

Avaliação dos filtros manga em indústria de tintas

Este trabalho teve como objetivo a avaliação da eficiência de elementos filtrantes em indústria de tintas, na captura de pigmentos na forma de particulados em filtros manga. A filtração de gases em filtros adequados é considerada um dos mais promissores recursos no desenvolvimento da tecnologia de coleta de particulados nos últimos anos, visto que a limpeza é de grande importância não só por motivos ambientais como também econômicos. Foram investigados quatro filtros manga de poliéster da indústria de tintas através de análises laboratoriais, caracterizando o tipo de particulado, condições mecânicas e permeabilidade das mangas filtrantes. Em função dos resultados, foram propostas novas especificações para melhorar a eficiência de retenção e elevar o tempo de uso dos elementos filtrantes.

1. Introdução

Cada vez mais as indústrias estão engajadas em minimizar os impactos ambientais gerados de suas atividades produtivas, preservando a saúde e meio ambiente e garantindo o bem estar de seus colaboradores. Com intuito de manter a qualidade do ar dentro dos padrões limitados pela resolução nacional CONAMA nº 003/1990, os filtros manga com tecidos, são os equipamentos mais indicados para a filtração de material particulado. A finalidade desse equipamento é de evitar reduzir, coletar, capturar ou reter poluentes (materiais particulados) antes que eles atinjam a atmosfera. Os filtros manga possuem uma alta eficiência no processo de

retenção das partículas, até 99,9%, em uma ampla faixa granulométrica (LORA, 2002). Durante o período da Revolução Industrial, meados do século XIX, que o setor de indústrias de tintas e vernizes se desenvolveu com maior rapidez. Sendo um dos maiores produtores mundiais de tintas, o Brasil contém boa parte das grandes indústrias deste ramo, que vai da fabricação do produto final, dos insumos até equipamentos e serviços (ABRAFATI, 2010). Segundo Fazenda (2005), tinta é uma composição líquida, com aspecto viscoso, constituída de pigmentos (pós) dispersos em um aglomerante líquido (resina). Gerado em elevada quantidade dentro do processo produtivo, o material particulado é definido como uma mistura de partículas sólidas (aerossóis) ou líquidas, exceto água pura, encontradas no ar. Suas propriedades físicas e composição química podem variar conforme a sua fonte de emissão (USEPA, 2006).

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência dos quatro filtros manga existentes em uma indústria de tintas através de análises laboratoriais, caracterizando o tipo de material particulado, condições mecânicas e permeabilidade das mangas filtrantes utilizadas. Após as análises dos resultados obtidos, propor novas especificações técnicas para os elementos filtrantes, para melhorar a eficiência de retenção dos materiais particulados.

2. Fundamentação Teórica

Tinta é uma mistura devidamente estabilizada de pigmentos e cargas em resina, formando uma película sólida, fosca ou

Componentes		Principal Função
Polímero ou Resina		Principais componentes de tintas, utilidade de ligar ou aglomerar as partículas de pigmentos, formando uma película que garante propriedades da tinta como dureza, resistência à abrasão, resistência aos álcalis e adesão
Solvente ou Diluente		Veículos voláteis de baixo ponto de ebulição, incolor e neutro. São utilizados com a finalidade de solubilizar as resinas e manter todos os componentes em uma mistura homogênea
Aditivos		Finalidade de melhoria nas suas propriedades físico-químicas e influencia significativamente na estabilidade, aplicabilidade, qualidade e aspecto do filme gerado
Pigmentos	Inorgânicos	São todos os pigmentos brancos (dióxido de titânio), cargas e uma vasta faixa de pigmentos coloridos, sintéticos (óxidos de ferro vermelho sintético) ou naturais (óxidos de ferro naturais)
	Orgânicos	São substâncias corantes que normalmente não têm características ou funções anticorrosivas. Conferem às cores mais brilhantes, possuindo alto poder de tingimento, com propriedades de cor como intensidade, tonalidade e limpeza

Fonte: ANGINETTI (2012); POLITO (2006); FAZENDA (2005)

Quadro 1 - Composição básica das tintas

brilhante. Depois de aplicada sobre uma superfície, passa por um processo de secagem transformando-se em filme sólido, com a finalidade de proteger, decorar e dar acabamento superficial (FAZENDA, 2005). Sua composição está apresentada no Quadro 1.

O processo produtivo de tintas é basicamente dividido em etapas de separação, dispersão e mistura, conforme mostra a Figura 1.

ainda mais o tamanho das partículas, garantindo qualidade na cobertura e uniformidade do produto (SOARES, et al., 2012). As etapas seguintes são a completagem, onde é adicionado o restante dos componentes das tintas e feitos os ajustes finais para, posteriormente, passar por um filtro, a fim de retirar impurezas geradas no processo. Após o produto está liberado para envase ou enlatamento.

