



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PATO BRANCO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL



CELÉSIO BATISTONI

PADRONIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE “FILTROS DE MANGAS”
Defesa do Trabalho de Diplomação

PATO BRANCO

2011

CELÉSIO BATISTONI

PADRONIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE “FILTROS DE MANGAS”

Trabalho de Diplomação apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo, do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco.

Orientador: Prof. Sergio Luiz Ribas Pessa,
Dr.

PATO BRANCO

2011

TERMO DE APROVAÇÃO

CELÉSIO BATISTONI

PADRONIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE “FILTROS DE MANGAS”

Trabalho de Diplomação aprovado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, pela seguinte

Banca Examinadora:

Prof. Sergio Luiz Ribas Pessa, Dr.
Orientador

Prof. Luiz Carlos Martinelli Junior, Dr.
Primeiro membro

Prof. Valdir Celestino da Silva, Msc.
Segundo membro

Pato Branco, 20 de junho de 2011.

Dedico este trabalho primeiramente a toda a minha família, pela motivação de realizar o curso de Tecnologia, a todas as pessoas que ajudaram de alguma forma no decorrer do curso, aos meus colegas da empresa Datasilos em especial ao Eng. Agrícola Evandro Zanatta e ao Projetista Mecânico Julio Cezar Grebinski.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	2
3	REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1	FILTRO DE MANGA TIPO <i>PULSE-JET</i>	4
3.2	Filtro de Manga Tipo Convencional	5
3.3	Filtro de Manga Tipo Acionamento Mecânico	7
4	Conceitos, processos e equipamentos ENVOLVIDOS.	8
4.1	Descrição dos Componentes	8
4.1.1	Mangas Filtrantes	8
4.1.2	Seleção da Manga Filtrante	9
4.1.3	Gaiolas.....	11
4.1.4	Venturis	12
4.1.5	Chapa Espelho.....	12
4.1.6	Solenóides	13
4.1.7	Válvula de diafragma	13
4.1.8	Programador Sequencial Eletrônico.....	14
4.1.9	Reservatório de Ar Comprimido	14
4.1.10	Tubos de Sopragem.....	15
4.1.11	Moega.....	15
4.2	Planejamento de Chapas	16
4.2.1	Painel da Câmara de Filtragem/Tulha.....	16
4.2.2	Painel do <i>Plenum</i> Superior/Transição	16
4.2.3	Painel da Transição	17
4.2.4	Transição Inclinada	17
4.2.5	Espelhos Duplos.....	18
4.2.6	Espelhos Simples	18
4.3	Equipamentos para industrialização de Chapas	18
4.3.1	Guilhotina Hidráulica.....	19
4.3.2	Prensa Excêntrica	19
4.3.3	Furadeira de Bancada	20
4.3.4	Dobradeira Hidráulica.....	20
4.3.5	Serra Franho Puncionadeira	21

4.3.6	Calandra	21
4.3.7	Máquina de Corte a Plasma CNC	22
4.3.8	Equipamento de Solda Elétrica MIG	22
4.3.9	Torno	23
4.3.10	Poli corte de Bancada.....	23
5	DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO.....	24
5.1	Desenvolvimento Inicial do Equipamento	24
5.2	Desenvolvimento da Câmara de Filtragem	25
5.3	Desenvolvimento da Tulha	26
5.4	Desenvolvimento da Transição	26
5.5	Desenvolvimento da Estrutura	27
5.6	Desenvolvimento do Funil de Descarga	28
5.7	Desenvolvimento do Sistema de Limpeza das Mangas	28
5.8	Desenvolvimento do <i>Plenum</i>	29
5.9	Desenvolvimento da Plataforma Intermediária.....	29
5.10	Desenvolvimento das Escadas Tipo Marinheiro.....	30
5.11	Desenvolvimento da Plataforma Superior	31
5.12	Equipamento Desenvolvido	31
6	Conclusão.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Referência de Aplicação das Mangas Filtrantes	10
Tabela 2 – Características das Mangas Filtrantes	10
Tabela 3 - Preços relativos entre materiais de Mangas	11
Tabela 4 - Módulos dos Filtro de Mangas	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista Aérea da Empresa DATASILOS	2
Figura 2 - Filtro de Manga "Especial"	3
Figura 3 - Filtro de Mangas Pulse Jet	5
Figura 4 – Fluxo de ar do Filtro	5
Figura 5 - Filtro de Mangas Convencional Interno.....	6
Figura 6 - Filtro de Mangas Convencional Externo.....	6
Figura 7 - Filtro de Mangas Tipo Acionamento Mecânico.....	7
Figura 8 - Manga Filtrante	8
Figura 9 - Manga Filtrante.	8
Figura 10 – Exemplo 1 de Limpeza via Ar Comprimido.	9
Figura 11 – Exemplo 2 de Limpeza via Ar Comprimido.	9
Figura 12 - Gaiolas para Mangas Filtrantes	11
Figura 13 – Venturis	12
Figura 14 - Chapas Espelhos.....	12
Figura 15 - Válvula Solenoide	13
Figura 16 - Válvula de diafragma	13
Figura 17 - Programador Sequencial Eletrônico.....	14
Figura 18 - Reservatório de ar com Válvulas e tubos de Sopragem.....	15
Figura 19 - Moega de Descarga de Pó	15
Figura 20 - <i>Blank</i> de Corte de Pannel da Câmara de Filtragem/Tulha	16
Figura 21 - <i>Blank</i> de Corte de Pannel do <i>Plenum</i> Superior/Transição	16
Figura 22 - <i>Blank</i> de Corte da Transição	17
Figura 23 - <i>Blank</i> de Corte da Transição Inclinada	17
Figura 24 - <i>Blank</i> de Corte dos Espelhos Duplos	18
Figura 25 - <i>Blank</i> de Corte dos Espelhos Simples.....	18
Figura 26 - Guilhotina Hidráulica	19
Figura 27 – Prensa Excêntrica	19
Figura 28 - Furadeira de Bancada	20
Figura 29 - Dobradeira Hidráulica	20
Figura 30 - Serra Franho Puncionadeira	21
Figura 31 – Calandra.....	21

Figura 32 - Máquina de Corte a Plasma CNC	22
Figura 33 - Equipamento de Solda Elétrica MIG	22
Figura 34 – Torno	23
Figura 35 - Poli corte de Bancada	23
Figura 36 - Distribuição das Mangas	25
Figura 37 - Representação da distribuição das mangas	25
Figura 38 – Tulha	26
Figura 39 - Transição com entrada de ar	26
Figura 40 - Modulo superior da estrutura	27
Figura 41 - Primeiro módulo da Estrutura	27
Figura 42 - Funil de descarga	28
Figura 43 - Sistema de limpeza das mangas	28
Figura 44 – <i>Plenum</i>	29
Figura 45 - Plataforma intermediária	29
Figura 46 - Escada Marinheiro	30
Figura 47 - Plataforma Superior	31
Figura 48 - Filtro de Manga 144-132	32
Figura 49 - Filtro 480 Mangas (144-96-96-144)	32
Figura 50 - Filtro 600 Mangas (216-48-144-192)	33

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.

μm – Micrómetro

Blank – Corte padrão de chapas para industrialização.

IHM - Interface Homem Máquina

MIG - Soldagem por arco elétrico com gás de proteção.

mm - O milímetro é uma unidade de medida.

Plenum – Fechamento Superior do Filtro de Mangas.

Pulse-jet – Sistema de Limpeza de Mangas.

Solidworks - é um software de CAD (*computer-aided design*), desenvolvida pela *Solidworks Corporation*, adquirida em 1997 pela *Dassault Systemes S.A.*, e que funciona nos sistemas operacionais *Windows*

Teflon - Politetrafluoretileno (PTFE) é um polímero conhecido mundialmente pelo nome comercial teflon, marca registrada de propriedade da empresa estadunidense DuPont.

RESUMO

Com objetivo de usufruir dos conhecimentos adquiridos ao decorrer do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial na UTFPR e também devido uma necessidade da empresa trabalhada de haver um equipamento padrão disponível no mercado, nesse caso filtro de manga, modelo “*pulse-jet*”, foi desenvolvido um modelo (144-132), que deste se originaria os demais modelos da mesma família, utilizando 90% das mesmas peças em todos os modelos, além de ser modulado, que permite uma ampliação após estar montado e em operação, além disso, com a padronização do equipamento, conseqüentemente suas peças, os processos de industrialização, são realizados em menores tempos, devido a menos regulagens de máquinas, e a maior facilidade de produção em série das peças.

Até o momento deste trabalho esses mesmos equipamentos eram considerados projetos especiais, devido que cada um era diferente do outro, sem nenhuma padronização, onde o funcionário responsável pelo seu desenvolvimento até então não tinha uma logística e “organização”, que com conseqüência acabou sendo desligamento da empresa, e o mesmo não disponibilizou os projetos até então, que se onde ocorrer uma falha no equipamento ou uma reposição de peças, será impossível fazer, a não ser que haja o deslocamento até o local instalado e seja realizada a coleta dos dados referente a essa reposição ou manutenção, para posteriormente realizar sua correção.

No desenvolvimento desse modelo padrão, além de toda a logística do funcionamento do equipamento, e as características do modelo “*pulse-jet*”, ou seja, limpeza automática das mangas, através de jatos de ar comprimido, foi focado no quesito de segurança, visando às informações da NR18 e NR26, como escadas, plataformas, cores de sinalização, entre outros.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Wikipedia (2011), por poluição entende-se a introdução pelo homem, direta ou indiretamente de substâncias e/ou energia no ambiente provocando um efeito negativo no seu equilíbrio, causando assim danos à saúde humana e nos seres vivos do ecossistema ali presente.

