

**Módulo de Membrana Submersa
para MBR
“MEMBRAY” da TORAY**

**Manual de Instruções
“Série NHP”**



Toray Industries, Inc.

Divisão de Tratamento de Água

1-1, Nihonbashi-muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tóquio 103-8666 Japão

Tel: +81-3-3245-4542

Fax: +81-3-3245-4913

URL: www.toraywater.com

Publicado em: Agosto de 2020

Índice

I.	INTRODUÇÃO	1
1.	Características do MBR	1
2.	Descrição da “Série NHP210”	2
II.	PARA OPERAÇÃO SEGURA DA “SÉRIE NHP210”	5
1.	Desembalagem e Instalação	5
2.	Operação e Manutenção	6
3.	Limpeza Química do Elemento	7
III.	ESPECIFICAÇÕES E DESEMPENHO DA “SÉRIE NHP210”	9
1.	Especificações do Elemento	9
2.	Especificações do Tubo de Permeado de Poliuretano	9
3.	Especificações e Desempenho do Módulo “Série NHP210”	9
IV.	ROCESSO DE FILTRAÇÃO POR MEMBRANA DA “SÉRIE NHP210”	12
1.	Tempo Padrão do ciclo	12
2.	Fluxograma da Filtração por Membrana	13
3.	Layout dos Módulos “Série NHP210” no Tanque de Membrana	18
4.	Tubulação	21
V.	INSTALAÇÃO DA “SÉRIE NHP210”	24
1.	Preparativos	24
2.	Descarregamento/Içamento do Produto	24
3.	Verificação do Produto	25
4.	Armazenamento do Produto	25
5.	Instalação do Produto	26
VI.	INÍCIO DA OPERAÇÃO	30
1.	Operação Utilizando Água Limpa	30
2.	Injeção de Lodo	31
3.	Operação de Filtração Real	32
VII.	CONTROLE OPERACIONAL	33
1.	Condições Operacionais Padrão	33
2.	Parâmetros Operacionais	35
3.	Teoria Básica de Controle	35
4.	Inspeção Diária	37
VIII.	MANUTENÇÃO DA “SÉRIE NHP210”	40
1.	Itens para Manutenção e Frequência de Manutenção	40
2.	Limpeza dos Difusores de Ar	41
3.	Limpeza Química do Elemento	43
4.	Produtos Químicos Permitidos para a Limpeza Química	43
5.	Manuseio de Produtos Químicos	44
6.	Procedimento de Limpeza Química	47
7.	Procedimento de Elevação	52

8. Armazenamento dos Produtos após o Uso	53
9. Procedimento de Descarte	54
IX. LISTA DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO	55
X. SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	56
XI. ANEXO	57

Símbolos utilizados neste manual



PERIGO

Este símbolo indica uma situação de risco iminente que, se não for evitada, irá resultar em lesões graves ou morte.



ATENÇÃO

Este símbolo indica uma situação de risco em potencial que, se não for evitada, pode resultar em lesões graves ou morte.



CUIDADO

Este símbolo indica uma situação de risco em potencial que, se não for evitada, pode resultar em lesões ou danos a propriedade.

I. INTRODUÇÃO

Toray “MEMBRAY” é o módulo de membrana submersa adequado para o biorreator de membrana (MBR), desenvolvido com base na ciência de polímeros e nas tecnologias de fabricação de membranas acumuladas ao longo dos anos de propriedade da Toray Industries, Inc.

A "Série NHP" é um novo modelo do "MEMBRAY" composto por finas membranas, com alta densidade, mantendo o desempenho confiável de Membranas Toray de PDVF. Este manual descreve as características do MBR e as especificações da “Série NHP” e suas operações seguras, incluindo instalação, operação, procedimentos de manutenção e equipamentos periféricos. Os operadores devem ler atentamente este manual para garantir uma operação adequada.

1. Características do MBR

O fluxograma de processo do sistema convencional de lodos ativados (CAS) e MBR são mostrados nas Fig.I-1 e Fig.I-2, respectivamente.

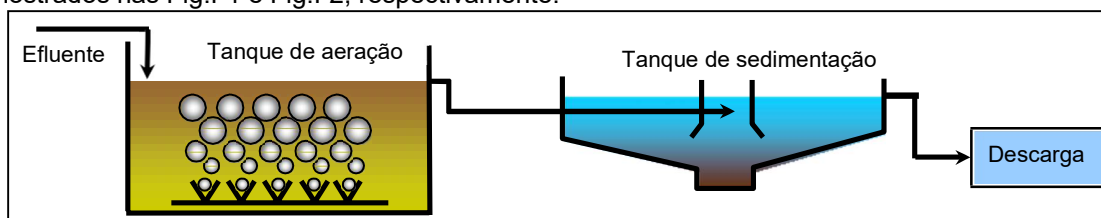


Fig. I-1 Fluxograma de Lodos Ativados Convencional

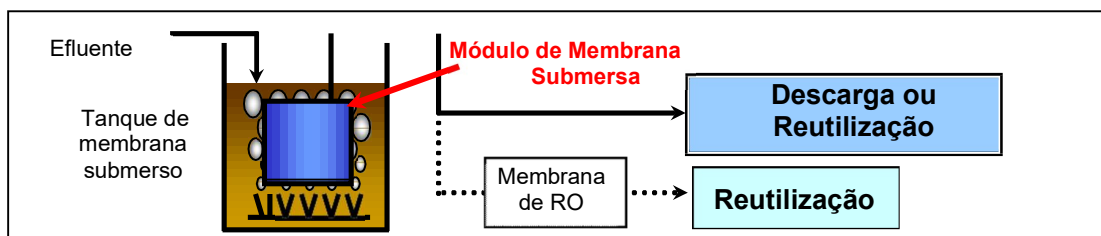


Fig. I-2 Fluxograma de MBR

A tecnologia de MBR proporciona as seguintes vantagens:

(1) Menor Área

Ao contrário do CAS, o MBR separa o lodo dentro do tanque de aerção utilizando membranas, eliminando assim o espaço do tanque de sedimentação. Também com as membranas, o MBR pode manter uma maior concentração de lodo ativado no tanque de aerção, de modo que seu volume possa ser reduzido. Como resultado, o MBR necessita de uma área menor quando comparado com o CAS.

(2) Alta qualidade de tratado

O MBR remove o sólido em suspensão (SS) do líquido do lodo utilizando membranas, de uma forma muito mais eficiente do que o processo de sedimentação convencional. O MBR

também rejeita microrganismos como *Escherichia coli* e *Cryptosporidium* com eficiência.

2. Descrição da “Série NHP210”

A “Série NHP210” inclui o módulo de membrana composto pelo bloco de elementos e pelo bloco de aeração. O bloco de elementos contém um número de cassetes e, em cada cassete, as membranas são empilhadas com espaçamento iguais entre elas, sendo cada uma de placa plana nos dois lados da membrana. Cada elemento é conectado por um tubo de plástico ao coletor de água permeada. O bloco de aeração consiste em difusores de bolhas grossas para fornecer ar de limpeza (consulte a Fig. I-3).

Este módulo é utilizado submerso no líquido do lodo.

A seguir, são apresentadas as características da “Série NHP210”.

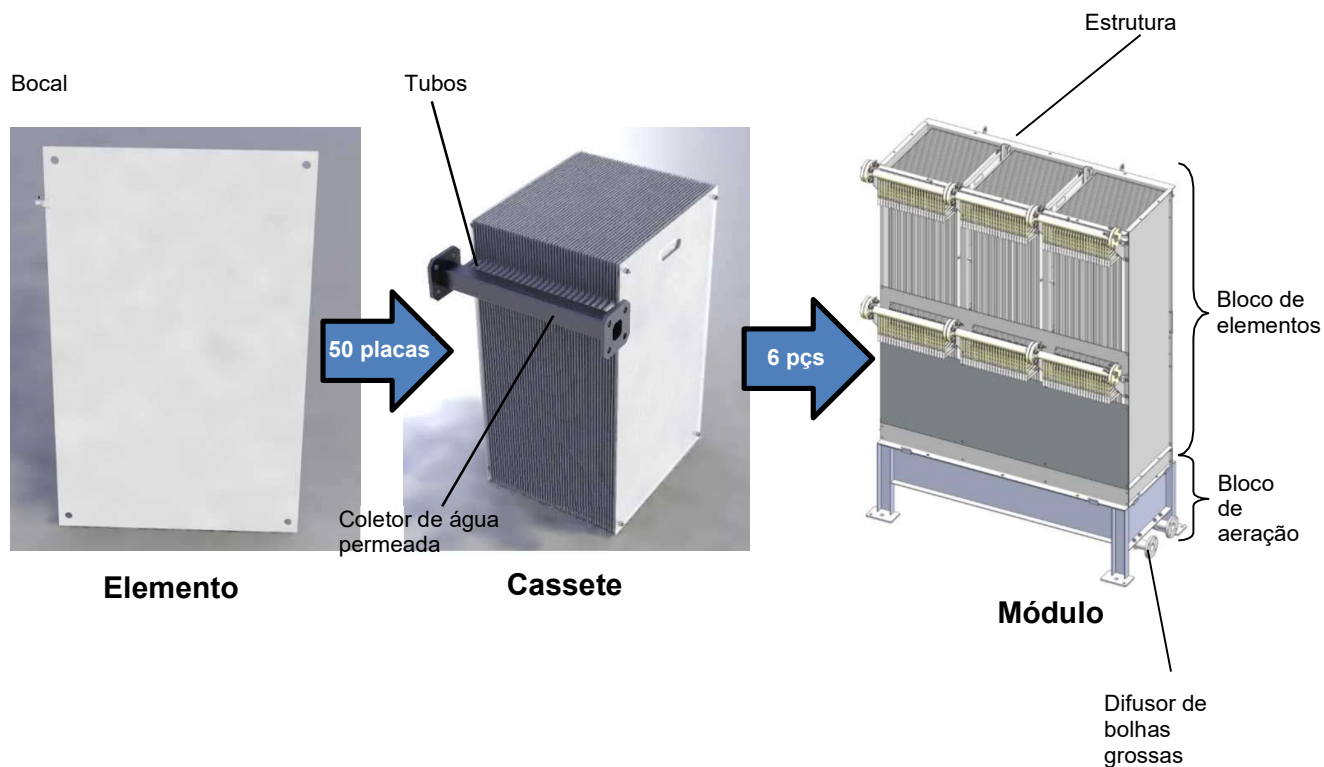


Fig. I-3 Componentes e aparência do “NHP210-300S”

(1) Forma do Elemento

O elemento de membrana é do tipo placa plana, como mostrado na Fig. I-4. Durante o período de filtração normal, o lodo acumulado na superfície da membrana é limpo de forma eficiente utilizando o fluxo de água ascendente gerado com o ar de limpeza fornecido pelos difusores de ar instalados na parte inferior (Fig. I-5). Esse mecanismo garante uma filtração estável, uma vez que a membrana não permite aderência de lodo à sua superfície.

Além disso, elementos de membranas finas permitem uma maior densidade de compactação da membrana no módulo, de forma similar à membrana de fibra oca, e também melhora a eficiência de limpeza da membrana, graças à vibração dos elementos promovido pelo ar de limpeza.