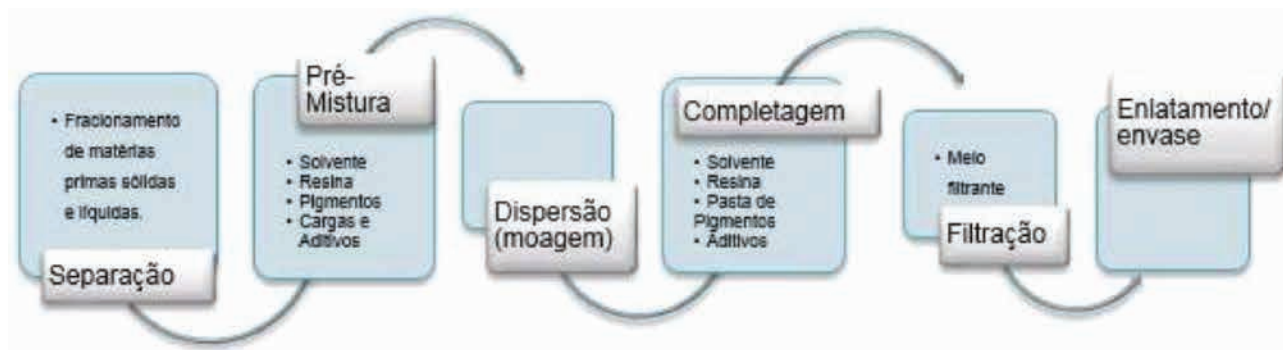


Figura 1- Fluxograma de um processo de tintas

A etapa de separação consiste na fragmentação das matérias-primas sólidas e líquidas conforme necessidade de produção. A pré-mistura é realizada com disco de dispersão a alta velocidade e tem a finalidade de incorporar as partículas em pó em um veículo líquido (FAZENDA, 2005). A dispersão consiste em um processo físico que visa reduzir o diâmetro dos componentes sólidos utilizados no processo de fabricação de tintas, em pequenas partículas de tamanho uniforme, a fim de serem incorporadas nas matérias-primas líquidas (SOARES et al., 2012). Normalmente são utilizados moinhos, com objetivo de reduzir

O processo produtivo de tintas gera dentre a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV's), borras de tintas e embalagens, bem como, material particulado. Seu tamanho está diretamente relacionado ao seu potencial em provocar efeitos adversos à saúde humana. As partículas inaláveis, ou seja, aquelas que possuem diâmetro aerodinâmico menor que 10 mm, são aquelas capazes de penetrar no sistema respiratório humano podendo ser depositadas desde as vias nasais até os pulmões e, portanto, representam um risco para o desenvolvimento e o agravamento de doenças respiratórias e car-

diovasculares (DE SOUZA et al., 2010).

Ao tratar-se de saúde ocupacional no processo de produção de tintas, o monitoramento e avaliação técnica dos sistemas de exaustões tornam-se imprescindíveis para avaliar a efetividade tanto dos projetos de engenharia quanto dos procedimentos operacionais (FAZENDA, 2005). Dentre os equipamentos de separação sólido-gás como ciclones, câmaras gravitacionais entre outros, os filtros de mangas são os mais indicados para esta função. Além de separarem o material particulado da corrente gasosa, eles têm a função de filtrar o ar com elevada eficiência, próximo de 99,9%, garantindo, assim, um ambiente adequado a todos os colaboradores (CERON, 2013).

Criado pela lei nº 6.938/81, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão normativo e deliberativo, que dentre suas responsabilidades estão a de estabelecer diretrizes, padrões e métodos, regras e regulamentações relativas ao meio ambiente (IPEA, 2015). Atualmente a resolução que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas é a Resolução Conama nº 436/2011 (CONAMA, 2011).

2.1. Filtros de Mangas

Com o crescente avanço tecnológico é possível encontrar diversos equipamentos para a remoção de materiais particulados do ar, podendo chegar a uma eficiência de até 99,9% na retenção das partículas (LORA, 2002). Os filtros manga são os equipamentos mais indicados para a remoção de partículas sólidas finas de gases do processo e do ar. O processo de filtração dá-se por meio da passagem da mistura gasosa que contém materiais particulados através do filtro poroso (tecido), formando uma camada de pó, geralmente chamada de torta de filtração, que fica retido na superfície das mangas filtrantes, conforme mostra Figura 2 (SALEEM, M. et al. 2011).

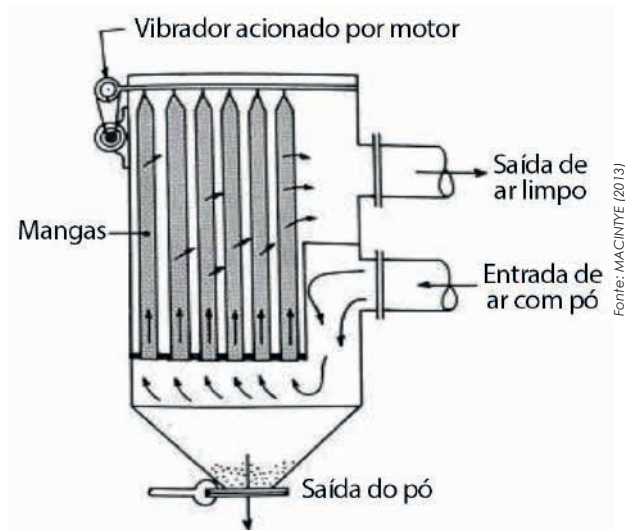


Figura 2- Filtro manga

A velocidade de filtração, também conhecida como relação ar-pano (RAP), é uma variável importante no processo de filtração de gases para retenção de materiais particulados. Está estritamente relacionada com o tempo de filtração, desgaste do tecido e profundidade que o material consegue penetrar no tecido filtrante, juntamente com o método de limpeza, determina as dimensões do filtro (SANTINI, J., 2011). Em geral, para filtros com não tecidos pode chegar de 1,1 a 4,5 m/min. Para pigmentos recomendado é entre 1,8 a 2,2 m/min (CERON, 2013). A determinação da RAP é feita pela Equação 1, onde Q é a vazão, N é o número de mangas e A como área filtrante total de uma manga.

$$RAP = \frac{Q}{N.A}$$

A permeabilidade do elemento filtrante é um parâmetro de controle que envolve a filtração, pois esta propriedade é reduzida pelo depósito de particulado. Isso leva a uma variação nos valores entre a permeabilidade do não tecido limpo e depois em uso, que é refletida na forma de queda de pressão ao longo do meio poroso (FREITAS et al., 2002). Neste sentido, o filtro com mangas filtrantes deveria remover o máximo de impurezas com a mínima resis-

tência ao fluido de arraste. Nas aplicações com não tecidos, baixas permeabilidades implicam em baixas taxas de filtração, o que não é vantajoso no processo de produção (INNO-CENTINI et al., 2009).