Segundo a empresa MAEX (2011), em função das condições climáticas favoráveis na maioria das regiões produtoras e a melhoria na técnica de plantio a colheita de soja e milho aumentou consideravelmente nos últimos anos e com isso os problemas de manuseio de todos esses grãos se intensificaram e as indústrias de produtos alimentícios, que recebem descarregam e armazenam e que de alguma maneira em seu processo geram pó, ficam expostas ao perigo, além de ocasionar danos à saúde dos trabalhadores e estragos aos equipamentos, ainda provocam incêndios e explosões, pela sua alta capacidade de combustão.

Segundo a empresa SINTO (2011) a filtragem por tecido é o mais confiável método para remoção de contaminantes sólidos do ar, a eficiência chega ser acima de 99% e são obtida mesmo com variações na velocidade de filtragem, carga de pó e granulometria, onde a grande maioria de particulados secos, independente do tamanho pode ser removida por este método, suas limitações são para altas temperaturas dos gases, excessiva umidade, partículas condensáveis e pegajosas e o grande espaço ocupado por este sistema.

2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa concessionária do Trabalho de Diplomação, DATASILOS Indústria e Comércio de Máquinas LTDA, está atuando no mercado desde o ano de 2000, no ramo industrial e metalúrgico. Destaca-se que 70% de seus principais produtos estão voltados para atender a área agrícola, na construção de elevadores, secadores, exaustores, filtros de mangas entre outros produtos que atendem a diferentes demandas, porém com menor representatividade.

A empresa Datasilos ingressou no mercado a partir de um sonho planejado e uma necessidade de vida. Arsione de Aquino Souto tinha experiência profissional nesse ramo de atividade de apenas seis meses, adquirida na Mercosilos, hoje sua concorrente.

Para que o sonho se tornasse realidade e o planejamento saísse do papel ocorreu uma sociedade de cinco integrantes. Cada um compartilhou com o recurso que possuía (carro, máquinas, equipamentos e dinheiro), após essa junção, três dos mesmos indivíduos faziam a fabricação, um cuidava da parte financeira e o outro realizava as vendas.

Com o passar do tempo à empresa começou a fluir e novas contratações de funcionários foram efetuadas. Havia uma necessidade maior de pessoas para realização dos processos dentro do tempo estimado e estipulado pelos clientes.

A Figura 1 mostra a localização da empresa, instalada na Rua Eng. Guilherme Jorge Scheide, 755 - Bairro Parque ind. Planalto - Pato Branco – PR.



Figura 1 - Vista Aérea da Empresa DATASILOS

Fonte: Datasilos

Porém a sociedade entre os cinco integrantes não permaneceu juntamente com o sucesso almejado. Conflitos surgiram e a fadiga de cada dia foi crescendo, não existiam mais motivos para mantê-los em busca do mesmo objetivo. Assim a sociedade aos poucos foi se desfazendo. Arsione de Aquino Souto comprou a parte que cabia aos outros sócios. Atualmente a empresa pertence apenas a Arsione de Aquino Souto.

A Datasilos fabrica produtos para o beneficiamento de cereais. Dentre eles se destacam (30% da capacidade produtiva da empresa) na fabricação de: secadores de coluna, elevadores de caneca, transportadores de correia, transportadores de corrente e (os 70% da produção) voltado para o controle ambiental através de filtro de mangas. A Figura 2 representa um filtro de manga classificado na categoria como equipamento especial.



Figura 2 - Filtro de Manga "Especial"

Fonte: Datasilos

A categoria dos equipamentos classificados como especiais, é composta por todo equipamento onde não existe um padrão de projeto, ou seja, todo equipamento da mesma linha em cada fabricação as peças são diferentes, servindo apenas para aquele equipamento, e pode ser considerado um problema a médio e longo prazo para o fabricante, devido a essa condição.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 FILTRO DE MANGA TIPO *PULSE-JET*

O filtro de mangas tipo *Pulse-jet* é um equipamento que promove a filtração do ar poluído através de sua passagem forçada por meio filtrante cilíndrico ou plissado, especialmente selecionado de acordo com as características físico-químicas do material particulado e do ar, desta forma o pó, fumos e fumaças ficam retidos na superfície externa das mangas e o ar limpo sai do filtro pela câmara limpa para posteriormente ser emitido à atmosfera.

O filtro de mangas é basicamente composto por *Plenum* superior, câmara filtrante, transição, tulha e moega de recolhimento das impurezas filtradas, é previsto para operar em condições rígidas e contínuas, sendo dotado de sistema automático de limpeza das mangas.

O sistema de limpeza das mangas é automático, com jatos de ar comprimido em contra corrente que promovem uma inversão momentânea do sentido do fluxo de ar nas mangas, removendo assim o particulado depositado sobre o meio filtrante nas mangas. O disparo destes jatos de ar é realizado por válvulas solenóide, controladas eletronicamente, e não ocorrem simultaneamente sobre todas as mangas, desta forma o filtro pode tratar as saturado de pó ao mesmo tempo ser limpo. Isto mantém uma perda de carga constante no sistema e propicia uma maior eficiência global na aspiração e filtração.

O sistema é composto por câmara de acumulação de ar comprimido, que funciona como um pulmão conectado às válvulas solenoide. O conjunto é completado por tubos com furos alinhados no centro de cada manga, cada um corresponde a uma fila de mangas devidamente conectado a uma das válvulas.

Todo o conjunto é rigidamente apoiado em estrutura de perfilados, sendo o acesso ao topo efetuado por meio de escada do tipo marinheiro com guarda-corpo e cabo vida, o topo é dotado de proteção tipo guarda-corpo/rodapés periféricos e portas de visita com manipulo macho para retirada das mangas de filtração e acesso a rede interna de ar comprimido.

Para o dimensionamento dos filtros são levados em consideração principalmente a vazão de ar a ser tratada o tipo de material a ser retido, a partir destas variáveis é definida uma relação de filtração de onde advém o número de mangas necessárias e conseqüentemente as dimensões do filtro. O meio filtrante também é selecionado em função da natureza do material a ser retido e de condições ambientais, tais como temperatura do ar e umidade.

A Figura 3 representa um filtro de manga *pulse-jet*, equipamento especial fabricado pela empresa Datasilos, representado a entrada do ar contaminado e a saída do ar após a filtração por meio das mangas.

A Figura 4 representa o fluxo de ar contaminado (vermelho) e após a passagem das mangas filtrantes (azul) liberando para o ambiente externo.

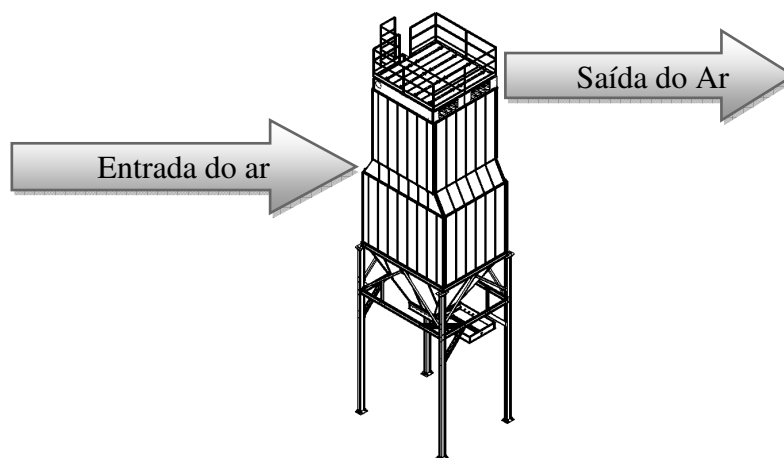


Figura 3 - Filtro de Mangas Pulse Jet

Fonte: Datasilos

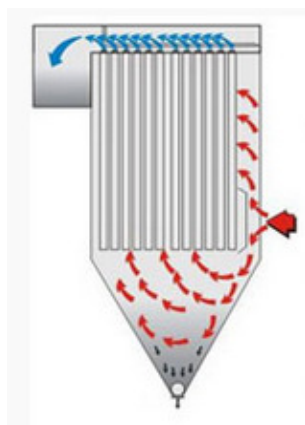


Figura 4 – Fluxo de ar do Filtro

Fonte: www.bernauer

3.2 FILTRO DE MANGA TIPO CONVENCIONAL

O Filtro de Mangas tipo convencional, não é disponibilizado a limpeza automática das mangas, onde as mesmas devem ser constantemente limpas manualmente com auxílio de varetas.

O seu funcionamento é simples, consiste na entrada de ar com as impurezas através do *Plenum* superior, onde o ar é forçado a passar através das mangas montadas tipo duto, onde o ar limpo é liberado para o ambiente e as impurezas ficam retidas nas mangas e se depositam no funil de coleta.

É recomendável que se desligue o equipamento para a remoção das partículas filtradas para que as mesmas não sejam expulsas pelos registros de coletas abaixo do funil de coleta.

A Figura 5 mostra um filtro de manga tipo convencional. A sua instalação não deve ser ao tempo, deverá ser protegido contra ações do tempo, principalmente a chuva devido à exposição das mangas.

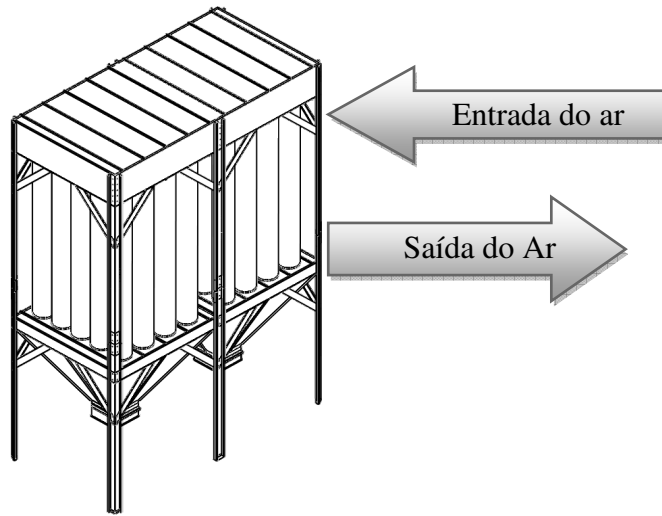


Figura 5 - Filtro de Mangas Convencional Interno

Fonte: Datasilos

A Figura 6 abaixo mostra um filtro de manga tipo convencional com as mangas protegidas, onde sua instalação pode ser em ambientes externos sobre a ação do tempo, por ter as mangas isoladas.

