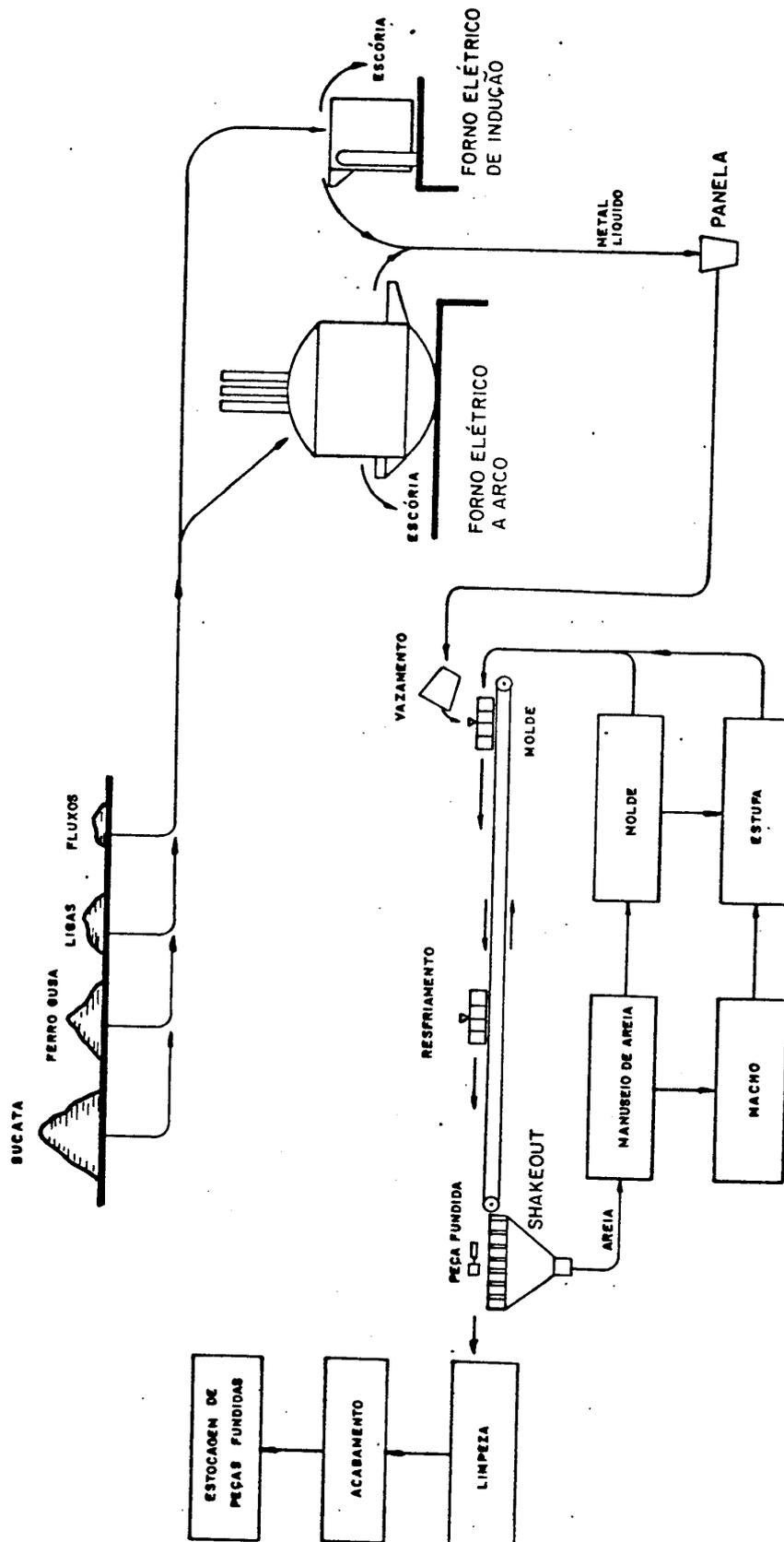
A fundição de ferro em fornos elétricos é realizada a partir do aproveitamento do calor gerado pela corrente elétrica na fusão de sucatas de ferro gusa, obtendo-se o metal líquido que após vazamento em machos ou moldes dá origem, comumente, a peças de ferro - liga especial quando as sucatas utilizadas são livres de impurezas.

Uma fundição de ferro em fornos elétricos geralmente utilizada as seguintes operações:

- ⇒ Produção de metal líquido nos fornos;
- ⇒ Vazamento do metal líquido em moldes ou machos e resfriamento dos mesmos;
- ⇒ Shakeout (desmoldagem em grelha vibratória);
- ⇒ Limpeza de peças fundidas (jateamento e tamboreamento);
- ⇒ Acabamento de peças fundidas (esmerilhamento e polimento);
- ⇒ Manuseio de areia (correias transportadoras, peneiras vibratórias, elevadores de canecas, resfriador rotativo, britador, misturadores e silos);
- ⇒ Fabricação de moldes e machos;
- ⇒ Secagem de moldes e machos (estufa e máquina de shellmolding).

