
Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi

Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

Isabela Santana do Nascimento

FILTRO MANGA

Análise de eficiência no processo de filtração

Americana, SP

2020

Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi

Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

Isabela Santana do Nascimento

FILTRO MANGA

Análise de eficiência no processo de filtração

Trabalho de conclusão de curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso de Tecnologia em Produção Têxtil, sob orientação do (a) Prof. Ms. Edison Valentim Monteiro

Área de concentração: Controle da qualidade têxtil.

Americana, SP

2020

Isabela Santana do Nascimento

FILTRO MANGA

Análise de eficiência no processo de filtração

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Produção Têxtil pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – Fatec/ Americana.

Área de concentração: Controle da qualidade têxtil.

Americana, ___ de dezembro de 2020.

Banca examinadora:

Edison Valentim Monteiro (Presidente)
Mestre
FATEC/ Americana

José Fornazier Camargo Sampaio (Membro)
Mestre
FATEC/ Americana

Alex Paulo Siqueira Silva
Mestre
FATEC/ Americana

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores desta instituição de ensino, que foram fundamentais para a construção de nosso conhecimento, por meio de ensinamentos, trocas de experiências e apoio.

Agradeço aos meus familiares pelo incentivo durante a graduação, aos colegas do curso, pelas contribuições e trocas de experiências na disseminação do conhecimento.

RESUMO

O controle de qualidade ganha cada vez mais relevância no mercado atual, e é essencial para as organizações receberem e fornecerem produtos dentro dos requisitos. Um material recebido fora do especificado pode ocasionar diversos prejuízos para a empresa, até mesmo uma parada total de produção. No caso do filtro manga, o fornecimento de uma manga fora dos parâmetros determinados na especificação podem trazer prejuízos a população, multas ambientais e até mesmo desperdício de matéria prima que poderia ser reutilizada. A falta de análise e inspeção dos produtos no recebimento de uma mercadoria, podem acarretar em problemas posteriores. A questão ambiental atualmente também é muito relevante, e as empresas precisam se adequar e buscar a preservação do meio ambiente. O filtro manga é um equipamento que busca minimizar este tipo de problema. Este trabalho discute o recebimento de mangas filtrantes no cliente final, onde a falta de eficiência do produto só foi constatada com o sistema de filtração já operando. Mediante a situação foi proposto melhorias para o problema apontado.

Palavras-chave: controle de qualidade; filtro manga; especificação.

ABSTRACT

Quality control is gaining more and more relevance in the current market, and it is essential for organizations to receive and supply products within the requirements. A material received out of specification can cause several losses for the company, even a total stoppage of production. In the case of the bag filter, the supply of a bag outside the parameters determined in the specification can cause damage to the population, environmental fines and even waste of raw material that could be reused. The lack of analysis and inspection of the products in the receipt of a merchandise, can lead to later problems. The environmental issue is also very relevant today, and companies need to adapt and seek to preserve the environment. The sleeve filter is an equipment that seeks to minimize this type of problem. This paper discusses the receipt of filtering sleeves at the end customer, where the inefficiency of the product was only found with the filtration system already operating. Based on the situation, improvements were proposed for the problem pointed out.

Keywords: Quality control; sleeve filter; specification.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Filtro manga tipo jato pulsante	18
Figura 2 - Fixação das mangas e gaiolas na chapa espelho	20
Figura 3 - Sistema de limpeza por jato pulsante	20
Figura 4 - Mecanismo de descarga do filtro	22
Figura 5 - Diversidade de mangas filtrantes	23
Figura 6 - Manga filtrante com fixação por aço mola.....	23
Figura 7 - Estrutura de não tecidos e tecidos	24
Figura 8 – Diferença visual de feltro com e sem tela.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de Poluentes	14
Tabela 2 - Índice de qualidade do ar	16
Tabela 3 - Temperatura de trabalho e agentes químicos agressivos ao material da manga	25
Tabela 4 - Especificação técnica - Poliéster 550 g/m ²	28
Tabela 5 - Relatório de análise.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CO: Monóxido de Carbono

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

ECP: Equipamentos de Controle de Poluição de Ar

FMC: Fumaça

G/M²: Gramatura por metro quadrado

HCL: Hidrocarbonetos

MM: Milímetros

MP: Material Particulado

MP10: Partículas inaláveis

MP2,5: Partículas inaláveis finas

NBR: Norma Técnica Brasileira

NO₂: Dióxido de Nitrogênio

O₃: Ozônio

PCVC: Poluentes climáticos de vida curta

PES: Poliéster

PPS: sulfeto de polifenileno

PRONAR: Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar

PTFE: Politetrafluoretileno

RCHO: Aldeídos

SO₂: Dióxido de Enxofre

LISTA DE SÍMBOLOS

α : Alfa

\emptyset : Diâmetro

β : Beta

%: Porcentagem

$^{\circ}\text{C}$: Grau Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos	13
2	POLUIÇÃO DO AR	14
2.1	Poluentes Atmosféricos.....	14
2.2	Material particulado	17
2.3	Equipamentos de controle de poluição do ar	17
3	FILTRO MANGA TIPO JATO PULSANTE.....	18
3.1	Funcionamento do filtro manga tipo jato pulsante	19
3.2	Manga filtrante	22
3.3	Escolha do material da manga filtrante	24
3.4	Tipos de filtração	25
4	METODOLGIA.....	26
5	ANÁLISES E RESULTADOS.....	27
5.1	Especificação	27
5.2	Teste laboratorial	28
5.3	Análise dos resultados	29
	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O mercado de produtos têxteis técnicos correspondem a produtos altamente específicos, atendendo as particularidades dos processos de cada indústria. Estas particularidades envolvem principalmente a eficiência de filtração e resistências químicas, mecânicas e térmicas quando a escolha se trata de mangas filtrantes.

A competitividade que o mercado global tem, principalmente com a China, é desleal economicamente, e o setor têxtil não ficou fora disso. Antigamente os produtos chineses eram vinculados a produtos de má qualidade, mas isso mudou, os preços continuam altamente competitivos, e encontra-se produtos de qualidade.