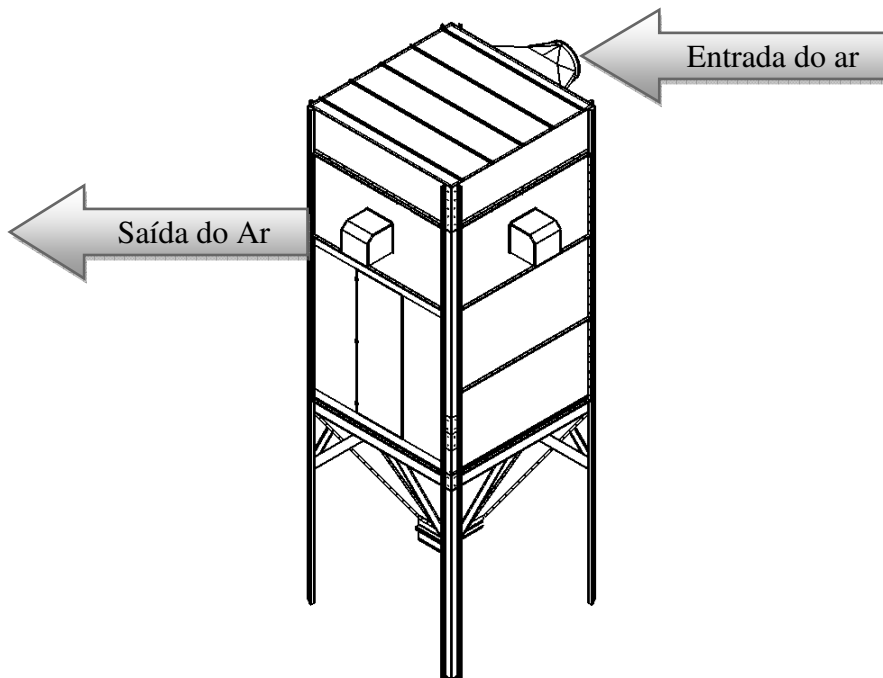


Figura 6 - Filtro de Mangas Convencional Externo

Fonte: Datasilos

3.3 FILTRO DE MANGA TIPO ACIONAMENTO MECÂNICO

O seu funcionamento consiste na entrada de ar contaminado com partículas sólidas no *Plenum* inferior, sobre o funil de acúmulo de impurezas filtradas, onde esse ar é forçado a passar pelas mangas, liberando apenas ar filtrado sem impurezas sólidas.

A limpeza das mangas é tipo acionamento mecânico que consiste, em um acionamento cujo objetivo é sacudir as mangas com o objetivo de aliviar o acúmulo de impurezas filtradas a se decantarem no funil de coleta.

A Figura 7 mostra um exemplo desse modelo de filtro, onde o acionamento é por polias e correias, que giram um disco fora de centro, oferecendo a opção de regulagem do curso de vibração a ser lançados sobre as mangas.

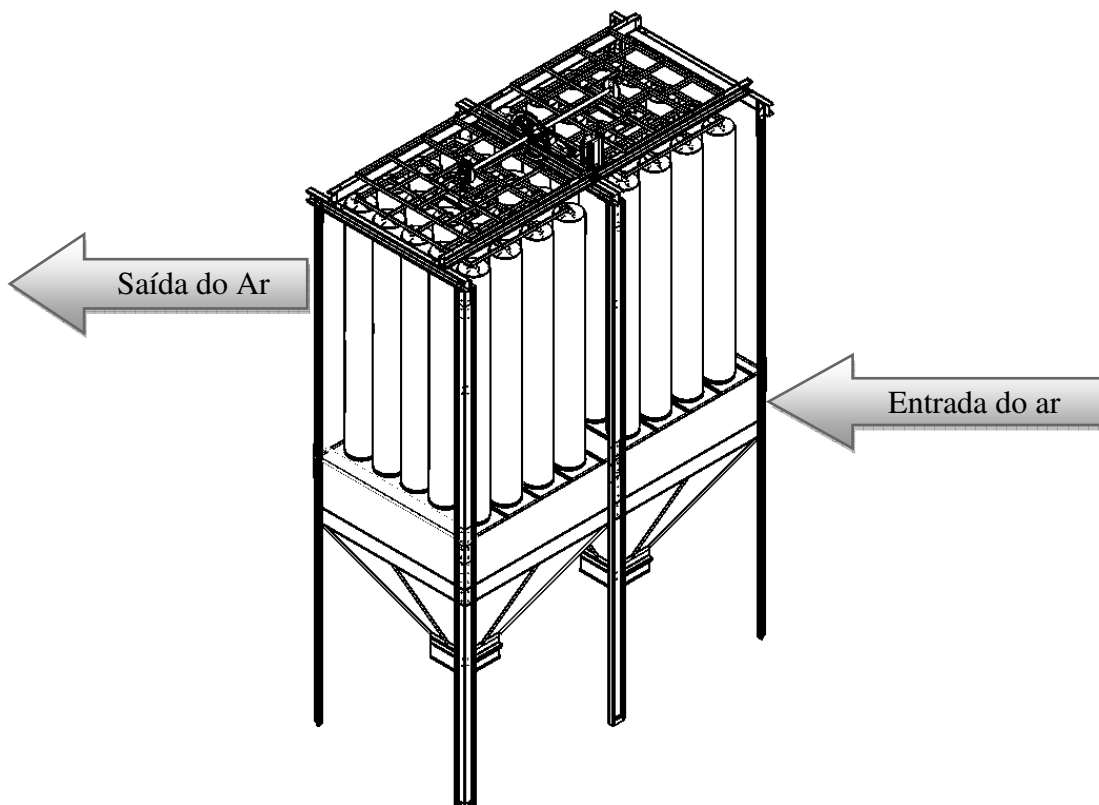


Figura 7 - Filtro de Mangas Tipo Acionamento Mecânico

Fonte: Datasilos

4 CONCEITOS, PROCESSOS E EQUIPAMENTOS ENVOLVIDOS.

4.1 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

4.1.1 Mangas Filtrantes

São elementos filtrantes de feito agulhado, através das quais ocorre a separação do ar e do pó, já que o ar atravessa o elemento filtrante e as partículas sólidas ficam retidas em sua parede externa/interna, dependendo do tipo de mecanismo de filtração.

Após um determinado tempo, as mangas ficam impregnadas com pó, necessitando então que se faça uma limpeza. Esta limpeza é feita através de jatos de ar comprimido, vibração mecânica/manual e ou, em alguns casos, lavagem.

A Figura 8 e a Figura 9 representam claramente as mangas filtrantes.

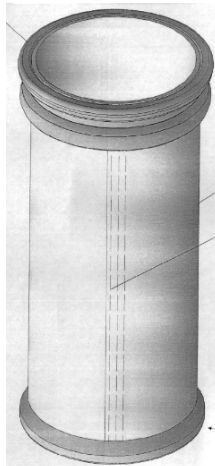


Figura 8 - Manga Filtrante

Fonte: www.patentesonline



Figura 9 - Manga Filtrante.

Fonte: www.beckins

A Figura 10 e a Figura 11 demonstram representativamente a limpeza das mangas pelo efeito do jato de ar comprimido.

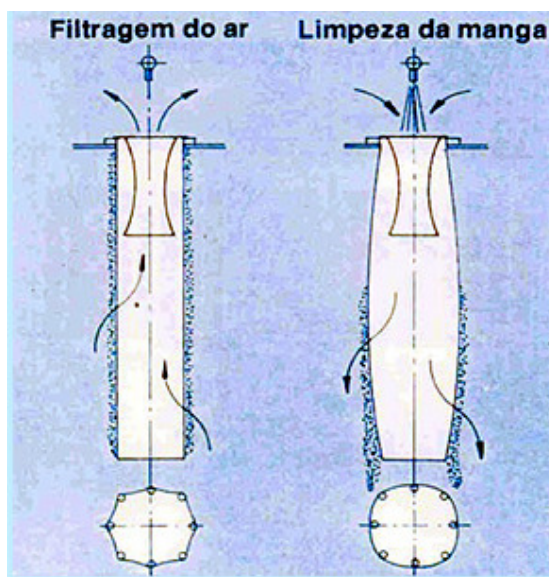


Figura 10 – Exemplo 1 de Limpeza via Ar Comprimido.

Fonte: www.ecotechsystem



Figura 11 – Exemplo 2 de Limpeza via Ar Comprimido.

Fonte: www.ecotechsystem

4.1.2 Seleção da Manga Filtrante

Uma grande gama de materiais está disponível para atender praticamente a todos os requisitos das mais diversas aplicações. A seleção da manga correta é baseada em vários fatores, incluindo as variáveis de processos, as propriedades das fibras e a temperatura do gás exaurido.

A Tabela 1 descreve as características de cada material de manga mais comuns no mercado assim como a resistência a diversos meios.