A torta de filtração deve ser retirada de tempos em tempos a fim de evitar a formação de uma camada muito espessa, o que dificultará a passagem do gás, aumentando, assim, a perda de carga (FARGNOLI, 2010; SANTINI, 2011). Na maioria dos casos, 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 (BATISTONI, 2011).

O aumento da perda de carga no filtro manga ocorre à proporção que as partículas são capturadas nos elementos filtrantes, determinando a frequência de limpeza com ar comprimido. Nos filtros coletores de pó a perda de carga (ΔP_0) apresenta um comportamento não linear em função do tempo. Esse comportamento é resultante da compressibilidade da torta, com valores entre 6 a 20mmca e a pressão máxima de operação ($\Delta P_{\text{máx}}$) tende a linearizar após a formação da torta, entre 50 a 250 mmca, con-

forme mostra a Figura 3 (CERON; EINLOFT; LIGABUE, 2011). A saturação do elemento filtrante ocorre quando a permeabilidade fica reduzida, aproximadamente em 30% do valor original do material limpo (CERON, 2013).

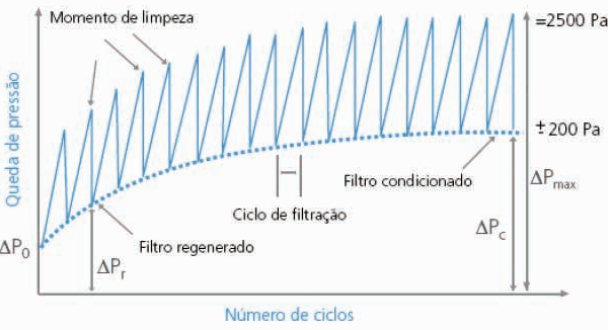


Figura 3 - Perda de carga e ciclos de limpeza

2.2. Elementos Filtrantes

A escolha do meio filtrante depende das características físico-químicas do gás e partículas a serem filtrados, sistema de limpeza utilizada, custo e disponibilidade no mercado (SANTINI, 2011). O Quadro 2 descreve as características de cada material de manga mais comuns no mercado, assim como a resistência em diversos meios.

Um elevado teor de umidade em filtros manga, independente se estiver na forma gasosa ou condensada, pode acarretar em ataque químico

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

Quadro 2 - Referência de aplicação das mangas filtrantes

do elemento filtrante por hidrólise, deixando o material com baixa resistência mecânica, suscetível à condição de rasgos e furos. Esta é uma característica de não tecidos de poliéster, comumente os mais baratos, utilizados em filtração de particulados em sistemas com umidade, portanto, tem baixa vida útil nas aplicações (RENNER TÊXTIL, 2010).

Para sistemas de filtração com umidade excessiva em combinação com o pó, resulta na aglomeração interna do não tecido. Como consequência, ocorre aumento diferencial de pressão no filtro de mangas. Neste sentido, é recomendável utilizar mangas filtrantes com tratamento antiaderente (CERON; KENES; TOMAZZONI, 2011). Os tratamentos antiaderentes, mostrados em escalas na Tabela 1, consistem na impermeabilização da manga com resinas a base de politetrafluoretileno, que repelem pós aglomerantes, úmidos ou gordurosos, evitando a deposição interna de pó e retardando o efeito da hidrólise (CERON; EINLOFT; LIGABUE, 2012).

As propriedades mecânicas de polímeros são aquelas que determinam a resposta dos materiais às influências externas, que estão relacionadas com a resistência a tração, ou seja, a força necessária para estirar ou deformar o material e a deformação alcançada pelo mesmo até a ruptura. As propriedades mecânicas são uma consequência da composição da matriz polimérica e de sua estrutura nos níveis moleculares e supramoleculares (HORROCKS; ANAND, 2015). Para mangas filtrantes de não

Tratamento Antiaderente	Resina PTFE (%)	Grau de Antiaderência	Higroscopicidade do pó	Frequência de Limpeza
912	0,50	Baixa	Baixa	Baixa
C29	0,95	Média	Média	Média
CS17/1	1,50	Elevada	Média	Média
CS17/2	3,00	Muito Elevada	Elevada	Elevada
CS31	4,50	Muito Elevada	Muito Elevada	Elevada
CS42	6,00	Muito Elevada	Muito Elevada	Muito Elevada

Tabela 1 - Critérios de seleção dos tratamentos antiaderentes

Fonte: CERON, EINLOFT, LIGABUE (2012)

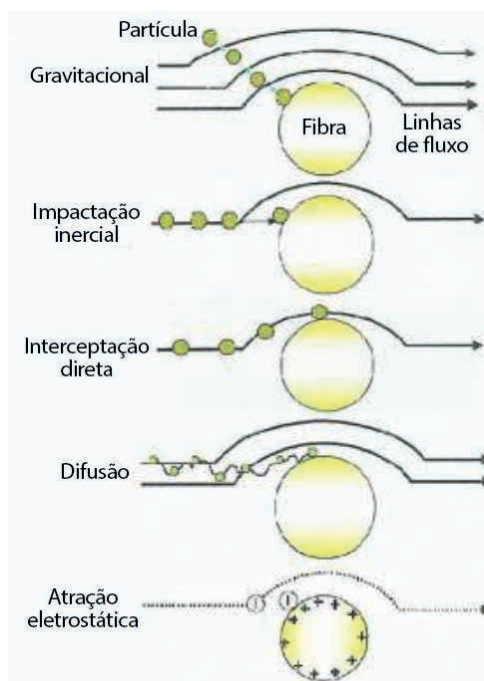
tecidos é recomendado seu uso até perder cerca de 50% da resistência mecânica de tração e alongamento, durante aplicação na filtração de particulados, após é previsível ocorrer rasgos e furos (RENNER TÊXTIL, 2010).