No segmento de filtração, feltros de aramida e sulfeto de polifenileno (PPS), por exemplo, são todos produzidos no exterior, devido a tecnologia necessária, já os produzidos com fibras mais comuns, como de poliéster, acrílico e polipropileno são produzidos no mercado interno e tem grande concorrência entre os fabricantes.

Existem empresas no mercado interno que produzem mangas filtrantes de baixa qualidade, e se destacam exclusivamente pelo preço. A crise econômica que se vive no país há um tempo, e que foi prejudicada ainda mais com a pandemia que estamos enfrentando nos dias de hoje, muitas vezes faz com que o cliente busque por preço, sem pensar na perda de tempo com retrabalhos e devoluções, e má aplicação do produto. Para Taguchi, “o preço representa para o consumidor uma perda na hora da compra, e a baixa qualidade representa uma perda adicional durante o uso do produto”.

A implementação e uso da gestão da qualidade, serve tanto para o fornecedor quanto para o cliente, o fornecedor tem como obrigação fornecer seus artigos com a qualidade conforme sua especificação, seguindo seus procedimentos para fornecer o produto dentro do padrão estabelecido. Já o cliente, para sua própria segurança, deve analisar o material recebido, tirando uma contraprova de que tudo está de acordo e atenderá suas necessidades.

Frequentemente, o material recebido não é testado, e muitas vezes a não conformidade só é constatada na linha produtiva, com isso o prejuízo já está instalado, e o fornecedor das mangas, se torna duvidoso. Assim, outros fornecedores que prestam suporte técnico, são acionados, pois é neste momento que o cliente se volta a busca de materiais com qualidade. Uma visita técnica e a análise laboratorial das mangas são os primeiros passos para verificar a qualidade do produto.

1.1 Objetivos

Este trabalho será realizado em uma indústria de confecção de mangas filtrantes, denominada Alfa (α). A indústria em questão possui profissionais técnicos com vasto conhecimento neste segmento de mercado e toda estrutura laboratorial para realização de análises.

O objetivo é diagnosticar a problemática, referente a emissão de particulado para a atmosfera em pouco tempo de uso da manga filtrante, na forma de estudo de caso.

As etapas realizadas no trabalho são:

- Destacar os conceitos importantes para o estudo;
- Identificar os processos relacionados a filtração;
- Aplicação de testes nos artigos têxteis;
- Análise das não conformidades;
- Proposta de melhoria.

2 POLUIÇÃO DO AR

Controles de poluição, são necessários devido as emissões que resultam na alteração da atmosfera. De acordo com a Resolução nº 491 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2018, p.1)

Poluente atmosférico: qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade.

2.1 Poluentes Atmosféricos

A quantidade de substâncias existentes na atmosfera é muito vasta, e com a necessidade de classificar os poluentes nela presente, subdivide-se os mesmos em duas categorias: poluentes primários e poluentes secundários.

Tabela 1 - Classificação de Poluentes

Poluentes Primários	Poluentes Secundários
aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão.	aqueles formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera.

Fonte: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>

A seguir são apresentados os principais poluentes atmosféricos:

- Poluentes climáticos de vida curta (PCVC)
- Ozônio (O₃)
- Material Particulado (MP)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Nitrogênio (NO₂)
- Dióxido de Enxofre (SO₂)
- Hidrocarbonetos (HC)
- Aldeídos (RCHO)

Desta forma, entende-se que poluentes atmosféricos podem ser resultantes de atividades humanas, como gases emitidos por indústrias, ou fenômenos naturais, como os vulcanismos. Estes poluentes podem estar em estado sólido (como os materiais particulados) ou gasoso (como os vapores e gases).

Segundo a Resolução CONAMA nº 005 (1989, p.1)

Considerando a necessidade de se estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar, válidas para todo o território nacional, conforme previsto na Lei 6.938 de 31.08.81 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, RESOLVE: 1 - Instituir o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar das populações e melhoria da qualidade de vida com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica com vistas a: a) uma melhoria na qualidade do ar; b) o atendimento aos padrões estabelecidos; c) o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Para alcançar o objetivo do PRONAR, que é colocar em prática estratégias no sentido de fiscalizar a qualidade do ar, cada estado tem seu órgão fiscalizador, que no caso de São Paulo é a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), e cabe a estes órgãos supervisionar os limites nacionais, estabelecidos pelo programa, para as emissões, sendo elas por tipologia de fontes e poluentes prioritários, de acordo com cada região.

A título de exemplo podemos citar a CETESB, para a qual o índice de qualidade do ar ambiente é definido através de uma ferramenta matemática, que tem como base os seguintes parâmetros:

- Partículas inaláveis (MP_{10})
- Partículas inaláveis finas ($MP_{2,5}$)
- Fumaça (FMC)
- Ozônio (O_3)
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de nitrogênio (NO_2)
- Dióxido de enxofre (SO_2)

Assim que se mede o índice, o ar recebe uma qualificação, como pode ser visto na tabela a seguir:

Tabela 2 - Índice de qualidade do ar

Estrutura do índice de qualidade do ar							
Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2,5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h
N1 – Boa	0 – 40	0 – 50	0 – 25	0 – 100	0 – 9	0 – 200	0 – 20
N2 – Moderada	41 – 80	>50 – 100	>25 – 50	>100 – 130	>9 – 11	>200 – 240	>20 – 40
N3 – Ruim	81 – 120	>100 – 150	>50 – 75	>130 – 160	>11 – 13	>240 – 320	>40 – 365
N4 – Muito Ruim	121 – 200	>150 – 250	>75 – 125	>160 – 200	>13 – 15	>320 – 1130	>365 – 800
N5 – Péssima	>200	>250	>125	>200	>15	>1130	>800

Fonte: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar/>

Esta qualificação do ar está associada a efeitos à saúde, os quais requerem medidas de prevenção a serem adotadas pela população potencialmente afetada.

Vale lembrar que a tabela acima é utilizada como referência para classificação da qualidade do ar ambiente, disperso na atmosfera, e não tem nenhuma correlação com níveis de emissão estipulados para fontes de emissão estacionária, como as chaminés das indústrias.

2.2 Material particulado

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2013)

Material particulado é uma mistura complexa de sólidos com diâmetro reduzido, cujos componentes apresentam características físicas e químicas diversas. Em geral o material particulado é classificado de acordo com o diâmetro das partículas, devido à relação existente entre diâmetro e possibilidade de penetração no trato respiratório.