Tabela 1 - Referência de Aplicação das Mangas Filtrantes

Material da Manga	Resistência à					Temper. Máxima de Operação °C	
	Tração	Abrasão	Ácidos	Álcalis	Combustão	Contínuo	Picos
Algodão	Bom	Bom	Pobre	Bom	Sim	80	90
Polipropileno	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Sim	90	90
Nylon	Excelente	Excelente	Pobre	Excelente	Sim	90	120
Homopolímero Acrílico	Bom	Bom	Muito Bom	Fraco	Sim	130	140
Copolímero Acrílico	Médio	Fraco	Bom	Fraco	Sim	110	120
Poliéster	Excelente	Excelente	Fraco	Fraco	Sim	135	150
Nomex	M, Bom	Excelente	Fraco	Bom	Não	190	220
Teflon	Médio	Fraco	Bom	Fraco	Não	230	260
Fibra de Vidro	Excelente	Fraco	Bom	Fraco	Não	260	290
Ryton	M. Bom	Excelente	Excelente	M. Bom	Não	190	220
P-84	M. Bom	Excelente	M. Bom	Fraco	Não	260	290

Fonte: www.sinto

As informações contidas nesta tabela são geralmente utilizadas na indústria, porém os resultados em uma determinada aplicação variam de acordo com as diferentes condições de operação. Portanto, para cada aplicação é necessária uma cuidadosa avaliação.

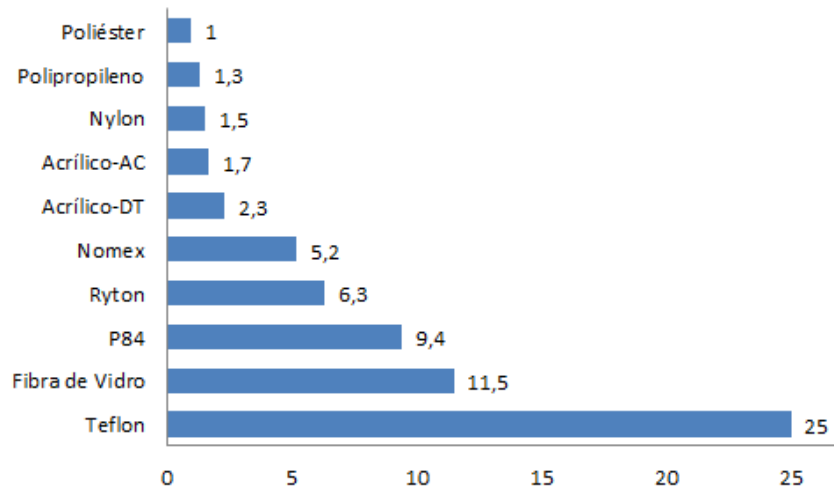
Tabela 2 – Características das Mangas Filtrantes

Material	Características das Fibras
Polipropileno	Fibras resistentes, baixa absorção de umidade e possui uma excelente resistência química.
Nylon	Fibras robustas com excelente resistência à abrasão e a álcalis.
Acrílico	Bom em condições ácidas. Excelente estabilidade dimensional e resistência à hidrólise.
Poliéster	Altamente resistente à tração, boa estabilidade dimensional, resistência ao calor até 135 °C.
Nomex	Excelente resistência ao calor (190 °C) e excelente resistência a abrasão.
Teflon	Pode ser usado em temperaturas acima de 230 °C e possui uma resistência química excelente.
Fibra de Vidro	Pode ser usado a altas temperaturas e possui alta resistência à tração.
Ryton	Excelente resistência química e a abrasão. Excelente resistência ao calor a 190 °C.

Fonte: www.sinto

A Tabela 3 demonstra o comparativo dos valores das mangas pelo tipo de material, baseando-se como referencia a manga de Poliéster, por exemplo a manga de Teflon custa 25 vezes o valor da manga de Poliéster.

Tabela 3 - Preços relativos entre materiais de Mangas



Fonte: www.sitape

4.1.3 Gaiolas

São armações metálicas que servem de sustentação para as mangas filtrantes, formando um conjunto cilíndrico e rígido. A parte inferior é fechada e a superior é aberta, contendo um ejetor venturi, Figura 12.



Figura 12 - Gaiolas para Mangas Filtrantes

Fonte: Datasilos

4.1.4 Venturis

São tubos metálicos aceleradores que transformam a energia do ar comprimido em energia de pressão, induzindo o ar através da manga filtrante e, devido à sua magnitude para o fluxo normal de ar, transmitindo uma onda de choque à manga, promovendo sua limpeza e desalojando do material impregnado. A pressão do ar comprimido é determinada em função da geometria ou configuração do ejetor venturi, assim como da permeabilidade da manga a ser limpa. Figura 13..



Figura 13 – Venturis

Fonte: Datasilos

4.1.5 Chapa Espelho

Chapa onde são distribuídos e fixados os conjuntos mangas filtrantes com as gaiolas. Sua furação deve seguir rigorosamente as dimensões de projeto, para que seja possível o alinhamento correto dos tubos de sopragem (limpeza das mangas) e vedação perfeita na fixação das mangas Figura 1414.

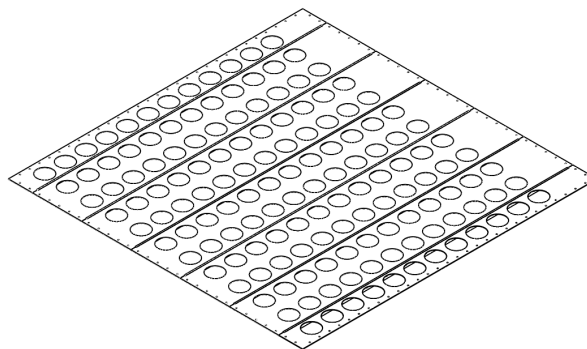


Figura 14 - Chapas Espelhos

Fonte: Datasilos

4.1.6 Solenóides

Elemento destinado a transformar os impulsos elétricos gerados no programador sequenciador temporizado eletrônico, em impulsos pneumático que vão atuar sobre as válvulas de diafragma Figura 15.



Figura 15 - Válvula Solenoide

Fonte: Datasilos

4.1.7 Válvula de diafragma

Também conhecidas como escape rápido, são válvulas que permitem a passagem de um fluxo de ar comprimido para a limpeza das mangas. Estas válvulas são abertas através dos impulsos pneumáticos produzidos pelos solenóides. Figura 16.



Figura 16 - Válvula de diafragma

Fonte: Datasilos

4.1.8 Programador Sequencial Eletrônico

O programador é composto basicamente por um circuito integrado, fabricado especialmente de acordo com os requisitos técnicos de cada projeto. O circuito é montado em uma caixa termoplástica IP-65 resistente aos raios ultravioletas, evitando o ressecamento e possível quebra da caixa Figura 17.

Possui uma tampa basculante transparente e dotada de vedação própria para que o operador acesse a IHM (Interface Homem Máquina) de leitura da pressão e para possíveis modificações de parâmetros. A vantagem é que a IHM não fica em contato com o ambiente que nestes tipos de aplicações costuma ser carregado de pequenas partículas de pó que podem eventualmente sujar e até danificar os equipamentos eletrônicos.

Em sua extremidade inferior interna o aparelho é provido basicamente de dois bornes de alimentação e uma segunda régua de bornes por onde são distribuídos os sinais de entrada e saída do programador, acionadas de acordo com a parametrização do equipamento. Opcionalmente na parte externa conta com dois conectores onde são montadas as mangueiras de aferição da pressão entre as câmaras limpa e suja do filtro.



Figura 17 - Programador Sequencial Eletrônico.

Fonte: www.santecautomacao

4.1.9 Reservatório de Ar Comprimido

Reservatório para acumular ar comprimido utilizado na limpeza das mangas também chamado de pulmão.

Este reservatório tem uma capacidade suficiente de ar para que, durante o tempo de sopragem de limpeza, o jato de ar seja praticamente constante Figura 18.

4.1.10 Tubos de Sopragem

São tubos conectados ao reservatório de ar comprimido, através das válvulas de diafragma, cuja finalidade é distribuir e direcionar o jato de ar comprimido para o interior das mangas situadas em uma mesma fileira. Figura 18.

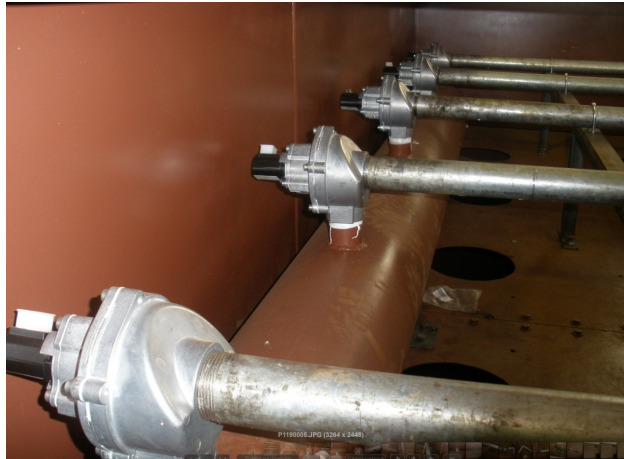


Figura 18 - Reservatório de ar com Válvulas e tubos de Sopragem

Fonte: Datasilos

4.1.11 Moega

Recipiente de descarga do pó desprendido das mangas e também das partículas que entram com baixa velocidade e são retidas na própria moega. Figura 19.

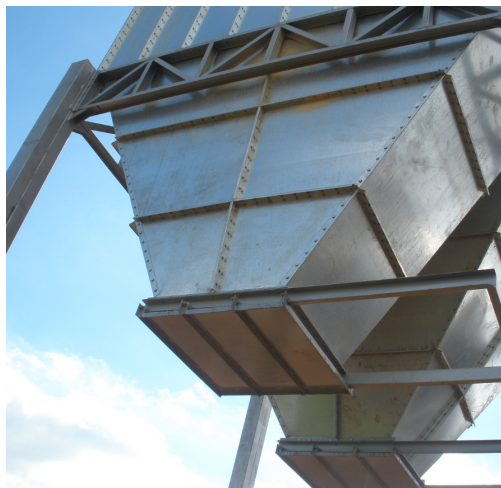


Figura 19 - Moega de Descarga de Pó

Fonte: Datasilos

4.2 PLANEJAMENTO DE CHAPAS

Abaixo segue algumas peças padrões, desenvolvidas no decorrer do desenvolvimento do equipamento, onde estas mesmas peças são destinadas a todos os módulos previstos, com um planejamento de maior aproveitamento de *blank* de chapa.

