



**IN THE WORLD  
OF PARTICLES  
PAMAS COUNTS**



## FARMÁCIA



## FILTROS



## ÁGUA



ÓLEO .....	4
HIDRÁULICO PARA CONSTRUÇÃO .....	6
ANÁLISE DE COMBUSTÍVEL.....	7
HIDRÁULICO DE AVIAÇÃO .....	8
HIDRÁULICO BASE ÁGUA .....	9
FARMÁCIA.....	10
FILTROS .....	12
ÁGUA .....	14
CONTAGEM DE PARTÍCULAS DE FLUIDOS .....	16
PRINCÍPIOS FÍSICOS .....	17
PADRÕES DE CALIBRAÇÃO .....	18
NORMAS DE LIMPEZA MAIS COMUNS .....	19

## POLÍTICA DE QUALIDADE

### ORGANIZAÇÃO GLOBAL

Fundada em 1992, a PAMAS é uma empresa privada, independente e autofinanciada que sustenta um crescimento sólido através de seus próprios esforços. A PAMAS Partikelmess- und Analysesysteme GmbH está localizada perto de Stuttgart - Alemanha. Desenvolvemos, produzimos e vendemos equipamentos de alta qualidade para a análise e medição de partículas. Temos o compromisso de cumprir todos os requisitos legais.

Em nível mundial, possuímos uma extensa rede de filiais e representantes trabalhando em conjunto com a sede na Alemanha, assegurando as melhores soluções a todos nossos clientes.

Atuando em todo o mundo através das nossas filiais e representantes podemos oferecer soluções onde sistemas de lubrificação ou máquinas hidráulicas estão presentes, onde é necessário controlar aplicações complexas da indústria química e farmacêutica, ou ainda, onde haja tratamento de água. Os contadores de partículas PAMAS são a escolha número 1 para todas estas aplicações.



### PROJETOS

A PAMAS está em contínua evolução e inovação dentro de seu campo de atuação. Oferecemos constante progresso; acreditamos que para manter o nosso elevado nível de qualidade é necessário superação diária. Com este espírito, otimizamos continuamente a nossa forma de gerenciar. Em 2003, a PAMAS obteve sua primeira certificação: ISO 9001.

## DESENVOLVIMENTO

O nosso conhecimento não está só em nossos produtos. Compartilhamos nossa experiência com vários comitês de normalização e com outras indústrias para desenvolver novos procedimentos.

Seja sobre optoeletrônica, engenharia mecânica, programação, engenharia elétrica ou mecatrônica - o intercâmbio multidisciplinar de nossos especialistas e excelente coordenação durante todo processo de desenvolvimento evita a possibilidade de erros desde o início.

Devemos sempre estar um passo à frente. Nos orgulhamos do nosso sucesso e do conhecimento no campo da tecnologia da medição volumétrica.

### SERVIÇO

A PAMAS possui uma rede de agências e subsidiárias em contínua expansão. Reparos podem ser feitos e peças disponíveis no mundo inteiro em 24 horas desde que todas as subsidiárias e agências tenham o mesmo conhecimento que a matriz na Alemanha.

A PAMAS mantém engenheiros de serviço qualificados, os quais são atualizados em relação a todos desenvolvimentos. Devido a um programa de treinamento constante podemos reduzir ou eliminar problemas dos nossos produtos a números muito baixos.

### PRODUÇÃO

Os protótipos dos nossos instrumentos são desenvolvidos na sede da PAMAS em Rutesheim. Fornecedores de alta tecnologia, certificados pela PAMAS, nos dão suporte em nossa produção em série.

O acabamento, a montagem e o controle de qualidade são feitos em nossa produção, antes do produto ser entregue ao cliente.



# ÓLEO



Em sistemas de óleos hidráulicos e de lubrificação, os contadores de partículas são usados para a análise da contaminação. O monitoramento constante da condição de sistemas lubrificantes e hidráulicos é um pré-requisito para a operação contínua: Métodos de análise preventiva tornam possível que os reparos sejam previsíveis. Os contadores de partículas portáteis PAMAS da série S40 podem ser usados para análises individuais e online. Com a ajuda de um redutor de pressão, os contadores estão prontos para as mais diversas viscosidades e pressões. O usuário irá receber, então, um sistema de medição feito sob medida para suas aplicações individuais.

Os contadores PAMAS podem lidar com pressões até 420 bar e, portanto, são os instrumentos ideais para medir fluidos hidráulicos: durante a medição online, este fluido pressurizado se encontra nas suas reais condições e em seu estado físico original. A análise neste regime permite detectar o nível de contaminação real, uma vez que ocorre durante a operação. Os resultados de sistemas online refletem o verdadeiro grau de limpeza dentro do sistema.

Em sistemas de tribologia, o óleo lubrificante viscoso é usado para diminuir a fricção e o calor desviado. O óleo permanece como um filme de lubrificação entre as partes mecânicas e evita abrasão (i.e. engrenagens, rolamentos e motores).

