

A IMPORTÂNCIA DA FILTRAGEM

1.0 – INTRODUÇÃO

A evolução foi uma ação constante ao tratarmos de equipamentos hidráulicos. Houve uma redução de peso e tamanho dos componentes o que ocasionou maiores vazões (duplicada ou triplicada) e aumento das pressões de trabalho (em 50% ou mais – existem bombas de engrenagens com capacidade de pressão de 250 a 300 bar). O aperfeiçoamento e o desenvolvimento de máquinas mais precisas e mais produtivas permitiram fabricação de componentes e peças com alta precisão dimensional e geométrica, o que resultou em **MENORES FOLGAS** e melhor balanceamento hidráulico. Proporcionando assim, menores vazamentos internos, maior precisão e maior velocidade nos movimentos além do uso de pressões de trabalho mais altas. Além disso, os comandos eletrônicos (que proporcionam maior precisão aos movimentos) acabaram por exigir maior qualidade e precisão dos equipamentos hidráulicos, quando trabalhando em conjunto.

A FOLGA MENOR entre os componentes, devido à alta precisão dimensional e geométrica, tornou os equipamentos hidráulicos **MAIS SENSÍVEIS** aos contaminantes sólidos em suspensão nos fluidos. O controle desses contaminantes 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 – rev.99** e a **NAS 1638** as quais passamos a descrever.

1.0 – NORMAS

1.1 - NORMA ISO 4406-REV99

Esta é a mais moderna e mais utilizada na atualidade, por que supre as deficiências das normas anteriores permitindo identificar, mais claramente, o nível de contaminação de um fluido.

Esta norma classifica os níveis de contaminação pela quantidade de partículas maiores que 4μ ($>4 \mu\text{m}$) e pela quantidade de partículas maiores que 6μ ($>6 \mu\text{m}$) e maiores que 14μ ($>14 \mu\text{m}$) por 100ml. Cada classe, ou nível, contém o dobro de partículas da classe anterior.

Segue quadro com a relação das classes e quantidade permitidas de partículas por 100ml

Quadro 01 – Relação da Classe de Pureza e Número de Partículas – ISO 4406

De	Até	Classe
8×10^6	16×10^6	24
4×10^6	8×10^6	23
2×10^6	4×10^6	22
1×10^6	2×10^6	21
500×10^3	1×10^6	20
250×10^3	500×10^3	19
130×10^3	250×10^3	18
64×10^3	130×10^3	17
32×10^3	64×10^3	16
16×10^3	32×10^3	15
8×10^3	16×10^3	14
4×10^3	8×10^3	13
2×10^3	4×10^3	12
1×10^3	2×10^3	11
500	1×10^3	10
250	500	9
130	250	8
64	130	7
32	64	6
16	32	5
8	16	4
4	8	3
2	4	2
1	2	1
0,5	1	0
0,25	0,5	0,9

1.2 – NORMA NAS 1638

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

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

Quadro 02 – Nível de contaminação e suas Classes – NAS 1638

CLASSES														
Mícron	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 a 15	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000	64000	128000	256000	512000	1024000
15 a 25	22	44	89	178	356	732	1425	2850	5700	11400	22000	45600	91200	182400
25 a 50	4	8	16	32	63	126	253	506	1012	2025	4050	8100	15200	32400
50 a 100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1440	2960	5760
> 100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

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

Tamanho (µm)	Quantidade	Classe
5 a 15	28.300	7
15 a 25	345	3
25 a 50	65	4
50 a 100	10	3
> 100	0	

Este fluido será classificado com Classe 7.

A Norma **NAS 1638** não relaciona o tamanho das partículas com a quantidade das mesmas, o que somente será feito se houver o relatório discriminado do contador de partículas (**NORMA ISO 4406**).

