



CONTAGEM DE PARTÍCULAS

ALS TRIBOLOGY





TÓPICOS

Introdução	03
Como é realizada a análise de contagem de partículas	04
Normas envolvidas e limites ditados pelas normas	08
Dimensão real x teórica das partículas	12
Qual método de contagem de partículas é melhor?	14
ALS	16

INTRODUÇÃO

RELEMBRANDO ANÁLISE DE CONTAGEM DE PARTÍCULAS E AS NORMAS PERTINENTES

A Análise de Contagem de Partículas é um ensaio que tem por objetivo averiguar a quantidade de particulado sólido presente em um óleo lubrificante ou isolante.

O monitoramento do nível de contaminação permite controlar com ações corretivas o estado das vedações, o desgaste e até mesmo os procedimentos de manuseio e estocagem de fluidos.

A contagem de partículas tem como preceito a avaliação da quantidade e do tamanho do particulado.

É muito utilizada em manutenção industrial por também permitir que o equipamento tenha a vida prolongada. Aliás, é bastante conhecida a expressão “partículas geram partículas”.

COMO É REALIZADA A ANÁLISE DE **CONTAGEM DE PARTÍCULAS**

Há algumas metodologias disponíveis para o ensaio de análise de contagem de partículas. Em quaisquer delas, porém, é necessária a realização de amostragem cuidadosa do óleo a ser avaliado. Com base nisso, as amostras são preparadas em laboratório para uma contagem adequada.

Os métodos mais utilizados são:

Comparação

Trata-se de um procedimento bastante antigo, mas ainda muito aplicado. O fluido é filtrado em membranas com poros microscópicos. As membranas, depois de secas, são comparadas com uma coleção de outras membranas padronizadas. São referências visuais conhecidas, registradas em fotos.

É um procedimento de baixo custo, prático e rápido, com boa utilidade em avaliações genéricas em campo. Contudo, as partículas não são efetivamente contadas, pois, na vida real, a variedade de tamanho das partículas raramente é como a encontrada nas membranas de referência.

Essa é a sua principal limitação. Seu uso, portanto, é restrito. Como dito acima, é indicada também para avaliações genéricas. Muitos prestadores de serviço de filtração empregam tal método visando acompanhar a evolução de seu trabalho. Ao final do trabalho, eles enviam uma amostra para que o laboratório faça a certificação da qualidade real.

Bloqueio de poros

Também conhecido como Perda de Carga ou Obstrução de Fluxo ou Entupimento de Poros. A medição é feita num circuito que contém um filtro metálico finíssimo (geralmente 10 μm) e um manômetro diferencial. A perda de carga formada pelo entupimento dos poros é correlacionada com a quantidade de partículas. Já a dimensão é inferida por meio de algoritmos estatísticos que simulam a população de particulado.

O instrumento precisa ser frequentemente calibrado com amostras padronizadas de quantidades conhecidas de partículas e suas respectivas perdas de carga.

É bastante prático para uso em campo. É de maior custo que o método por comparação, mas produz resultados melhores. Não é afetado por bolhas de ar ou de água.

Observe que, para descrever esse método, evitamos a palavra “contagem”. Ocorre que ela não fornece a contagem real, uma vez que é impossível garantir as várias dimensões do particulado tendo apenas um único tamanho de poro. Aliás, a presença de fibras costuma causar resultados falsos, visto que uma única fibra pode entupir mais de um poro. O instrumento se engana com o aumento na perda de carga e “entende” que há uma quantidade maior de partículas.

Obstrução ou extinção ou bloqueio de luz

Este método se baseia na sombra formada pelas partículas (luz obstruída). O fluido é bombeado por um circuito que contém a fonte de luz (emissor) e um detector de luz (receptor).

Um acumulador (contador) faz a soma de cada sombra formada pelas partículas que passam pelo circuito emissor/receptor.



A intensidade da sombra é relacionada com a dimensão das partículas. Este método é frequentemente chamado de contagem por laser graças ao emprego de um emissor de raios laser como fonte de luz.