Além disso, os Contadores Automáticos de Partículas também são usados para o controle da qualidade de óleos isolantes em transformadores. Partículas no óleo afetam a força dielétrica do óleo isolante. Dependendo do tipo de partícula (metálica, fibras, Lodo, água), o fluido poderá se inflamar ("flash-over"), já que os contaminantes no óleo reduzem a distância entre os condutores. No caso das partículas do óleo isolante, o óleo se transforma em um condutor elétrico, não mantendo mais a função de isolamento. Um flash-over no óleo isolante pode acarretar a quebra do sistema e aumenta o perigo de explosão ou início de fogo. O controle da qualidade do óleo isolante é a chave para o monitoramento preventivo da condição deste fluido.



# HIDRÁULICO PARA CONSTRUÇÃO



Com o propósito de realizar manutenção proativa e preventiva, os contadores de partículas automáticos são usados para controlar a contaminação de fluidos hidráulicos. Estes fluidos são usados como transmissores de energia em sistemas de potência. O fluido pressurizado transfere energia de uma bomba a uma máquina. A escolha dos fluidos hidráulicos tem a ver com o tipo de aplicação. Na aviação, o fluido indicado é inflamável. No setor offshore, entretanto, fluidos hidráulicos base água são escolhidos por serem biodegradáveis e por causarem menor dano ao meio ambiente, caso haja vazamento para o mar.

Os fluidos hidráulicos mais comuns são os óleos minerais. O óleo hidráulico é usado em sistemas móveis incluindo máquinas agrícolas, empilhadeiras e paletes, talhadeiras e máquinas de construção. O óleo hidráulico é, na maioria das vezes, analisado de acordo com a norma de limpeza ISO 4406:1999 (Hydraulic fluid power – Method for coding the level of contamination) ou SAE AS 4059 (Aerospace fluid power – Contamination classification for hydraulic fluids). Os resultados mostram quantas partículas de certos tamanhos estão presentes em um mililitro de fluido da amostra. Conforme a ISO 4406, as contagens aparecem em três canais de tamanhos  $> 4 \mu\text{m}$  (c),  $> 6 \mu\text{m}$  (c) e  $> 14 \mu\text{m}$  (c). A norma SAE AS 4059 requer uma análise mais diferenciada em seis tamanhos de partículas  $> 4 \mu\text{m}$  (c),  $> 6 \mu\text{m}$  (c),  $> 14 \mu\text{m}$  (c),  $> 21 \mu\text{m}$  (c),  $> 38 \mu\text{m}$  (c) e  $> 70 \mu\text{m}$  (c). Os resultados indicam a necessidade do óleo ser limpo.

Um número extraordinário de partículas no óleo é sinal de partículas desgastadas e abrasivas ou de um filtro comprometido. Com a ajuda do contador de partículas, o usuário sabe antecipadamente se os componentes hidráulicos ou o filtro estão danificados. No caso especial de máquinas de construção, os fluidos hidráulicos são analisados, na maioria das vezes, diretamente no local. Esta análise é feita por medição online, isto é, o fluido passa através de um by-pass fora do sistema e flui diretamente no contador de partículas. Após a medição, a amostra analisada pode retornar ao reservatório ou drenado para um frasco de rejeitos. De forma contrária a medição em laboratório, a medição online no campo além de salvar tempo e dinheiro, também evita a necessidade de preparação de amostra. Fenômenos de armazenamento de amostras, como sedimentação e aglomeração, não ocorrem durante a medição on-line, pois o fluido não é transportado para um laboratório. Portanto, não há necessidade de reabastecimento e armazenagem.

A PAMAS oferece os instrumentos portáteis **PAMAS S40** e **PAMAS S4031** para este propósito. Os contadores podem ser usados tanto off-line como online. O **PAMAS S40** analisa fluidos como óleo, combustível e fosfato éster e os resultados conforme 8 canais de tamanhos. Com 32 canais livres de configuração, o **PAMAS S4031** pode ser usado para a análise de partículas diferenciadas.



# ANÁLISE DE COMBUSTÍVEL

7

Combustível é menos viscoso que óleo. Em fluidos pouco viscosos, as partículas caem no líquido e formam sedimento no fundo do frasco (sedimentação). Partículas individuais podem ficar juntas durante o armazenamento e se tornarem partículas aglomeradas maiores (aglomeração). Antes da amostra ser analisada em laboratório, é preciso agitação mecânica para dispersar as partículas no líquido. Antes de realizar análises de partículas em laboratório, a amostra deve ser preparada adequadamente para a medição.

No caso de medição online, a preparação da amostra não é de todo proporcionada, uma vez que o líquido é diretamente tomado num estado tal como tipicamente ocorre durante a operação. Para evitar o fenômeno da sedimentação e aglomeração durante a medição, os contadores de partículas para combustíveis são equipados com modificações estruturais especiais no caminho do fluxo, adaptando-

se melhor aos requerimentos específicos do monitoramento da condição de combustíveis. No caso de análise de Combustível de Aviação, a PAMAS desenvolveu o Contador portátil **PAMAS S40 AVTUR** que pode ser usado off-line e online. O sistema é compatível com o método IP 577 do Instituto de Energia de Londres e a norma DEF-STAN 91-091 do Ministério da Defesa Britânico.

