

Nas últimas décadas, os equipamentos hidráulicos tiveram uma evolução marcante na busca de redução de peso e tamanho de seus componentes. Para um mesmo tamanho nominal as válvulas tiveram sua capacidade de vazão duplicada ou triplicada e as pressões de trabalho aumentaram em 50% ou mais. Atualmente existem bombas de engrenagens com capacidade de pressão de 250 bar a 300 bar.

Esta evolução foi alcançada através de grandes investimentos em máquinas mais precisas e mais produtivas, que fabricam componentes e peças com alta precisão dimensional e geométrica, permitindo o uso de folgas menores e melhor balanceamento hidráulico. Como resultado obtemos menores vazamentos internos, maior precisão e maior velocidade nos movimentos além do uso de pressões de trabalho mais altas.

Os comandos eletrônicos associados aos equipamentos hidráulicos, acrescentaram novas exigências de qualidade e precisão. Em decorrência das menores folgas, os equipamentos hidráulicos se tornaram mais sensíveis aos contaminantes sólidos em suspensão nos fluidos e o controle dessa contaminação passou a ser indispensável para assegurar o funcionamento e a longa vida de válvulas, bombas e motores.

Há portanto a necessidade de se determinar, com clareza e precisão, qual o nível de limpeza que o fluido deve ter, para garantir o perfeito funcionamento dos sistemas hidráulicos.

Há muitos anos, organizações como **NFPA**, **ASTM**, **SAE**, **ISO**, **NAS**, entre outras, têm estabelecido critérios para determinar o **nível de contaminação** dos fluidos. Atualmente as normas internacionais mais aceitas são a **ISO 4406** e a **NAS 1638**, as quais passamos a descrever.

## NORMA ISO 4406

Esta é uma das normas mais utilizadas na atualidade, por que supre as deficiências das normas anteriores e permite identificar, mais claramente, o nível de contaminação de um fluido.

Esta norma classifica os níveis de contaminação pela quantidade de partículas maiores que **5µm** e pela quantidade de partículas maiores que **15µm** por 100 ml. A HDA adota um critério mais rigoroso e considera também as partículas maiores que **2µm**.

Desta forma a classificação **ISO 4406 - HDA** de um fluido é expressa com três números, por exemplo **(19)/17/14**. O primeiro número indica a classe (ou quantidade) das partículas maiores que **2µm**, o segundo número a classe das partículas maiores que **5µm**, e o terceiro número a classe de partículas maiores que **15µm**. No exemplo indicado teremos:

**classe 19** ↔ de **250.000** a **500.000** partículas maiores que **2µm**.  
**classe 17** ↔ de **64.000** a **130.000** partículas maiores que **5µm**.  
**classe 14** ↔ de **8.000** a **16.000** partículas maiores que **15µm**.

É interessante notar que cada classe, ou nível, contém o dobro de partículas da classe anterior. Por exemplo:

**classe 15** ↔ de **32.000** a **64.000** partículas.  
**classe 15** ↔ de **16.000** a **32.000** partículas.  
**classe 14** ↔ de **8.000** a **16.000** partículas.

A quantidade de partículas de cada classe encontra-se na tabela abaixo.

## NORMA ISO 4406

Nº DA FAIXA      NÚMERO DE PARTÍCULAS POR 100ML

CLASSE	DE	ATÉ
24	$8 \times 10^6$	$16 \times 10^6$
23	$4 \times 10^6$	$8 \times 10^6$
22	$2 \times 10^6$	$4 \times 10^6$
21	$1 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
20	$500 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
19	$250 \times 10^3$	$500 \times 10^3$
18	$130 \times 10^3$	$250 \times 10^3$
17	$64 \times 10^3$	$130 \times 10^3$
16	$32 \times 10^3$	$64 \times 10^3$
15	$16 \times 10^3$	$32 \times 10^3$
14	$8 \times 10^3$	$16 \times 10^3$
13	$4 \times 10^3$	$8 \times 10^3$
12	$2 \times 10^3$	$4 \times 10^3$
11	$1 \times 10^3$	$2 \times 10^3$
10	500	$1 \times 10^3$
9	250	500
8	130	250
7	64	130
6	32	64
5	16	32
4	8	16
3	4	8
2	2	4
1	1	2
0	0,5	1
0,9	0,25	0,5
0	0	0,25