Este procedimento exige contadores de alto custo, bastante sensíveis e com exigências de calibração permanente. Existem instrumentos de menor custo para uso em campo e outros, bastante sofisticados e precisos, para uso exclusivo em laboratório (os mais confiáveis).

Mesmo sendo calibrado, há uma deficiência importante neste método: pode contar gotículas de água e/ou bolhas de ar. Fluidos muito viscosos (acima de 150 cSt @ 40°C) ou muito escuros exigem cuidados especiais. Apenas os laboratórios mais experientes se atentam a isso e utilizam contadores mais sofisticados, que possuem sistemas para eliminação dessas variáveis.

Uma curiosidade muito importante é que, vários anos após a criação desses instrumentos, foi descoberto um erro de avaliação de tamanho. Atualmente são reportados 4 μm , 6 μm e 14 μm . Esse tema é extenso e será tratado ainda neste artigo, mais adiante.

Microscopia óptica

É o método mais confiável de todos. Tanto que serve para desempate em caso de litígio judicial. Mas também é o mais demorado e de custo de execução muito mais elevado. Membranas semelhantes às utilizadas no método por comparação (vide acima) são preparadas com extremo cuidado. Somente solventes de altíssimo grau de limpeza podem ser aplicados. Em seguida, as partículas são medidas e contadas com o auxílio de microscópios ópticos com ampliações que, eventualmente, podem chegar até a 1.000 vezes.

A microscopia óptica não sofre interferência de bolhas de ar, água, fibras ou viscosidade elevada. Todavia, fluidos muito escuros ainda são limitadores.

Quando a medição é feita manualmente (por técnico de laboratório), não há necessidade de calibração alguma. Mas exige-se desse profissional treinamento apurado, acuidade visual, boa saúde e descanso físico.

É um trabalho extenuante. Microscópios automáticos, por outro lado, necessitam calibração, entretanto não são submetidos à fadiga humana. Fornecem resultados mais repetitivos, todavia, ainda são bastante lentos (o estado da arte atual não dispensou ainda o operador humano).

Na contagem microscópica, seja “humana”, seja “automática”, a dimensão das partículas é reportada no seu tamanho real, medindo-se o comprimento de cada uma das partículas de ponta a ponta. Como comentado, a questão da dimensão real será abordada mais adiante.

NORMAS ENVOLVIDAS E LIMITES DITADOS PELAS NORMAS

A maioria dos laboratórios utiliza a **ISO 4406** e a **NAS 1638**, mas existem também a **SAE 4059** e a **SAE ARP 598 (ARP = Aerospace Recommended Practice)**, esta última proveniente da indústria aeronáutica.

É uma pena que muitas lendas tenham sido criadas em torno da contagem de partículas.

Antes de prosseguirmos, é fundamental saber que nenhuma dessas normas indica se o resultado é bom ou ruim e tampouco qual providência de manutenção deva ser tomada.

Para a realização do diagnóstico propriamente dito, é necessário comparar o resultado da análise do seu óleo com padrões de referência conhecidos e, mais do que tudo, seu histórico de evolução (monitoramento). As principais fontes de referência são:

- Experiência do proprietário do equipamento, obtida nos estudos de confiabilidade / histórico da aplicação específica de cada planta industrial. Essa é a melhor de todas as referências por ser otimizada para cada máquina individualmente e está em total consonância com os preceitos da Manutenção Preditiva e Gestão de Ativos.

- Manuais de fabricantes. Sem dúvida, é uma excelente referência, principalmente para quem ainda não realizou os estudos de confiabilidade da própria planta ou, por questões de contratos de garantia, está obrigado a segui-la. Em termos de legislação, pode-se dizer que, praticamente, apenas na aviação os preceitos dos manuais são mandatórios.