A figura a seguir apresenta o fluxograma típico de uma fundição de ferro em fornos elétricos.





FLUXOGRAMA TÍPICO DE UMA FUNDIÇÃO DE FERRO EM FORNOS ELÉTRICOS

2.1- Poluição do ar



Fontes de Emissão

- Forno elétrico de indução;
- Forno elétrico a arco;
- Vazamento em moldes ou machos;
- Shakeout em grelha vibratória;
- Pontos de transferência;
- Correias transportadoras;
- Peneiras vibratórias;
- Elevadores de canecas;
- Resfriador rotativo;
- Britador;
- Misturadores de areia;
- Silos;
- Máquina de jateamento e tamboreamento;
- Estufa e máquina de shellmolding;
- Esmeris e politrizes.

2.2- Características das Emissões

- poluente: material particulado e gases;
- tipo:
 - como material particulado: ferro, sílica, óxidos metálicos.
 - Como gases: monóxido de carbono, dióxido de enxofre, gás sulfídrico, formaldeído, amônia, hidrocarbonetos, fluoretos,...
- Classificação do tamanho das partículas na:
 - Fusão: fino.
 - Shakeout: fino e médio.
 - Manuseio de areia: fino a médio.
 - Limpeza de peças fundidas: fino a grosso.
 - Acabamento de peças fundidas: fino a grosso.
 - Onde: fino: abaixo de 2 um,
 médio: de 2 a 20 um, e
 grosso: acima de 20 um.
- Densidade das partículas:
 - Provenientes dos fornos elétricos 2,0 a 5,0 g/cm³.
 - Provenientes das demais operações 2,0 a 7,0 g/cm³.
- Fator de Emissão de material particulado:
 - Forno elétrico a arco: 2,5 a 5,0 kg/t de metal carregado.
 - Forno elétrico de indução: 1,0 kg/t de metal carregado.
 - Manuseio de areia : 0,15 kg/t de areia manuseada.
 - Secagem de macho : 0,036 kg/l de óleo utilizado na fabricação de machos.
 - Máquina de shellmolding : 0,175 kg/t de machos produzidos.



3. Tecnologias de Controle de Poluição do Ar

3.1 Coletores Centrífugos (Ciclones)

O material particulado emitido no processo de fundição poderá ser coletado previamente por meio de coletores centrífugos conhecidos como ciclones. Esses equipamentos irão coletar o particulado mais grosseiro, e portanto funcionam como pré-coletores. As partículas menores são captadas pelo equipamento principal que pode ser Lavador, Filtro de tecido ou Precipitador Eletrostático.

Descrição: Ciclone é o nome genérico do coletor centrífugo onde as partículas são removidas do fluxo gasoso, pela ação da força centrífuga. Este tipo de equipamento tem sido considerado como um dos mais simples e econômicos separadores de material particulado.

Ele é basicamente constituído por uma câmara cilíndrica com base cônica. A corrente gasosa entra tangencialmente a alta velocidade na câmara formando uma espiral descendente externa e uma espiral ascendente interna. O gás é descarregado axialmente pela saída, localizada no topo do ciclone.

A aceleração centrífuga impulsiona as partículas contidas no gás contra a parede. A componente vertical da força e a gravidade forçam-nas para a parte inferior do ciclone, de onde elas vão para um local de armazenamento.

O arranjo de vários ciclones simples em paralelo constitui uma unidade chamada multiciclone. Através deste artifício um grande volume de ar pode ser tratado utilizando-se unidades de pequenos diâmetros com grande aceleração centrífuga associada, resultando em maior eficiência de captação.

A eficiência de coleta dos ciclones é afetada por fatores dimensionais, característicos do gás, e pelas propriedades do pó.