2.0 – EFICIÊNCIA

A eficiência dos meios filtrantes é determinada pela norma **ISO 4572**, que estabelece a relação entre o número de partículas maiores que um determinado tamanho antes e depois do filtro. Esta relação é denominada Razão β (Beta).

$$\beta_x = \frac{\text{Número de Partículas} > \mathbf{X} \text{ antes do filtro}}{\text{Número de Partículas} > \mathbf{X} \text{ depois do filtro}}$$

Desta forma para casos onde possuímos 75.000 partículas maiores que 10 μ m antes do filtro e 1.000 partículas após o filtro, teremos:

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

A eficiência (ϵ) deste filtro é determinada por:

$$\epsilon = \frac{\beta_{10} - 1}{\beta_{10}} \times 100\% = \frac{75 - 1}{75} \times 100\% = 98.67\%$$

Este índice nos indica a porcentagem de partículas maiores que 10 μ m que é removida pelo filtro. O índice β indica o tamanho das partículas a que estamos nos referindo. Por exemplo:

β_{10} refere-se a partículas de 10 μ

β_3 refere-se a partículas de 3 μ

β_{20} refere-se a partículas de 20 μ

Abaixo a correlação entre os valores β e ϵ :

$$\beta_x = 1 \quad \Rightarrow \quad \epsilon = 0 \%$$

$$\beta_x = 2 \quad \Rightarrow \quad \epsilon = 50 \%$$

$$\beta_x = 10 \quad \Rightarrow \quad \epsilon = 90 \%$$

$$\beta_x = 75 \quad \Rightarrow \quad \epsilon = 98,67 \%$$

$\beta_x = 100$	\Rightarrow	$\epsilon = 99,00 \%$
$\beta_x = 200$	\Rightarrow	$\epsilon = 99,50 \%$
$\beta_x = 1000$	\Rightarrow	$\epsilon = 99,90 \%$ \Rightarrow FILTROS HYDAC BN4HC

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

3.0 – INTERPRETAÇÃO DE RELATÓRIOS

Existe uma considerável diversidade de opiniões entre os especialistas em sistema hidráulicos e de lubrificação sobre a definição do “ nível de limpeza dos sistemas “. Algumas divergências surgem devido aos sistemas que têm diferentes sensibilidades para diferentes níveis de contaminação, devido às características de projeto dos componentes (bombas, válvulas, etc.). Portanto siga sempre a recomendação dos fabricantes quanto ao nível de contaminação para o uso de seus componentes.

Os níveis de contaminação apresentados são um ponto de partida para o estabelecimento de níveis de limpeza aceitáveis. Os níveis de limpeza indicados devem ser mantidos no óleo que é fornecido aos componentes. A tabela abaixo utiliza um formato padrão da Norma **ISO 4406** para identificar o nível de limpeza do sistema.

Quadro 03 – Níveis de Contaminação Sugeridos para Sistemas Hidráulicos

Classe de Contaminação	Classe de Contaminação ISO	N.º Máximo de Partículas em	Tipo de Sistema	Filtragem Recomendada
------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------	-----------------------

o NAS 1638	4406	100ml		a micron
	$\geq 4\mu\text{m} / \geq 6\mu\text{m} / \geq 6\mu\text{m}$	$\geq 4\mu\text{m} / \geq 6\mu\text{m} / \geq 6\mu\text{m}$		$\beta_x \geq 200$
≤ 4	15/13/10	32.000 / 8.000/1000	Sistemas Sensíveis de alta confiabilidade (laboratório Aeroespacial)	2 - 3
5	16/14/11	64.000/ 16.000/2.000	Servovalvulas e válvulas proporcionais	3 - 5
6	17/15/12	130.000/32.000/4.000	Sistemas de alta pressão	
7	18/16/13	250.000/64.000/8.000	Bombas de volume variável pistões e palhetas	5 - 10
8	19/17/14	500.000/ 130.000/16.000		
9	20/18/15	1×10^6 /250.000/32.000	Eletroválvulas, válvulas de pressão e bombas fixas	10 - 20
10	21/19/16	2×10^6 500.000/64.000		
11	22/20/17	$4 \times 10^6 / 1 \times 10^6$ /130.000	Sistemas de baixa pressão com grandes folgas	20 - 40
12	23/21/18	$8 \times 10^6 / 2 \times 10^6 /$ 250.000	Óleo hidráulico no fornecimento Ex. VG68	