- Experiência do laboratório, obtida em função da grande quantidade de resultados disponíveis em seu banco de dados. É prática e rápida, mas, deve-se reconhecer, não é necessariamente otimizada para os casos de instalações específicas, uma vez que não existem máquinas iguais. As fontes de referência citadas anteriormente ainda são as melhores opções.



ISO 4021

Indica as melhores práticas para a realização de coletas com qualidade e representatividade.

De modo geral, o sistema deve estar operante à temperatura habitual durante no mínimo 30 minutos antes de a amostra ser recolhida. Sendo impossível (imagine fazer uma coleta de um sistema hidráulico de uma aeronave em pleno voo), a coleta deve ser feita imediatamente após a parada.

Se o sistema está em repouso (após instalação, comissionamento, manutenção ou simplesmente estacionado), o ideal é acioná-lo até que atinja a temperatura normal de operação. Mas, se nem isso for possível, procure um ponto que represente a melhor porção do fluido e evite fundos de reservatório.

O fluido “parado” na tubulação ou no fundo de um reservatório deve ser descartado previamente. Afinal, queremos as partículas que foram geradas mais recentemente. Partículas “velhas” não ajudam em nada o monitoramento. Em verdade, mais atrapalham que ajudam.

Coletas após filtros servem apenas para verificação de eficiência da filtração ou para garantir que o sistema esteja recebendo óleo limpo.

Coletas após a máquina são mais úteis para o monitoramento de desgaste. As instruções que acompanham os frascos de coleta da ALS trazem os detalhes necessários para uma boa coleta.

ISO 4406

Determina a forma de codificação para a representação dos resultados. A codificação é feita em escala de progressão geométrica a fim de classificar a limpeza do óleo. Cada classe (ou grau de contaminação) contém o dobro da quantidade de partículas da classe anterior.

Exemplo: A classe 15 significa que foram encontradas entre 160 e 320 partículas em cada mililitro de amostra. Já a classe 14 é para valores entre 80 e 160 partículas/ml, e a classe 16 representa níveis entre 320 e 640 partículas/ml. A última versão desta norma é a ISO 4406-99. Os resultados são apresentados com três códigos relativos às partículas maiores do que 4 µm, 6 µm e 14 µm.

NAS 1638 e SAE AS4059

A NAS 1638 é considerada como a mais antiga norma para a contagem de partículas. Nasceu no setor aeronáutico e ainda é vista como a mais abrangente de todas as normas. NAS é a sigla para National Aerospace Standard. Pronuncia-se “Ene-Á-Esse”, soletrado.

A NAS 1638 foi, há poucos anos, atualizada, dando lugar à SAE AS4059. Essa atualização decorreu predominantemente da descoberta do já citado erro cometido nos contadores laser, no que diz respeito às dimensões (4, 6 e 14 micrômetros).

Mas as contagens feitas por microscopia óptica (medição de tamanho real com 5 μm , 15 μm , 25 μm , etc.) também são contempladas pela SAE AS4059. Embora tenha ocorrido tal atualização, a NAS 1638 continua sendo largamente utilizada. O motivo é simples: inúmeros documentos e manuais de equipamentos foram escritos antes da atualização. Assim como na NAS 1638, a SAE AS4059 leva em consideração a leitura de todas as faixas de tamanho e considera o valor global como o maior resultado encontrado.



DIMENSÃO REAL X TEÓRICA DAS PARTÍCULAS

AFINAL, QUAL O TAMANHO CERTO?

No final da década de 1990, foi descoberto que os contadores automáticos não conseguiam medir a dimensão real das partículas. Isso em razão de o sensor óptico perceber apenas que havia diminuição da quantidade de luz quando uma partícula passava entre o emissor e o receptor.

Na contagem por microscopia óptica, o operador mede a maior dimensão da partícula. Entretanto, um contador automático apenas “sente” a sombra total da partícula.

Um longo estudo demonstrou que, nos contadores automáticos, seria melhor representar a partícula por uma esfera teórica cuja área fosse equivalente à partícula real.