O combustível que possui água livre pode ser analisado com o Contador online **PAMAS S50DP**. O instrumento possui sistema de diluição integrado, o qual adiciona de forma contínua solvente de baixa viscosidade à amostra antes da medição online. Sem a diluição previa, a água livre residual pode levar a resultados falsos. No **PAMAS S50DP**, gotas d'água do combustível são dispersas no solvente de diluição e, desta forma, não afetam a medição que está por vir.

# HIDRÁULICO DE AVIAÇÃO

O controle da limpeza de fluidos hidráulicos é uma aplicação típica em contadores de partículas óticos. Fluidos hidráulicos são usados para transferir energia aos sistemas. Para uma operação tranquila e sem paradas de manutenção, é essencial que o líquido em operação seja controlado regularmente; um alto grau de contaminação pode causar mal funcionamento do componente interno e acarretar a completa quebra do sistema.

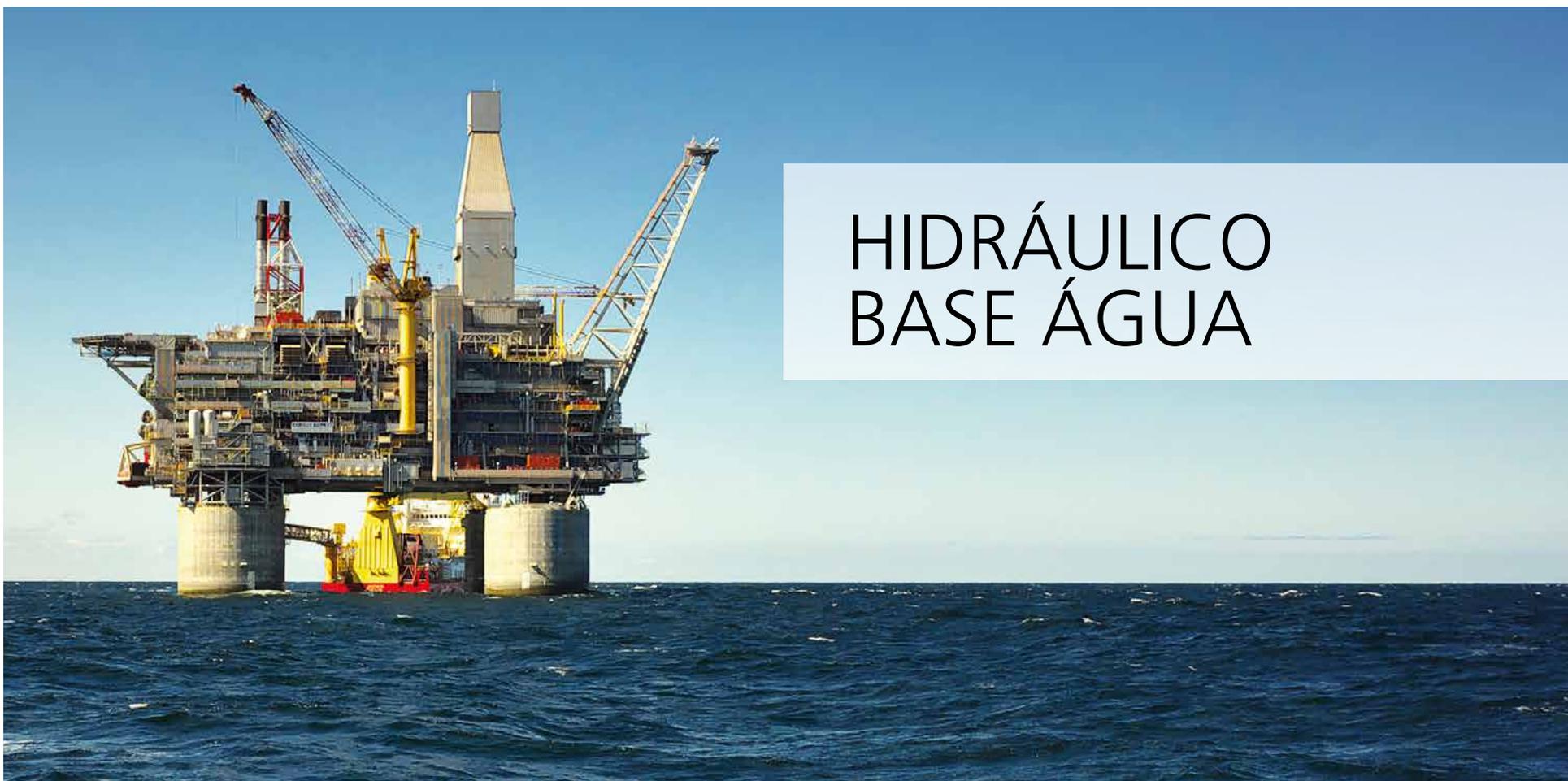
Diferentes tipos de fluidos hidráulicos são usados em diferentes aplicações. Os três principais fluidos hidráulicos são: líquidos base óleo (ex. óleo mineral), fluidos hidráulicos biodegradáveis (ex. água glicol ou poliglicol) e líquidos pouco inflamáveis ou resistentes a fogo (ex. Skydrol®).