4.2.1 Pannel da Câmara de Filtragem/Tulha

Planejamento de corte das peças dos Pannel da Câmara de Filtragem e Tulha, sendo que o *blank* da chapa adquirida é de 1200 x 3000 (mm), e o *blank* de corte de cada pannel é de 589 x 2990 (mm), sendo fabricado duas peças com aproveitamento de 98 % da Chapa. Figura 20.

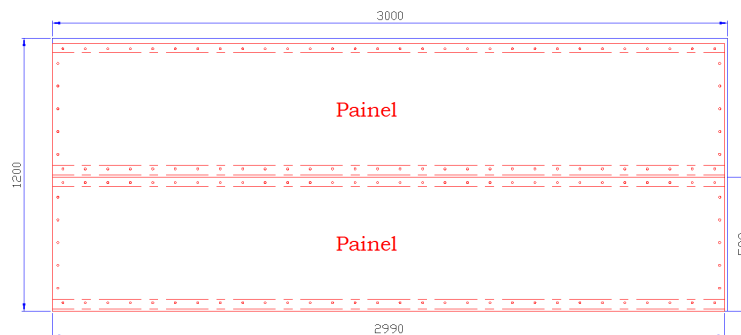


Figura 20 - *Blank* de Corte de Pannel da Câmara de Filtragem/Tulha

Fonte: Datasilos

4.2.2 Pannel do *Plenum* Superior/Transição

Planejamento de corte das peças dos Pannel do *Plenum* Superior, sendo que o *blank* da chapa adquirida é de 1200 x 3000 (mm), e o *blank* de corte de cada pannel é de 589 x 740 (mm), sendo fabricado oito peças com aproveitamento de 96 % da Chapa. Figura 21.

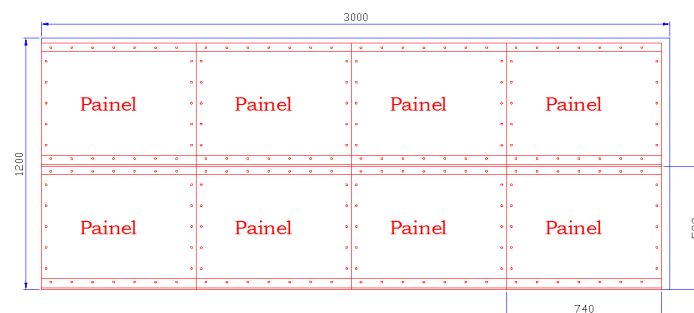


Figura 21 - *Blank* de Corte de Pannel do *Plenum* Superior/Transição

Fonte: Datasilos

4.2.3 Painel da Transição

Planejamento de corte das peças da Transição, sendo que o *blank* da chapa adquirida é de 1200 x 3000 (mm), e o *blank* de corte de cada Transição é de 598 x 1122 (mm), sendo fabricado 5 peças com aproveitamento de 91,78 % da Chapa Figura 22.

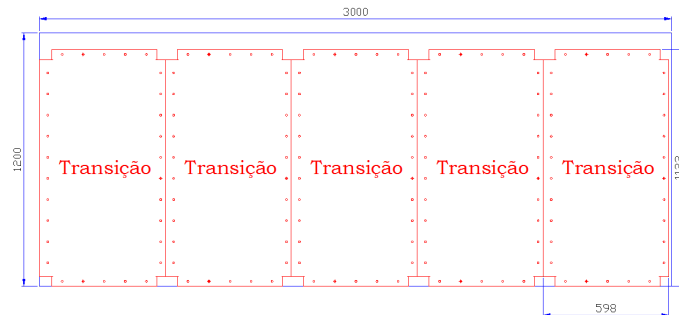


Figura 22 - *Blank* de Corte da Transição

Fonte: Datasilos

4.2.4 Transição Inclinada

Planejamento de corte das peças da Transição, sendo que o *blank* da chapa adquirida é de 1200 x 3000 (mm), e o *blank* de corte de cada 2 Transição Inclinada é de 740 x 1047 (mm), sendo fabricado 8 peças com aproveitamento de 86,08 % da Chapa. Figura 23.

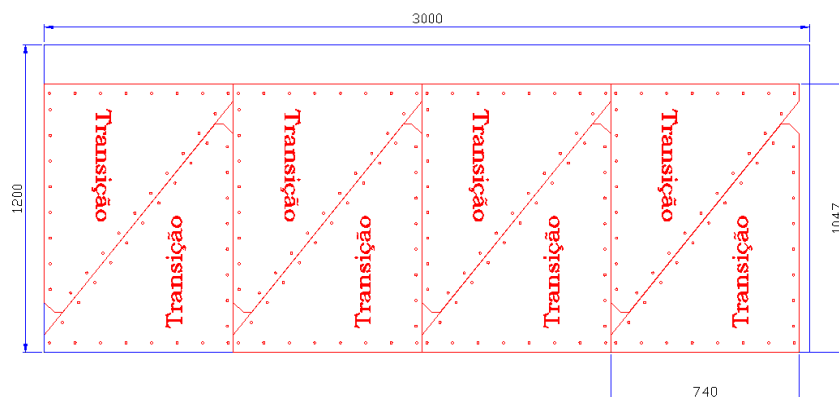


Figura 23 - *Blank* de Corte da Transição Inclinada

Fonte: Datasilos

4.2.5 Espelhos Duplos

Planejamento de corte das peças dos espelhos Duplos, sendo que o *blank* da chapa adquirida é de 1200 x 3000 (mm), e o *blank* de corte de cada Espelho Duplo é de 590 x 2990 (mm), sendo fabricado duas peças com aproveitamento de 98 % da Chapa. Figura 24.

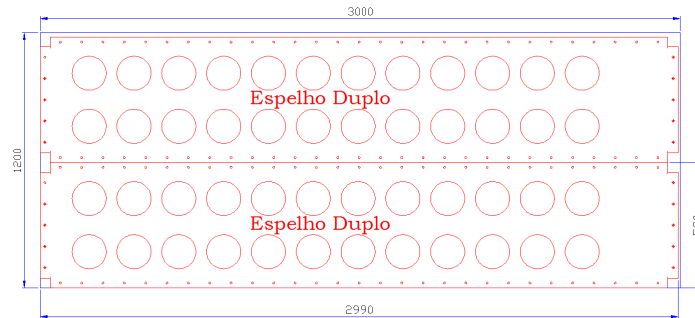


Figura 24 - *Blank* de Corte dos Espelhos Duplos

Fonte: Datasilos

4.2.6 Espelhos Simples

Planejamento de corte das peças dos Espelhos Simples, sendo que o *blank* da chapa adquirida é de 1200 x 3000 (mm), e o *blank* de corte de cada Espelho Duplo é de 290 x 2990 (mm), sendo fabricado duas quatro com aproveitamento de 96 % da Chapa. Figura 25.

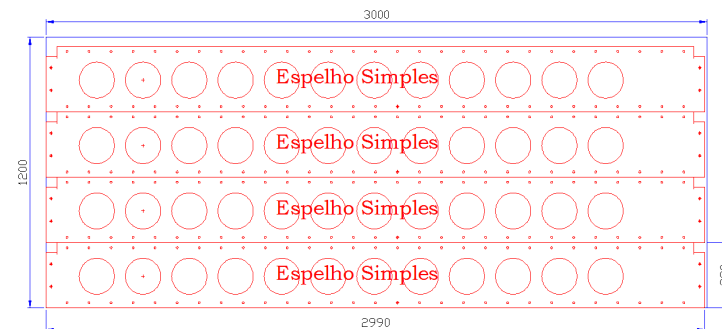


Figura 25 - *Blank* de Corte dos Espelhos Simples

Fonte: Datasilos

4.3 EQUIPAMENTOS PARA INDUSTRIALIZAÇÃO DE CHAPAS

Segue abaixo requisitos mínimos para a fabricação do equipamento, disponíveis na empresa realizada o trabalho.

Assim como a logística de Industrialização.

4.3.1 Guilhotina Hidráulica

Após recebimento dos projetos impressos é separado a bitola da chapa de acordo com indicação do projeto e em seguida é realizado o corte e a quantidade conforme especificação dos desenhos. Figura 26.



Figura 26 - Guilhotina Hidráulica

Fonte: Datasilos

4.3.2 Prensa Excêntrica

Caso haja furação padronizada nos desenhos, após a realização do corte de *blank* das peças, as chapas são furadas conforme padronização e diâmetro especificado pelo setor do projeto. Figura 27.



Figura 27 – Prensa Excêntrica

Fonte: Datasilos

4.3.3 Furadeira de Bancada

Se a furação não for padronizada é usada a furadeira de bancada para a realização dos furos, operação não recomendada. Pois demora muito no processo de marcação das chapas. Figura 28.



Figura 28 - Furadeira de Bancada

Fonte: Datasilos

4.3.4 Dobradeira Hidráulica

Definido *blank* de corte e furação realizada, se existir dobras as peças são dobradas com auxílio de uma dobradeira Hidráulica. Conforme imagem abaixo. Figura 29.



Figura 29 - Dobradeira Hidráulica

Fonte: Datasilos

4.3.5 Serra Franho Puncionadeira

Em alguns casos é usado a Puncionadeira, para realização de cortes, por exemplo de transições de tubulações, onde são cortes ovais, e impossível de ser realizados na guilhotina. Figura 30.