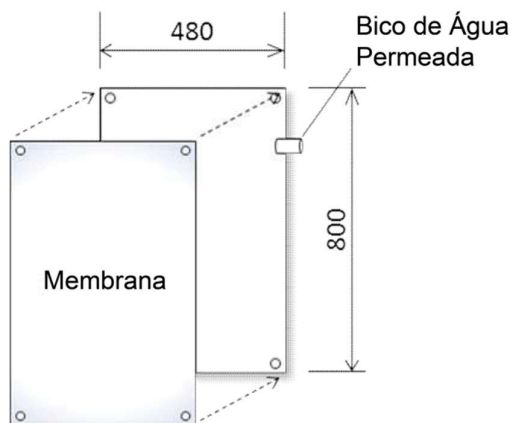


Fig. I-4 Estrutura do Elemento

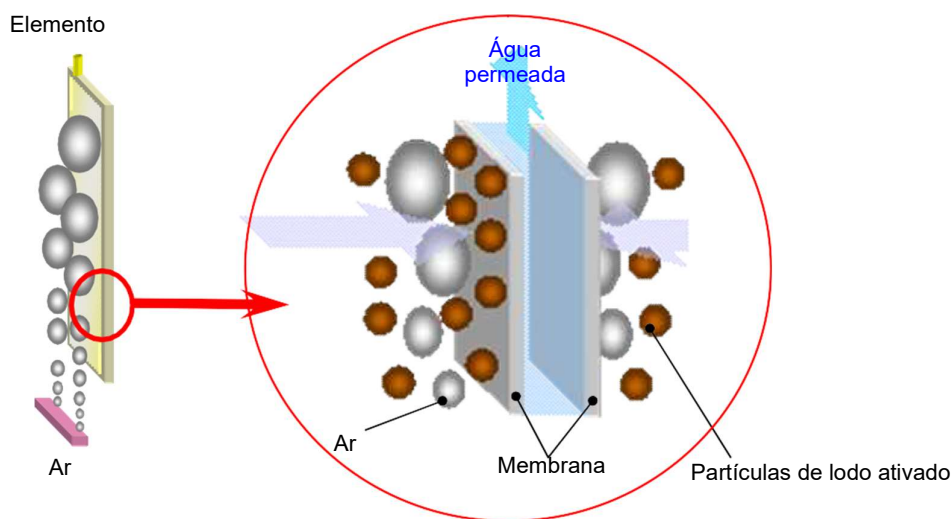


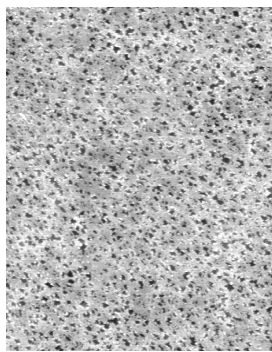
Fig. I-5 Princípio de Filtração por Lodos Ativados

(2) Estrutura da Membrana

A membrana de placa plana consiste de uma camada funcional de PVDF (fluoreto de polivinilideno) e uma camada base de PET (poliéster). Essa estrutura confere à membrana uma resistência física superior e alta resistência a produtos químicos.

(3) Tamanho dos Poros da Membrana

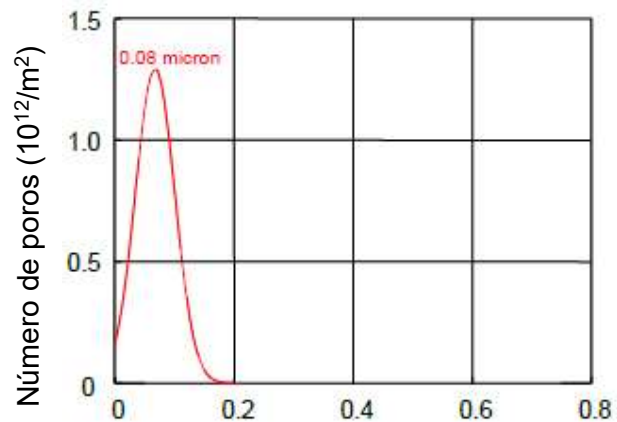
Diversos poros pequenos estão distribuídos de forma uniforme sobre a superfície da membrana, com uma distribuição uniforme dos poros. Essa estrutura proporciona uma ótima qualidade da água tratada e uma excelente permeabilidade à água, tornando a membrana altamente resistente a obstrução (consulte as Fig. I-6 e Fig. 7) em comparação com outras membranas. O tamanho médio dos poros é 0,08 microns.



3,0 microns

Membrana de PVDF Toray

Fig. I-6 Superfície da Membrana (foto)



Tamanho dos Poros (microns)

Fig. I-7 Distribuição de acordo com o Tamanho dos Poros

II. PARA OPERAÇÃO SEGURA DA “SÉRIE NHP210”

Antes de usar a “Série NHP210”, leia atentamente este Manual de Instruções e siga as instruções nele contidas, principalmente as precauções de segurança abaixo. Cada precaução é descrita de forma mais detalhada em seu respectivo capítulo

1. Desempacotamento e Instalação



PERIGO

Quando içar a “Série NHP210”, prenda correntes ou lingas no equipamento e levante-o levemente para cima. Evite movimentos bruscos para evitar que o módulo balance. Nunca deve haver pessoas embaixo da “Série NHP210” quando ele estiver suspenso.



PERIGO

Utilize correntes ou lingas adequadas ao peso do equipamento quando for erguer a “Série NHP”. Verifique a condição de cada peça antes de içá-la. Nunca levante ou opere o módulo com peças desgastadas ou danificadas.



PERIGO

Ao erguer o módulo tipo “double-decker”, não erga os blocos de elementos superiores e inferiores juntos. Os blocos de elementos superior/inferior devem ser erguidos separadamente.



PERIGO

Ao instalar o módulo “Série NHP210”, providencie, com antecedência, o acesso aos elementos superiores através de uma escada, andaime... Não suba no módulo. Nunca pise no difusor de ar. Utilize equipamento de proteção para garantir a segurança dos funcionários.



CUIDADO

Use os equipamentos de proteção adequados (por ex., luvas de trabalho), para não cortar as mãos nas extremidades da estrutura do módulo.



CUIDADO

Durante o transporte, armazenamento e instalação, tome medidas adequadas para proteger a “Série NHP210” ou suas partes de danos. Não coloque objetos pesados sobre o módulo. Armazene o módulo em uma área que irá minimizar danos potenciais de equipamentos móveis como empilhadeiras, etc.



CUIDADO

Expor a “Série NHP210” e elementos de membranas em locais com temperatura superior a 40°C ou diretamente expostas ao sol devem ser evitados. Exposição direta ao sol e raios ultravioletas irão causar a deterioração do difusor de ar de polipropileno.



CUIDADO

Tome medidas adequadas, durante o processo de instalação, para proteger a “Série NHP210” de: faíscas causadas por soldagem, corte por fusão ou esmerilhamento.



CUIDADO

Proteja sempre a “Série NHP210” do congelamento.



CUIDADO

Evite pressurizar o lado da filtração da “Série NHP210”.



CUIDADO

Instale uma peneira com abertura de 3,0 mm ou menos antes do tanque de membrana. Recomenda-se utilizar uma tela tipo malha. Deve-se evitar a ocorrência de transbordamento ou contaminação por resíduos durante todo o tempo.



CUIDADO

Conecte os flanges do difusor de ar na tubulação com torque de aperto de 20 Nm, pra evitar deformação, vazamento ou rompimento do difusor de ar de plástico.



CUIDADO

Considere o material da tubulação e regule a carga para os pontos de conexão dos flanges em menos de 20 kg por flange, para evitar deformação, vazamento ou rompimento do difusor de ar de plástico. Se a carga exceder os limites acima, coloque alguns suportes na tubulação para reduzi-la.

2. Operação e Manutenção



ATENÇÃO

A água filtrada não é para fins potáveis. Nunca beba água permeada do MBR.



ATENÇÃO

Antes de descartar a água tratada no ambiente ou reutilizá-la, analise sua qualidade e verifique se ela está de acordo com o objetivo pretendido.



ATENÇÃO

Não queime as membranas sem as instalações adequadas, pois fluoreto de hidrogênio (FH) pode ser gerado. Ao descartar as membranas, solicite os serviços de uma empresa de descarte de resíduos habilitada.



CUIDADO

Durante o primeiro enchimento do tanque de membranas, carregue com água limpa. Certifique-se que a válvula de descarga de ar está na posição aberta, para liberar o ar acumulado dos elementos. Após o total enchimento do tanque com a água, feche a válvula de descarga de ar.



CUIDADO

Não use água subterrânea para o enchimento inicial do tanque de membranas. Água subterrânea pode conter concentrações consideráveis de ferro, manganês, cálcio ou sílica. Compostos naturais destes elementos podem entupir os poros das membranas.



CUIDADO

Quando usar água limpa no tanque de MBR, não operar as membranas por tempo maior que o necessário para purgar o ar do sistema. Um longo tempo de filtração de água limpa tende a gerar obstruções.



CUIDADO

Após molhar as membranas, mantenha-as molhada. Se a membrana molhada secar novamente, sua permeabilidade pode ser reduzida permanentemente.



CUIDADO

Ao alimentar o lodo, tenha certeza de que o lodo passou pela peneira para remover substâncias estranhas. É recomendado que a abertura da peneira seja de 3 mm ou menos.



CUIDADO

Tenha certeza de que está sendo fornecido ar suficiente para as membranas antes de iniciar a operação no modo filtração. Não fazer isso resultará no entupimento das membranas.



CUIDADO

Não coloque produtos químicos, agentes tóxicos, óleos ou outras substâncias no tanque de MBR, que possam afetar as condições do lodo ativado.



CUIDADO

Quando estiver operando no modo filtração, evite alterações súbitas nas condições operacionais, principalmente no pH, temperatura e pressão de sucção, mesmo dentro da faixa de condições operacionais padrão.



CUIDADO

Quando for óbvio que uma peça do módulo está desgastada e o potencial de falha for alto, substitua imediatamente essa peça por peças de reposição aprovadas.



CUIDADO

Nunca exponha a "Série NHP210" a congelamento, a qualquer momento.



CUIDADO

Quando remover um módulo da "Série NHP210" do lodo ativado para inspeção ou manutenção, tome providências para que as membranas continuem molhadas. Se a membrana molhada secar novamente, sua permeabilidade pode ser reduzida consideravelmente.



CUIDADO

Interrompa o fluxo de ar de limpeza quando a operação de filtração for suspensa, exceto nas condições abaixo:

- 1) Não parar o ar de limpeza durante o período normal de relaxamento.
- 2) Não parar o ar de limpeza se o lodo ativado necessitar de ar para o processo metabólico normal. No entanto, sob essas condições a quantidade de ar direcionado ao difusor deve ser reduzida apenas à quantidade necessária para manter a viabilidade do lodo.



CUIDADO

Uma vez que a tubulação de filtração tenha sido removida ou desconectada de bocal ou do manifold de filtrado, ele deve ser repostado por uma peça de reposição aprovada pela Toray. Tubulações velhas de filtrado perdem sua elasticidade e a integridade dos selos podem ser comprometidas.



CUIDADO

Nunca utilize uma máquina pressurizada quando lavar os módulos de membranas, podendo causar delaminação irreversível nos módulos.

3. Limpeza Química do Elemento



ATENÇÃO

Os produtos químicos utilizados para realizar a limpeza química são prejudiciais à saúde. Ao manusear produtos químicos, utilize óculos de proteção, luvas e outros equipamentos de segurança. Leia antes a sua ficha de informações de segurança do produto químico (FISPQ).