Fluidos resistentes a fogo ou pouco inflamáveis são aplicados em ambientes onde óleos minerais não podem ser usados devido elevado risco de fogo (ex. em mineração ou aviação). O Skydrol® é o fluido hidráulico mais usado na aviação comercial. Este fluido resistente a fogo contém fosfato éster e aditivos. Além de não ser inflamável, o Skydrol® possui outra vantagem importante: pode ser usado em baixas temperaturas / ambientes gelados e em altitudes elevadas, sendo utilizado principalmente nos componentes mecânicos do avião.

O Skydrol® é muito corrosivo e incompatível com algumas substâncias. Para evitar corrosão, os contadores de partículas que analisam Skydrol® são produzidos com materiais quimicamente estáveis recomendados pelo fabricante. Para a medição do Skydrol®, a PAMAS oferece contadores de Laboratório, Online e Portátil: entre eles, os modelos **PAMAS S40, PAMAS S40 GO, PAMAS OLS40 e PAMAS SBSS**. Graças a sua construção inteligente em relação ao caminho do fluxo, o instrumento **PAMAS SBSS** pode ser usado para fluidos base óleo e Skydrol®.

Por motivos ecológicos e de segurança, os sistemas hidráulicos na indústria offshore Oil&Gas são operados com líquidos hidráulicos biodegradáveis. Este água glicol causa menos dano do que fluidos base óleo, se forem acidentalmente despejados no mar. Fluidos base água também são preferidos devido seu grau de estabilidade da viscosidade apesar de oscilações da temperatura. Além disto, são resistentes a fogo e dificilmente se inflamam. Os fluidos hidráulicos base água são usados nas seguintes aplicações offshore: Árvore de Natal Submersa e Cabeças de Poços de Petróleo, Unidades Hidráulicas, Acumuladores Hidráulicos, Umbilicais Submersos, Válvulas Hidráulicas e Sistemas de Controle.

Para uso em aplicações dedicadas, a PAMAS indica instrumentos específicos os quais são adaptados a análise da contaminação de fluidos base água: o Contador de partículas portátil **PAMAS S4031 WG** e **PAMAS S4031 GO WG** e os instrumentos de laboratório **PAMAS SBSS WG** e **PAMAS FastPatch 2 GO** e, ainda, a unidade online **PAMAS OLS50P WG** são os contadores ideais para a análise de fluidos hidráulicos base água e são compatíveis com os seguintes líquidos hidráulicos: Macdermid Oceanic HW 540/443/443r, Castrol transaqua, Pelagic 100, Aqualink 325-F Houghton, Aqualink Ht804F e Aqualink 300-F. Devido sua confiabilidade, os instrumentos PAMAS para aplicações offshore são usados e testados com grande sucesso nas situações mais exigentes.



## HIDRÁULICO BASE ÁGUA

# FARMÁCIA



Para a análise de partículas em fluidos farmacêuticos, a PAMAS oferece dois instrumentos de laboratório como opções. Devido a esta variedade, o usuário é capaz de escolher o sistema ideal para a aplicação desejada.

O instrumento de medição **PAMAS SVSS** (Small volume Syringe System) é indicado para a análise de fluidos de baixa viscosidade, incluindo infusões, parenterais, suspensões farmacêuticas e líquidos intravenosos ou oftálmicos. Para amostras de viscosidade maior ou fluidos que possuam bolhas, a PAMAS oferece o instrumento de medição **PAMAS SBSS** (Syringe Bottle Sampling System). Este instrumento de fácil utilização oferece muita flexibilidade em relação a programação de parâmetros e quanto a sua aplicação. O principal benefício do instrumento de laboratório **PAMAS SBSS** é o sistema integrado de pressão. Este vaso de amostragem é usado para gerar alta pressão ou vácuo dentro desta atmosfera fechada. A pressão é aplicada para ajudar a transportar líquidos de alta viscosidade através do sensor, enquanto que o vácuo remove as bolhas de gás presentes na amostra.

Os instrumentos de laboratório **PAMAS SBSS** e **PAMAS SVSS** e o correspondente software **PAMAS USP** são totalmente compatíveis com a CFR 21 parte 11 e preenchem os requerimentos das farmacopeias USP, EP, BP, JP, KP e IPC.

Ambos instrumentos estão disponíveis para o uso com o acessório opcional "small sample volume": Com a ajuda deste item opcional "Small volume Kit", o **PAMAS SVSS** está apto a medir volumes pequenos de amostras de baixa viscosidade em containers de até 1 ml. A exemplo do que ocorre no **PAMAS SVSS**, o **PAMAS SBSS** pode também ser usado com esta opção para amostras de pequenos volumes. Com a ajuda de um container pequeno (opcional), líquidos de alta viscosidade em ampolas de pequeno volume de 1,5 a 25 ml podem ser analisados sob pressão.