● **Vantagens :**

- Baixa potência consumida
- Baixo custo
- Não existe uma temperatura dos gases que limite o uso

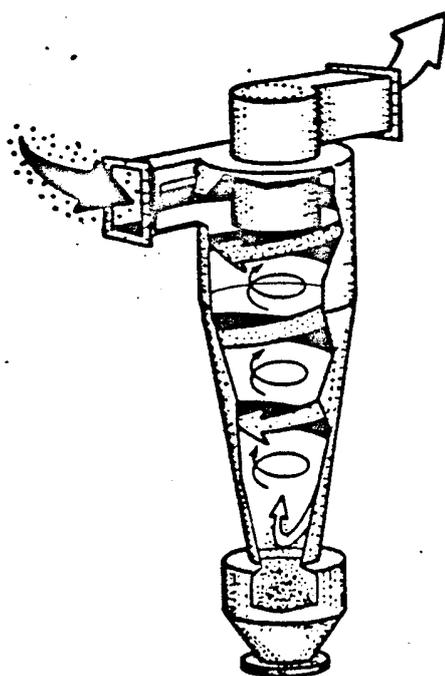
● **Desvantagens :**

- Baixa eficiência de coleta para partículas a baixa 5 um

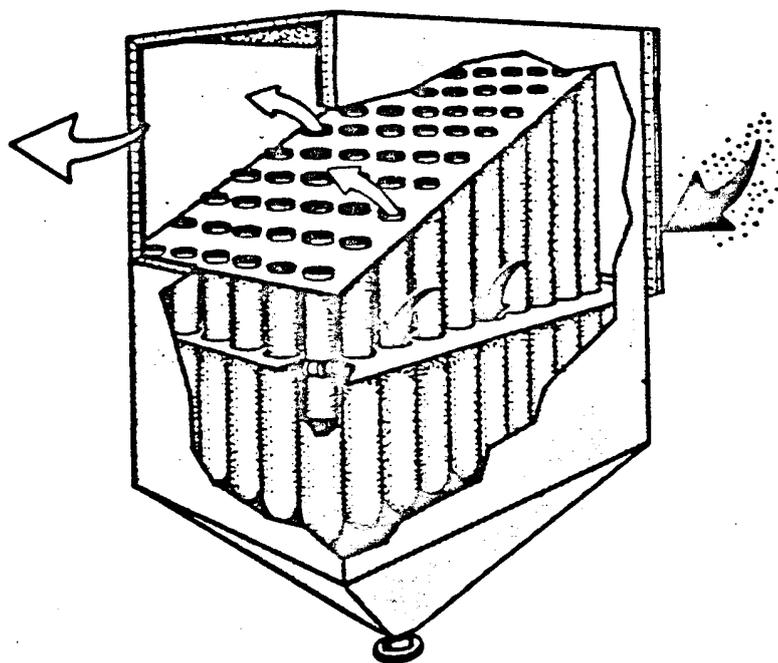


- Possibilidade de entupimento pela presença de altas concentrações de pó, principalmente os de menor diâmetro, mais hidrocópicos e mais pegajosos.
- Problema de abrasão.





. Gas flow in a cyclone.



. Multicyclone.

DETALHES TÍPICOS DE CICLONES E MULTICICLONES

3.2 LAVADOR SPRAY ATOMIZADO PELO GÁS (VENTURI)

São muitos os tipos de lavadores disponíveis para as várias necessidades de controle da poluição do ar. Entretanto escolhemos o lavador venturi como referência por ele ser capaz de coletar particulado mais fino nas operações de fundição.

Descrição: Esses lavadores utilizam a energia cinética do fluxo gasoso para atomizar o líquido de lavagem, formando pequenas gotas. Esses equipamentos são lavador venturi e lavador de orifício sendo o primeiro, o mais utilizado. Um venturi típico é um tubo com uma área contracta, que é a garganta, onde é introduzido o líquido de lavagem. Nesse ponto, a velocidade do gás é bastante alta e atomiza o líquido em pequenos filamentos e em gotas, os quais podem fornecer uma grande área superficial para transferência de massa. É esse contato gás/líquido que irá permitir a remoção dos contaminantes gasosos.

Antes do gás de exaustão passar pelo venturi, em geral é resfriado num "quench", onde ocorre alguma remoção de partículas, porém, sua principal função é reduzir o volume do fluxo gasoso.

Como resultado, a temperatura de entrada no lavador venturi varia de 60°C a 150°C.

Alguns processos empregam um lavador de pratos ou leito com recheio após venturi. Para esse sistema, o resfriamento do gás é opcional, pois o venturi pode ser utilizado para este fim pelo mecanismo da expansão adiabática dos gases. Tais sistemas são capazes de operar com gases com variada composição de poluentes gasosos e concentrações de particulado.

A torre de prato ou leito com recheio, quando usado juntamente com lavador spray, tem uma função dupla, pois além de reduzir a emissão de poluente gasoso irá diminuir a emissão de névoas.

O efluente gasoso da fusão de sucatas muito sujas pode ter contaminantes corrosivos, por exemplo: HCl, o que poderá ser neutralizado com solução de soda cáustica. Além da corrosão, a erosão é um outro problema no lavador venturi, devido a alta velocidade do gás e concentração das partículas. O cotovelo dos dutos e a garganta do venturi geralmente estão sujeitos a esses problemas. Portanto, os materiais recomendados para construção desses componentes são Inconel 625, e outros revestidos com refratários resistentes a ácidos ou poliméricos.