Figura 30 - Serra Franho Puncionadeira

Fonte: Datasilos

4.3.6 Calandra

Normalmente usada para calandrar chapas para a confecção de tubulações, que serão usados com dutos para a coleta do pó contaminado, conforme diâmetro especificado pelo projeto. Figura 31.



Figura 31 – Calandra

Fonte: Datasilos

4.3.7 Máquina de Corte a Plasma CNC

Equipamento usado para realização de cortes complexos através do corte a Plasma Computadorizado, usado especialmente na confecção dos espelhos, com mais precisão e mais rápido. **Erro! Fonte de referência não encontrada..**



Figura 32 - Máquina de Corte a Plasma CNC

Fonte: Datasilos

4.3.8 Equipamento de Solda Elétrica MIG

Caso exista a necessidade de unir chapas, para o equipamento, normalmente é utilizado a solda elétrica MIG, oferecendo excelente acabamento e rapidez no processo. Figura 33.



Figura 33 - Equipamento de Solda Elétrica MIG

Fonte: Datasilos

4.3.9 Torno

A empresa também disponibiliza de um torno, normalmente usado para desbaste de peças provenientes do corte a plasma, para os rotores dos exaustores. Figura 34.



Figura 34 – Torno

Fonte: Datasilos

4.3.10 Poli corte de Bancada

É disponibilizado de um poli corte de bancada, com sistema de gabarito para o corte rápido de cantoneiras, ferro redondo e tubos. Figura 35.

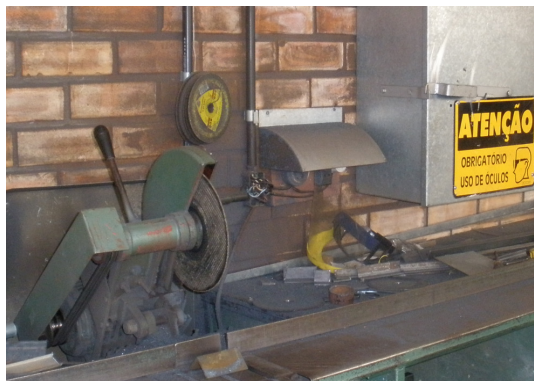


Figura 35 - Poli corte de Bancada

Fonte: Datasilos

Após todos o processos necessários caso haja necessidade, por exemplos em chapas soldadas e sem tratamento, as mesmas são deslocadas para a pintura para realizar uma ultima proteção, com fundo e tinta com cor de acordo com o padrão da necessidade.

5 DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO

Com objetivo de padronizar os filtros de mangas pulse-jet, foi previsto módulos para os filtros, para a utilização de peças matrizes, esses módulos foi baseado na Manga de Poliéster 450 g/m² com banho de teflon, fixação aço Mola (Manga Ø 155 mm x 3020 mm), pois é a mais utilizada para a aplicação dos filtros, devido as suas características filtrantes e seu valor de aquisição.

Com isso foi desenvolvido a Tabela 4, para os módulos dos filtros, onde esses módulos são compostos de peças matrizes, facilitando a fabricação e regulagem de máquinas, assim como a reposição de peças, onde cada módulo conforme tabela informa o número máximo e o número mínimo de mangas.

Tabela 4 - Módulos dos Filtro de Mangas

Módulo 24/12 Mangas	Módulo 144/132 Mangas	Módulo 264/252 Mangas
Módulo 48/36 Mangas	Módulo 168/156 Mangas	Módulo 288/276 Mangas
Módulo 72/60 Mangas	Módulo 192/180 Mangas	Módulo 312/300 Mangas
Módulo 96/84 Mangas	Módulo 216/204 Mangas	
Módulo 120/108 Mangas	Módulo 240/228 Mangas	

Em anexo distribuição das mangas contém imagens da vista superior dos espelhos para a distribuição das mangas.

Abaixo segue uma relação de desenhos separados por módulos do equipamento, desenvolvidos durante o Trabalho de Diplomação, onde cada módulo em sua montagem será realizada no térreo e posteriormente será elevado por meio de guindastes.

5.1 DESENVOLVIMENTO INICIAL DO EQUIPAMENTO

A Figura 36 demonstra a disposição das chapas espelhos para a distribuição dos conjunto das mangas, gaiolas e veturis, para o Módulo 144-132.

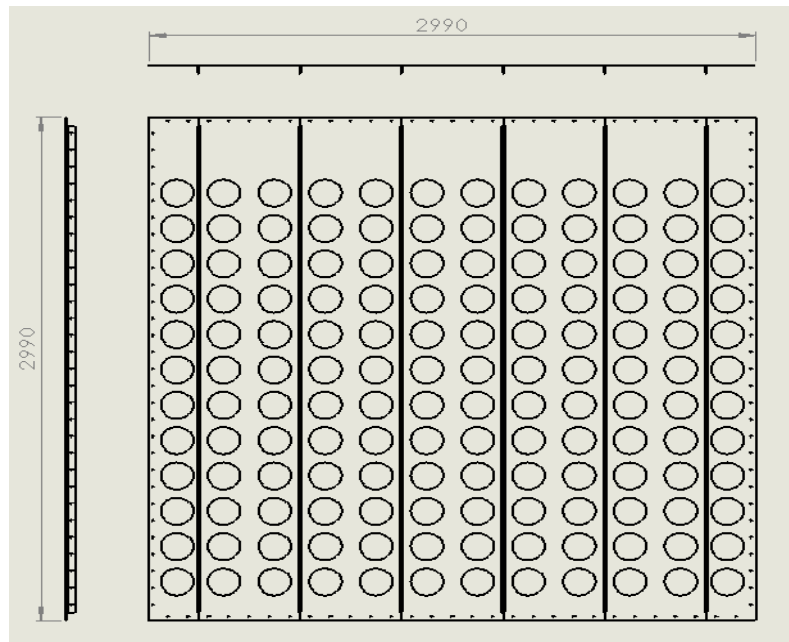


Figura 36 - Distribuição das Mangas

Fonte: Datasilos

5.2 DESENVOLVIMENTO DA CÂMARA DE FILTRAGEM

Na seqüência foi desenvolvido a câmara de filtragem a partir da definição das chapas espelhos, para encapsulamento das mangas, a imagem abaixo demonstra essa etapa Figura 37, mais imagens em anexo.

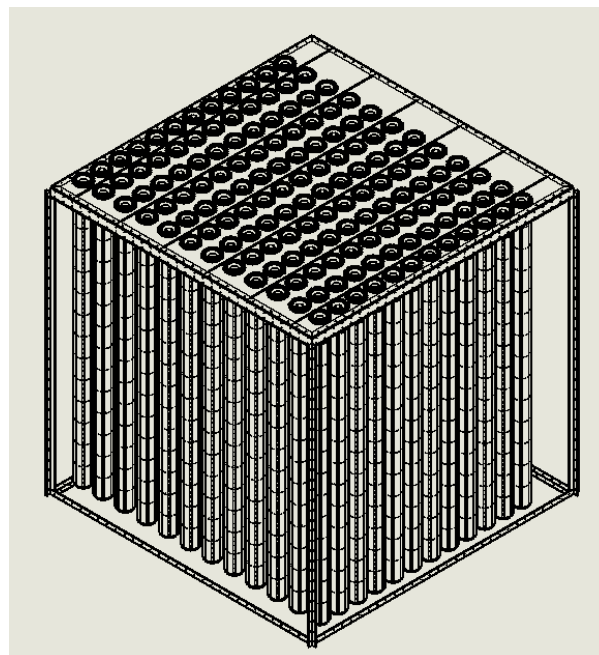


Figura 37 - Representação da distribuição das mangas

Fonte: Datasilos

5.3 DESENVOLVIMENTO DA TULHA

Posteriormente com a definição da câmara de filtragem foi desenvolvida a “Tulha” módulo do equipamento onde se destina para armazenagem temporária dos resíduos filtrados, para posteriormente quando estiver com sua capacidade atingida ser descarregado e transportado para um local apropriado e destinado para este mesmo fim.

A Tulha foi devidamente dimensionada para que sua largura seja ideal para a passagem de veículos que servirão para o transporte dos resíduos filtrados Figura 38, mais imagens em anexo.

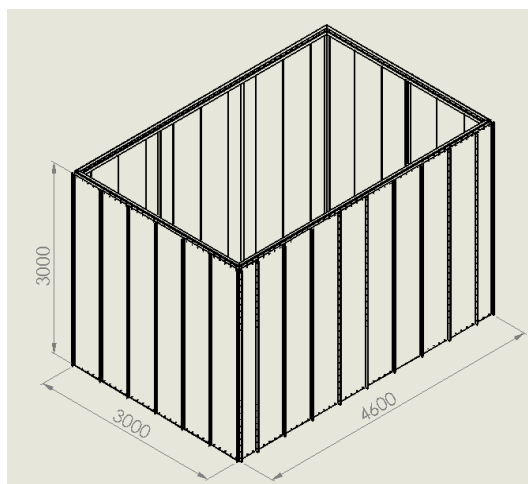


Figura 38 – Tulha

Fonte: Datasilos

5.4 DESENVOLVIMENTO DA TRANSIÇÃO

Com a definição da câmara de filtragem e da tulha foi possível definir a transição para a união dos dois módulos, a imagem abaixo demonstra melhor essa parte do equipamento, onde a mesma é composta por uma entrada de ar, que o exaustor joga dentro do filtro, essa entrada é devidamente dimensionada conforme a velocidade de saída desejada Figura 39, mais imagens em anexo.