4.0 – CONTAMINANTES

De forma genérica, não existe sistema hidráulico isento de agentes contaminantes, pois estes estão presentes no ambiente interno e externo ao sistema. Poderão sim, existir ambientes externos em que o controle dos agentes contaminantes é rigoroso (indústria farmacêutica e alimentícia, por exemplo) e internos, através do monitoramento das condições do fluido de serviço. A origem dos contaminantes pode ser interna (proveniente do desgaste dos componentes – bombas, válvulas do sistema) e externa (provenientes do meio ambiente – poeira, umidade, onde está localizado o sistema). O efeito de contaminação de partículas sólidas é verificado nas partes metálicas (bombas, válvulas e motores) que entram em contato com estas partículas, que causarão erosão – entenda desgaste das superfícies – e como consequência desta erosão, haverá aparecimento de novas

partículas metálicas no fluido de serviço, que acarretará em danos ao sistema (não obtenção da pressão ou vazão desejada, vazamentos, diminuição da vida útil dos elementos filtrantes, entupimento de giclês de servo válvulas), aumentando-se assim os custos de produção (entenda por paradas desnecessárias).

Os elementos acionados com mais frequência são os mais sujeitos aos desgastes.

Análises poderão determinar o tipo, a quantidade, o tamanho e a dureza das partículas de sujeira, e de conhecimento do jogo/folgas entre as partes móveis e da frequência do movimento dessas peças, pode-se determinar o elemento filtrante, prolongando desta forma a vida útil das bombas, válvulas e motores.

Segue abaixo quadro referente as possíveis causas de sujeiras em instalações hidráulicas.

Quadro 04 – Agentes Possíveis de Causa de Sujeira

QUADRO – AGENTES POSSÍVEIS			
Agentes Compostos de	Internos	Resultantes	Penetrantes
Partículas Metálicas	Resíduos de Fabricação	Desgaste por atrito	-
Partículas de Óxido	Por corrosão, por exemplo, devido à forja, soldagem, têmpera, etc.	Por meio de água por condensação	-
Partículas de Materiais Sintéticos	Erros de Montagem	Desgaste por atrito de vedações, etc.	Em fábricas de materiais sintéticos
Partículas de Borracha	Erros de Montagem	Desgaste por atrito de vedações e mangueiras	-
Fios	Pré-limpeza imprópria	-	Em fábricas têxteis
Areia	Da fundição e jato de areia (resíduos)	-	Na construção de ruas
Poeira	Limpeza Imprópria	-	Na construção de ruas, poeira de fábricas, etc.
Meios de Polimento	Limpeza Imprópria	-	-
Aditivos de Óleo	Em solução no óleo (melhoradores de cor, etc.	Perdido por decomposição química (superaquecimento, envelhecimento, etc.)	-

4.1 – PONTOS DE ENTRADA DE ELEMENTOS CONTAMINANTES

A maior fonte de contaminação dos sistemas hidráulicos é, sem dúvida, o ambiente onde estes sistemas trabalham. Para tanto iremos observar alguns cuidados relacionados a:

- LIMPEZA;
- LOCALIZAÇÃO DA UNIDADE HIDRÁULICA;
- CILINDROS

4.1.1 – LIMPEZA

A limpeza é um fator primordial num equipamento óleo - hidráulico. As peças que constituem os elementos hidráulicos são fabricadas com alta precisão e pequenas tolerâncias. Muitas superfícies são submetidas a um acabamento de lapidação. Impurezas irão danificar em curto período estes elementos, acarretando vazamentos internos. Assim sendo, durante a montagem e, durante o funcionamento, os elementos constituintes do equipamento, devem estar protegidos de qualquer impureza.

Todos os condutos, reservatórios e filtros de uma instalação óleo-hidráulica devem ser rigorosamente limpos, de preferência lavados com tricloretileno, antes do sistema ser colocado em funcionamento.