O venturi tem sido usado no controle de emissões de gases e vapores. Os principais parâmetros de operação que irão afetar a remoção desses poluentes são perda de carga, razão líquido/gás (L/G), tempo de contato e vazão do gás. A perda de carga usual nos processos de fundições varia de 500 a 1270 mm ca. Perda de carga acima dessa faixa acarretará num desperdício de energia, ao passo que valores abaixo irá diminuir a eficiência de remoção.



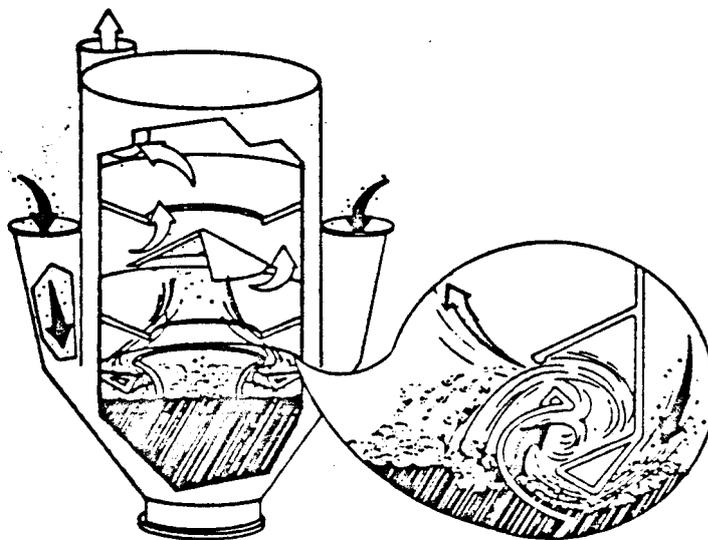
A razão L/G é um parâmetro de grande importância, tanto de operação como de projeto, pois é necessária para determinar o diâmetro do lavador e outras dimensões, variando de 0,7 a 2,7 l/m³.

Altas eficiências são obtidas quando o gás e o líquido ficam em contato por um tempo longo, sendo que o tempo requerido para absorção do gás é função da razão de transferência de massa. Esta razão em geral depende da resistência da fase gasosa, da fase líquida, da reação química e da dissolução sólida no líquido de lavagem contendo o reagente sólido. Para absorção dos poluentes gasosos que são altamente solúveis ou quimicamente reativos com o líquido de lavagem, tal como absorção de HCl por solução caústica, o tempo de contato requerido para eficiência de 99% é extremamente baixo (da ordem de 0,4 a 0,6 s). Os poluentes menos reativos e menos solúveis necessitam de tempos de contatos bem maiores.

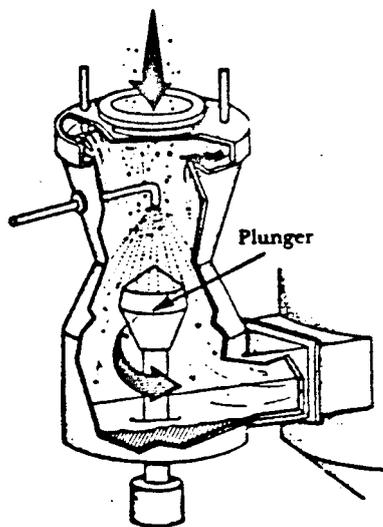
Outro parâmetro a ser considerado é a velocidade na garganta, a qual varia de 30 a 120 m/s.

- Status: o venturi é um equipamento de controle muito utilizado em fundições.
- Aplicabilidade: é adequado para partículas e gases que são altamente solúveis ou que reagem com soluções de lavagem.
- **Vantagens:**
 - Remoção simultânea de partículas e gases
 - Adequado para alta temperatura e umidade
 - A eficiência de coleta para partículas é alta
- **Desvantagens:**
 - Problemas com corrosão e erosão
 - O pó é coletado úmido e o efluente líquido deve ser tratado
 - Perda de carga alta
 - Requer eliminador de névoas

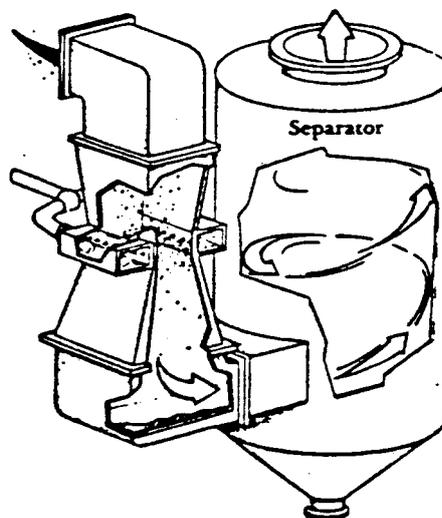




. Orifice scrubber.