ATENÇÃO

Caso os produtos químicos entrem em contato com a pele ou roupa, lave-a imediatamente a área de contato com água corrente.



ATENÇÃO

Caso os produtos químicos entrem em contato com os olhos, lave-os imediatamente com água corrente em abundância e dirija-se ao médico.



ATENÇÃO

Caso seja identificada alguma anormalidade no equipamento, interrompa imediatamente a limpeza química.



ATENÇÃO

Não injete produto químico diretamente utilizando a bomba de químicos. Excessiva pressão interna na membrana poderá danificá-las. Certifique-se de injetar produtos químicos com pressão inferior a 10 kPa (100 mbar).



ATENÇÃO

Antes de injetar produtos químicos nos elementos, confirme que o nível líquido do tanque de membrana está 500 mm mais alto do que a parte superior do módulo.



ATENÇÃO

Armazene os produtos químicos em um local escuro e frio, protegido de exposição direta a luz do sol.



ATENÇÃO

Utilize um tanque ou recipiente quimicamente compatível para armazenar os produtos químicos, compatível para evitar corrosão.



ATENÇÃO

Nunca misture hipoclorito de sódio com metais pesados ou ácidos. O resultado da reação química entre eles gera gás cloro que é tóxico.



CUIDADO

Interrompa o ar de limpeza durante a limpeza química para evitar vazamento de produto químico.

III. ESPECIFICAÇÕES E DESEMPENHO DA “SÉRIE NHP210”

1. Especificações do Elemento

A Tabela III-1 e a Fig. III-1 apresentam as especificações e as dimensões físicas do elemento da Série NHP210.

Tabela III-1 Especificações do Elemento (TSP-50080)

Modelo	TSP-50080	
Configuração da membrana	Placa plana	
Aplicação	Filtração de lodo ativado	
Método de filtração	Por sucção	
Diâmetro nominal do poro (µm)	0,08	
Área efetiva da membrana (m ²)	0,7	
Dimensões (mm)	Largura total	480
	Altura total	800
	Espessura	1,8
Peso (kg)	Seco	0,25
	Úmido (Referência)	0,5
Material principal	Membrana	PVDF e fibra não-tecido PET
	Bocal	PE

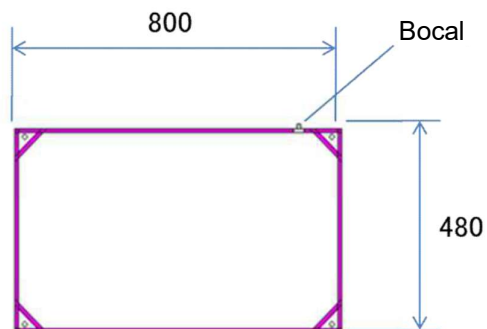


Fig.III-1 Aparência do Elemento (mm)

2. Especificações do Tubo de Permeado

A tabela III-2 e Fig. III-2 exibem as especificações e aparência do tubo.

Tabela III-2 Especificações do Tubo de Permeado

Material	Poliéter-poliuretano termoplástico (tubo) Polipropileno (conector)
Diâmetro interno do tubo (mm)	8
Diâmetro externo do tubo (mm)	10
Dimensões (mm)	Aprox. 125 x 155

Fig.III-2 Aparência do conjunto de tubos

* Dois elementos são conectados em um único bico coletor através de tubos e conectores.



Conector

3. Especificações e Desempenho do Módulo “Série NHP210”

A tabela III-3 mostra as especificações do módulo e cassete da “Série NHP210”.

Tabela III-3 Especificações do Cassete e Módulo

Modelo		ECS035 (Cassete)	NHP210-300S (Módulo padrão)	NHP210-600D (Módulo duplo)	
Quantidade de elementos		50	300	600	
Estrutura do cassete		-	3 cassetes x 2 andares	3 cassetes x 4 andares	
Dimensão Total (mm) ^{*1}	Largura	485	770	770	
	Comprimento	440	1.635	1.635	
	Altura	820	2.175	3.845	
Dimensões excluindo tubulação de filtrado e tubulação de difusor ar (mm) [*]	Largura	-	565	565	
	Comprimento	-	1.460	1.460	
	Altura	-	2.090	3.760	
Peso (kg)	Módulo (seco)	N/A	235	430	
	Bloco de aeração (seco)	N/A	40	40	
	Cassete/Bloco de elementos (seco)	17	195	390	
	Cassete/Bloco de elementos (entupimento de lodo) ^{*1}	145	970	1.940	
Material	Estrutura	-	304 SS (316 SS disponível como opcional)		
	Coletor de água permeada	Polipropileno			
	Difusor de ar,	-	Polipropileno (SS disponível como opcional)		
Conexões	Coletor	ANSI 1 1/2 pol. Flangeada usando porcas/parafusos M12 Uma flange por cada deck (300S: 2 peças por módulo, 600D: 4 peças por módulo)			
	Difusor de ar	-	Flange ANSI 1 1/2 pol. Usando porcas/parafusos M12 Duas flanges por bloco de aeração		
Faixa de operação	Temperatura	5 a 40°C			
	pH ² do líquido	5-10			
	MLSS	Não superior a 18.000 mg/L			
	Pressão transmembrana	Não superior a 20 kPa (200 mbar)			
	Pressão de alimentação de limpezas químicas	Não superior a 10 kPa (100 mbar)			
	Produtos químicos e concentrações	Hipoclorito de sódio (concentração efetiva de cloro)			
			:	2.000-6.000 mg/L (10<pH<12)	
Ácido oxálico		:	0,5-1,0%wt		
	Ácido cítrico	:	1,0-3,0%wt		
	Vazão do Ar de Limpeza ^{*4} (NL/min/Módulo)	- ^{*5}	1.000 – 2.000	1.300 – 2.000	
	Vazão do Ar de Limpeza ^{*4} (ft ³ /min/Módulo)	- ^{*5}	35 – 71	46 – 71	

*1 Peso presumido em caso de entupimento de lodo entre os elementos.

- *2 Exceto durante limpeza química com os produtos químicos designados.
- *3 Para condições de operação padrão, por favor, verificar Tabela VII-1.
- *4 Volume de ar em condições de 0°C e 101,325 kPa (1 atm).
- *5 A operação do MBR somente por cassetes não é válida.

As tabelas III-4 e III-5 mostram o desempenho do módulo “Série NHP210”.

Tabela III-4 Qualidade da água filtrada

Modelo		Todos
Qualidade da água permeada*1	SST (mg/L) *2	No máximo 3,0
	Turbidez (NTU) *3	No máximo 1,0

*1 Este valor pode ser obtido quando operado sob as condições de operação padrão, conforme especificado neste Manual de Instruções, durante um período especificado separadamente pela Toray.

*2 O método de medição de SST está em conformidade com o Standard Methods of Examination of Water and Wastewater 20a Edição (1998), Seção 2540D, Sólidos Suspensos Totais Secos a 103-105°C ou ISO 11923.

*3 O método de medição de NTU está em conformidade com o Standard Methods of Examination of Water and Wastewater 20a Edição (1998), Seção 2130, Turbidez ou ISO 7027.

Tabela III-5 Capacidade de vazão (valor de referência)

Modelo		NHP210-300S	NHP210-600D
Fluxo de Filtração *4 (m ³ /d)	Esgoto	20 – 150	40 – 300
	Efluentes industriais	20 – 100	40 – 200

*4 Este é apenas um valor de referência e não um valor de garantia daToray. A capacidade de vazão de filtração varia de acordo com a instalação, do tipo de efluente, do dimensionamento de processo e condição de operação. No caso de aplicação de efluentes industriais, é altamente recomendável realizar um teste piloto antes do dimensionamento do tanque de membrana.

IV. PROCESSO DE FILTRAÇÃO POR MEMBRANA “SÉRIE NHP210”

Esta seção abordará os seguintes temas para a Toray “Série NHP210”: sequência de operação/tempo padrão, esquemas de tubulações e fluxos, e layout do(s) módulo(s) no tanque de membranas.

1. Tempo Padrão do Ciclo

Geralmente, é recomendada a filtração intermitente (filtração com relaxamento). **O modo mais comum de operação da filtração é nove (9) minutos de filtração seguido por um (1) minuto de filtração suspensa (relaxamento das membranas) com ar de limpeza contínuo**, conforme mostrado na Fig.IV-1. Este período de relaxamento, sem filtração, permite que a limpeza contínua do ar seja mais eficiente na remoção de sólidos que podem acumular na superfície da membrana. É recomendado a filtração intermitente seguido de períodos de relaxamento para sistemas de filtração por membranas estáveis e eficientes.

O fluxo de ar de limpeza deve ser interrompido quando o processo de filtração parar, exceto nas condições abaixo:

- 1) Durante períodos normais de relaxamento das membranas.
- 2) Caso a operação da planta seja interrompida a menos que a aeração seja necessária para agitação ou demanda de aeração no biológico. Para este último, a vazão de ar deve ser reduzida à vazão mínima necessária para prevenir danos nas membranas.

* Durante o período de baixa carga, basicamente todos os módulos devem operar na vazão mínima, considerando manter viável os lodos ativados. Caso a operação de algum ou todos os módulos seja desligada, o ar de limpeza para estes módulos deve ser suspenso ou aplicado intermitentemente seguindo a descrição abaixo. Para desligar o sistema por longos períodos, favor verificar o Capítulo 8 “Armazenamento de Produtos após Uso”.

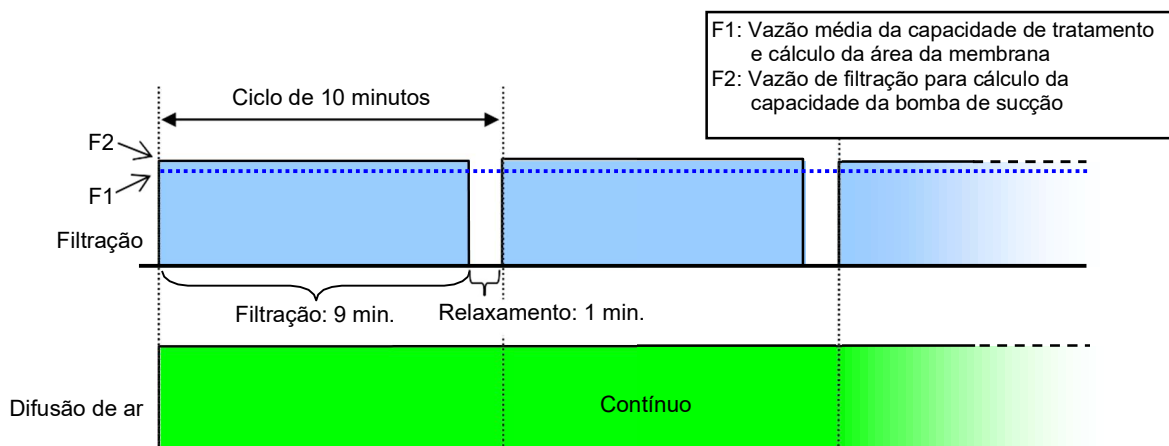


Fig.IV-1 Tempo Recomendado para Filtração Intermitente

2. Fluxograma da Filtração por Membrana

Dois (2) fluxogramas esquemáticos do processo de filtração por membrana são mostrados abaixo. Um é para a filtração por gravidade (quando as condições locais permitem) e outro usando bomba de sucção. Também, são retratados os principais dispositivos periféricos necessários para o processo de filtração por membrana.