2.3. Mecanismos de Filtração

Os mecanismos de filtração predominantes na filtração de particulados são os de profundidade (interno) e de superfície (externo tangencial).

2.3.1. Filtração de Profundidade

Conforme Ceron (2013) a eficiência da filtração em profundidade de particulados pode sofrer influência de mecanismos de interação da partícula com o não tecido. Os mecanismos mais importantes são o gravitacional, inercial, interceptação direta, difusão e atração eletrostática, mostrados na Figura 4.



Fonte: CERON (2012)

Figura 4 - Mecanismos de captura de particulados em profundidade

Na filtração de profundidade os contaminantes são removidos por meio de toda a profundidade do meio filtrante em questão e não apenas na superfície de entrada e de contato com o pó. Estes dois mecanismos, ilustrados na Figura 5,

podem ser operados em filtros manga. Entretanto, um filtro de superfície corretamente projetado deve remover e impedir a migração da partícula pelo meio filtrante. Para filtração de particulados com baixa granulometria, abaixo de 20 μm a recomendação é elevar a gramatura do não tecido, normalmente, usados entre 550 e 600 g/m^2 (RENNER TÊXTIL, 2010).

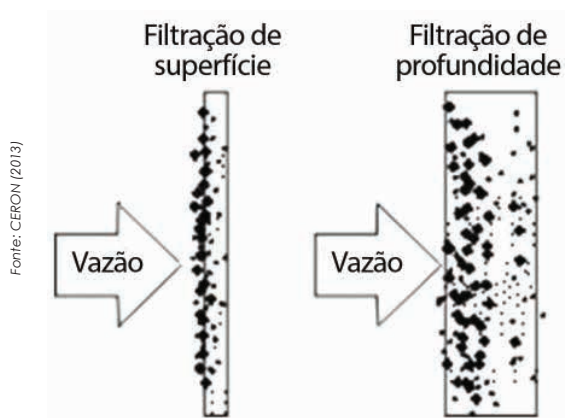


Figura 5 - Mecanismos de filtração

2.2.2. Filtração de Superfície

O processo de filtração ocorrerá na superfície do meio filtrante se a barreira imposta ao escoamento for mais fina, que o diâmetro da menor partícula (tamanho dos poros) em suspensão a ser filtrada. As partículas com diâmetro menor que o poro do não tecido, atravessa o meio acompanhando o fluxo (fluido), enquanto as maiores permanecerão na superfície. Outras partículas, no entanto devido ao tamanho se encaixam dentro do poro e bloqueiam a passagem do fluido. Assim, na superfície do meio filtrante gradativamente acumula-se partículas, da mesma forma que o fluxo reduz até um nível aceitável. Neste ponto a filtração seria interrompida e a superfície do meio sofre limpeza de forma manual ou automática (SUTHERLAND, 2008).

A membrana de politetrafluoretileno – PTFE – é uma das membranas mais utilizadas para filtragem de superfície, proporciona uma filtração altamente eficiente na superfície de não tecidos e tecidos, a qual suspende as poeiras e

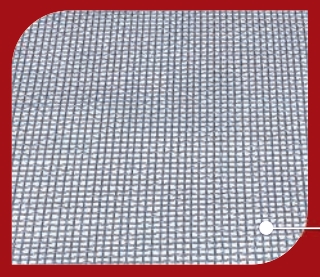
umidade com elevada efetividade, principalmente, para particulados de baixa granulometria entre 1 a 10 μm (CERON, 2013). Esta característica impede eventuais migrações de material particulado em direção à profundidade, evitando a elevação na resistência dos filtros, consequentemente, aumento da pressão diferencial ao longo do tempo (RENNER TÊXTIL, 2010). O material polimérico PTFE resiste a ataques químicos mais severos de ácidos e bases concentrados, além de poder ser utilizado em elevadas temperaturas (CLOUGH, E. N., 2010). Mangas filtrantes com membrana PTFE são indicadas para filtração de particulados de baixa granulometria e relações ar-pano de até 1,0 m^3/min . Porém, em geral, os filtros são projetados com relações ar-pano superiores, até 1,5 m^3/min , para minimizar a área filtrante e consequentemente o custo do filtro (CERON, 2013).



TELAS MM

DESDE 1976

A ESPECIALISTA EM TECIDOS METÁLICOS

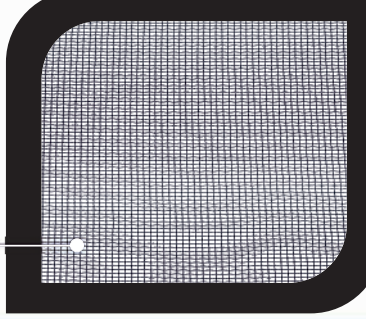


**TECIDOS METÁLICOS
AÇO INOX**

Os tecidos metálicos são fabricados com fios de aço inoxidável e são produzidos desde a malha 2 até a malha 500.

TELA EPÓXY

As telas com revestimento em epóxy são resistentes à corrosão. Disponíveis nas larguras de 1,00m e 1,20m.