. Adjustable throat venturi.



. Venturi scrubber with bottom inlet cyclonic separator.

DETALHES TÍPICOS DE LAVADORES VENTURI E ORIFÍCIO

3.3 Filtros de Tecidos

Descrição: um dos métodos mais antigos, simples e bastante eficiente para remoção de partículas de um fluxo gasoso é pela filtração.

O meio filtrante pode ser de fio tecido ou feltrado, sendo que nos tecidos, inicialmente forma-se uma torta de pó que se deposita na superfície de tecido onde a real coleta é exercida por essa camada de partículas.

O projeto de um filtro de tecido requer considerações de muitos parâmetros, os quais cita-se a área de filtragem, perda de carga, mecanismo de limpeza e configuração das mangas.

A perda de carga usual para filtros de fio tecidos varia de 70 a 150 mm ca e nos feltrados de 100 a 250 mm ca.

O tamanho do filtro de tecido é determinado pela área requerida para filtrar os gases, a qual é função da velocidade de filtragem escolhida. Embora altas velocidades estejam associadas a altas perdas de cargas, elas também reduzem área requerida.

A velocidade dos gases irá depender do método de limpeza, do material das mangas e das características das partículas. Em geral, para filtro com fios tecidos é de 0,45 a 0,90 m/min e para os feltrados pode chegar de 1,5 a 4,5 m/min.

O mecanismo de limpeza e o tipo de tecido devem ser selecionados juntos, pois ambos se correlacionam, por exemplo: o filtro feltrado geralmente é limpo por jato reverso, ao passo que os filtros de fios tecidos são limpos por outros meios.

A deterioração dos filtros pode ocorrer devido a erosão térmica, stress mecânico provocado por repetidas flexões, ataques químicos e abrasão.

No futuro, é esperado uma aumento no uso de filtros para controle de material particulado, o que ainda é feito na maioria dos casos com lavadores. Embora o precipitador eletrostático possa ser usado a jusante do lavador, a escolha de filtros tem aumentado, sendo utilizado jato pulsante para limpeza e material das mangas resistentes a ácido, por exemplo, mangas de fibra de vidro.

– Aplicabilidade : é adequado para partículas finais

– **Vantagens:**

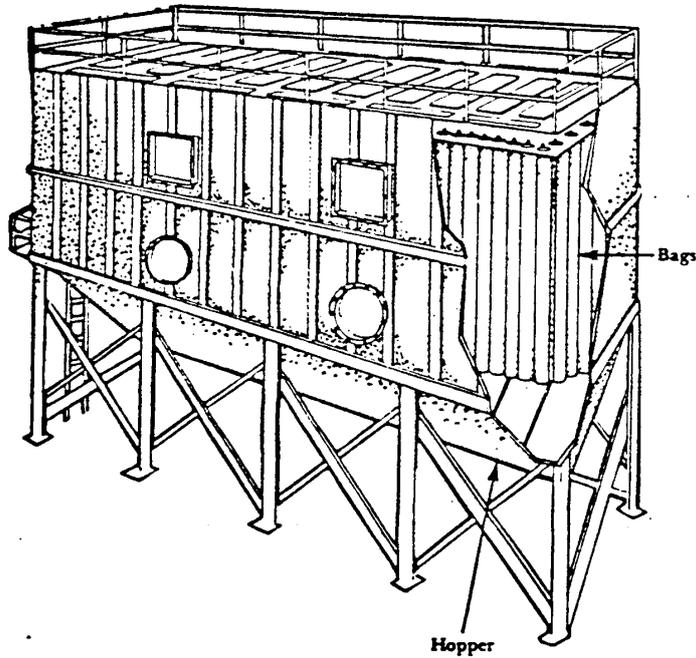
- Alta eficiência de coleta
- Perda de carga não é excessiva
- Resistente a corrosão

– **Desvantagens**

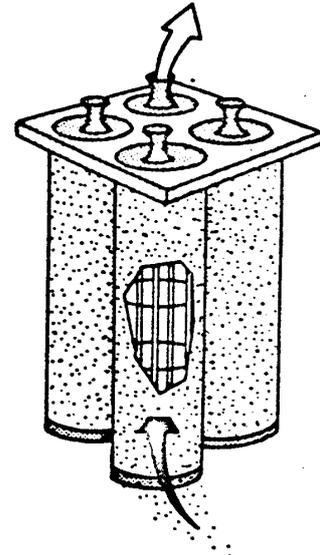
- Grande espaço requerido



- Alto custo de investimento
- Pouca resistência a altas temperaturas
- Empastamento, devido a poluentes condensáveis e pegajosos



. Typical baghouse.