Para evitar o entupimento das membranas, todo efluente do lodo ativado deve passar por uma peneira fina com abertura de 3,0 mm ou menos antes de entrar no tanque de membranas. A falta da peneira pode resultar em entupimento de grandes sólidos ou causar dano físico na superfície das membranas.

Com objetivo de equalizar a carga de DBO e a capacidade de filtração é recomendado a instalação de um tanque de equalização para ajudar a estabilizar a operação do tratamento biológico e do processo de filtração por membrana.

(1) Configuração de filtração por gravidade

O processo de filtração pode ser realizado usando a diferença de elevação entre o nível do líquido do tanque de membrana e o nível de saída do filtrado (ver Fig. IV-2).

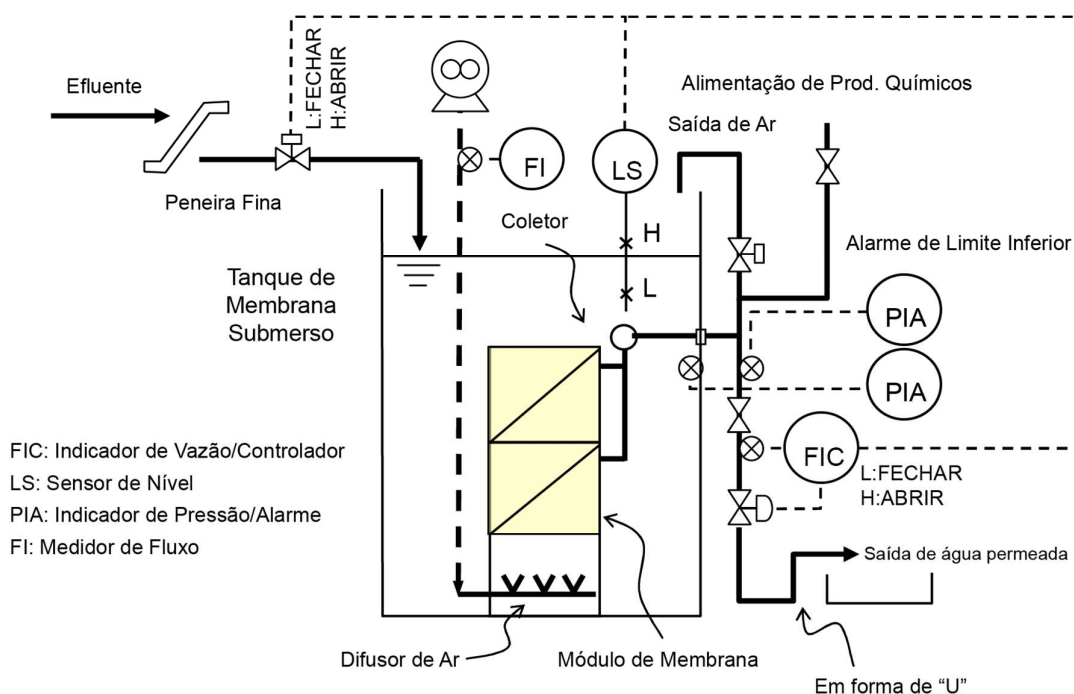


Fig. IV-2 Fluxograma Esquemático da Filtração por Gravidade

Com o propósito de obter pressão de sucção suficiente para o processo de filtração, considerar a perda de atrito de todas as tubulações e válvulas. Além disso, a saída de água filtrada deve estar localizada ao menos 3 m abaixo da superfície do nível de água do tanque de membranas.

Recomenda-se que a tubulação de água filtrada para a saída de permeado entre diretamente na parede do tanque, conforme mostrado na Fig.IV-2. Além disso, se a saída de água filtrada for uma descarga ao ar livre, recomenda-se alterar a forma do tubo de saída para uma forma em U para que a tubulação esteja sempre cheia com água.

A vazão de água filtrada é controlada por uma válvula de controle automático (válvula de controle de filtrado). Quando o nível do líquido do tanque de membrana atinge o nível mínimo de dimensionamento, a válvula de controle de filtrado fecha completamente para interromper a filtração. Quando o nível do líquido atinge o nível alto, a válvula automática de efluente bruto se fecha para impedir a entrada de efluente no tanque de membranas.

Na filtração por gravidade, pode haver acúmulo de ar na linha de água filtrada. Para prevenir a redução ou perda de sucção na linha de filtrado, o ar na linha de filtrado deve ser purgado para a atmosfera ao menos uma vez por dia. A purga de ar deve ser instalado na posição mais alta da linha de água permeada. A linha deve ser montada com uma válvula automática (a válvula de purga de ar) logo a montante do bocal da purga de ar (como mostrado na Fig.IV-2). O processo de filtração deve ser suspenso por alguns minutos enquanto purga o ar da linha de filtrado. Fechar a válvula de controle de filtrado e abrir a válvula de purga de ar. Após todo ar ser purgado, retornar a válvula de purga de ar para a posição fechada e abrir a válvula de controle de filtrado.

(2) Configuração de filtração por bomba de sucção

A Fig. IV-3 mostra a configuração da filtração utilizando bomba de sucção.

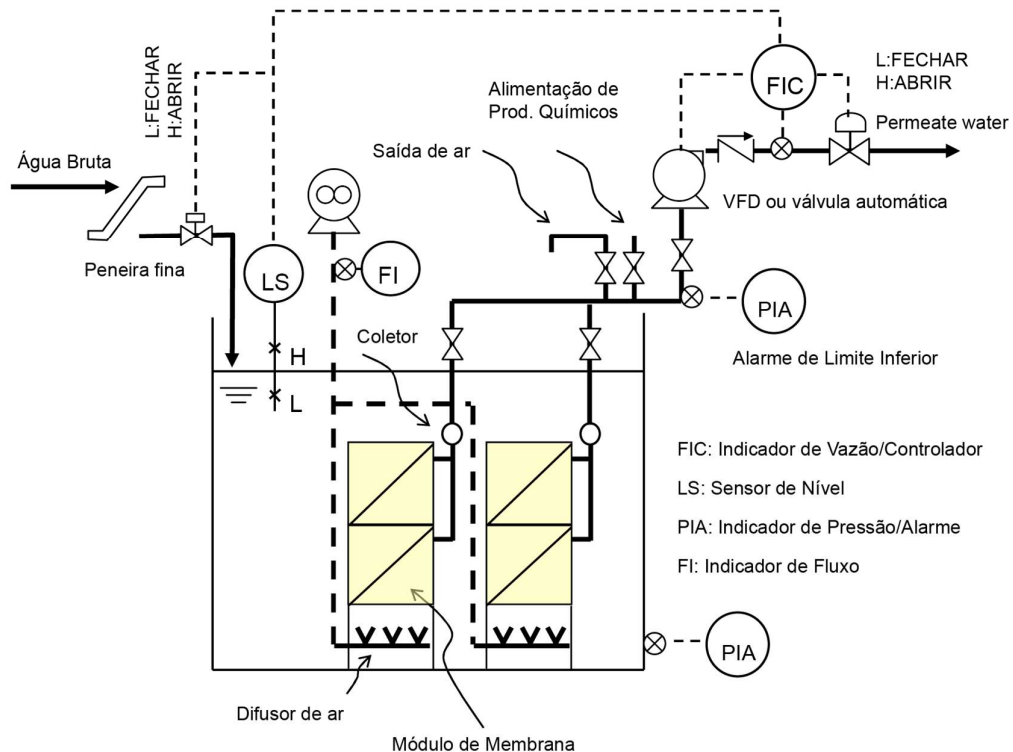


Fig.IV-3 Fluxograma Esquemático da Filtração por Bomba de Sucção

Quando incorporado uma bomba de sucção para facilitar que a água permeie através da membrana, a vazão de água filtrada deve ser controlada utilizando um medidor de vazão com sinais de saída de controle e uma bomba de sucção com VFD ou válvula de controle automática. Caso a água atinja o nível mínimo no tanque de membranas, a filtração deve ser interrompida. Assim como na filtração por gravidade, se a água atingir o nível alto no tanque de membranas, o controlador de nível alto irá fechar a válvula controladora de entrada de efluente bruto.

Como o líquido no tanque contém uma concentração significativa de ar dissolvido, parte deste ar poderá se acumular na linha da bomba de sucção de filtrado. Desta forma, pode ser necessário, periodicamente, purgar o ar acumulado na linha de filtrado e, neste contexto, recomenda-se instalar a bomba de sucção no ponto mais alto da linha de filtrado. Podem ser utilizados vários métodos para realizar tal remoção de ar: bomba de vácuo, ejetor ou injeção manual de água. Entre em contato com a TORAY ou consulte o manual de engenharia para obter mais informações.

(3) Dispositivos necessários para o processo de filtração por membrana estão listados abaixo. Em alguns casos, componentes adicionais podem ser necessários.

a. Peneira fina

O efluente de entrada do tanque de membranas deve passar por uma peneira com abertura de 3,0 mm ou menos. Caso contrário, poderá resultar no entupimento ou dano permanente nas membranas. Recomenda-se utilizar uma tela tipo malha. Deve-se evitar a ocorrência de transbordamento ou contaminação por resíduos no tanque de membranas submersas durante todo o tempo.

b. Dispositivo de controle de fluxo

Um controlador de vazão, um medidor de fluxo combinado com uma válvula de controle automático ou um medidor de fluxo combinado com um VFD da bomba de sucção devem ser instalados na linha de permeado para controlar a vazão de água permeada. Caso sejam operados vários módulos “Série NHP210” simultaneamente, recomenda-se instalar um controlador de vazão para cada trem.

c. Medição e cálculo da pressão diferencial (TMP)

Para a determinação da pressão transmembrana (TMP), a pressão diferencial (na linha de permeado e no nível da água) deve ser medida e calculada, instalando dois sensores de pressão e calculando a diferença através da leitura no PLC ou utilizando um medidor de pressão diferencial.

Quando usado dois sensores de pressão, um manômetro deve ser instalado na linha de água filtrada e o outro no tanque de membrana para monitorar a pressão transmembrana. Caso sejam operados vários módulos “Série NHP210” simultaneamente em um trem, recomenda-se instalar um medidor de pressão diferencial para cada trem.