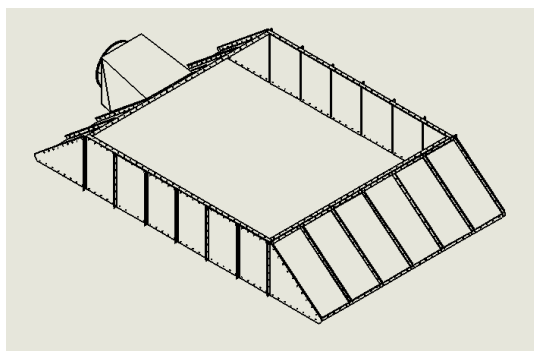


Figura 39 - Transição com entrada de ar

Fonte: Datasilos

5.5 DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA

Focando a questão de modulação do equipamento, a estrutura de sustentação do equipamento foi modulada em duas partes, para facilitar a questão de montagem e transporte das peças, a imagem abaixo demonstra o módulo superior da estrutura do equipamento. Figura 40.

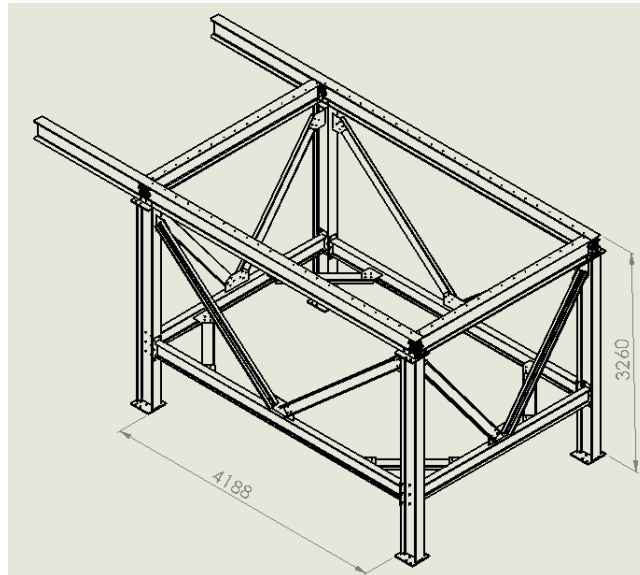


Figura 40 - Módulo superior da estrutura

Fonte: Datasilos

A Figura 411 demonstra o primeiro módulo da estrutura com espaço livre entre os pilares para a passagem de veículos que transportaram os resíduos filtrados.

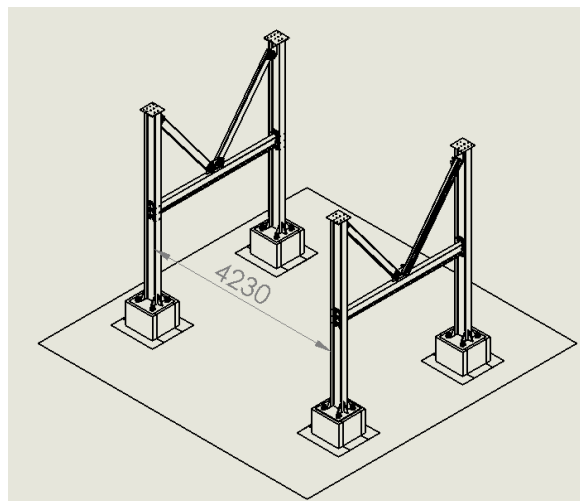


Figura 41 - Primeiro módulo da Estrutura

Fonte: Datasilos

Observação: as fundações para as sapatas dos filtros dependem seriamente de uma análise do solo, que é devidamente analisada por um engenheiro civil.

5.6 DESENVOLVIMENTO DO FUNIL DE DESCARGA

Com a estrutura definida, foi desenvolvido o funil de descarga, com auxílio de registro pneumático para a descarga dos resíduos, a utilização do registro pneumático é beneficiado pela utilização do sistema de ar comprimido onde o mesmo é usado para a limpeza das mangas. Figura 42.

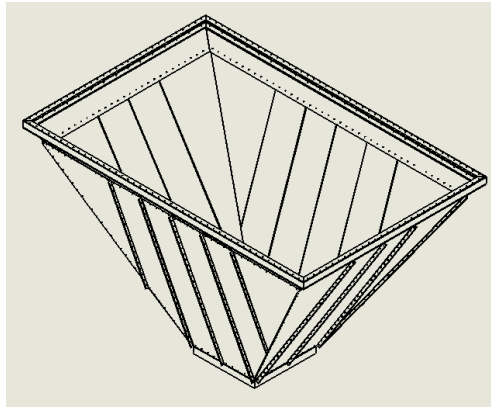


Figura 42 - Funil de descarga

Fonte: Datasilos

5.7 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE LIMPEZA DAS MANGAS

O sistema de limpeza das mangas é constituído por um cilindro pulmão destinado a manter uma pressão constante sobre os jatos de ar com pressão negativa sobre as mangas, sobre a ação dos sinais eletrônicos do programador sequencial sobre as válvulas solenóides, liberam o ar com pressão para a limpeza das mangas, onde os tubos são distribuídos uniformemente sobre os ventores. Figura 43, mais imagens em anexo.

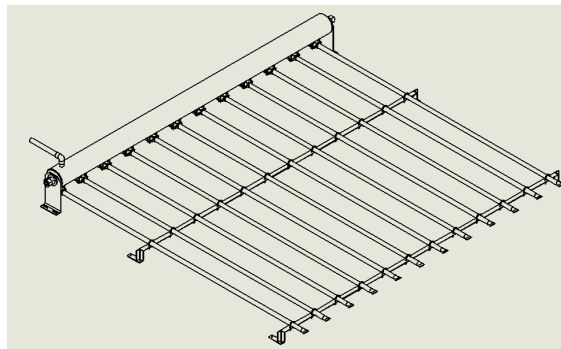


Figura 43 - Sistema de limpeza das mangas

Fonte: Datasilos

5.8 DESENVOLVIMENTO DO *PLENUM*

Definido o sistema de limpeza das mangas, foi desenvolvido o *Plenum* para proteção do sistema de limpeza e vedação das mangas, o *Plenum* é disposto de tampas padronizadas com fixação por parafuso tipo manipulo, com uma camada de borracha entre a tampa e o *Plenum* para uma adequada vedação Figura 44, mais imagens em anexo.

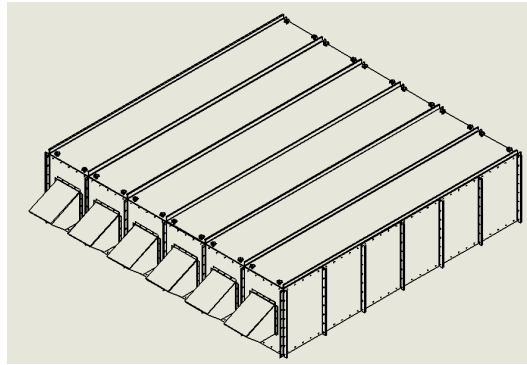


Figura 44 – *Plenum*

Fonte: Datasilos

5.9 DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA INTERMEDIÁRIA

Após o desenvolvimento do equipamento, visando a NR18 e a NR26 foi desenvolvido as plataformas e escadas tipo marinheiro, a plataforma intermediária é representada pela imagem abaixo Figura 45.

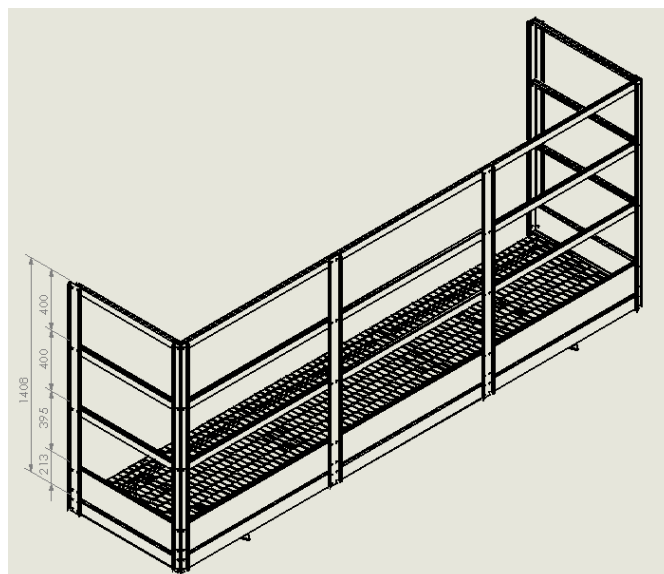


Figura 45 - Plataforma intermediária

Fonte: Datasilos

Segundo a NR18:

18.13.5 A proteção contra quedas, quando constituída de anteparos rígidos, em sistema de guarda-corpo e rodapé deve atender aos seguintes requisitos:

- a) ser construída com altura de 1,20 m (um metro e vinte centímetros) para o travessão superior e 0,70 m (setenta centímetros) para o travessão intermediário;
- b) ter rodapé com altura de 0,20 m (vinte centímetros);
- c) ter vãos entre travessas preenchido com tela ou outro dispositivo que garanta o fechamento seguro da abertura;

18.15.3 O piso de andaimes deve ter forração completa, antiderrapante, ser nivelado e fixado de modo seguro e resistente.

De acordo com a NR26:

26.1.5.3 Amarelo.

O amarelo deverá ser empregado para indicar "Cuidado!", assinalando:

- a) Corrimões, parapeitos, pisos e partes inferiores de escadas que apresentem risco;
- b) Espelhos de degraus de escadas;

5.10 DESENVOLVIMENTO DAS ESCADAS TIPO MARINHEIRO

A imagem abaixo representa a escada marinheiro seguindo a NR18, com suporte a linha vida (cabo vida) para prender o trava queda durante a subida e a decida dos operários. Figura 46.