. Exterior filtration.

DETALHES TÍPICOS DE FILTRO DE TECIDO

3.4 Precipitadores Eletrostáticos

Descrição: A separação de partículas suspensas em uma corrente gasosa, pelo mecanismo da precipitação eletrostática, abrange três etapas básicas:

- O carregamento elétrico das partículas suspensas
- A coleta das partículas carregadas em uma superfície (placas de coleta)
- A remoção das partículas coletadas.

Embora a maioria das partículas possuam uma pequena carga elétrica previamente acumulada por atrito, utiliza-se do efeito corona para promover a transferência / carregamento de carga elétrica nas partículas.

O corona é estabelecido entre um eletrodo mantido a alta voltagem e uma superfície de coleta. O material particulado passando através do corona está sujeito a um bombardeamento intenso de íons negativos que escoam do eletrodo de alta voltagem para a superfície de coleta. Desse modo, as partículas tornam-se altamente carregadas, numa fração de segundos, e migra para as superfícies de coleta.

A carga da partícula é neutralizada no eletrodo de coleta onde a remoção de material é feita por meio da "rapping".

A maioria dos precipitadores industriais em uso é de simples estágio, com carga e deposição simultâneas. O de dois estágios, utilizam seções separadas para carga e coleta de partículas e não são em geral empregados para controle de partículas das fontes industriais.

Os componentes que estão em contato direto com fluxo gasoso incluem a carcaça, eletrodos, placas de coleta rapping e placas de distribuição do gás. Tais componentes representam aproximadamente 68% do peso total do precipitador e 45% do custo total do equipamento. Portanto, o uso do precipitador para efluente gasoso com substâncias corrosivas representa um substancial impacto no projeto e custo final.

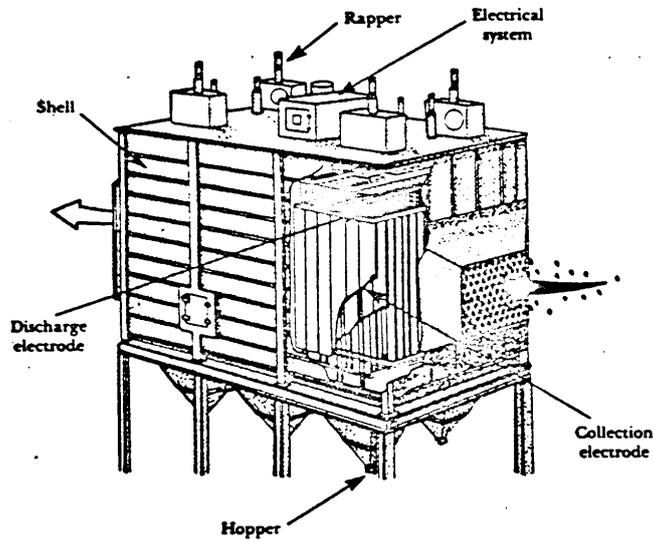
Se compararmos os precipitadores com os lavadores úmidos, a perda de carga é muito baixa, tipicamente abaixo de 25 mm ca. Além disso a eficiência de coleta é mais alta para partículas menores do que 1 um. A temperatura do gás é acima de 370° C e a tensão normalmente aplicada varia de 30kv a 75kv.

- Aplicabilidade: É adequado para coleta de partículas finas, mas não apresenta alta eficiência para partículas com alta resistividade elétrica.
- **Vantagens :**
 - Coleta particulado a seco
 - Baixa perda de carga e custo de operação
 - Alta eficiência de coleta para partículas pequenas,
 - Eficiência de coleta pode ser aumentada se o efluente gasoso for tratado (por exemplo: pó com condutividade alta tratado com SO₃)

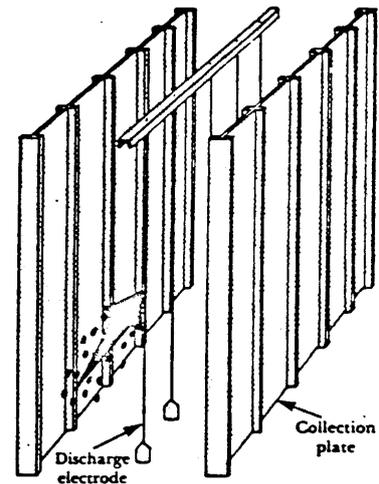


– **Desvantagens:**

- O investimento é relativamente alto
- Sensível a mudança na vazão
- A resistividade da partícula afeta a eficiência e o custo
- Não é capaz de remover poluentes gasosos



. Typical electrostatic precipitator.