4.1.2 – LOCALIZAÇÃO

A escolha acertada do local de funcionamento da unidade motriz óleo – hidráulica diminui a probabilidade de complicações futuras, pois as partículas sólidas, os gases e vapor de água em suspensão no ar, entram no sistema e se misturam ao fluido. O reservatório com a unidade de bomba deve ser instalado em local adequado para que haja boa troca de calor entre o óleo e o ambiente. Se isto não for possível, deve-se pensar em um trocador de calor ou um reservatório de maiores dimensões. É também importante que o ambiente tenha o mínimo de impurezas suspensas no ar, sendo que em ambientes industriais, o controle deste seria muito dispendioso.

Com a variação do nível do óleo do reservatório, há uma constante entrada e saída de ar através do filtro de ar. E, se este ar estiver carregado de contaminantes, eles entrarão em contato com o fluido, misturando-se com ele, para depois provocar desgaste e falhas nos equipamentos. Deste modo, este ar atmosférico precisa ser filtrado.

A utilização de filtros de ar eficientes é a opção mais lógica e com menor custo para impedir a entrada de contaminantes. Este, quando limpo periodicamente, retém grande parte das impurezas, porém alguma sempre é arrastada como ar. A outra opção seria a de utilizar filtros de linha maiores e mais caros.

Se o equipamento trabalhar ao ar livre e esta condição não estiver sido evidenciada durante o projeto, deve-se cobri-lo se prejudicar a ventilação, para que não haja possibilidade de entrada de água no reservatório. A água formará emulsões e lama, o que acarretará mudanças das características do óleo e diminuição da capacidade de lubrificação.

4.1.2.1 – ABASTECIMENTO

Certifique-se que o reservatório esteja limpo antes do abastecimento com óleo.

Em equipamentos providos de filtros, o abastecimento tem que ser feito exclusivamente por seu intermédio. Se não possuir filtros que permitam essa operação, faz-se o abastecimento do óleo utilizando uma **Unidade Móvel de Filtragem** que possui filtro com elemento filtrante de $10\mu\text{m}$ e $\beta_{10} \geq 200$ (isto significa uma eficiência - ϵ = 99,50 % de retenção de partículas maiores que $10\mu\text{m}$).

Nunca se deve utilizar, mesmo que provisoriamente, qualquer tecido como elemento filtrante. Os fiapos podem se desprender e ocasionar defeitos nos elementos componentes do equipamento.

Em geral, os fabricantes especificam:

- $\beta_{20} \geq 200$ para retenção mínima e,
- $\beta_{10} \geq 200$ para alta durabilidade ou alta vida útil.

Após determinado o tipo e a marca do fluido utilizado, nunca se deve misturar com fluido de outra procedência, o que resultaria numa decomposição química, com formação de lodo e espuma.

Ao contrário do que muitos pensam, o óleo novo possui Classe de contaminação NAS 12, quando o recomendado para instalações hidráulicas, em geral, é de NAS 9

4.1.2.2 – NÍVEL DE ÓLEO

O controle do nível do óleo deve ser efetuado através dos indicadores. Se o nível descer além do mínimo admissível, as bombas succionam ar, o que resulta na danificação total a curto prazo. (Vestígios de cavitação na bomba é o resultado). Caso esteja acima da marca usual, verificar urgente a causa. Poderá ser proveniente de um vazamento interno de um trocador de calor óleo - água ou ainda, introdução por condensação entre outros. A Periodicidade da verificação deve ser inicialmente diária.

Antes de adicionar o óleo novo ao tanque, é importante verificar o estado do óleo usado. (Através de análises – contagem de partículas, análises química, físico – química, etc.)

4.1.3 – CILINDROS

Quando são distendidos em sua operação, as hastes são expostas ao meio ambiente e, estão umedecidas por uma fina película do fluido de serviço. Nesta situação, os contaminantes principalmente os sólidos aderem à película e são levados para dentro do cilindro quando a haste é retraída. Os raspadores e vedações têm capacidade para reter somente as partículas maiores que 50 ou 60 micra, permitindo que as **MENORES** e as **MAIS NOCIVAS** penetrem no sistema. O mesmo fluido que faz a retração do cilindro, ao entrar na câmara, lava a haste carregando com sigo estas partículas.