Assim, foi criada uma tabela para a calibração dos contadores automáticos. Veja na próxima página um pequeno resumo desta tabela.

Tamanho real (medido de ponta a ponta)	Tamanho reportado por contagem em membrana	Tamanho apresentado por contadores automáticos com calibração antes da descoberta do problema	Tamanho atualmente reportado por contadores automáticos
4,6 µm	-	2 µm	4 µm
5 µm	5 µm	-	-
6,4 µm	-	5 µm	6 µm
13,6 µm	-	15 µm	14 µm
15 µm	15 µm	-	-

E, agora, como ficam meus resultados históricos e as indicações que eu utilizava até então? Felizmente, na nova redação dada à ISO 4406 (justamente a versão de 1999), a forma empregada para contornar o problema foi muito bem elaborada e não trouxe grande impacto nas recomendações preexistentes de grau de contaminação.

As contagens realizadas por microscopia em membrana não foram alteradas e continuaram a ser reportadas as dimensões 5 µm e 15 µm (reais). Sobre a tabela de dimensão real x teórica, não se preocupe também. Ela é usada exclusivamente na fabricação dos instrumentos e é de pouca ou nenhuma utilidade para o profissional de manutenção.

QUAL MÉTODO DE **CONTAGEM DE PARTÍCULAS** É O MELHOR?

A indicação de qual o melhor método de contagem de partículas não é tarefa óbvia. Tudo depende de qual é o objetivo. O que é apontado como vantagem de um pode ser entendida como desvantagem dos demais métodos.

Veja abaixo as vantagens de cada método.

Contagem em membrana por microscopia

- Dispensa totalmente calibração por instituições terceiras.
- Não sofre interferência de partículas translúcidas que podem se tornar invisíveis aos contadores automáticos.
- Não sofre interferência de bolhas de gases ou gotículas de água.
- Permite uma avaliação simples do tipo de partícula presente.
- Não influenciada pela viscosidade do fluido.
- Praticamente independente da opacidade da amostra.
- Permite registro fotográfico, se necessário.
- Permite melhor reprodutibilidade.
- É o único método aceito em casos de disputa judicial.
- Permite avaliar a filtrabilidade do fluido, embora não seja esse o objetivo do ensaio.
- Exige alto grau de treinamento do laboratorista.



Contagem automática

- Muito mais rápida e de melhor relação custo-benefício em programas de monitoramento.
- Pode ser executada em campo. Para medição em campo, há certa comodidade com instrumentos portáteis simplificados. Contudo, medição em campo raramente consegue produzir todos os cuidados realizados em ambiente controlado de laboratório.

Comparação visual com membranas pré-filtradas conhecidas

Pode ser executada em laboratório ou em campo, já que os dispositivos são bem simples e de baixo custo. Todavia, fornece avaliação muito simplificada (apenas o grau de contaminação aproximado). Por esse motivo, praticamente só é executada em campo durante trabalhos de filtração e para dar uma noção ao profissional se ele está indo no caminho certo. Ao final da filtração, todo bom profissional recorre a um laboratório confiável para a certificação de seu trabalho.



CONHEÇA A EMPRESA QUE MANTÉM O CUSTO DE MANUTENÇÃO DO SEU EQUIPAMENTO SOB CONTROLE.

A ALS é a empresa líder mundial em testes, inspeção, certificação e verificação. Atendendo a vários setores em todo o mundo, empregamos mais de 13.000 funcionários em mais de 65 países.

Oferecemos uma combinação única de soluções analíticas e de teste projetadas para aumentar a confiabilidade do equipamento e garantir a integridade do produto. Nossa dedicação aos mais altos níveis de atendimento ao cliente e excelência é inigualável no setor.

Se você deseja controlar seu equipamento, aumentando a confiabilidade e a disponibilidade com custos de manutenção reduzidos, a ALS é seu parceiro certo.





**GOSTOU DO CONTEÚDO,
E QUER IR ALÉM?**

CLIQUE AQUI E FALE COM UM ESPECIALISTA