O material particulado pode ser proveniente de fontes que causam a poluição do ar, ou então se formar através de reações químicas na atmosfera. Dentre os materiais particulados temos: poeiras (como de amianto, cimento), fumos (como de chumbo, alumínio), fumaça (como materiais asfálticos ou madeira), partículas da combustão de combustíveis fósseis e névoas, que seriam as partículas líquidas.

Estudos indicam que os efeitos do material particulado sobre a saúde incluem câncer respiratório, inflamação de pulmão, agravamento de sintomas de asma, arteriosclerose, aumento de internações hospitalares, entre outros, que podem inclusive levar à morte.

Estas sequelas causadas pela inalação de material particulado são de extrema relevância para a saúde pública, por isso é primordial que as indústrias tomem consciência e respeitem as leis ambientais.

2.3 Equipamentos de controle de poluição do ar

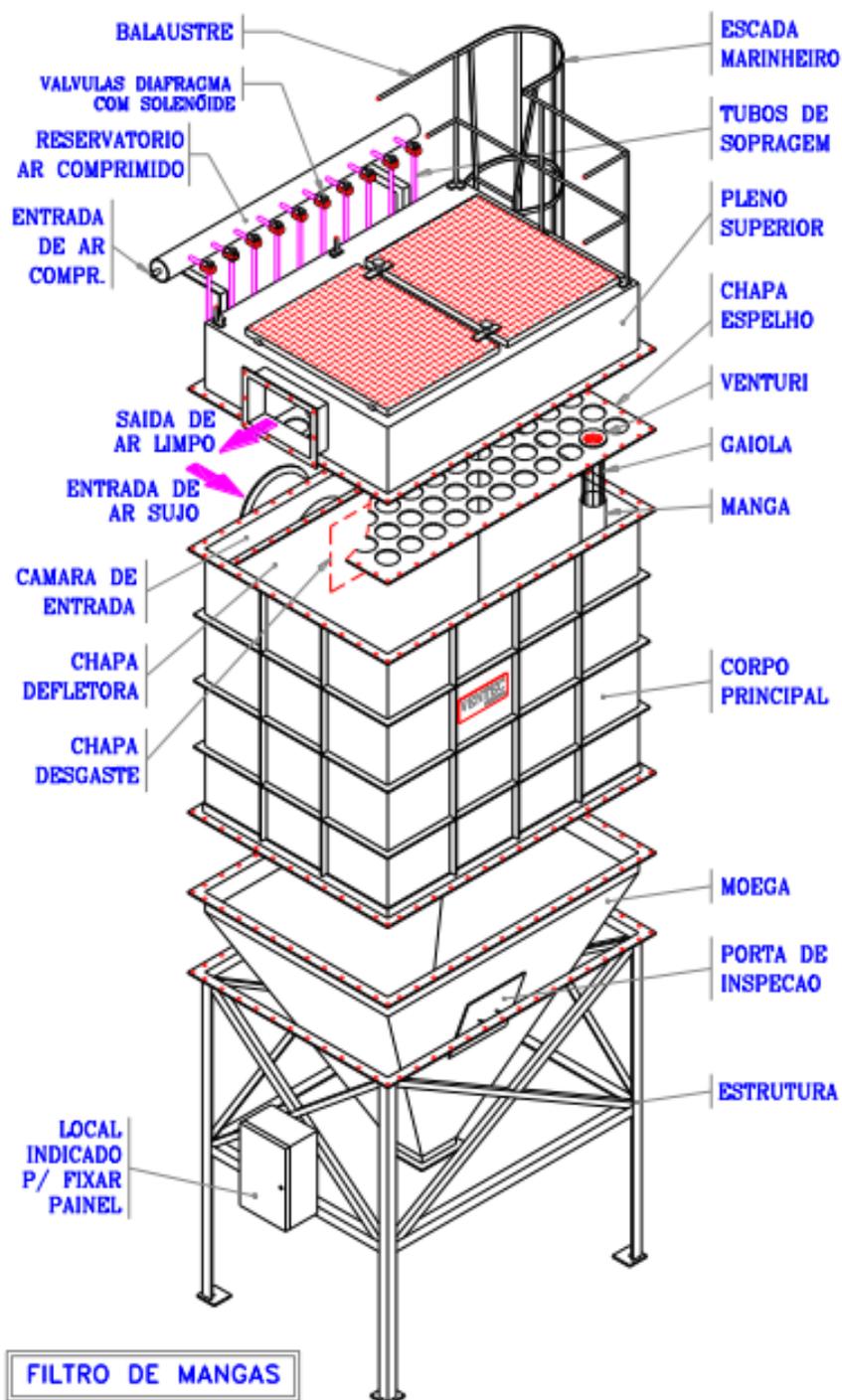
Para controlar o lançamento de poluentes na atmosfera e evitar prejuízos a saúde, as companhias devem optar pelo uso de Equipamentos de Controle de Poluição de Ar (ECP). No processo de escolha do equipamento mais adequado a cada aplicação, as corporações devem levar em consideração o tamanho da partícula a ser retida, eficiência, custos (investimento, manutenção e operação), etc. Dentre os Equipamentos de Controle de Poluição de Ar utilizados atualmente, temos:

- Filtro de mangas;
- Coletores inerciais gravitacionais;
- Pós queimadores (controle para gases e vapores);
- Coletores centrífugos (ciclone)
- Precipitadores eletrostáticos;
- Coletores úmidos;

3 FILTRO MANGA TIPO JATO PULSANTE

Filtro manga são considerados ECP utilizados para filtração seca. Nesse equipamento o particulado é separado da corrente gasosa através das mangas filtrantes que estão localizadas dentro do filtro.

Figura 1 - Filtro manga tipo jato pulsante



Fonte: Ventec, 2010.

Estes filtros são capazes de proporcionar alta eficiência de filtração desde que projetados adequadamente. Apesar de se tratar de um equipamento que pode ser utilizado em vários tipos de processos e indústrias, cada equipamento deve ser projetado para uma aplicação específica, definida pelas condições de processo e características do particulado.