Para impedir que elas cheguem ao reservatório e sejam recirculadas no sistema, causando - danos aos equipamentos – elas devem ser retiradas por um eficiente filtro de retorno. Caso contrário, elas entrarão em seguida, já sob alta pressão, serão forçadas através das folgas dos equipamentos, provocando desgaste, emperrando, esmerilhamento, mau funcionamento, aumento nos vazamentos, etc. diminuindo a vida útil dos mesmos.

Outros cuidados adicionais podem ser tomados, como o uso de proteções sanfonadas e a troca mais freqüente dos raspadores das hastes, para diminuir a entrada de contaminantes pelos cilindros.

O problema será tanto maior, quanto maior for o número de cilindros expostos, a sua área (diâmetro ou curso) e a frequência do ciclo de trabalho, e então, os cuidados com a filtragem deverão também ser maiores.

5.0 – FATORES QUE INFLUEM NA FILTRAGEM DE UM SISTEMA HIDRÁULICO

Este são os fatores que deverão ser considerados na escolha do elemento filtrante e sua capacidade de retenção:

- Folga dinâmica operacional dos componentes mais críticos;
- Mecanismo proveniente de desgaste;
- Nível de limpeza do óleo a ser mantido;
- Viscosidade operacional e tipo de fluido;
- Localização do filtro no sistema (pressão, retorno e sucção)
- Taxa de ingresso de contaminantes e sua fonte.
-

5.1 – MANUTENÇÃO

5.1.1 – ELEMENTOS FILTRANTES

Recomenda-se utilização de manômetros indicadores de pressão diferencial, onde se pode verificar o momento correto de substituição do elemento filtrante.

Em casos da impossibilidade de utilização dos manômetros, recomenda-se seguir instruções do fabricante quanto ao tempo de vida útil do elemento filtrante.

Ao introduzir um elemento eficiente num sistema que anteriormente tinha um filtro mais grosso (malha maior), terá sua vida útil, no início, mais curta.

Quanto mais contaminado for o ambiente, menor será a vida útil do elemento. Devendo-se então procurar um meio de reduzir, ao máximo, a entrada destes contaminantes.

Quando a parada e a confiabilidade do equipamento são críticos, deverão ser utilizados meios filtrantes mais finos.

No caso de dois componentes que exijam níveis diferentes no mesmo sistema, utilize sempre o de menor valor.

5.1.2 – MOTOR ELÉTRICO E BOMBAS

Nem todas as bombas óleo – hidráulicas admitem rotação de funcionamento em ambos os sentidos. O sentido de rotação da bomba está indicado em local visível na carcaça.

Para controle do sentido de rotação do motor de acionamento, ligar e desligar rapidamente o motor sem deixar atingir sua rotação normal. A correção da rotação invertida é realizada através da inversão da polaridade do motor elétrico.

A maioria das bombas deve iniciar seu movimento sem carga. Porém existem algumas bombas de construção especial que necessitam de carga.

Antes do início do funcionamento, faz-se necessário verificar se todas as válvulas componentes do sistema (principalmente as que se encontram na tubulação de sucção das bombas) estejam ligadas de tal maneira a permitir passagem livre. Posteriormente, acionar e desacionar o motor diversas vezes, sem deixar chegar a situação de carga/rotação de trabalho, até notar o funcionamento normal e silencioso.

Antes de colocar um equipamento novo (ou antes, vazio) em funcionamento sob carga, é necessário proceder a uma de desaeração prévia do sistema à menor pressão possível. Após algum tempo funcionamento, o ar irá se alojar em pontos altos das câmaras do circuito podendo ocasionar ruídos, movimentos descontrolados dos cilindros ou motores hidráulicos, além de interferir na qualidade do óleo. Outras conseqüências são: cavitação das vedações, ou mesmo, dependendo das condições de pressão, explosão conhecida como “efeito diesel”, o que poderá levar a queima das vedações e inclusive avarias metálicas. Numa desaeração (sangria) eliminam-se os bolsões de ar. Devem ser consideradas as micro bolhas de ar presentes/em suspensão no óleo. Convém assim, após algum tempo de imobilização do fluido hidráulico, durante o qual irão se formar novos bolsões de ar, repetir a operação de desaeração. Caso não haja parafuso próprio para este fim, as conexões deverão ser soltas levemente em diversos pontos até começar a jorrar somente fluido hidráulico.