Atendemos todo o Brasil

www.telasmm.com.br
(11) 4646-1818

3. Metodologia

3.1. Filtros Manga e Pigmentos

Os elementos filtrantes utilizados nos quatro filtros manga são de poliéster com 550 g/m² com tratamento antiaderente tipo CS17/1.

Dados de projeto destes filtros relatam que as mangas devem ser trocadas, quando atingirem perda de carga de 100 mmca. A periodicidade das trocas das mangas fica em torno de doze meses, constatado em dados de controle de processo nos últimos três anos.

Os filtros manga da indústria de tintas utilizados para as análises são dos quatro filtros manga existentes na empresa e estão identificados na Tabela 2, bem como, as principais informações técnicas.

Filtro Manga	NM 512	NM 513	NM 568	NM 569
Dimensão das mangas (mm)	150 x 2500	150 x 3000	160 x 3600	160 x 3600
Vazão (m ³ /h)	9000	29700	12130	8400
Número de Mangas	64	169	50	40
Área filtrante (m ²)	75	238	92	73
RAP (m/min)	1,99	2,07	2,23	1,93
Perda de carga (mmca)	85	100	90	100
Última troca	03/07/2016	03/11/2015	10/02/2016	23/03/2015

Tabela 2 - Dados dos filtros de mangas

Os tipos de pigmentos com maior rotatividade utilizados pela indústria de tintas estão colocados na Tabela 3, identificados pelo nome comercial e composição.

Nome comercial	Composição
Agalmatolito	Silicato de Alumínio Natural
Cadam Gloss AG	Silicato de Alumínio Hidratado
Celite	Dióxido de Silício
C.M.C.Induskol	Carboximetilcelulose de Sódio (CMC)
Dolomita #010	Carbonato de Cálcio e Magnésio
Dolomita #025	Carbonato de Cálcio e Magnésio
Dolomita #040	Carbonato de Cálcio e Magnésio
Dolomita Moída #325	Carbonato de Cálcio e Magnésio
Extra-fós	Carbonato de Cálcio Precipitado
Mocalcium C	Carbonato de Cálcio
Tiona	Dióxido de Titânio

Tabela 3 - Tipos de pigmentos

3.2. Teste Granulométrico

Conforme norma ABNT NBR NM 248 foi realizado o teste granulométrico dos particulados de pigmentos, portanto, foram coletadas três amostras antes de passar pelo sistema de exaustão. As coletas das amostras de particulados foram das matérias primas com maior rotatividade dentro da indústria de tintas.

Foram usadas peneiras especificadas conforme norma ABNT NBR ISO 3310-1:2010, a qual especifica os requisitos técnicos e os correspondentes métodos de ensaio para as peneiras de tela de tecido metálico. Portanto, para cada teste de particulado, foi utilizada 100 gramas de cada matéria prima de particulado. As peneiras utilizadas foram de diâmetros de 200 mm, 100 mm, 710 µm, 500µm, 355 µm, 250 µm e panela. Os testes foram realizados em quatro vias no Laboratório de Operações Unitárias na PUCRS.

3.3. Gramatura, Espessura e Permeabilidade

Os ensaios de gramatura, espessura e permeabilidade foram realizados em triplicatas em cada uma das amostras. Estes testes avaliaram o desempenho do não tecido limpo e depois de usado. Para determinar a gramatura (g/m²) foi usada uma Balança Semi-analítica, seguindo a norma NBR 12984:2009 - Não tecido - Determinação da massa por unidade de área. A espessura foi determinada em Medidor de Espessura modelo M-73210-T, conforme a norma NBR 13371:2005 - Não tecido - Determinação da espessura. A determinação da permeabilidade foi realizada em Permeabilímetro Karl Schroder KG, modelo 6940 Weinheim. As amostras avaliadas foram com manga limpa (sem uso) e outra manga suja retirada do filtro de pigmentos de tintas. Foi avaliado a permeabilidade de três formas distintas: na manga limpa (sem uso), na manga suja (sem batimentos de limpeza, na forma coletada do

filtro) e na manga suja (com simulação de batimentos de limpeza, para verificar a regeneração). Foi usada como referência a norma NBR 13706:1996 - Não tecido - Determinação da permeabilidade ao ar.

3.4. Resistência à Tração e Alongamento

Os ensaios mecânicos de tensão foram realizados no sentido longitudinal e transversal, em máquina universal de ensaio - dinamômetro Frank 81565 IV. Aplicou-se uma velocidade de afastamento vertical constante das garras de 100 mm/min, com uma célula de carga de 10 kN, até o rompimento do corpo de prova. A metodologia usada obedeceu às normas: NBR 13041:1993 - Não tecido - Determinação da resistência à tração e alongamento. Foram realizadas em triplicatas, com amostras limpa (sem uso) e suja (sem batimentos de limpeza, na forma coletada no filtro, e com limpeza/simulação).

3.5. Microscopia Eletrônica de Varredura

Utilizou-se a análise por MEV para caracterizar a fibra de poliéster do não tecido limpo e identificar a deposição dos particulados nas fibras do material após o uso. Foi realizado em equipamento de microscopia eletrônica de varredura Philips, modelo XL 30, com tensão de aceleração de 20 kV, no Laboratório Central de Microscopia e Microanálise da PUCRS. O preparo inicial dos corpos-de-prova foi realizado em metalizadora Bal-Tec, modelo SCD 005, por metalização com ouro nas amostras.