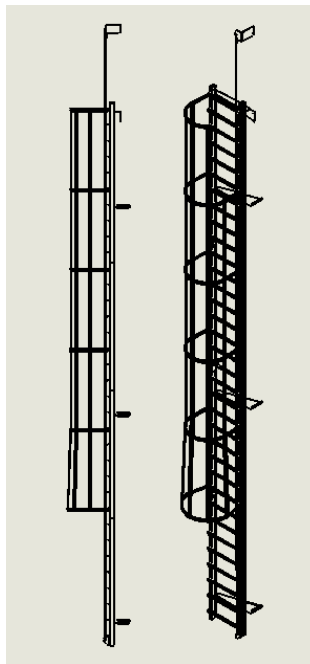


Figura 46 - Escada Marinheiro

Fonte: Datasilos

5.11 DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA SUPERIOR

Plataforma superior, para inspeção do equipamento, manutenção no sistema de limpeza das mangas e troca das mangas. Figura 47.

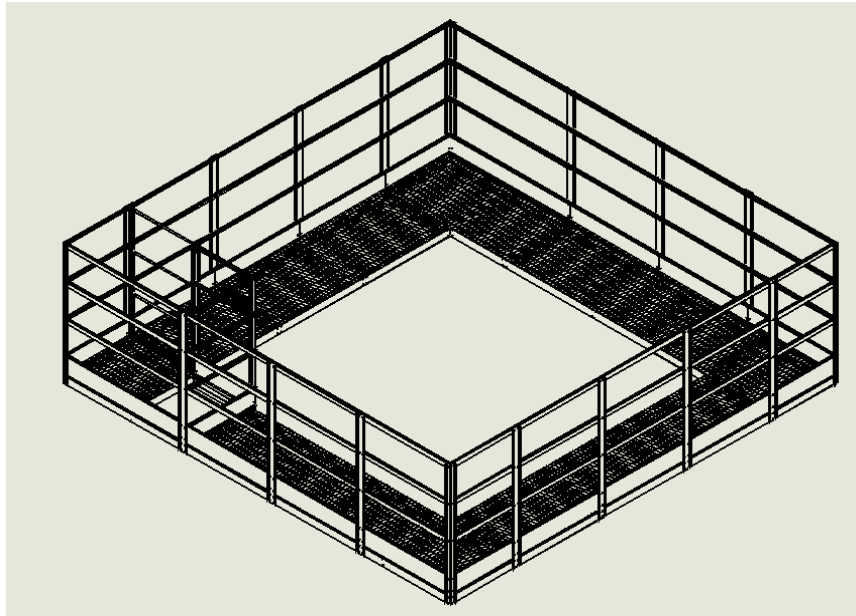


Figura 47 - Plataforma Superior

Fonte: Datasilos

5.12 EQUIPAMENTO DESENVOLVIDO

Realizando a montagem dos módulos citados acima, foi montado o Filtro de Manga, com capacidade de 144-132 Mangas.

Com objetivo principal de modulação do equipamento, e melhor aproveitamento dos *blanks* de chapas, como regulagens de máquinas, processamento, corte, furação, dobra, solda, torneamento, pintura padronizadas, foram desenvolvidos mais dois equipamentos, a partir do módulo de origem 144-132, um Filtro de Manga com 480 mangas, com quatro módulos respectivamente 144-96-96-144 Mangas, e outro Filtro de Manga com 600 Mangas respectivamente 216-48-144-192 Mangas, utilizando praticamente 90 % das peças e conjuntos pré-definidos para o modulo de 144-132 Mangas. Os demais 10 % são representados por *blanks* maiores ou menores de chapas, porém a regulagem de furação e dobras permaneceu.

A Figura 48 demonstra o Filtro de Manga 144-132, montado, com os módulos desenvolvidos e com peças padronizadas, a imagem foi retirada através do software *Solidworks* na versão 2011, assim como a modelagem das peças do equipamento e montagens.



Figura 48 - Filtro de Manga 144-132

Fonte: Datasilos

A Figura 49 representa o Filtro de Manga de 480 mangas (144-96-96-144), modelado com peças padrões do modelo 144-132 Mangas.

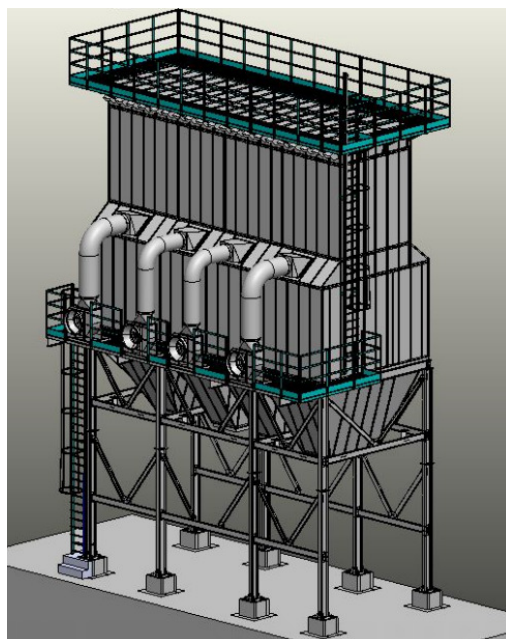


Figura 49 - Filtro 480 Mangas (144-96-96-144)

Fonte Datasilos

A Figura 50 demonstra o Filtro de Manga de 600 mangas (216-48-144-192), modelado com peças padrões do modelo 144-132 Mangas

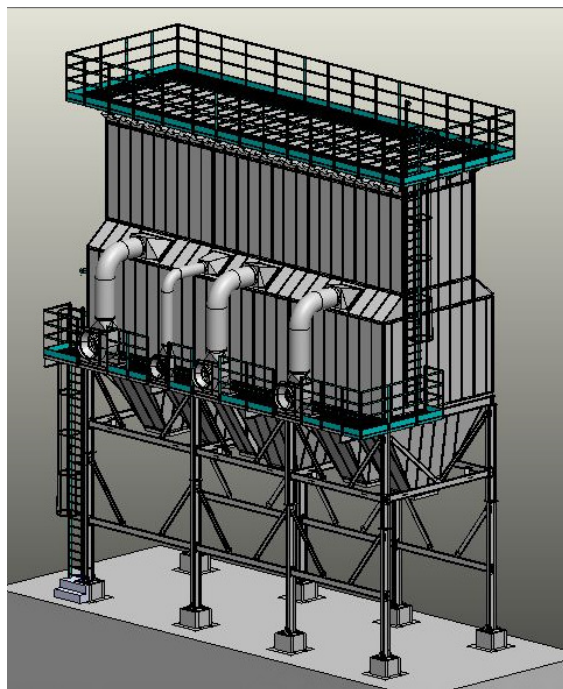


Figura 50 - Filtro 600 Mangas (216-48-144-192)

Fonte: Datasilos

6 CONCLUSÃO

Ao desenvolver o modulo 144-132 mangas, visando a modulação de partes do equipamento, como o *Plenum*, câmara de filtragem, transição, tulha, funil, estrutura, registro de descarga, escadas marinheiro, plataformas, sistema de limpeza, tubulação de ar comprimido, válvulas solenoides e sequenciador eletrônico.

Na padronização dos equipamentos modulados buscou-se a utilização das partes dos módulos, em séries de diferentes capacidades (ex. 48, 96, 192, 216 e outros), sem a necessária mudança na produção das mesmas, prevendo apenas a mudança dos conjuntos.

O trabalho de diplomação apresentou uma oportunidade de crescimento e aplicação dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas ao longo do curso, indo de encontro a uma necessidade apresentada pela empresa com a saída do funcionário da área de projetos.

A padronização trouxe uma economia de 50% tempo de desenvolvimento dos produtos a partir da modularização dos modelos.

Há uma expectativa de redução do tempo de montagem em até 15%, além da redução de retrabalhos já que os produtos são modulares e apresentam similaridade de etapas de montagem.

A furação passou a ser padrão em bitola e distância, facilitando a produção em escala.

O corte e dobra de chapas apresentou melhoria no tempo de execução já que as regulagens do equipamento foram diminuídas pela padronização.

A implantação de dispositivos e sinalização de segurança para o trabalhador apresenta um diferencial entre os produtos do mercado.

A identificação das peças já na produção reduziu o retrabalho, além de permitir a terceirização da montagem em produtos vendidos para regiões distantes.

A implantação do procedimento de inspeção após a montagem do equipamento permite uma avaliação do processo produtivo e do desempenho de funcionamento do equipamento, fornecendo um retorno para desenvolvimentos futuros visando melhorar o equipamento.

BIBLIOGRAFIA

Acesso a sites de internet:

Datasilos <<http://www.datasilos.ind.br>> acessado 27/04/2011

Sinto <<http://www.sinto.com.br>> acessado 20/05/2011

Wikipédia <<http://pt.wikipedia.org>> acessado 04/05/2011

Bernaer <<http://www.bernaer.com.br>> acessado 18/05/2011

Patentes Online <<http://www.patentesonline.com.br>> acessado 17/05/2011

Beckins Filtros Industriais <<http://www.beckins.com.br>> acessado 17/05/2011

Eco Tech System <<http://www.ecotechsystem.com.br>> acessado 17/05/2011

Sitape Engenharia do Ambiente <<http://www.sitape.pt>> acessado 20/05/2011

Santec Automação <<http://santecautomacao.com.br>> acessado 21/05/2011

Maex Engenharia <<http://www.maex.com.br>> acessado 10/06/2011

Livros:

MORAES, G. **Normas Regulamentadoras Comentadas** / Juarez Benito, Carlos Roberto Coutinho. 1º Edição. Rio de Janeiro: [s.n], 1998.

ANEXO – CD DE ARQUIVOS EM JPG

Neste CD estão contidos os documentos que compõe o anexo, indexados conforme a relação de arquivos que segue:

- a. Distribuição das Mangas
- b. Câmara de Filtragem Modulo 144-132
- c. Sistema de Limpeza das Mangas Modulo 144-132
- d. *Plenum* Modulo 144-132
- e. Transição Modulo 144-132
- f. Tulha Modulo 144-132
- g. Estrutura Superior Modulo 144-132
- h. Estrutura Inferior Modulo 144-132
- i. NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
- j. NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
- k. NR 26 - Sinalização de Segurança