[Exemplo]

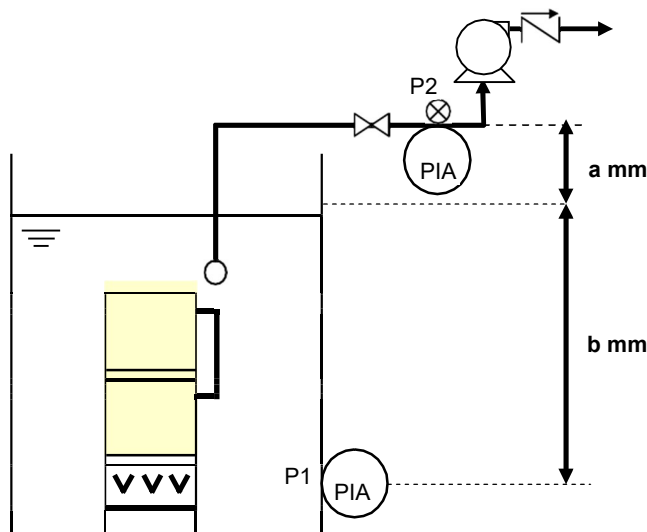


Fig.IV-4 Medição e Cálculo da Pressão Transmembrana

- a = 1.000 mm (= 10 kPa, 100 mbar), b = 3.000 mm (= 30 kPa, 300 mbar)
- Leituras PIA;

	Filtração (bomba LIGADA)	Relaxamento (bomba DESLIGADA)
P1 (kPa)	29	30
P2 (kPa)	-15	-10

Nesse caso, a TMP é calculada da seguinte forma:

$$TMP = (P1_{\text{Filtração}} - P1_{\text{Relaxamento}}) - (P2_{\text{Filtração}} - P2_{\text{Relaxamento}}) = (29) - (30) - [(-15) - (-10)] = 4 \text{ kPa}$$

**Caso não haja variação no nível de água, $P1_{\text{Filtração}}$ é igual a $P1_{\text{Relaxamento}}$. Portanto TMP é:*

$$TMP = P2_{\text{Relaxamento}} - P2_{\text{Filtração}} = -a - P2_{\text{Filtração}}$$

d. Unidade de fornecimento de ar (soprador)

Esta unidade fornece ar para os difusores de ar do módulo “Série NHP210”. A vazão de ar fornecida ao módulo deve estar sempre de acordo com a faixa de “Vazão de Ar de Limpeza” indicada na Tabela III-3.

e. Medidor de fluxo de ar

Recomenda-se instalar um medidor de fluxo de ar para verificar a vazão do ar de limpeza no módulo. Caso sejam operados vários módulos “Série NHP210” simultaneamente em um trem, aconselha-se instalar, no mínimo, um medidor de fluxo de ar para cada trem.

f. Bomba de sucção

Uma bomba de sucção é necessária no caso da configuração da bomba de sucção. Para alcançar a vazão de filtrado com precisão, a bomba de sucção deve ser instalada com controlador VFD. Recomenda-se utilizar uma bomba centrífuga ou volumétrica (bomba parafuso) com função autoescorvante.

g. Sensor de nível

É necessário instalar um sensor de nível no tanque de membrana para monitorar e controlar o nível de líquido do tanque de membrana e facilitar o cálculo da TMP via CLP.

h. Dispositivo de quebra na tubulação de filtrado tipo sifão

Quando usado a bomba de sucção pode ser necessário um meio de quebrar o sifão de água filtrada se o ponto de descarga de água permeada for mais baixo que o nível da água no tanque de membranas. Esta vazão sifão deve ser evitada e o fluxo de permeado deve parar sempre que a bomba parar.



CUIDADO

É necessário instalar uma peneira com abertura de 3,0 mm ou menor antes do tanque de membrana. Recomenda-se utilizar uma tela tipo malha. Evite a ocorrência de transbordamento ou contaminação por resíduos.

3. Layout dos Módulos “Série NHP210” no Tanque de Membrana

(1) Layout dos Módulos no Tanque de Membrana

A Fig.IV-5a mostra como o líquido circula no tanque de membrana. Um fluxo ascendente é gerado à medida que o ar é fornecido através dos difusores de ar localizados na parte inferior dos módulos de membrana. Este fluxo desce ao longo dos dois lados do bloco de elementos.

Essa circulação de vazão serve paraa limpar as superfícies da membrana e, ao mesmo tempo, misturar o efluente (lodos ativados). **É muito importante posicionar os módulos de membrana com distâncias adequadas entre cada módulo para obter a circulação do lodo eficaz, assim como não ter espaço excessivo em volta dos módulos, o que pode permitir a sedimentação do lodo (se necessário, deve-se instalar um sistema de agitação de lodo).**

As Fig.IV-5a e Fig.IV-5b mostram a vista lateral e a vista superior do tanque de membranas contendo três módulos. É necessário manter as dimensões de W1, W2, W3 e L1, conforme mencionado abaixo.

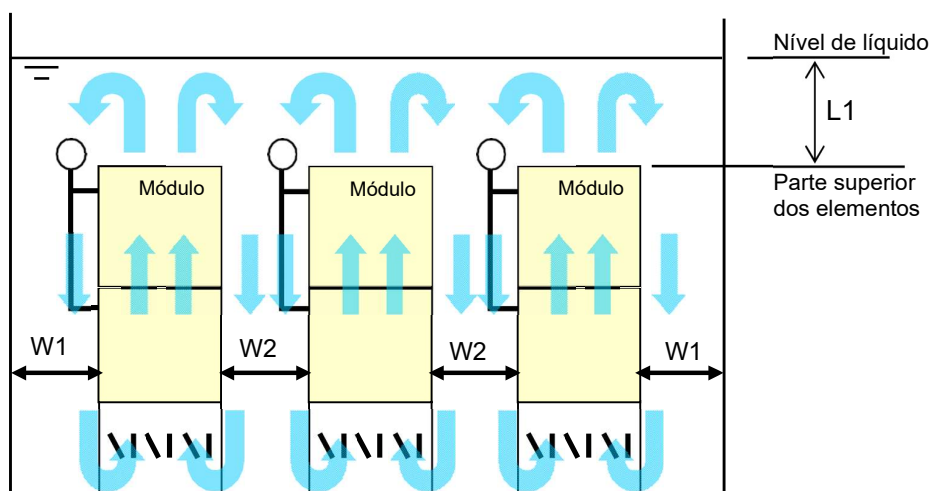


Fig.IV-5a Layout dos Módulos de Membrana no Tanque de Membrana (vista lateral)

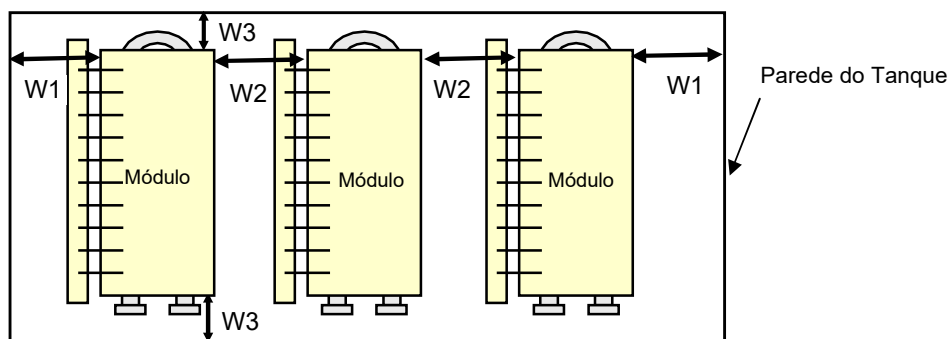


Fig.IV-5b Layout dos Módulos de Membrana no Tanque de Membrana (vista superior)

- (i) W1 : 380 a 680 mm
- (ii) W2 : 430 a 730 mm
- (iii) W3 : A medida de W3 deve ser a mais curta possível (normalmente cerca de 400 mm) dentro da faixa desde que permita instalar a tubulação e realizar manutenção.
- (iv) L1 : L1, a distância entre a parte superior do elemento e o nível do líquido do tanque, deve ser de 500 mm ou mais durante todo o tempo de operação.

- * **Consulte as “Dimensões” na Tabela III-3 para desenhar o layout e não “Dimensões Gerais”.**
- * Contate a Toray em caso do projeto de layout recomendado não for possível quando os módulos de membranas forem instalados no tanque de aeração existente.
- * Entre em contato conosco, caso o piso do tanque não esteja nivelado. Caso o piso do tanque existente não esteja nivelado, é recomendado instalar os módulos com suportes, conforme mostrado na Fig.IV-6.

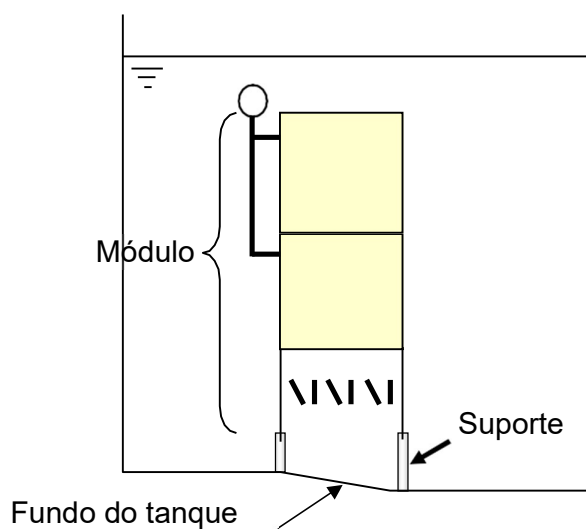


Fig.IV-6 Instalação com Suportes (vista lateral)

(2) Layout dos Módulos instalados com Outro Sistema de Aeração

No caso dos módulos de membrana serem instalados em um tanque com outro sistema de aeração para fornecimento de oxigênio ou em um tanque existente que já possui um sistema de aeração independente, atente-se para as seguintes precauções além das mencionadas na seção anterior.

Mantenha os módulos de membrana, no mínimo, duas vezes a medida W3 de distância de outros equipamentos de fornecimento de oxigênio, como mostrado na Fig.IV-7.

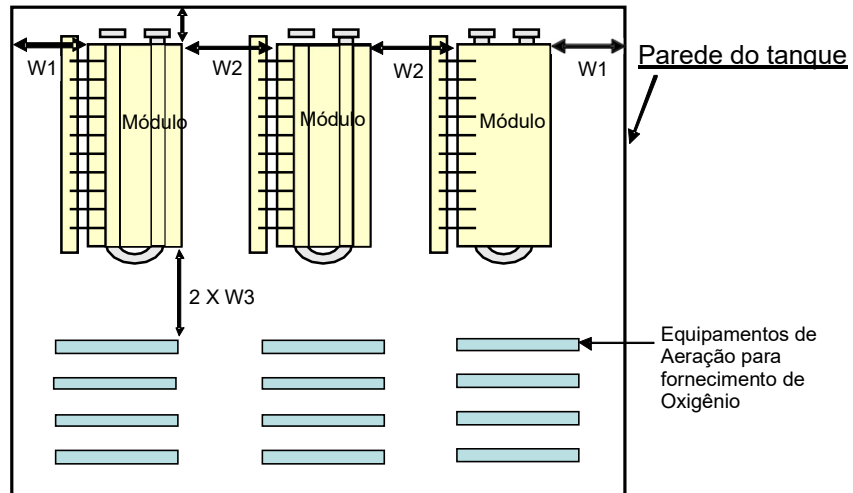


Fig.IV-7 Layout dos Módulos de Membrana no Tanque de Membrana com Outros Equipamentos de Aeração (vista superior)

Como alternativa, mantenha duas vezes a medida W1 referente a distância dos módulos e outros equipamentos de aeração, como mostra a Fig.IV-8.

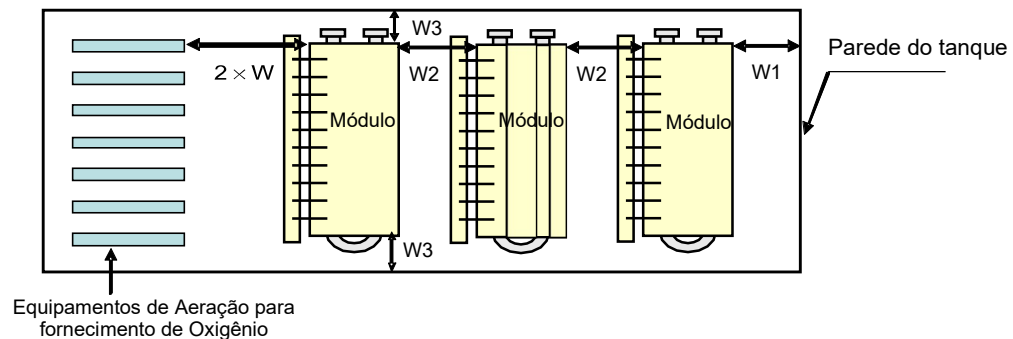


Fig.IV-8 Layout dos Módulos de Membrana no Tanque de Membrana com Outros Equipamentos de Aeração (vista superior)

4. Tubulação

Os procedimentos referentes aos arranjos de tubulações dos difusores de ar e do manifold de água filtrada são descritos nesta seção. As conexões do difusor de ar e do manifold de água permeada são mostradas nos desenhos dos módulos anexos a este manual.