Um filtro manga pode ser subdividido em três partes: pleno superior ou câmara limpa, localizados acima da chapa espelho, corpo principal e moega, que fazem parte da câmara suja.

3.1 Funcionamento do filtro manga tipo jato pulsante

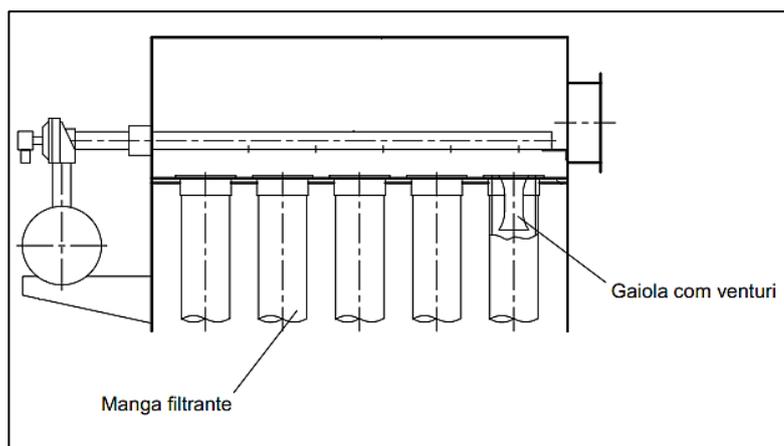
A partir da experiência junto a empresa α sabemos que, o processo de filtração se inicia a partir das coifas, acionadas pelos exaustores, que serão responsáveis pela captação do particulado em suspensão no processo. No ponto de captação é gerada uma pressão negativa, sucção, responsável por capturar o pó que está sendo gerado. O ar com material particulado é então conduzido por meio de dutos até o filtro manga.

O ar com particulado, captado pelos dutos, chega ao filtro pela parte inferior do corpo principal. Uma pequena parcela do particulado mais denso, pode decantar na moega, porém, devido a ação do exaustor, o particulado continua sendo sugado e é conduzido até a superfície das mangas, elementos filtrantes responsáveis por separar o particulado sólido da corrente gasosa.

Nas mangas filtrantes o particulado fica retido no lado externo e o ar limpo passa pelo o interior das mangas, sendo conduzido pela ação do exaustor, através do qual é lançado para a atmosfera pela chaminé.

As mangas filtrantes juntamente com as gaiolas são fixadas nos bocais da chapa espelho, elemento do filtro que separa a câmara suja da câmara limpa.

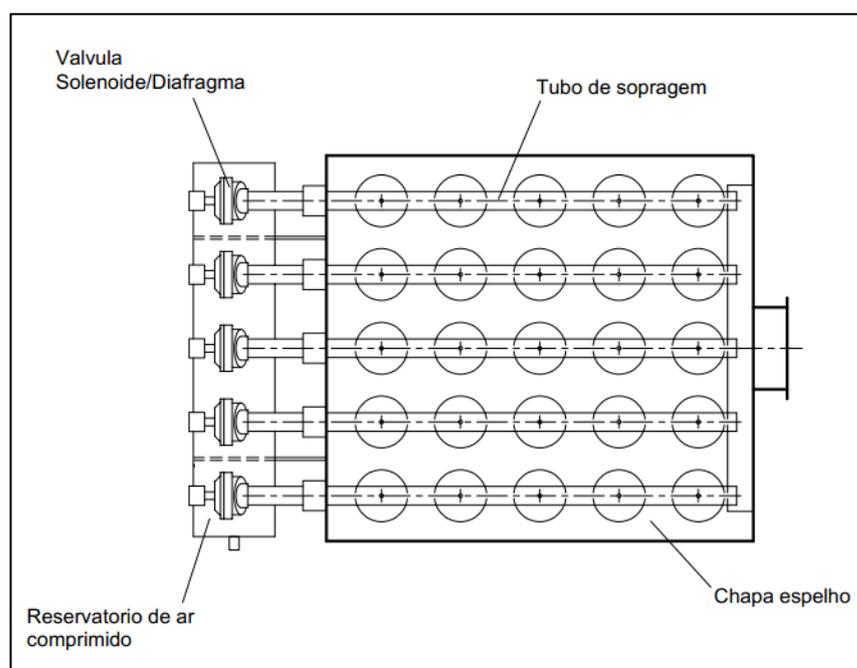
Figura 2 - Fixação das mangas e gaiolas na chapa espelho



Fonte: Arquivo da autora.

À medida que a quantidade de pó retida no meio filtrante aumenta, a resistência a passagem do ar cresce e a manga tende a saturar. Para evitar esta saturação o filtro possui um sistema de limpeza, responsável por desprender o particulado que fica retido no meio filtrante.

Figura 3 - Sistema de limpeza por jato pulsante



Fonte: Arquivo da autora.

O sistema de limpeza mais utilizado e que tem se mostrado mais eficiente é o sistema *Jet – Pulse* (jato pulsante). Neste sistema há um reservatório de ar

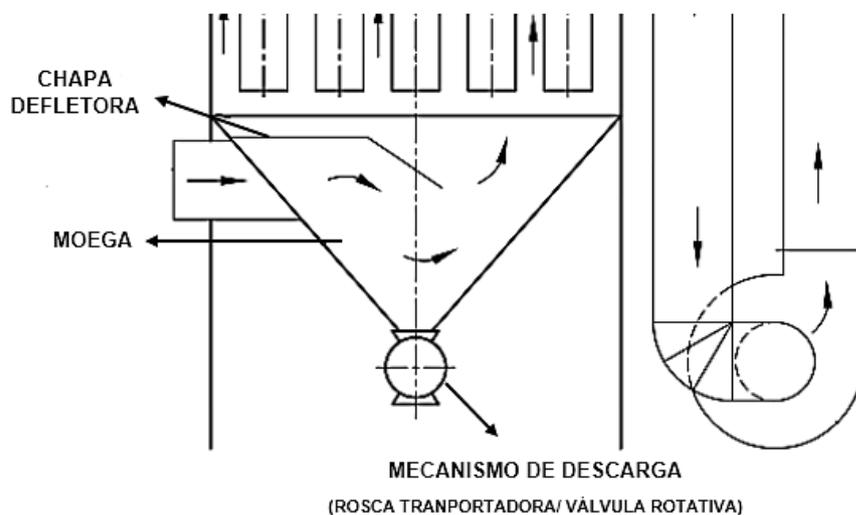
comprimido utilizado para armazenar o ar na pressão exigida para realizar a limpeza, geralmente em torno de 6 kgf/cm². Recomenda-se que neste reservatório seja instalado um manômetro tipo relógio para acompanhamento da pressão do ar comprimido armazenado. Como não existe nenhum outro ponto entre o pulmão de ar comprimido e os tubos de sopragem que permita medir a pressão de ar comprimido utilizado na limpeza das mangas, geralmente adota-se a pressão indicada no pulmão de ar comprimido como sendo a pressão “real” de limpeza das mangas.