Para aplicações no setor químico, a PAMAS oferece sistemas especiais de contagem de partículas. O caminho do fluxo e as células de medição do sensor podem ser adaptados a fluidos agressivos. Os materiais usados para esta aplicação são contra a corrosão e quimicamente estáveis.



# FILTROS



O teste da eficiência de filtros é outra aplicação para Contadores Automáticos de Partículas. A performance de um filtro depende de sua eficiência e grau de retenção: Um bom filtro retém partículas sólidas com maior capacidade que um filtro de baixa qualidade.

Existem vários métodos de teste conforme normas para determinar as características e qualidade do filtro. Estes métodos, na maioria das vezes, se referem a condições específicas no setor industrial (i.e. métodos para filtros de água ou filtros hidráulicos).

O teste para filtros Multi Pass é padronizado conforme a ISO 16889. Sua performance pode ser muito melhorada com o uso de Contadores de Partículas Automáticos. Esta bancada de testes determina três características dos filtros: o valor Beta, o grau de retenção e a capacidade de reter particulados do filtro. Dois contadores de partículas são usados nesta linha de testes, permitindo medições simultâneas: na entrada e saída do filtro. Ao contrário do teste de Filtro de uma só passagem (Single Pass Test), o líquido circula continuamente através da linha no Teste Multi Pass. Um volume constante "sujo" alimenta permanentemente este circuito de testes. A quantidade de contaminante é parcialmente retido pelo filtro de teste; o que sobra segue novamente através do sistema sendo, então, exposto ao filtro na próxima circulação. O teste de filtros Multi Pass é conduzido até atingir um certo diferencial de pressão.

Para testes Single Pass & Multi Pass, a PAMAS desenvolveu o sistema de medição de eficiência e  $\beta$ -ratio, **PAMAS 4132**. O sistema se adapta a bancada de testes de fabricantes de filtros e analisa vários líquidos (i.e., óleo, combustível, água, etc.).



# ÁGUA



Há vários métodos existentes para determinar se a água é limpa e livre de contaminação de particulados. Em sistemas de tratamento de água, tanto contadores de partículas e turbidímetros ou nefelômetros são usados para o controle de qualidade da água. Enquanto turbidímetros e nefelômetros indicam o grau de turbidez causado pela contaminação de partículas, o Contador Automático detecta cada partícula que passa pelo sensor durante a medição. O conhecimento do tamanho das partículas é de suma importância nas aplicações de água, já que ajuda a identificar, rapidamente, certos tipos de bactérias ou mesmo uma falha no sistema (i.e. uma falha na membrana do filtro). O Contador Automático de Partículas nos dá mais versatilidade e resultados significativos do que um turbidímetro.

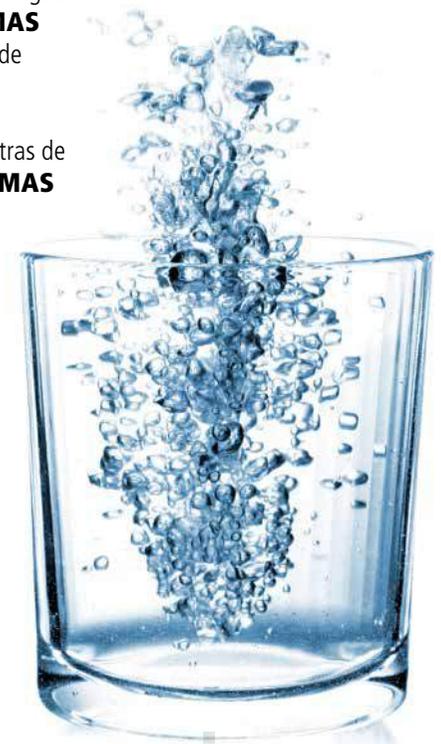
Para aplicações em água, a PAMAS oferece quatro instrumentos online: O **PAMAS WaterViewer** é instalado de forma fixa para monitorar o estado da água. O sistema é ideal para a análise de água potável, água de processo, água residual purificada ou água bruta. Para a leitura, ele pode ser conectado a vários pontos de amostragem.

O **PAMAS WaterViewer** foi testado e aprovado e, por vários anos, tem sido considerado por muitos usuários um instrumento confiável e preciso em aplicações para água. Uma variedade de publicações e documentos científicos provam que o **PAMAS WaterViewer** é utilizado para pesquisa científica em muitas Universidades na Europa, i.e. na universidade técnica de Delft na Holanda, na universidade de Lorraine na França e na universidade de Kuopio na Finlândia. Como exemplo, o **PAMAS WaterViewer** ajudou a identificar fatores relevantes para a construção ideal de sistemas de tubulações de distribuição de água e velocidade de filtração mais eficiente no tratamento de água de piscina.