(1) Disposição de Tubulação dos difusores de ar

A tubulação do dispositivo de fornecimento de ar (soprador) é conectado aos difusores de ar através de duas flanges (A) (ver Fig.IV-9). Ao utilizar difusores de polipropileno, recomenda-se usar tubulações de plástico resistente ao calor e/ou tubulações/juntas flexíveis para facilitar a conexão com a flange sem aplicação de força no difusor de ar. Recomenda-se instalar na linha de ar a flange (B) acima do nível do líquido visando desconectá-la caso seja necessário içar os módulos.

Para facilitar a limpeza dos difusores de ar, instale tubos de derivação e válvulas conforme Fig. IV-9. Recomenda-se que estas válvulas estejam localizadas a menos de 500 mm acima do nível d'água. Também é altamente recomendável que estas válvulas sejam automáticas associadas ao circuito de controle do CLP no sistema automático de limpeza. Consulte o item VIII-2 para verificar o procedimento de limpeza dos difusores de ar.

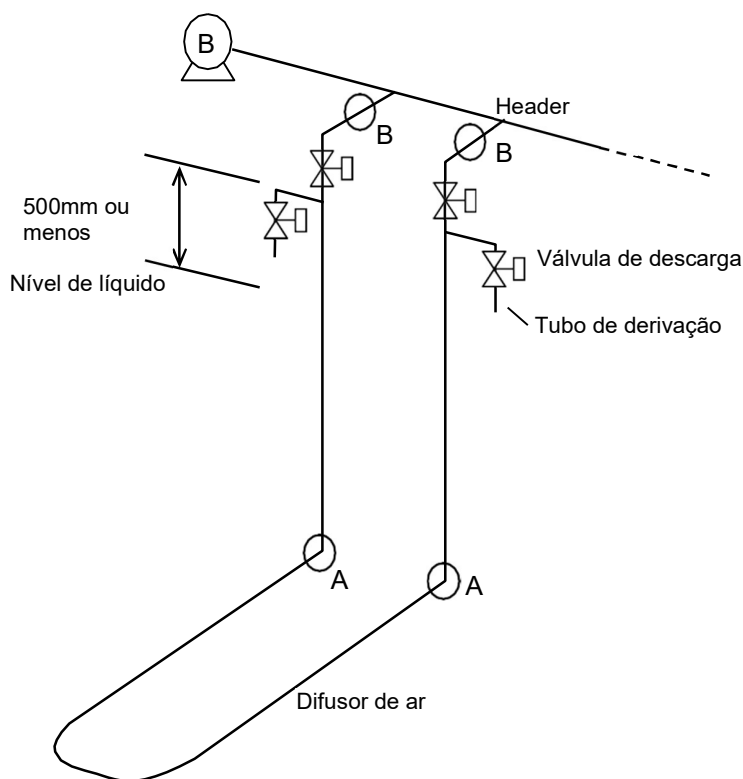


Fig.IV-9 Exemplo de Tubulação para Difusor de Ar



Ao utilizar o difusor de polipropileno, considere o material da tubulação e regule a carga para os pontos de conexão dos flanges em menos de 20 kg por flange, para evitar distorção, vazamento ou rompimento do difusor de ar plástico. Se a carga exceder os limites acima, coloque alguns suportes na tubulação para reduzi-la.

(2) Tubulação para manifold

As Fig.IV-10 e Fig.IV-11 mostram dois exemplos de como direcionar a tubulação de água permeada do Tanque de Membrana. A Fig.IV-10 mostra a tubulação para baixo e a Fig.IV-11 exibe a tubulação para cima.

A tubulação para baixo é indicada quando há sucção suficiente através do sifão (quando o descarte de filtrado é mais baixo que o nível do tanque). A tubulação para cima é para sistemas em que uma bomba de sucção é necessária (quando a bomba está situada acima do tanque de membranas).

Em ambas opções de tubulações, a válvula de injeção de químicos e a válvula de descarga de ar devem ser instaladas em uma tubulação de derivação da linha entre a tubulação de água filtrada até a válvula de controle de água filtrada. Estes dispositivos são necessários para a limpeza química e estão descritos nas seções VIII-3 a VIII-6.

É aconselhável preparar e unir o “tubo de elevação” para conectar dois manifolds de filtrado de um bloco de elementos para facilitar o manuseio (fora de escopo de fornecimento da Toray). Fig. IV-12 mostra um exemplo da tubulação de subida.

Também é recomendável confirmar se o diâmetro da tubulação de filtrado está adequado para a velocidade máxima do fluido assumida, especialmente depois de agregar a vazão do filtrado de muitos manifolds, como os vindos das tubulações principais.

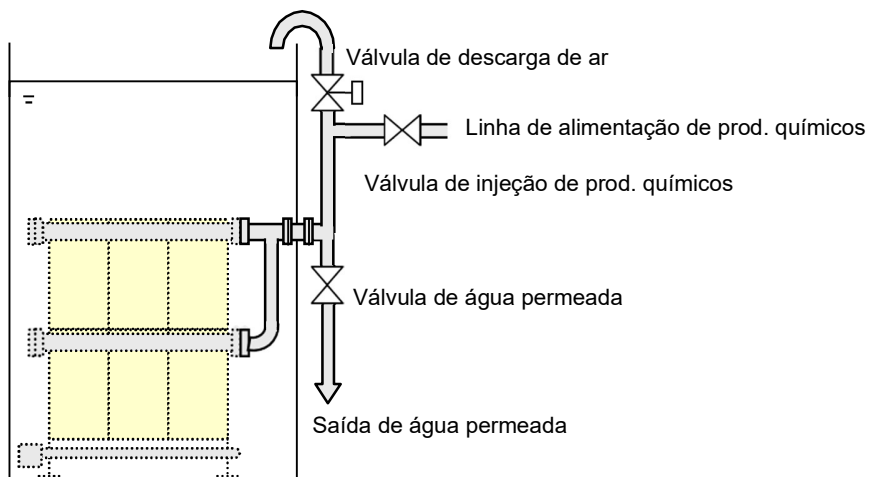


Fig.IV-10 Tubulação para Baixo do Tanque de Membrana

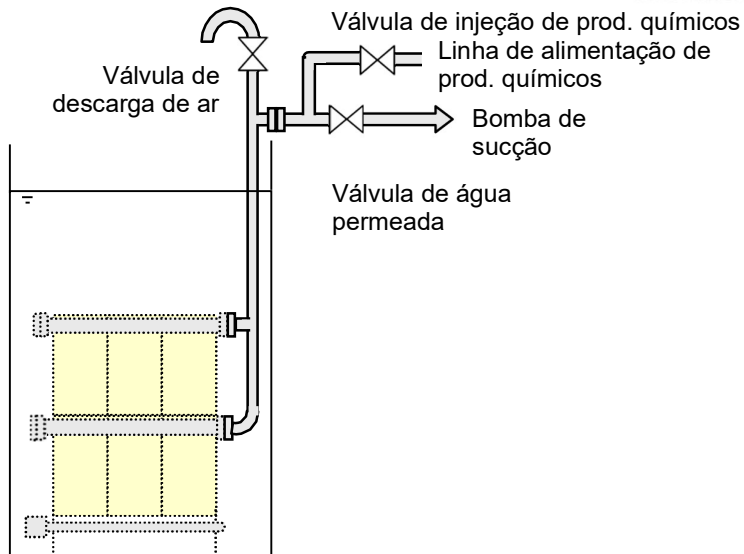


Fig.IV-11 Tubulação para Cima do Tanque de Membrana

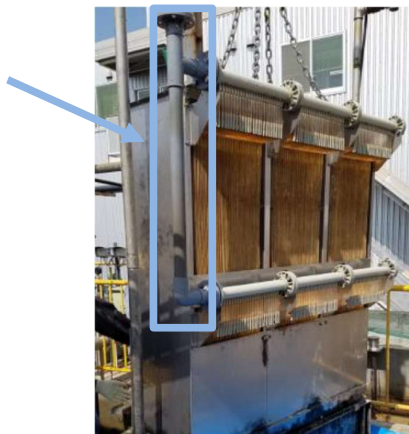


Fig.IV-12 Tubulação para Elevação (exemplo)



CUIDADO

Ao utilizar o difusor de polipropileno, considere o material da tubulação e regule a carga para os pontos de conexão dos flanges em menos de 20 kg por flange, para evitar distorção, vazamento ou rompimento do difusor de ar plástico. Se a carga exceder os limites acima, coloque alguns suportes na tubulação para reduzi-la.



CUIDADO

Certifique-se de confirmar que o diâmetro da tubulação de filtrado está adequada para a velocidade máxima do fluído assumida em cada ponto, especialmente após agregar fluído filtrado de muitos manifolds, como por exemplo de headers.

(3) Número máximo de Módulos em um Header único

O número máximo de 30 módulos por Header de permeado com subgrupos de, no máximo, 10 módulos para aeração (limpeza dos difusores) e limpezas químicas é possível de projetar.

V. INSTALAÇÃO DA “SÉRIE NHP210”

1. Preparativos

- (1) Verifique se o plano de transporte da “Série NHP210” até o tanque de membranas inclui uma rota adequada. A rota deve incluir uma área de recebimento para a “Série NHP210” até a instalação final no local.
- (2) Providencie todos os equipamentos necessários, em planta, para descarregar a “Série NHP210” do caminhão, incluindo uma empilhadeira ou palete, etc.
- (3) **Antes instalar, verifique se todos os componentes e tubulações necessários estão instalados dentro do tanque de membranas. Tenha certeza de que todos os resíduos de construção foram removidos do tanque.** Todas as sobras de materiais devem ser removidos do tanque antes da instalação da “Série NHP210”. **Além disso, é importante testar todas as linhas de água e ar para confirmar que não há vazamentos.**

2. Descarregamento/Içamento do Produto

Descarregue a “Série NHP210” utilizando equipamentos adequados tais como empilhadeira, guindaste, etc.

Inspecione o módulo da “Série NHP210” para garantir que não houveram danos causados durante o transporte.

- (1) Você receberá duas embalagens com o módulo “Série NHP210”. Um é o bloco do elemento completo com o número de elementos de membranas prescrito e a outra caixa contém o bloco de aeração.
- (2) Não erga as embalagens por cima da cabeça. Sempre erga as embalagens por baixo utilizando uma empilhadeira para transportar a caixa.
- (3) Não fique de pé ou sente sobre a caixa a fim de evitar danos.
- (4) Um cassete pode ser manuseado apenas antes de iniciar a operação. Se diversos cassetes estiverem instalados em uma estrutura de bloco de elementos, não o movimente com as mãos e utilize equipamentos adequados como uma empilhadeira.
- (5) Ao erguer a “Série NHP210” (ou içar separadamente o bloco de elementos/bloco de aeração) após desembalá-lo, use os suportes de elevação no módulo para conectar ao dispositivo de içamento. Tome as precauções para manter os componentes da “Série NHP210” na posição correta.
- (6) **Tome cuidado para não danificar os bicos dos elementos, difusores de ar, coletores de permeado ou outros componentes ao içar.**
- (7) Empregar as boas práticas de segurança ao descarregar os componentes da “Série NHP210”.