Válvulas solenoides e diafragmas controlam o ar comprimido que é injetado dentro das mangas através dos tubos de sopragem, localizados sobre as mangas filtrantes, na câmara limpa. Cada pulso de ar comprimido é direcionado para o interior do elemento filtrante, no sentido inverso ao da filtração, destacando o pó da face externa da manga, regenerando o elemento filtrante, e conseqüentemente, estendendo a sua vida útil.

A abertura das válvulas solenoides e diafragmas é realizada através de um sequenciador eletrônico, responsável pela programação de limpeza, ou seja, o intervalo de disparo entre uma fileira e outra e o tempo de abertura da válvula de uma determinada fileira. Na maioria dos filtros a frequência de limpeza entre as fileiras é definida a partir de um intervalo de tempo pré-estabelecido, limpeza por Δt , porém já existem sistemas onde a frequência de limpeza é estabelecida com base na perda de carga apresentada pelo sistema, sendo assim o ar comprimido é utilizado apenas quando é realmente necessário, também são chamados de economizadores de ar.

Após a limpeza, o particulado que se desprende da manga filtrante decanta até a moega, responsável por conduzir o particulado coletado até o mecanismo de descarga do filtro, geralmente uma rosca transportadora e /ou uma válvula rotativa. O particulado coletado pode ser armazenado em *bags*, para descarte ou reintroduzido no processo para ser utilizado em etapas posteriores.

Figura 4 - Mecanismo de descarga do filtro



Fonte: Arquivo da autora.

Finalizando o processo de filtração, o ar filtrado que passou pelas mangas filtrantes é conduzido para a câmara limpa e posteriormente para a chaminé onde é liberado para a atmosfera.

3.2 Manga filtrante

A manga é um elemento filtrante confeccionado a partir de tecido ou não tecido classificados como têxteis técnicos, utilizada em sistemas de filtração, tendo diversos formatos com o objetivo de atender diversos tipos de filtros, como filtros de sacudimento, ar reverso e jato pulsante.

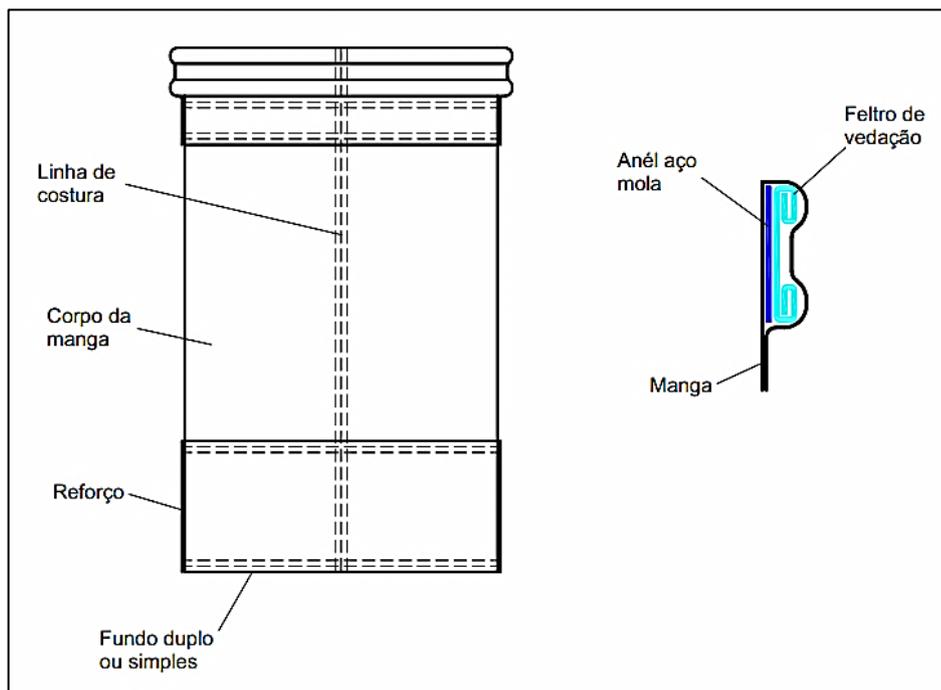
Figura 5 - Diversidade de mangas filtrantes



Fonte: Solaft (2020).

Abaixo, segue a ilustração, do tipo mais comum de mangas para filtros do tipo jato pulsante, que são fixadas através do anel aço mola ou aro flexível.

Figura 6 - Manga filtrante com fixação por aço mola



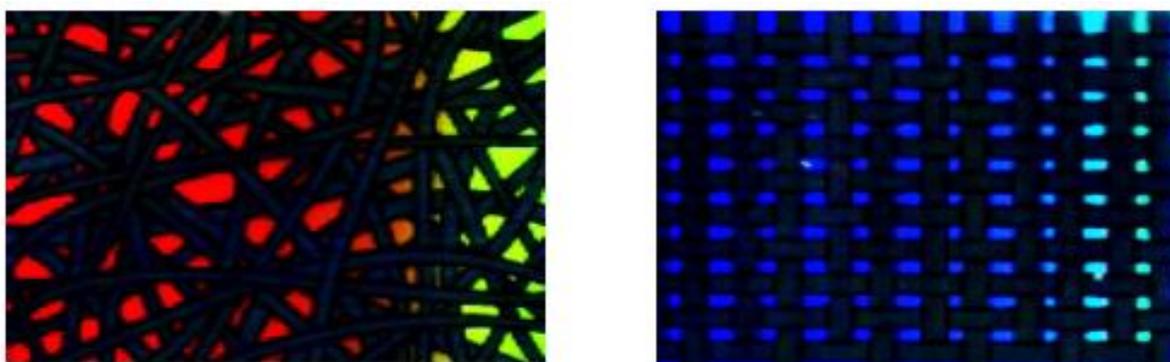
Fonte: Arquivo da autora.