Recomenda-se lavar o sistema com o fluido hidráulico a ser usado, para retirar possível proteção contra corrosão existente nos equipamentos. A instalação deve ser efetuada conforme o desenho de montagem, observando principalmente a ligação da tubulação. Tensões provenientes de tubos montados incorretamente ou a um sistema de acionamento não alinhado devem ser evitadas. O tubo de óleo de dreno deve ser ligado de tal maneira que os elementos hidráulicos permaneçam sempre cheios de fluido hidráulico (evitando efeito sifão). As tubulações de sucção da bomba devem ser montadas conforme as instruções do fabricante. Deve-se observar que a maior pressão não ultrapasse os valores - limite determinados pelo fabricante. Neste caso, devem ser considerados filtros e válvulas já montados.

Todas as tubulações devem ser cuidadosamente vedadas a fim de evitar entrada de ar e conseqüentemente danos em virtude da influência do mesmo.

No alinhamento mecânico das bombas, há possibilidade de torção, devido a desnivelamentos ou planos irregulares de fixação, o que deve ser evitado. O alinhamento do eixo de acionamento com a peça a ser ligada deve ser controlado cuidadosamente. A concordância da tensão e das amperagens exigidas deve estar conforme a prevista e existente. Havendo um tubo de óleo de dreno, a carcaça da bomba deve ser preenchido com óleo hidráulico, a fim de se assegurar perfeita lubrificação interna – isto deve ser realizado, caso não exista contra indicação. Frequentemente é vantajoso a regulagem de bombas e motores com volume de deslocamento variável, a meia elevação, facilitando a primeira entrada, isso quando não for indicado o outro modo. Quando uma instalação for colocada em funcionamento pela primeira vez e o sistema for preenchido com óleo hidráulico, o nível do reservatório deve ser observado, para ter certeza de que não ultrapasse o nível mínimo de sucção. Alguns sistemas hidráulicos possuem dispositivos limitadores de pressão, que podem ser regulados apenas na velocidade de vazão indicada pelo fabricante. Num caso assim, deve ser regulada conforme a recomendação do fabricante ou conforme as indicações do circuito de ligação e, sempre com ajustagem mais baixa. No ajuste, a pressão deve ser aumentada lentamente, até que a instalação trabalhe de modo suave,

conforme as condições já vistas. A pressão não pode ser em nenhum caso, mais alta para que seja evitado demasiado gasto de energia e superaquecimento do fluido. O ajuste definitivo deve ser protegido contra uma ajustagem indevida. Existindo um tubo de óleo de dreno, é importante observar que a pressão na carcaça não ultrapasse o valor admissível. Após um breve funcionamento coma a velocidade de regime especificada e assim que a pressão normal do sistema for atingida, verificar se os mancais, buchas e fluido não terão ultrapassado a temperatura do regime normal.

6.0 – RECOMENDAÇÕES FINAIS

Observar junto ao fabricante de equipamentos, as características e exigências com relação ao **GRAU DE FILTRAGEM** do fluido de serviço, que possibilite alta durabilidade/longa vida útil.

Em caso de desconhecimento das condições atuais do fluido utilizado, uma análise química ou contagem de partículas é necessária para obter estas informações.

Tais informações poderão ser de grande utilidade para o setor de manutenção e de produção, pois de posse delas será possível estabelecer períodos para instalação e controle dos filtros caso o sistema esteja em condição crítica. Evitando assim, paradas repentinas e indesejadas no processo produtivo, seja de bombas, válvulas e motores.

A Fluid Control possui equipe técnica para fornecer serviços de monitoramento das condições do fluido de serviço, através de laboratório para análises. Bem como, software para o correto dimensionamento dos filtros de acordo com as condições existentes e, monitoramento dos elementos filtrantes.

Colocamos a disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Atenciosamente

Eng. Fábio Odo
Cel. 11 8485 3846