Quando içar a “Série NHP210”, prenda correntes ou lingas nas alças de elevação. Levante levemente o módulo para cima. Evite movimentos bruscos para evitar que o módulo balance. Nunca permita pessoas abaixo da “Série NHP210” durante içamento.



Utilize correntes ou lingas adequadas ao peso do equipamento. Cheque as condições de cada parte antes de içar. Nunca erga ou opere o módulo com peças desgastadas ou danificadas.



Antes de içar, certifique-se de colocar há um local livre de obstáculos para abaixar os módulos. Isto irá diminuir o potencial de causar danos no módulo. Caso contrário, ele pode tombar e acabar danificado.



Não aplique força nos difusores / manifold de polipropileno quando movimentar o módulo. Do contrário, o difusor de ar / manifold pode ser danificado.

3. Verificação do Produto

Na chegada da “Serie NHP210”, imediatamente cheque os itens abaixo:

- (1) Tenha certeza de que todos os itens foram entregues conforme indicado na nota da remessa.
- (2) Verificar se não ocorreu nenhum dano durante o transporte.
- (3) Verificar se as tampas protetoras permanecem na posição correta.
- (4) Verificar se todos os tubos de filtrado estão conectados corretamente nos elementos e manifolds.

4. Armazenamento do Produto

Armazene a “Série NHP210” em ambientes fechados, com temperatura abaixo de 40°C. Se a “Série NHP210” não pode ser armazenado em local fechado por não ser uma situação predominante no canteiro de obras, tente minimizar o tempo que ele fica exposto em locais desabrigados. Assim que possível, mova a “Série NHP210” para uma área protegida a fim de evitar danos acidentais. Sempre cumpra com todas as condições de armazenamento recomendadas.

Durante todo o processo de transporte e instalação da “Série NHP210”, projete os elementos do módulo e outros componentes contra danos. Especificamente, proteja-os de faíscas geradas por soldagem, corte por fusão ou esmerilhamento. Se qualquer uma destas atividades estão em andamento, certifique-se de proteger os elementos utilizando chapas antichamas ou outras medidas de proteção.

- (1) Mantenha o módulo na posição vertical durante todo o tempo e não coloque objetos pesados sobre o módulo.
- (2) Manter a temperatura abaixo de 40°C.
- (3) Evitar o congelamento do equipamento.

- (4) Evitar molhar o equipamento. Evitar condições onde a condensação pode ocorrer nos elementos do módulo.
- (5) Não mergulhe em água até o momento em que a “Série NHP210” esteja pronta para a instalação final.
- (6) Evitar exposição direta a luz do sol.
- (7) Proteja contra queda de objetos. Novamente, evite a exposição a faíscas de esmerilhamento ou soldagem.



CUIDADO

Não deixe a “Série NHP210” por muito tempo em locais com temperatura superior a 40°C ou diretamente exposta ao sol. Sobretudo o difusor de ar de polipropileno pode se deteriorar com quando exposto diretamente ao sol e raios ultravioletas.



CUIDADO

Proteja a “Série NHP210” de congelamento.



CUIDADO

Tome medidas adequadas para proteger a “Série NHP210” contra faíscas geradas por soldagem, corte por fusão ou esmerilhamento.



CUIDADO

Proteja o elemento de quaisquer danos. Não coloque objetos pesados sobre o módulo. Proteja-o do impacto com outros objetos.



CUIDADO

Tenha cuidado para não danificar as partes de borracha dos difusores de ar e dos suportes de fixação dos elementos

5. Instalação do Produto

Verifique os itens abaixo antes da instalação do módulo:

- (1) Tenha certeza de que todas as atividades do tanque de membranas foram concluídos.
- (2) Tenha certeza de que o tanque e as tubulações foram completamente limpos e estão livres de detritos.
- (3) Confirme que não há vazamento em nenhuma parte do tanque e nas linhas de ar e água.
- (4) Usando água limpa no tanque, verifique o funcionamento dos principais equipamentos como: bombas, sopradores, sensores e sistema de controle.

Verifique se a instalação está de acordo com os desenhos de montagem anexos ao final deste manual para verificar que as ligações da “Série NHP210”. Consulte as informações no Anexo caso pretenda instalar o módulo sem ancorar o módulo no fundo do tanque (ex: utilizando trilhos guia).

- (1) Instalação dos Blocos de Aeração (no fundo do tanque de membrana utilizando parafusos de ancoragem)

Primeiro, instale os blocos de aeração no tanque de membrana utilizando parafusos de ancoragem. Se forem instalados diversos blocos de aeração, registre o número de série de cada bloco e sua posição dentro do tanque.

Os difusores de ar devem ser instalados na posição horizontal, visando obter aeração de limpeza uniforme. O erro de nivelamento máximo permitido para os difusores de ar é de 3/1.000 na superfície superior do bloco de aeração em ambos os sentidos, lateral e longitudinal.

(2) Instalação de Tubos nos Difusores de Ar

Antes de instalar tubos nos difusores de ar, limpe todos os tubos. O difusor de ar deve ser conectado ao tubo vindo da unidade de fornecimento de ar utilizando flanges. Ao utilizar o difusor de polipropileno, considere o material da tubulação e regule a carga para os pontos de conexão dos flanges em menos de 20 kg por flange, para evitar distorção, vazamento ou rompimento dos difusores plásticos de ar. Se a carga exceder os limites acima, coloque alguns suportes na tubulação para reduzi-la.

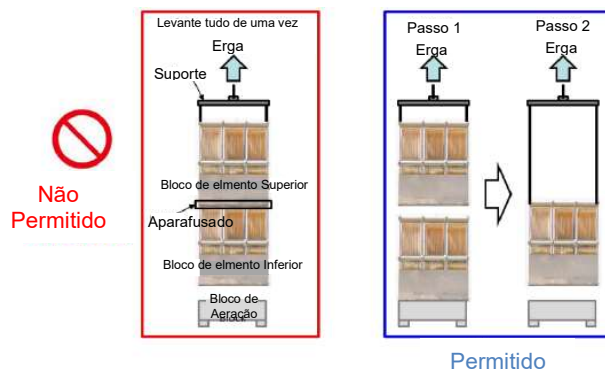
Um difusor de ar é enviado de fábrica com duas juntas de borracha. Conecte o difusor de ar à linha de ar utilizando as duas juntas de borracha, com um torque de 20 Nm.

Após instalar os tubos nos difusores de ar, abasteça o tanque de membrana com água limpa até que os blocos de aeração estejam completamente submersos na água. Em seguida, forneça ar aos difusores, verifique se o ar está sendo fornecido de forma uniforme para cada bloco de aeração.

(3) Instalação dos Blocos de Elementos

Coloque os blocos de elementos acima dos blocos de aeração. Una-os utilizando os parafusos fornecidos.

Quando instalar o módulo duplo NHP210-600D, use os trilhos guia corretamente e não instale os blocos de elementos superiores e inferiores. Também, não instale o bloco de elementos superior e inferior juntos. O bloco de elementos superior/inferior deve ser instalado um por um para evitar distorção ou dano no bloco do elemento que pode causar acidentes graves.



O número de série de cada bloco de aeração e sua respectiva posição no tanque deve ser registrada. Após a instalação, **tome medidas adequadas para proteger os elementos e outros componentes contra danos cobrindo-os com lonas à prova de fogo.**

(4) Instalação de Tubos no Coletor de Água Permeada

Antes de fazer qualquer conexão nos tubos coletores de filtrado, a linha de água deve ser enxaguada para remover qualquer resíduo de construção e evitado pressurizar o lado do permeado da “Série NHP210” acima de 10 kPa.

O coletor é fornecido de fábrica com um flange cego em apenas uma das extremidades. Conecte o coletor à linha de água permeada no flange de saída aberta do coletor de permeado e confirme apertando o flange cego pois pode ter se soltado durante o transporte. Caso seja necessário, o cliente deve obter e utilizar um flange compatível entre a conexão da linha de filtrado com o coletor de filtrado fornecido. No caso de coletor em polipropileno, conecte o coletor à linha de água filtrada usando juntas de borracha com um torque de 20 Nm.

Não aplique pressão no lado de permeado do elemento ou ele pode acabar danificado.



PERIGO

Quando levantar a “Série NHP210” ou partes dela, prenda correntes ou lingas no equipamento e levante-o devagar e de uma vez. Evite mover o módulo de um lado para o outro durante o içamento. Nunca permita que pessoas fiquem abaixo do módulo durante o processo de içamento.



PERIGO

Utilize correntes ou lingas com capacidade de carga suficiente para içar o peso da “Série NHP210” ou qualquer de seus componentes.



PERIGO

Quando instalar o módulo da “Série NHP210”, tome providências antecipadamente para acessar a parte superior do módulo de membrana através de andaime ou escada. Nunca suba no módulo. Nunca pise no difusor de ar. Use equipamento de proteção para garantir a segurança dos trabalhadores. quando for realizar a instalação. Utilize equipamento de proteção para garantir a segurança.



PERIGO

Quando instalar o módulo duplo, não erga o bloco de elemento superior e o bloco de elemento inferior ao mesmo tempo. Desconecte o bloco superior do bloco inferior antes de içar o bloco de elemento superior/inferior.



CUIDADO

Use os equipamentos de proteção adequados (por ex., luvas de trabalho), para não cortar as mãos nas extremidades da estrutura do módulo.



CUIDADO

Conecte os flanges do difusor de ar à tubulação com torque de aperto de 20 Nm, pra evitar distorção, vazamento ou rompimento do difusor de ar plástico.



CUIDADO

Considerar o material da tubulação e regular a carga para os pontos de conexão dos flanges em menos de 20 kg por flange, para evitar distorção, vazamento ou rompimento do difusor de ar plástico. Se a carga exceder os limites acima, coloque alguns suportes na tubulação para reduzi-la.



CUIDADO

Não aplique pressão no lado de permeado da “Série NHP210” acima de 10 kPa.

VI. INÍCIO DA OPERAÇÃO

1. Operação Utilizando Água Limpa

- (1) Verificar os seguintes itens antes de operar o(s) módulo(s):
 - a. Verifique se o tubo de difusão de ar e os tubos de água permeada estão conectados corretamente aos módulo(s).
 - b. Verifique se o bloco de elementos está instalado corretamente no bloco de aeração.
 - c. Remova todos os materiais de proteção que cobrem o tanque de membranas. Verifique se o tanque de membrana está completamente livre de poeira e detritos. A presença de sujeira e poeira pode danificar o módulo.
 - d. **Abra a válvula de descarga de ar na linha de filtrado para liberar o ar do lado do filtrado do elemento antes de introduzir água limpa no tanque de membrana.**
 - e. Coloque água limpa (água corrente ou filtrada) no tanque de membrana. Encha o tanque acima do nível líquido recomendado de operação.
 - f. Feche a válvula de descarga de ar localizado na linha de filtrado, após encher o tanque de membranas.



CUIDADO

Abra a válvula de descarga de ar antes de fornecer água limpa ao tanque de membrana. Feche a válvula de descarga de ar após fornecer a água.