Conforme a norma NBR-13370 (2017),

Nãotecido é uma estrutura plana, flexível e porosa, constituída de véu ou manta de fibras ou filamentos, orientados direcionalmente ou ao acaso, consolidados por processo mecânico (fricção) e/ ou químico (adesão) e/ ou térmico (coesão) e combinações destes.

De acordo com a ABINT (1999, p.5) “tecido é uma estrutura produzida pelo entrelaçamento de um conjunto de fios de urdume e outro conjunto de fios de trama, formando ângulo de (ou próximo a) 90°”.

Figura 7 - Estrutura de nãotecidos e tecidos



Fonte: ABINT (1999).

Comumente o feltro agulhado destinado a confecção de mangas filtrantes, é composto por três camadas, sendo a camada inferior de feltro, a do meio tela (tecido) e a superior de feltro. A tela é o que proporciona uma maior resistência mecânica ao material, quanto maior for sua gramatura estima-se uma maior resistência.

3.3 Escolha do material da manga filtrante

Para definir a matéria prima da fibra que será utilizada na manga filtrante é necessário um estudo de todo o processo industrial, onde serão retiradas informações, como por exemplo, a dimensão do particulado (granulometria), carga de pó, tipo de particulado (composição química) e a temperatura de trabalho. A partir das características do processo, ocorre a escolha da matéria prima conforme as suas propriedades, tendo em vista a resistência química, mecânica e térmica do material que influenciará diretamente no desempenho da manga.

Tabela 3 - Temperatura de trabalho e agentes químicos agressivos ao material da manga

Material da Manga	Resistência					Temperatura Máxima (°C)	
	Tração	Abrasão	Ácidos	Álcalis	Hidrólise	Contínuo	Picos
Polipropileno	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	90	95
Copolímero Acrílico	Médio	Fraco	Bom	Fraco	Bom	110	115
Homopolímero Acrílico	Bom	Bom	Muito Bom	Fraco	Bom	125	140
Poliéster	Excelente	Excelente	Fraco	Fraco	Fraco	150	150
Polifenilsulfeto	Bom	Excelente	Excelente	Muito Bom	Excelente	190	200
Nomex	Muito Bom	Excelente	Fraco	Bom	Fraco	200	220
Poliimida	Muito Bom	Excelente	Muito Bom	Fraco	Médio	240	250
Teflon	Médio	Fraco	Excelente	Excelente	Excelente	260	280
Fibra de Vidro	Excelente	Fraco	Excelente	Excelente	Excelente	260	280

Fonte: Revista Meio Filtrante (2018).

3.4 Tipos de filtração

A manga filtrante de não tecido agulhado realiza filtração por superfície ou por profundidade.

A gramatura do feltro é a quantidade de massa disposta por metro quadrado, e está completamente vinculada a permeabilidade. A permeabilidade por sua vez, ocorre através do processo de acabamento na calandra, onde a manta é pressionada dos dois lados por rolos de alta pressão, definindo sua espessura e a abertura de seus poros.

A filtração por profundidade se dá através dos poros que existem no feltro, esta disposição ocorre devido ao processo de agulhamento que tornou o feltro um labirinto, deixando os poros em formas tridimensionais e que o poro presente de um lado do feltro não fique na mesma direção do outro lado. A filtração por superfície acontece pela aplicação de uma membrana de PTFE (Teflon), esta membrana serve como uma barreira semipermeável onde suspende poeira e umidade, com esta aplicação a poeira é repelida e impedida de penetrar na profundidade do feltro, deixando a poeira retida na superfície.

4 METODOLGIA

Para atingir os resultados desejados, em relação a eficiência de filtração, foi desenvolvido um estudo de caso. De acordo com Yin (2001, p.32), estudo de caso é definido como “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

O desenvolvimento do presente trabalho partiu de uma solicitação feita por um antigo cliente, para o qual atualmente a empresa Alfa (α) não fornece, onde na perda de concorrência foi alegado como motivo o custo.

O sistema de filtração do cliente estava emitindo pó para atmosfera com pouco tempo de uso das mangas novas, e então ele entrou em contato com a organização α , solicitando análise da manga fornecida pelo concorrente Beta (β), para verificar se estava conforme solicitado e atendendo a especificação.

Para a análise da manga, o cliente enviou uma peça que pertencia ao mesmo lote das mangas que estavam no filtro, onde ele mantinha algumas unidades reservas em seu estoque. O cliente informou o tipo de manga que havia solicitado ao fornecedor β , que foi o seguinte: Manga 100% PES / 550 g/m² / Ø 150 x 2000 mm. Com esta informação, a empresa α pode verificar que, se tratava da mesma manga que fornecia a algum tempo atrás, e nunca receberam reclamação.

Quando se trata de emissão precoce do particulado, o problema pode estar realmente no tipo de manga, ou algo no sistema de filtração não está funcionando conforme projetado. Desta forma, primeiramente vamos tentar identificar se as mangas fornecidas estão atendendo aos padrões, para depois, caso haja necessidade, estudarmos o processo do cliente de forma mais aprofundada.

5 ANÁLISES E RESULTADOS

A manga recebida, foi destinada ao laboratório para análise quantitativa, atendendo a NBR para cada tipo de ensaio. Quando se trata de mangas filtrantes é necessário fazer ensaios de gramatura, espessura, permeabilidade, resistência a tração e alongamento. Em alguns casos, a manga pode conter mais algumas características como repelência a água e resistividade, e estas informações devem constar na especificação.

5.1 Especificação

Para o segmento de elementos filtrantes, é primordial que as mangas estejam de acordo com o especificado, pois qualquer característica não conforme pode comprometer todo um sistema. A especificação de tecidos técnicos utilizados em mangas, é padronizado, sendo muito difícil encontrar algum concorrente que adote valores fora do comum.