4. Resultados e Discussões

4.1. Teste Granulométrico

A Figura 6 apresenta a distribuição granulométrica das três amostras com os respectivos percentuais retidos de particulados em cada peneira, conforme as aberturas das malhas (mm ou μm). A faixa predominante dos pigmentos encontra-se entre 52% até 33%, respectivamente, nas peneiras de 100 mm e 710 μm , portanto, carac-

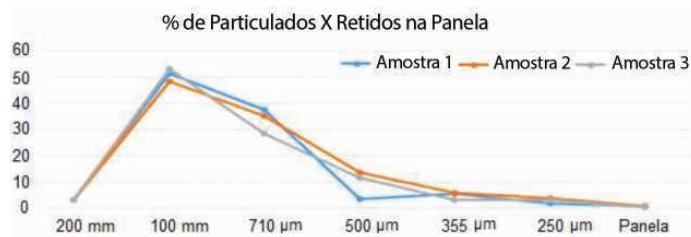


Figura 6 - Teste granulométrico com pigmentos

terizados como grossos. Existe uma fração de particulados finos, abaixo de 10%, nas peneiras de 500 μm até a peneira.

4.2. Testes de Elementos Filtrantes

Os resultados de gramatura, espessura, permeabilidade, tração e alongamento de mangas filtrantes limpas, sujas (sem batimentos de limpeza) e sujas (com simulação de batimentos de limpeza) são apresentados na tabela 4, em função da identificação do filtro de mangas.

Análise Laboratorial	Manga	NM 512	NM 513	NM 568	NM 569
Gramatura (g/m^2)	Limpa	553	555	551	552
	Suja	611	739	621	909
	Limpa/Simulação	559	706	579	809
Espessura (mm)	Limpa	1,90	1,90	1,90	1,90
	Suja	1,95	2,10	1,95	2,40
Permeabilidade (L/min.dm^2)	Limpa	149	150	152	147
	Suja	30	20	32	8
	Limpa/Simulação	70	40	38	22
Tração (N)	Limpa	1810	1805	1809	1812
	Suja	1007	847	1314	825
Alongamento (%)	Limpa	19	20	19	21
	Suja	10	7	16	9

Tabela 4 - Resultados dos testes nos elementos filtrantes

Na Figura 7 são identificados os corpos de provas dos filtros, utilizados nos testes de gramatura, espessura e permeabilidade.

A amostra do filtro NM 569 é a mais antiga nas aplicações, desde 23/03/15, portanto, acima do tempo estimado de um ano para uso. O filtro já apresenta perda de carga de 100 mmca, limite máximo de projeto, assim já deve estar comprometendo a produção. A permeabilidade

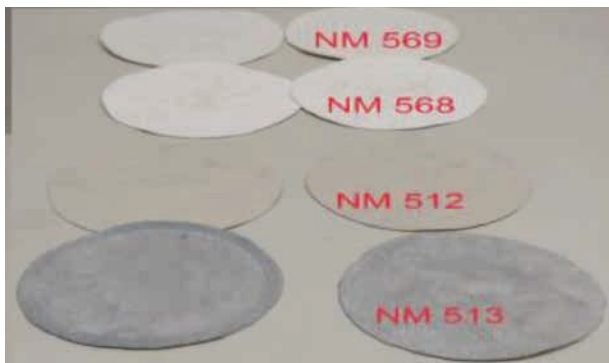


Figura 7 - Corpos de provas dos elementos filtrantes

é muito baixa, 8 L/min.dm² com manga suja e 22 L/min.dm² após simulação de limpeza. A recomendação técnica é uma vazão mínima de 30% do valor da manga limpa, portanto, limite mínimo seria próximo de 50L/min.dm², condição já superada devido saturação interna. Este resultado é devido a alta deposição de pó com 909 g/m² e 2,40 mm de espessura; e mesmo após simulação de limpeza alterou para 809 g/m², que corresponde a deposição de 257 g/m² de particulados de pigmentos.

As resistências mecânicas de tração e alongamento do filtro de NM 569 já estão abaixo de 50% em relação à manga sem uso, função dos jatos de ar comprimido para realizar a limpeza das mangas. Na Figura 7, identificado visualmente particulados de cor próxima ao branco, que é a cor normal dos pigmentos utilizados nas tintas. Para este filtro, NM 569 a vida útil das mangas já terminou, devem ser trocadas pela mesma especificação de poliéster 550 g/m² com tratamento antiaderente tipo CS17/1.

A amostra do filtro NM 568 é a segunda mais nova nas aplicações, desde 10/02/16, com bons resultados na aplicação. Perda de carga de 90 mmca, valor abaixo da recomendação máxima do projeto de 100 mmca. Ocorre regeneração da permeabilidade de 22 para 68 L/min.dm² após simulação de limpeza, portanto, acima da recomendação mínima de 50 L/min.dm². Baixa deposição com 621 g/m² e 1,95 mm de espessura. Após simulação de limpeza ficou com 579 g/m², que corresponde à depo-

sição de 28 g/m² de particulados de pigmentos. As resistências mecânicas de tração e alongamento estão acima de 50% em relação a manga sem uso. Um dos corpos de provas utilizados nas análises, Figura 7, mostra que cor é branca, mesma identificação dos pigmentos das tintas. Para o filtro NM 568 é previsível que atinja um ano de aplicação, até fevereiro de 2017, quando deve ser substituído pela mesma especificação de poliéster 550 g/m² com tratamento antiaderente tipo CS17/1.

Nas amostras dos filtros NM 512 e NM 513 apresentaram alterações nas suas propriedades físicas e mecânicas. Os corpos de provas dos filtros, mostrados, também, na Figura 7, tiveram suas cores alteradas, respectivamente, para cinza e verde; e apresentavam manchas de umidade em varias partes das mangas analisadas.