O segundo sistema especialmente desenhado para o uso em coagulação e tratamento da água é o analisador de tamanho de flocos – **PAMAS FSA-2002**. A água é tratada frequentemente com a adição de floculantes. Estes agentes de floculação são usados para juntar contaminantes sólidos a particulados. Antes do processo de filtração ou sedimentação iniciar, a quantidade e tamanhos de flocos são analisados usando o contador online **PAMAS FSA-2002**. Informações precisas sobre o tamanho de partículas ajuda verificar e determinar se a quantidade de agentes de floculação são suficientes para uma filtração eficiente ou se o processo necessita ser modificado.

O terceiro sistema para medição online de água que oferece a PAMAS é o contador **PAMAS OLS4031**, equipado com 32 tamanhos de canais.

Caso seja necessário a medição de amostras de água em campo, o Contador portátil **PAMAS S4031** é o instrumento ideal para esta aplicação.



## CONTAGEM DE PARTÍCULAS DE FLUIDOS

A empresa alemã PAMAS desenvolve, fabrica e vende Contadores de Partículas Automáticos para o controle do grau de limpeza de fluidos. A tecnologia sofisticada e avançada dos nossos sensores permite a detecção de tamanhos de partículas até 0,5 microns.

É impossível detectar partículas em líquidos e analisar o nível real de contaminação a olho nu. Uma variedade de tecnologias podem ser usadas para medir a contaminação em líquidos. No entanto, métodos como gravimétrico ou via microscópio tomam muito tempo ou dependem da habilidade do usuário acarretando subjetividade.

Os contadores automáticos de partículas oferecem o método mais rápido e objetivo para a análise da contaminação em líquidos. Estes instrumentos de medição contam partículas sólidas e as classificam de acordo com o seu tamanho. Toda partícula sólida é medida na faixa de leitura do sensor.

Partículas que circulam em alta velocidade e pressão em líquidos de turbinas, plantas de geração de energia, caixas de engrenagem e aplicações offshore são capazes de danificar partes mecânicas do sistema. A contaminação de partículas afeta não só a qualidade de um determinado líquido (i.e., soluções farmacêuticas, água potável e água de processo), mas, também, todos componentes envolvidos e máquinas (i.e. turbinas de aviação e componentes hidráulicos).

Esta tecnologia de medição é usada para controlar a limpeza de líquidos e identificar o grau de deficiência e excessivo desgaste do sistema, tentando evitar falhas eventuais de máquinas que acarretem alto custo de manutenção.

### Exemplos:

- Contaminação de partículas em lubrificantes irá danificar os rolamentos dos componentes em movimento.
- Líquidos hidráulicos contaminados causam falhas mecânicas em bombas e válvulas.
- Fluidos farmacêuticos e água contendo partículas causam mal à saúde.

Os contadores de partículas PAMAS medem a contaminação de partículas sólidas de líquidos e controlam a eficiência de filtros e limpeza de líquidos. Contrariamente aos turbidímetros e analisadores de distribuição de tamanho, os contadores PAMAS medem cada tamanho das partículas.



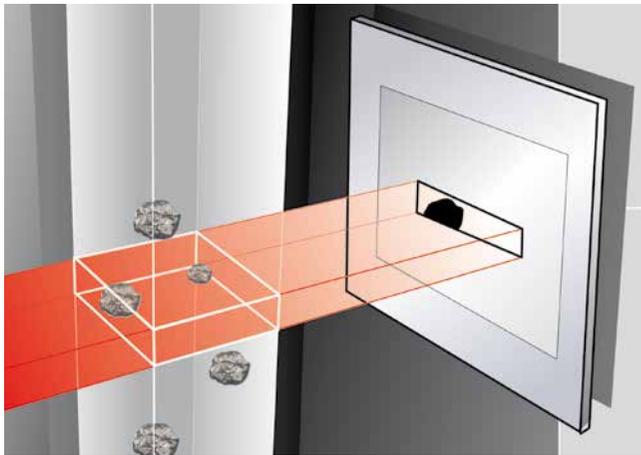
## PRINCÍPIOS FÍSICOS DE MEDIÇÃO: METÓDOS DA EXTINÇÃO DA LUZ E DISPERSÃO DA LUZ

Os contadores óticos de partículas trabalham com a ajuda da luz. Nestes procedimentos, a luz passa através do líquido. As ondas eletromagnéticas podem ser desviadas ou absorvidas quando encontram as partículas na célula de medição. O efeito da luz nas partículas é analisado com a ajuda de um equipamento eletrônico ótico, previamente calibrado. A análise da contaminação com a ajuda do Contador de partículas PAMAS determina a quantidade e tamanho das partículas no líquido. Há dois princípios básicos na análise da contaminação: o princípio da extinção da luz (aquele onde são usados sensores PAMAS HCB-LD) e o princípio do Desvio da luz (aquele que utiliza o sensor PAMAS SLS-25/25).