. Gas flow through a plate precipitator.

DETALHES TÍPICOS DOS PRECIPITADORES ELETROSTÁTICOS



3.5 Padrão de Emissão, Condicionamento e Projeto

Atender ao disposto nos seguintes artigos do regulamento da Lei No.997 de 31/05/76, aprovado pelo Decreto No.8468 de 08/09/76:

- ⇒ Artigo 33 e seu parágrafo único, este com a redação dada pelo Decreto No.15425 de 23/07/80: "Fica proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedades da fonte emissora. Parágrafo único: a constatação da percepção de que trata este artigo será efetuada por técnicos credenciados da CETESB"
- ⇒ Artigo 34: "O lançamento de efluentes provenientes da queima de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos deverá ser realizado através de chaminés".
- ⇒ Artigo 35: "Toda fonte de poluição do ar deverá ser provida de sistema de ventilação local exaustora e o lançamento de efluentes na atmosfera somente poderá ser realizado através de chaminé, salvo quando especificado diversamente neste regulamento ou em normas dele decorrentes".
- ⇒ Artigo 36: "O armazenamento de material fragmentado ou particulado deverá ser feito em silos adequadamente vedados, ou em outro sistema de controle de poluição do ar de eficiência igual ou superior, de modo a impedir o arraste, pela ação dos ventos do respectivo material".
- ⇒ Artigo 38 e seus parágrafos 1º e 2º : "As substâncias odoríferas resultantes das fontes a seguir enumeradas deverão ser incineradas em pós-queimadores, operando a uma temperatura mínima de 750º C (setecentos e cinquenta graus celsius), em tempo de residência mínima de 0,5 (cinco décimos) segundos, ou por outro sistema de controle de poluentes, de eficiência igual ou superior:
 - I - torrefação e resfriamento de café, amendoim, castanha de caju e cavada;
 - II - autoclaves e digestores utilizados em aproveitamento de matéria animal".
- ⇒ Artigo 41: "As fontes de poluição, para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, adotarão sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível para cada caso".
- ⇒ Artigo 41 combinado com 33-A, parágrafo 1º, este com a redação dada pelo Decreto No. 15425 de 23/07/80, no caso da Região da Grande São Paulo.

OBS: A CETESB tem considerado como parâmetro indicador da melhor tecnologia prática disponível para fornos elétricos o valor de 50 mg/Nm³ base seca.





Artigo disponível em
www.consultoriaambiental.com.br

João Baptista Galvão Filho

4. POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

4.1 Fonte de Emissão dos Efluentes Líquidos Industriais

Somente são gerados efluentes líquidos industriais, quando empregados lavadores como equipamento de controle de poluentes.

4.2 Características das Emissões

Os efluentes líquidos apresentam quantidades variáveis de material particulado que constitui-se basicamente em Fe e Óxidos como Fe_2O_3 , FeO, SiO_2 , Al_2O_3 , CaO, MgO e MnO. Dependendo da qualidade da sucata de ferro utilizada como matéria prima, os efluentes poderão conter, em pequena quantidade, óxido de zinco e chumbo e elementos como manganês, cromo, estanho, titânio, molibdênio, zircônio, níquel, cobre, cobalto, prata e cádmio.

4.3 TECNOLOGIA DE CONTROLE

4.3.1 Sistema de Tratamento

As águas do lavador podem trabalhar em circuito fechado, passando por um sistema de decantação intermediário para posterior recirculação, ou em circuito semi-fechado que apresenta uma purga constante que também deve sofrer o processo de decantação.

O processo de decantação pode ocorrer através de lagoas de sedimentação, com duas ou mais lagoas, funcionando alternadamente, de modo a possibilitar a secagem do lodo retido em uma das lagoas. Também pode ser realizado por decantadores com dispositivo de coleta de lodo, no caso da utilização de filtro prensa ou filtro vácuo.

4.3.2 Padrões de Emissão

Face a recirculação, não existe o descarte do efluente líquido, porém, na eventualidade deste, o efluente final:

- ☒ Deve estar ligado à rede coletora de esgotos, caso esta esteja disponível, obedecendo os parâmetros constante do artigo 19-A do Regulamento da Lei No. 997 de 31/05/76, com redação dada pelo Decreto No.15425 de 23/07/80;
- ☒ Quando lançado em corpo d' água, deve estar de acordo com o estabelecimento no artigo 18 do Regulamento da Lei No. 997 de 31/05/76, aprovado pelo Decreto No.8468 de 08/09/76, e nos artigos 11 e 13 do mesmo Regulamento, conforme a classe do corpo receptor;
- ☒ Quando infiltrado, deve estar de acordo com a norma NBR 7229/82 da Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT, obedecendo aos



parâmetros constantes no artigo 18 do Regulamento da Lei No.997 de 31/05/76, aprovado pelo Decreto No. 8468 de 08/09/76, em caso de presença de metais pesados.