A amostra do filtro NM 512 é a mais nova nas aplicações, desde 03/07/16, e já apresenta uma perda de carga de 85 mmca com três meses de uso. Ocorre regeneração da permeabilidade de 30 para 70 L/min.dm² após simulação de limpeza, portanto, acima da recomendação mínima de 50 L/min.dm². Baixa deposição de 611 g/m² e 1,95 mm de espessura. Após simulação de limpeza ficou com 559 g/m², que corresponde à deposição de 6 g/m² de particulados de pigmento. Embora estes resultados estejam em condições normais, as resistências mecânicas de tração e alongamento sofreram uma queda acentuada, pois estão com valores próximos de 50% em relação à manga sem uso, mas ainda em condição de uso.

A amostra do filtro NM 513 é usada desde 03/11/15 e já atingiu a perda de carga máxima recomendada de 100 mmca. A permeabilidade da manga suja é 20 L/min.dm² e a regeneração, após teste de batimentos, ficou com 40 L/min.dm² e não atingiu a recomendação mínima de 50 L/min.dm², portanto, já está saturada. Este resultado de vazão é devido a elevada deposição de 739 g/m² e 2,10 de espessura na

AR LIMPO É O NOSSO MUNDO

LTA - SEU ESPECIALISTA EM SOLUÇÕES DE FILTRAGEM

FEIMEC
Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos

Visite-nos
24-28 ABRIL 2018
Estande E251



NOSSOS EQUIPAMENTOS DE FILTRAGEM PROPICIAM AR LIMPO NO LOCAL DE TRABALHO.

- Sistemas individuais e centrais
- Soluções individuais e específicas para cada necessidade de filtragem, tanto úmida ou seca
- Sistemas de segurança para máquinas operatrizes refrigeradas com óleo mineral

SUAS VANTAGENS:

- Redução nos custos operacionais e de energia
- Ambiente de trabalho saudável e produtivo
- Garantia da qualidade do ar

Erwin Junker Máquinas Ltda.
Centro Administrativo Rio Negro
Edifício Jacaré - Bloco A
13º andar cj. 132/133
Alameda Rio Negro 585
CEP 06454-000
Alphaville - Barueri, São Paulo, Brazil

+55 11 4153 9645
info@junker-group.com.br • info@lta.de

JUNKER GROUP

manga suja. Após limpeza, ficou com 706 g/m^2 , que representa uma deposição de 151 g/m^2 de particulados. Os resultados das resistências mecânicas de tração e alongamento estão abaixo de 50% em relação a manga limpa. Para este filtro a vida útil das mangas já terminou, devem ser substituídas.

Para os filtros NM 512 e 513, em função dos resultados apresentados, conclui-se que a principal causa é o efeito da umidade no sistema de filtração. Provavelmente, esta umidade ocorre por infiltração nos filtros de mangas, visto que a coloração das mangas estão alteradas para cinza e verde, diferente das encontradas nos filtros NM 568 e 569. As baixas resistências mecânicas de tração e alongamento encontradas, conforme referendado por Ceron, Kenes, Tomazzoni (2011), é característica de ataque químico por hidrólise, ação da água que ataca o poliéster. Portanto, requer manutenção corretiva para encontrar pontos de vazamentos estruturais nos filtros. Estas infiltrações podem estar ocorrendo nas tubulações, borrachas ou tampas dos filtros. Outra possibilidade é ar comprimido com umidade excessiva, que compromete o sistema de limpeza e afeta o elemento filtrante.

4.3. Microscopia Eletrônica de Varredura

As fibras de poliéster visualizadas por imagens de MEV, Figura 8, são identificadas nas amostras de mangas limpas. O formato da fibra é cilíndrico com diâmetro de $18,08 \mu\text{m}$.



Figura 8 - Fibra de poliéster limpa

No filtro NM 569 com deposição excessiva de particulados é mostrada na Figura 9, que representa a parte superficial da manga suja com pigmentos. A Figura 10 mostra a parte interna da mesma amostra e elevada deposição de pó, que caracteriza a saturação interna do não tecido e justifica a baixa permeabilidade.

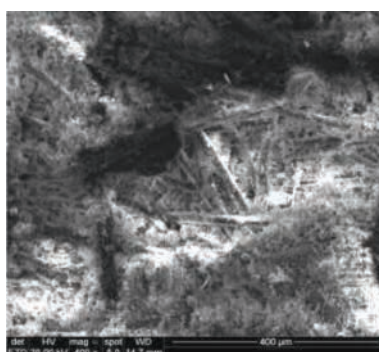


Figura 9 - Deposição de pó

No filtro NM 568 a deposição de pó ocorre com menor



Figura 10 - Fibras com muito pó

intensidade, Figura 11, onde as fibras de poliéster são identificadas na parte superficial. Na Figura 12 mostra a parte interna com diâmetros de fibra de 18,21 e 18,34 μm e pouca deposição de pó, que caracteriza uma retenção eficiente pelo não tecido e uma permeabilidade em condições normais.

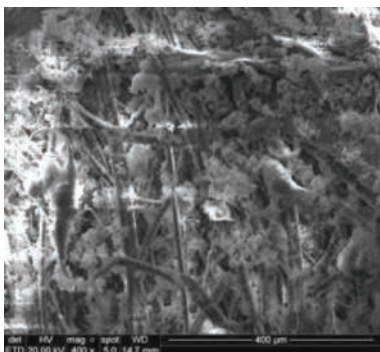


Figura 11 - Deposição de pó

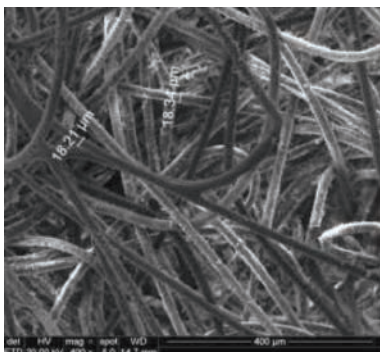


Figura 12 - Fibras com pouco pó

No filtro NM 513 ocorre elevada deposição de pó

com saturação completa do não tecido e baixa permeabilidade. A Figura 13 mostra a deposição na superfície com acúmulo excessivo de pó. Na Figura 14, identifica os diâmetros de fibra com 18,59 e 20,29 μm e acúmulo interno de pigmentos.