### Método da Extinção da Luz com os sensores PAMAS HCB-LD

De acordo com o princípio da extinção da luz, o líquido flui através da célula de medição do sensor. O tamanho da célula de medição é diferente para cada aplicação. De um lado da célula de medição há a fonte de luz, do outro lado está o fotodetector. Se o líquido for puro, limpo e isento de partículas, então a luz iria passar sem nenhuma restrição através da célula. No entanto, se houver partículas no líquido, o feixe de luz encontra as partículas e como resultado, a sombra desta partícula é projetada no fotodetector. A superfície da sombra ocasiona uma variação de voltagem no fotodetector e indica o tamanho da partícula que passa dentro da célula do sensor. O contador de partículas transforma o

Contagem de partículas com sensores de bloqueio de luz

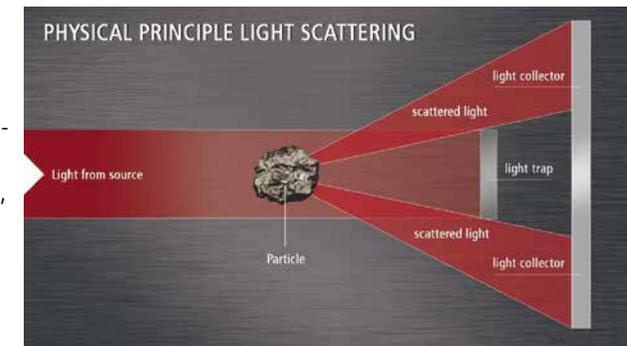


número de sombras do fotodetector em quantidade de partículas do líquido. Além disto, os tamanhos de partículas são distribuídos em diferentes classes.

### Método de Dispersão de Luz com o sensor PAMAS SLS-25/25

Os raios de luz que brilham na superfície são refratados e os raios dispersos se espalham em todas as direções. O procedimento da técnica de Dispersão da Luz é similar a esta da extinção da luz: no caminho do fluxo, as partículas também fluem através do volume iluminado da célula de medição. No caso da Dispersão de Luz, os raios de luz dispersos são analisados ao invés de extintos. Os raios de luz que não são desviados ou dispersos são absorvidos por uma armadilha de luz em separado. Se não houver nenhuma partícula na célula de medição, a luz é totalmente absorvida por esta armadilha.

Princípio físico do sensor de dispersão de luz PAMAS SLS-25/25



## NORMAS DE CALIBRAÇÃO

A precisão das análises em contadores automáticos de partículas é assegurada através da calibração. Dependendo da aplicação, os contadores de partículas PAMAS são calibrados conforme normas internacionais, como: ISO 11171, ISO 4402 ou ISO 21501. Todas estas três foram publicadas pela Organização Internacional de Normas (ISO) em Genebra. Os contadores de partículas para aplicações em água e na área Farmacêutica são calibrados com esferas de látex monodispersas, entre outros, de acordo com a ISO 21501. Para aplicações em óleo, as normas utilizadas são a ISO 11171 e a ISO 4402. Essas duas normas de calibração diferem, principalmente, em três aspectos: o tipo de material de calibração, a definição de tamanho de partícula e seu uso em distintas indústrias.

### Calibração conforme a ISO 11171

A norma de calibração ISO 11171 define as diretrizes para a calibração de contadores automáticos de partículas (APC) para a análise de contaminação de fluidos hidráulicos. A primeira edição foi publicada em 1999, tendo sua última revisão em 2020. Com as diretrizes da calibração de APCs definidas, a ISO 11171 garante a determinação exata da distribuição do tamanho de partícula e uma alta precisão de medição. A ISO 11171 define o tamanho da partícula sendo o diâmetro de círculo igual a sua área (superfície equivalente projetada). A abreviação  $\mu\text{m}(c)$  permite fazer a distinção entre a dimensão antiga ISO 4402 e a nova ISO 11171. O tamanho de partícula antigo relativo a  $1 \mu\text{m}$  corresponde ao tamanho atual de  $4 \mu\text{m}(c)$ , aproximadamente. De acordo com a ISO 11171, contadores automáticos de partículas são calibrados com suspensões que possuam ISO MTD (medium test dust).

### Calibração conforme a ISO 21501

A norma de calibração ISO 21501 padroniza calibrações de contadores de partículas com partículas de látex monodispersas de diferentes tamanhos. A ISO 21501 está subdividida em quatro partes: ISO 21501-2, que define a calibração de contadores de partículas meio líquido com sensor integrado com luz dispersa, enquanto que a terceira parte da norma, ISO 21501-3, é dedicada a calibração de contadores de partículas meio líquido que possuam o princípio de extinção da luz. A primeira e quarta parte da norma de calibração ISO 21501 atende contadores de partículas em meio gasoso com a ajuda de espectrofotômetros de aerossol e contadores de partículas para o ar.