OBS: Os efluentes líquidos sanitários deverão ser lançados na rede coletoras de esgotos, caso esta esteja disponível.

Na hipótese de não existir a referida rede, a disposição final dos efluentes líquidos sanitários poderá ser feita:

- Em corpos d'água, atendendo o estabelecido no artigo 18 do Regulamento da Lei No.997 de 31/05/76, aprovado pelo Decreto No.8468 de 08/09/76, e nos artigos 11 a 13 do mesmo Regulamento, conforme a classe do corpo receptor;
- Por infiltração, de acordo com a Norma NBR-7229/82.

5. RESÍDUOS SÓLIDOS

5.1 Tipos de Resíduos Gerados

- Resíduos constituídos de pó retido nos casos de emprego de equipamento de controle de poluente tipo seco;
- Lamas ou lodos desidratados provenientes dos sistemas de decantação nos casos de emprego de lavadores como equipamento de controle de poluentes;
- Escória proveniente dos fornos elétricos.

5.2 Formas de Disposição Final

Os resíduos sólidos gerados podem ser dispostos em aterros sanitários convencionais, entretanto deverá ser feito teste de lixiviação de acordo com o Método de Ensaio - Lixiviação de Resíduos Industriais, CETESB L5- 510, e caso o extrato de uma amostra representativa contiver quaisquer dos contaminantes em concentrações iguais ou superiores aos valores apresentados na Tabela 1, então o resíduo será considerado tóxico e, portanto, classificado como perigoso (classe 1).



TABELA 1: Concentrações - Limites Máximo no Extrato obtido no Teste de Lixiviação.

Elemento	Limite Máximo no Extrato (mg/l)
Arsênio	5,0
Bário	100,0
Cádmio	1,0
Chumbo	5,0
Cromo Total	5,0
Fénois	0,1
Mercúrio	0,2
Prata	5,0
Selênio	1,0

Se considerados perigosos, esses resíduos deverão ser dispostos em aterros industriais, ou em aterros sanitários convencionais, utilizando-se das técnicas de co-disposição, onde os resíduos perigosos serão misturados com lixo urbano, desde que:

- O aterro seja bem operado, recebendo cobertura adequada;
- As substâncias que percolam do aterro não estejam poluindo significativamente as águas superficiais ou subterrâneas;
- Exista uma distância mínima entre a base do aterro e o lençol freático, ou seja, 1,5 m, de solo insaturado com permeabilidade inferior a 10^{-4} cm/s;
- Lamas com menos de 15% de sólidos não sejam dispostas em taxas superiores a 50 l/m³ de resíduos;
- Lamas com metais pesados tenham taxa de aplicação estudada em função das concentrações na lama e no lixo;
- Recebimento do material seja registrado no local.

6. RUÍDO E VIBRAÇÕES

6.1 Pontos de Geração de Ruído e Vibrações

- Forno elétrico a arco
- Shakeout em grelha vibratória;
- Peneira vibratória;
- Britador;
- Máquinas de jateamento e tamboreamento;
- Esmeris e politrizes.



6.2 REQUISITOS LEGAIS E CONTROLE

- Níveis de ruído: atender a Portaria No.92 de 19/06/80 do Ministério do Interior, ou a legislação municipal, caso seja mais restritiva.
- Controle: como a maioria das operações realizadas nas fundições de ferro em fornos elétricos são ruidosas, a principal medida de controle consiste na adequada localização da fonte de poluição.

7. CARACTERÍSTICAS DE LOCALIZAÇÃO

Fundição de ferro em fornos elétricos podem localizar-se em área de uso predominantemente industrial, em conformidade com as posturas municipais e estaduais relativas a uso e ocupação do solo.

A CETESB não permitirá, nos termos do artigo 42 do Regulamento da Lei No.997 DE 31/05/76, aprovado pelo Decreto No.8668 de 08/09/76, a implantação e/ou ampliação de fundição de ferro em fornos elétricos que tenham sob o aspecto de sua microlocalização construções residenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buonicore, A . J. e Davis , W.T. "Air Pollution Engineering Manual", Van Nostrand Reinhold, 1992.
- CETESB "Nota sobre Tecnologia de Controle -Fundição de Ferro em Fornos Elétricos", 1984.
- USEPA "Air Pollution Control Systems for Selected Industries", EPA 450/2-82-006 June, 1983.
- CETESB "Legislação Estadual - Controle da Poluição Ambiental", 1992.
- CETESB "Legislação Federal - Controle da Poluição Ambiental", 1990.