## NORMA NAS 1638

A norma NAS 1638 determina o nível de contaminação pela contagem das partículas por 100 ml, em 5 faixas de tamanho de partículas:

5µm a 15µm  
15µm a 25µm  
25µm a 50µm  
50µm a 100µm  
> 100µm

CLASSES NAS 1638														
MICRAGEM	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 à 15	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000	32.000	64.000	128.000	256.000	512.000	1.024.000
15 à 25	22	44	89	178	356	712	1.425	2.850	5.700	11.400	22.800	45.600	91.200	182.400
25 à 50	4	8	16	32	63	126	253	506	1.012	2.025	4.050	8.100	16.200	32.400
50 à 100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1.440	2.880	5.760
Acima de 100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1.024

A classificação de um fluido é dada pela maior classe encontrada.

Exemplificando, se encontrarmos um fluido com as seguintes contagens, por faixas de tamanho:

Tamanho ( $\mu\text{m}$ )	Quantidade	Classe
5 à 15	27.358	7
15 à 25	239	3
25 à 50	65	4
50 à 100	10	3
>100	0	*

Neste exemplo este fluido será classificado como classe 7 (maior classe encontrada).

A crítica que se faz à norma **NAS** é que a classe indicada não relaciona o tamanho das partículas com a quantidade das mesmas. Isto só poderá ser feito se tivermos o relatório discriminado do contador de partículas, como fizemos anteriormente.

Por esta razão, os relatórios que enviamos aos nossos clientes, são feitos de forma discriminada e não somente indicando a classe **NAS**.

## EFICIÊNCIA

A eficiência dos meios filtrantes é determinada pela norma **ISO4572**, que estabelece a relação entre o número de partículas maiores que um determinado tamanho antes e depois do filtro. Esta relação é denominada razão  $\beta$  (Beta).

$$\beta_x = \frac{\text{No. de partículas} > x \text{ antes do filtro}}{\text{No. de partículas} > x \text{ depois do filtro}}$$

Assim, se tivermos 75.000 partículas maiores que **10 $\mu$ m** antes do filtro e 1.000 partículas maiores que **10 $\mu$ m** após o filtro, teremos:

$$\beta_{10} = \frac{75.000}{1.000} = 75$$

A eficiência deste filtro é determinada por...

$$= \left( 1 - \frac{1}{\beta_{10}} \right) \times 100 = 98,666...%$$

... que nos indica a porcentagem de partículas maiores que **10 $\mu$ m** removida pelo filtro.

A letra "x" ao lado do índice  $\beta$  (Beta) indica o tamanho das partículas a que estamos nos referindo ( $\beta_x$ ).

Exemplo =>  $\beta_3, \beta_{10}, \beta_{20}$ , etc...

Segue abaixo a correlação entre os valores de  $\beta$  (Beta) e (eficiência):

$\beta_x = 1$	=	0%
$\beta_x = 2$	=	50%
$\beta_x = 10$	=	90%
$\beta_x = 75$	=	98,666... %

A norma **ISO 4572**, determina que os filtros sejam especificados pela razão  $\beta$  (beta), caracterizando-se, deste modo, a capacidade de retenção em tamanho e a eficiência ( ) do meio filtrante.

Os filtros de alta eficiência, “**normalmente chamados de absolutos**” devem atender, no mínimo, à especificação  $\beta_x$  **75**.

A razão  $\beta$  (beta) é considerada uma importante referência para a avaliação de desempenho de elementos filtrantes. Entretanto, é importante notar que seus valores alteram-se significativamente sob condições reais de utilização. Isso ocorre devido às características dos contaminantes e às condições de pressão, vazão e viscosidade dos sistemas hidráulicos serem, na prática, bastante diferentes das condições padronizadas dos testes realizados em laboratórios.