No projeto do filtro, há um ponto importantíssimo que é a definição de qual tipo de artigo têxtil será utilizado na manga, para atender as características do processo.

Segundo a Revista Meio Filtrante (2009, p.40),

A melhor condição na operação de filtração de particulados é a combinação entre a máxima eficiência de coleta e a mínima perda de carga. Conhecer os tipos de nãotecidos utilizados nos filtros de mangas é o primeiro passo para obter a melhor especificação, uma vez que as propriedades físicas, químicas e térmicas do elemento coletor devem ser compatíveis com o gás e o pó coletado.

Informações quanto a granulometria do particulado, temperatura de entrada dos gases, umidade, composição dos gases, são dados mínimos para a definição da composição da manga.

Tomemos, como exemplo, a manga que foi enviada para análise, ela é composta de poliéster, material que deve trabalhar com uma taxa de umidade máxima de 3% e temperatura constante máxima de 150 °C.

Na tabela a seguir, é possível observar a especificação de uma manga feita de poliéster com 550 g/m².

Tabela 4 - Especificação técnica - Poliéster 550 g/m²

CARACTERÍSTICA	UNIDADE DE MEDIDA	NORMA	VALOR NOMINAL
Alongamento máximo – Longitudinal	%	NBR 13041	90
Alongamento máximo – Transversal	%	NBR 13041	90
Espessura	mm	NBR 13371	2,00
Gramatura	g/m ²	NBR 12984	550
Permeabilidade ao ar	L/dm ² /min	NBR 13706	150
Resistência mínima à tração – Longitudinal	N/5cm	NBR 13041	1.100
Resistência mínima à tração - Transversal	N/5cm	NBR 13041	1.100

Fonte: Empresa α .

Informações quanto a resistência a tração e alongamento são importantes, pois os sucessivos movimentos de filtração e limpeza das mangas, acarretam em desgaste mecânico, os ataques químicos e térmicos também podem ser constatados com a alteração destas características.

As alterações de gramatura, espessura e permeabilidade, possibilitam verificar a saturação e capacidade de regeneração da manga.

5.2 Teste laboratorial

A manga recebida pelo departamento técnico de filtração, é destinada ao laboratório da empresa α , para a realização dos testes. Os resultados dos ensaios são comparados com os valores mínimos e máximos aceitos pela especificação do poliéster 550 g/m². A seguir, podemos conferir os resultados dos ensaios.

Tabela 5 - Relatório de análise

ENSAIO	UNIDADE DE MEDIDA	NORMA	RESULTADO	ESPECIFICAÇÃO	
				MÍN.	MÁX.
Alongamento máximo – Longitudinal	%	NBR 13041	35	0	90
Alongamento máximo – Transversal	%	NBR 13041	47	0	90
Espessura	mm	NBR 13371	1,90	1,70	2,30
Gramatura	g/m ²	NBR 12984	531	525	575
Permeabilidade ao ar	L/dm ² /min	NBR 13706	187	120	180
Resistência mínima à tração – Longitudinal	N/5cm	NBR 13041	824	1.100	0
Resistência mínima à tração - Transversal	N/5cm	NBR 13041	802	1.100	0
Composição	%	-	100% PES	-	-

Fonte: Empresa α .

5.3 Análise dos resultados

Os resultados apresentados abaixo, podem ser verificados na tabela 5. Fazendo a leitura dos mesmos, é possível verificar que, de acordo com a especificação da companhia α , os valores de permeabilidade ao ar, resistência mínima à tração longitudinal e transversal foram reprovados.

A permeabilidade de uma manga, é um dos pontos cruciais para filtração, onde se verifica a resistência a passagem do ar do lado externo para o lado interno, desta maneira a permeabilidade é definida pela abertura dos poros do feltro.

Para realizar a filtração de particulados mais grosseiros é possível ter uma manga com os poros mais abertos, com uma permeabilidade mais elevada, já para a filtração de partículas finas é preciso de uma barreira maior, sendo necessário fechar os poros e dificultar a passagem do pó.

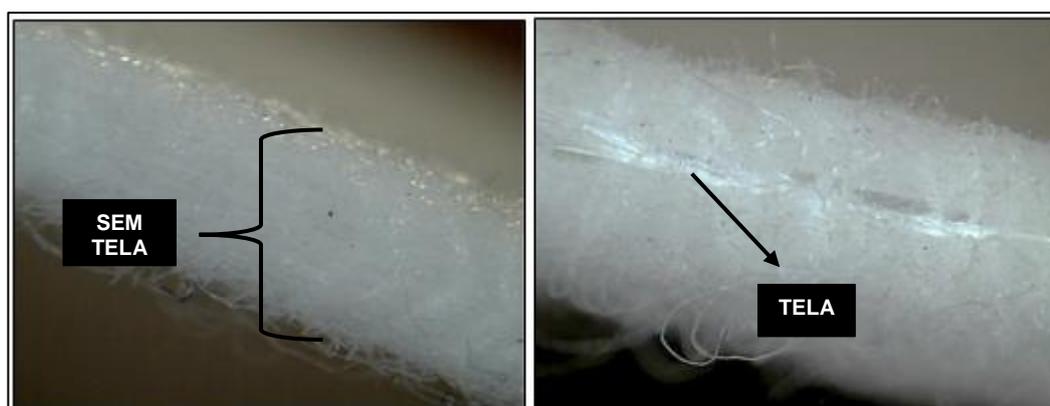
A permeabilidade do feltro é obtida na fase de acabamento do processo, a manta de feltro passa por uma sequência de cilindros, estes cilindros de alta pressão compactam a manta conforme for necessário, para feltros abertos menor pressão, e para feltros fechados maior pressão. Outro ponto que influencia na permeabilidade do feltro é o tipo de fibra utilizada, fibras grossas possuem um diâmetro maior, o que dificulta a aproximação de uma fibra na outra, e que impede que os poros sejam mais fechados.

A manga nova enviada pelo cliente para análise, antes mesmo de ser usada, já apresenta uma permeabilidade acima do esperado para uma manga de 550 g/m², sendo este um possível motivo da emissão precoce de particulado pela chaminé.