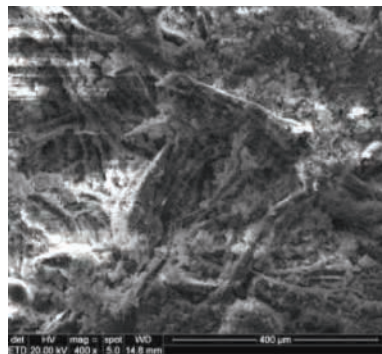


Figura 13 - Deposição de pó

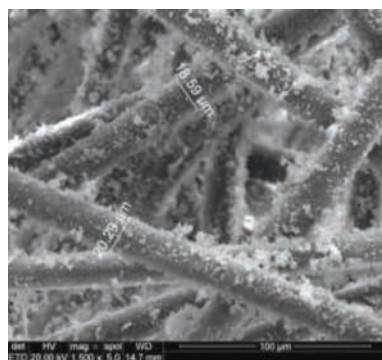


Figura 14 - Fibras com pó

O filtro com menor acúmulo de particulados é o NM 512, em função do pouco tempo de uso. As Figuras 15 e 16

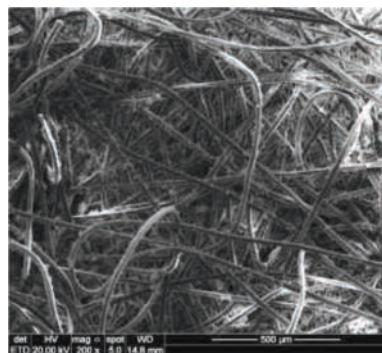


Figura 15 - Fibras sem pó

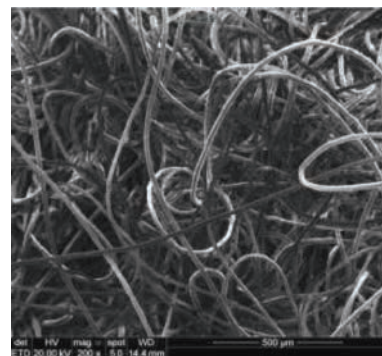


Figura 16 - Fibras sem pó

mostram, respectivamente, a parte externa e interna de filtração, com baixa deposição praticamente sem pó.

5. Conclusões

Os ensaios granulométricos caracterizaram os particulados como grossos, portanto, a especificação de mangas com 550 g/m^2 é a mais correta. Não existe a necessidade de elevar a gramatura do não tecido para 600 g/m^2 , visto que os resultados de MEV, identificam uma boa retenção dos particulados nas fibras do não tecido. Outra alternativa de especificação seria usar mangas com membrana PTFE, filtração na superfície, que só é justificada para particulados finos e com baixa relação ar-pano até 1,0 m/min . As relações dos quatro filtros estão próximas de 2,0 m/min , portanto, a filtração por membrana PTFE não é aconselhada.

Os ensaios físicos e mecânicos (gramatura, espessura, permeabilidade, tração e

alongamento) nas amostras originais, sujas e com simulação de limpeza, caracterizaram duas situações distintas nos filtros de mangas. Nos filtros NM 568 e 569 as condições operacionais estão adequadas. Vida útil elevada nas mangas do equipamento 569, que alcançou 18 meses e perspectivas que no filtro 568 atinja 12 meses de uso. Neste sentido as especificações de mangas nestes filtros devem continuar a mesma, com mangas de poliéster 550 g/m² com tratamento antiaderente tipo CS17/1.

Já nos filtros 512 e 513, ocorreu alteração da cor dos pigmentos, para cinza e verde, em função de infiltração de umidade do filtro manga. A conclusão é de ataque químico por hidrólise ao não tecido, devido ação da água, conforme baixos resultados de resistência mecânica. As mangas do equipamento 513

atingiu 10 meses de aplicação e estão saturadas. No filtro 512, com 3 meses de vida útil, a estimativa é de ocorrer a mesma condição de saturação, pois a resistência mecânica está baixa, próxima das condições mínimas recomendadas. Para estes dois filtros a recomendação é substituir por uma nova especificação de manga de poliéster 550 g/m² com tratamento antiaderente tipo CS17/2, dobrando o tratamento antiaderente de resina de teflon. Também, deve ocorrer investigação pela manutenção da origem das infiltrações nos filtros de mangas 512 e 513. MF

Ver referências bibliográficas em nosso site:
www.meiofiltrante.com.br

Roberta Grazziotin Rocha e Dr. Luciano Peske Ceron
Escola Politécnica - Curso de Engenharia Química - PUCRS
E-mail.: roberta.g.rocha00@gmail.com / luciano.ceron@pucrs.br

SISTEMAS DE ULTRAFILTRAÇÃO

- Sistemas completos e membranas de ultrafiltração para os processos de pintura KTL e verniz cataforético
- Sistemas de anólito completo e reposição de células de diálise plana, tubular e tecidos seletivos
- Bicos edutores para agitação

Consulte-nos!

Central de Atendimento

Tel: 55 11 4438 4040
Laffi@Laffi.com.br

www.Laffi.com.br
A solução em sistemas de filtração.