### Calibração conforme a ISO 4402 (fora de uso)

A norma de calibração ISO 4402 considera o uso de ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust). Hoje, o ACFTD não está mais disponível, tendo sua produção encerrada em 1992. A norma de calibração ISO 4402, portanto, não é válida. Muito embora, segue sendo usada em muitos setores. Na ISO 4402, o tamanho de partícula é fornecido na unidade " $\mu\text{m}$ ". A ISO 4402 define o tamanho de partícula sendo igual a sua dimensão mais longa. No ano de 1999, a ISO 4402 foi substituída pela ISO 11171.



## NORMAS DE LIMPEZA MAIS COMUNS

Um contador de partículas fornece seus resultados em contagem acumulativa ou diferencial de partículas e usa a unidade "partículas por mililitro". Conforme requerimentos do usuário, as contagens de partículas também podem ser representadas em classes de limpeza. Existem nove normas industriais aprovadas a serem usadas para a classificação da limpeza e para o relatório dos níveis de contaminação. Foi estabelecido que as normas indiquem a classificação de limpeza uniforme do fluido. Com a ajuda destas normas o usuário pode, rapidamente, ter acesso ao nível de contaminação dos fluidos.

Exemplo: O código triplo conforme a ISO 4406:1999 se refere aos intervalos de tamanhos > 4 µm(c), > 6 µm(c) e > 14 µm(c). O código 18/16/13 indica que o líquido contém uma quantidade de partículas por mililitro entre 1.300 e 2.500 (inclusive) - código 18, partículas estas maiores que 4 µm(c). Existem mais que 320 e menos de 640 (inclusive) partículas por mililitro (código 16) maiores que 6 µm(c). O intervalo de mais de 40 até 80 (inclusive) partículas por mililitro é atribuído ao código 13, que significa haver mais de 40 até 80 (inclusive) partículas por mililitro no líquido que mede mais de 14 µm(c).

Norma	Procedimento de calibração e material de calibração	Tamanho de Partículas
<b>DEF STAN 91-091</b>	Procedimento: ISO 11171 Test dust: ISO MTD	três intervalos de tamanhos > 4 µm(c), > 6 µm(c) e > 14 µm(c)
<b>GJB 420</b>	Procedimento: ISO 11171 Test dust: ISO MTD	seis intervalos de tamanhos > 4 µm(c), > 6 µm(c), > 14 µm(c), > 21 µm(c), > 38 µm(c) e > 70 µm(c)
<b>GOST 17216</b>	Procedimento: ISO 4402 Test dust: ACFTD	seis intervalos de tamanhos entre 0,5 e 200 µm
<b>ISO 4406:1987 (obsoleta)</b>	Procedimento: ISO 4402 Test dust: ACFTD	dois ou três intervalos de tamanhos > 5 µm and > 15 µm or > 2 µm, > 5 µm e > 15 µm
<b>ISO 4406:1999</b>	Procedimento: ISO 11171 Test dust: ISO MTD	três intervalos de tamanhos > 4 µm(c), > 6 µm(c) e > 14 µm(c)
<b>NAS 1638 (obsoleta)</b>	Procedimento: usually ISO 4402 Test dust: ACFTD	cinco intervalos de tamanhos 5-15 µm, 15-25 µm, 25-50 µm, 50-100 µm, >100 µm
<b>SAE AS 4059</b>	Procedimento: ISO 11171 Test dust: ISO MTD	seis intervalos de tamanhos > 4 µm(c), > 6 µm(c), > 14 µm(c), > 21 µm(c), > 38 µm(c) e > 70 µm(c)
<b>VDA-19</b>	Procedimento: ISO 11171 / ISO 21501 Test dust: ISO MTD / esferas de látex monodispersas	dez intervalos de tamanhos > 5 µm, > 15 µm, > 25 µm, > 50 µm, > 100 µm, > 150 µm, > 200 µm, > 400 µm, > 600 µm e > 1000 µm
<b>ISO 16232-10</b>	Procedimento: ISO 11171 / ISO 21501 Test dust: ISO MTD / esferas de látex monodispersas	dez intervalos de tamanhos > 5 µm, > 15 µm, > 25 µm, > 50 µm, > 100 µm, > 150 µm, > 200 µm, > 400 µm, > 600 µm e > 1000 µm

**PAMAS SEDE NA ALEMANHA:**

Dieselstraße 10  
D-71277 Rutesheim  
Telefon +49 71 52 99 63-0  
Telefax +49 71 52 99 63-32  
E-mail [info@pamas.de](mailto:info@pamas.de)  
Web [www.pamas.de](http://www.pamas.de)

**PAMAS ESCRITÓRIOS DE VENDAS NO MUNDO:**

**PAMAS BENELUX**  
MECHELEN / BÉLGICA

**PAMAS FRANCE**  
SAINT-JULIEN-EN-BORN / FRANÇA

**PAMAS HISPANIA**  
ALGORTA / ESPANHA

**PAMAS INDIA**  
BANGALORE / ÍNDIA  
SONEPATH / ÍNDIA

**PAMAS LATIN AMERICA**  
CURITIBA / BRASIL

**PAMAS UK**  
BRADFORD / REINO UNIDO

**PAMAS USA**  
TULSA / OKLAHOMA  
HOUSTON / TEXAS