Normalmente se encontra baixa resistência à tração em mangas com um bom tempo de uso, onde já existe uma fadiga mecânica devido aos movimentos repetitivos de limpeza, ou em casos onde há algum tipo de ataque.

Como sabemos, a manga analisada é nova, e deveria estar mais resistente. Analisando visualmente, foi possível observar que a manga não possuía a tela entre os feltros, sendo que a aplicação deste material é o que proporciona uma maior resistência a manga.

Figura 8 – Diferença visual de feltro com e sem tela



Fonte: Empresa α .

A limpeza da manga é realizada com a injeção de ar comprimido no seu interior, a pressão do ar fica em torno de 4 a 6 bars, de tempos em tempos a manga sofre um impacto com a limpeza, e uma manga sem tela entre os feltros não resiste, e vai esgarçando a cada limpeza sofrida, isso faz com que os poros da manga se abram e facilitem a passagem de pó, perdendo sua eficiência.

CONCLUSÃO

Por meio deste trabalho, pode-se conhecer a importância da aplicação de mangas filtrantes no processo industrial, afim de reduzir a emissão de poluentes para a atmosfera. O estudo abordou o problema enfrentado pelo cliente, e a busca pelo que vinha causando a falta de eficiência em seu processo de filtragem.

As características particulares do processo de cada indústria, não permitem que as mangas filtrantes sejam padronizadas, desta forma é preciso que o cliente tenha um monitoramento e histórico do seu sistema, com o acompanhamento de temperatura, umidade, diferencial de pressão, análise granulométrica do particulado, vazão, entre outras informações, que fazem com que o processo de escolha e desempenho da manga no filtro seja mais certo.

O cliente em questão não possuía este tipo de informação, o que poderia ter dificultado encontrar a causa da sua emissão precoce. Além de ser indicado que o cliente faça o monitoramento do seu processo, também é preciso que haja um controle de qualidade no recebimento do material, empresas que analisam o material comprado, e se certificam do atendimento a especificação, evitam retrabalhos por falta de qualidade do produto.

Para tanto, o trabalho apresentou de forma prática que, o material fornecido pela empresa β , estava não conforme, em desacordo com o especificado. Este tipo de manga fornecida, é considerada pela corporação α um produto de segunda linha, pois falta insumos na composição da manga, o que a deixa com qualidade inferior.

A falta de conhecimento neste tipo de mercado, por parte do cliente, faz com que a busca pela economia acabe acarretando em um problema muito maior, onde o prejuízo econômico com paradas de máquina, hora homem, nova compra do produto entre outros fatores, acarretam em um custo elevado, e tudo isso poderia ter sido evitado caso a parceria com o fornecedor que nunca tiveram problemas de qualidade fosse mantida.

Outros problemas que não podem ser esquecidos, devido a ineficiência de filtragem, é o prejuízo social e ambiental, com a emissão de poluentes na atmosfera a população em torno da indústria pode ser rapidamente lesada, e apresentar problemas de saúde. Já para o meio ambiente, além de o ar estar poluído, pode devastar rapidamente a vegetação ao redor da organização. Isso tudo pode ocorrer de maneira repentina, dependendo do tipo e quão agressivo for o material filtrado, e

mais uma vez a empresa pode ser prejudicada economicamente caso o órgão fiscalizador aplique multa pelos infortúnios causados.

Desta forma, a partir de tudo que foi abordado neste trabalho, a aplicação da frase “o barato sai caro”, é verdadeira. Além de todos os tipos de prejuízos causados a companhia, a sociedade e o meio ambiente também sofreram danos, muitas vezes irreversíveis, por isso a aplicação, divulgação e práticas de proteção ambiental são importantes e devem ser exercidas por todos.

REFERÊNCIAS

MMA, Ministério Do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO N. 491**. 2018. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>. Acesso em: 12 set. 2020.

CONAMA, Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 005**. 1989. Disponível em: https://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/Resolucao_005_CONAMA_de_1989-PRONAR.pdf. Acesso em: 12 set. 2020.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do Ar: Poluentes**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>. Acesso em: 13 set. 2020.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do Ar: Padrões de Qualidade do Ar**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar/>. Acesso em: 13 set. 2020.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Padrões de Qualidade do Ar**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/padroes-de-qualidade-do-ar.html>. Acesso em: 13 set. 2020.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Poluentes Atmosféricos**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos>. Acesso em: 13 set. 2020.

COUTINHO, T. **Controle de qualidade: o que é e qual a importância de realizar na sua empresa?**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/controle-de-qualidade>. Acesso em: 19 set. 2020.

TAGUCHI, G. **Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção**. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1990.

ABINT, Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos. **Classificação, Identificação e Aplicações de Não tecidos**. Diretoria da ABINT - Biênio 1999/2001.

VENTEC AMBIENTAL. **Manual Técnico de Instalação, Operação e Manutenção – Filtro de Mangas**. VENTEC AMBIENTAL EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES LTDA, Indaiatuba, 2010.

PACHECO, T. A. **Retrofit de Filtros De Mangas**. Vortex Tecnologias em Despoluição Limitada ME, 2019.

PACHECO, T. A. Como obter o rendimento máximo dos filtros de mangas. **Química e Derivados**, São Paulo, SP, p. 56-64, ago. 2002.

DIAS, T. **Tecidos que filtram**. Disponível em: <https://meiofiltrante.com.br/Artigo/1439/tecidos-que-filtram>. Acesso em: 10 out. 2020.

Tecnologia de filtro manga combate poluição atmosférica. Disponível em: <https://www.meiofiltrante.com.br/Artigo/1025/tecnologia-de-filtro-manga-combate-poluicao-atmosferica>. Acesso em: 12 out. 2020.

CERON, L. P. Têxteis para a construção de mangas filtrantes. **Revista Meio Filtrante**, Santo André, SP, p. 40-43, set./out. 2009.

SEPINHO, M. Performance em filtro de mangas. **Revista Meio Filtrante**, Santo André, SP, n. 101, p. 38-42, nov./dez. 2019.

FERNANDES, D. C. C. Filtros mangas e cartucho são os mais utilizados para controlar poluentes atmosféricos. **Revista Meio Filtrante**, Santo André, SP, n. 79, p 32-39, mar./abr. 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.