CUIDADO

Não utilize água subterrânea natural para realizar a operação de água limpa, pois ela pode conter uma grande quantidade de ferro, manganês, cálcio e sílica, que pode ocasionar o entupimento do poro da membrana.

- (2) Operação com água limpa

Após o fornecimento de água limpa para o tanque de membrana, siga os procedimentos recomendados abaixo antes de iniciar a operação com água limpa:

- a. Ligue o soprador para fornecer ar aos difusores de ar. Verifique se a quantidade requerida de ar está sendo fornecido aos difusores de ar e se o ar está sendo distribuído de forma uniforme em cada módulo.
 - * Pode ocorrer a formação de espuma branca no tanque de membrana durante a operação com água limpa. A espuma é causada pela lixiviação de resíduos de componentes hidrofílicos biodegradáveis presentes na membrana. A espuma é normal e não afeta o processo de filtração por membrana mas **se você quiser remove-la, não utilize anti-espumante a base de silicone que pode causar entupimento nos poros das membranas.**
- b. Ao utilizar apenas um soprador para fornecer ar para vários módulos, verifique se está sendo fornecido a quantidade de ar requerido para cada módulo. Caso contrário, pode ser necessário modificar o diâmetro interno da tubulação de ar para

- alcançar a distribuição uniforme de ar para cada módulo.
- c. Verifique se o sistema de controle e componentes de controle associados estão funcionando corretamente durante a operação e a sequência de operação.
 - d. Inicie o processo de filtração com água limpa. Após o início da operação da bomba de sucção, escorva (encher a tubulação de sucção com água) pode ser necessária para a bomba de sucção e neste caso evite pressurizar o lado do permeado da “Série NHP210” acima de 10 kPa. Meça e registre a pressão transmembrana e a temperatura da água nas taxas de filtração dimensionadas (vazão normal, máxima e mínima). Registre periodicamente os valores de vazão e TMP.
 - e. Interrompa o processo de filtração com água limpa e o fornecimento de ar após a testes acima terem sido completados satisfatoriamente.



CUIDADO

Não execute a operação com água limpa por um longo tempo. A operação utilizando água limpa pode causar entupimento.



CUIDADO

Mantenha a membrana molhada quando elas molharem. Caso as membranas sequem, sua permeabilidade pode ser reduzida permanentemente.

2. Injeção de Lodo

Não tente produzir filtrado através de qualquer efluente que não tenha sido inoculado com lodo ativado. Não fazer isso resultará em entupimento severo dos poros das membranas.

Siga os passos abaixo quando inocular lodo no tanque de membranas com lodo ativado:

- (1) Transporte lodo ativado fresco e em boas condições de outra estação de tratamento de efluentes que trate o mesmo tipo de efluente para ser tratado com a nova “Série NHP210”. É preferível lodo ativado com maior concentração de MLSS e maior proporção de MLVSS/MLSS. **A concentração inicial de MLSS do tanque de membrana deve ser no mínimo 3.000 mg/L. Acima de 7.000 mg/L é preferível.**
- (2) **Forneça o lodo de semeadura através da peneira < 3 mm para o tanque.**
- (3) Comece a alimentar com efluente bruto o mais breve possível após o lodo ativado ter sido introduzido no tanque de membrana.

- (4) Não utilize agentes de semeadura.
- (5) Não utilize anti-espumantes à base de silicone pois poderá causar entupimento nos poros das membranas.



CUIDADO

Antes de introduzir qualquer lodo de semeadura no tanque de membranas passe todo o lodo em uma peneira com grau de abertura de 3 mm ou menos.

3. Operação de Filtração Real

Após a injeção do lodo de semeadura no tanque de membranas, inicie o fornecimento de ar pelos difusores, inicie a circulação de lodo, ative o processo de filtração e o fornecimento de efluente bruto. Atente-se especialmente para os seguintes parâmetros de operação:

- (1) A condição do lodo ativado inoculado pode não ser a ideal para a filtração por membranas até que a proporção alimento para microorganismo (F/M) tenha sido otimizada. Para evitar incrustações nos elementos enquanto o lodo ativado está se desenvolvendo, opere o MBR com um fluxo bem abaixo do projetado. Isto é especialmente importante até que o MLSS do lodo ativado atinja os 7.000 mg/L. **Gradualmente, aumente a taxa de fluxo à medida que a condição do lodo ativado melhora.**
- (2) No início da operação da bomba de sucção, escorva (encher a tubulação de sucção com água) pode ser necessária para a aspiração adequada da bomba e, neste caso, evite pressurizar o lado do permeado da “Série NHP210” acima de 10 kPa.
- (3) Os parâmetros do lodo, tais como MLSS e filtrabilidade do lodo (veja (11) na página 39) devem ser verificados com frequência para avaliar a condição atual do lodo.
- (4) Verifique o procedimento de limpeza dos difusores de ar e as válvulas automáticas associadas a uma apropriada operação. Detalhes deste procedimento é dado no capítulo VIII.
- (5) Uma vez que a vazão de água filtrada está estabilizada, meça e registre a pressão transmembrana e a temperatura do líquido. Detalhes do controle de operação são dadas no próximo capítulo.



CUIDADO

O fornecimento de ar deverá ser parado quando o processo de filtração for suspenso. Há apenas duas exceções:

- 1) Durante o período normal de relaxamento.
- 2) Quando o lodo ativado requer ar para o processo metabólico normal. No entanto, nestas condições, a quantidade de ar direcionada ao difusor deve ser reduzida apenas para a quantidade para manter o lodo ativo.



CUIDADO

Evite pressurizar o lado do filtrado da “Série NHP210” acima de 10 kPa.

VII. CONTROLE OPERACIONAL

1. Condições Operacionais Padrão

A Tabela VII-1 apresenta as condições operacionais padrão para a “Série NHP210”.

Para garantir uma operação estável, parâmetros operacionais, como MLSS, viscosidade do lodo, OD (concentração de oxigênio dissolvido) e pH devem ser mantidos nas faixas recomendadas de condições operacionais padrão indicada na Tabela VII-1 abaixo. Todo efluente bruto passar por uma peneira de 3 mm (ou menos) antes de ser introduzido no tanque de membranas. Sólidos grandes podem danificar a superfície das membranas.

Se anti-espumante for adicionado no tanque de membranas, utilize anti-espumantes base álcool. Não utilize anti-espumante à base de silicone pois pode causar entupimento dos poros das membranas.

* Recomenda-se: *Kurita Water Industries “Kuriless 653”*

Schill & Seilacher “Structol SB2032”

As condições operacionais podem sofrer alterações em relação às condições padrão, dependendo das condições do lodo, qualidade da água bruta e/ou outras circunstâncias operacionais.

Tabela VII-1 Condições Operacionais Padrão para a “Série NHP210”

Parâmetro	Unidade	Condição de operação
MLSS	mg/L	7.000 - 18.000
Viscosidade do lodo*	mPa s	No máximo 100 ** No máximo 250 ***
OD	mg/L	1,0 ou superior
pH	-	6 – 8
Temperatura do líquido	°C	15 - 40
Vazão de ar de limpeza	NHP210-300S	NL/min/Módulo (ft ³ /min/módulo)
	NHP210-600D	
		1.300 (46)
		1.500 (53)

* Medido com viscosímetro com um cilindro rotacional.

** Viscosímetro tipo B, por ex., VT-03F da Rion Co., Ltd. a uma rotação de 62,5 rpm.

*** Viscosímetro tipo C, por ex., TVC-10 da Toki Sangyo Co., Ltd. a uma rotação de 20 rpm.



ATENÇÃO

Nunca beba água permeada.



ATENÇÃO

Analise a qualidade de água permeada para garantir que a qualidade da água atende à finalidade pretendida antes de seu uso.



CUIDADO

Não utilize produtos químicos, agentes tóxicos, óleos ou outras substâncias que possam afetar as condições do lodo ativado.



CUIDADO

Evite alterações abruptas no pH, temperatura, pressão transmembrana ou qualquer outra condição mesmo que eles estejam dentro da faixa de condições operacionais padrão (Tabela VII-1).



CUIDADO

Faça inspeções regularmente dos módulos. Substitua peças desgastadas, quando necessário, em tempo hábil.



CUIDADO

Proteja os módulos do congelamento.

2. Parâmetros Operacionais

A performance da “Série NHP210” varia de acordo com a qualidade da água bruta e as condições operacionais específicas do local. Com objetivo de alcançar uma operação estável da “Série NHP210”, é recomendável que alguns parâmetros operacionais sejam monitorados e registrados regularmente.

Os seguintes parâmetros operacionais devem ser registrados regularmente.

- (1) Vazão do ar de limpeza (vazão de ar do soprador)
- (2) Pressão de difusão (pressão de descarga do soprador)
- (3) Vazão da água permeada
- (4) Pressão transmembrana (TMP)
- (5) Temperatura do líquido no tanque de membrana
- (6) Concentração de OD (oxigênio dissolvido) no tanque de membrana
- (7) pH no tanque de membrana
- (8) MLSS no tanque de membrana
- (9) Qualidade da água bruta (DBO, DQO, turbidez, N-T, P-T, etc.)
- (10) Qualidade da água permeada (DBO, DQO, turbidez, N-T, P-T, SST, etc.)
- (11) Taxa de descarga de excesso de lodo
- (12) Viscosidade do lodo
- (13) Filtrabilidade do lodo

Preferencialmente, as frequências de registros são:

- A cada cinco (5) minutos para instrumentos online
- Todos os dias para instrumentos offline e para propriedades do lodo
- Toda semana para a qualidade da água

3. Teoria Básica de Controle

A teoria básica de controle apresentada abaixo trata-se de um controle genérico de MBR. A teoria real de controle do sistema deverá ser baseada nas condições de operação específicas do local.

- (1) **Bomba de sucção:** A bomba de sucção de permeado deve ser controlada para operar em intervalos de nove (9) minutos ligada e um (1) minuto desligada. O motor da bomba de sucção de permeado deverá ter um acionamento VFD. O transmissor de vazão de filtrado deve ser instalado para fornecer um sinal de controle para o VFD da bomba de sucção. A bomba de sucção deverá ser desligada se o nível do líquido no tanque de membranas baixar de um nível líquido pré-determinado. Se, a qualquer momento, o fornecimento de ar dos módulos de membranas ou o RAS (retorno de lodo ativado) for interrompido, a bomba de sucção deverá parar. Não opere a bomba de sucção de permeado com o nível baixo ou alta TMP no tanque de membranas. Uma vez que o fornecimento de ar for reestabelecido no tanque de membranas e uma boa circulação do RAS for observada, aguarde um minuto para ligar a bomba de

sucção para ter certeza de que ocorreu uma boa mistura de lodo antes de reiniciar o processo de filtração. A bomba de sucção deve estar sempre desligada quando estiver ocorrendo a limpeza dos difusores.

- (2) **Soprador de limpeza da membrana:** O soprador que fornece ar para limpeza das membranas deve estar ligado continuamente. O fluxo de ar (e a bomba de sucção) deve ser desligado se o nível do líquido no tanque de membranas baixar dos níveis pré-definidos por um longo período ou se o fluxo para o tanque de membranas parar. Em tais casos, o fornecimento de ar deve ser aplicado por cinco (5) minutos a cada hora que o sistema não estiver produzindo filtrado. Isto é necessário para manter o lodo bem misturado e em boas condições para reiniciar o processo de filtração evitando muita tensão nas membranas.
- (3) **Nível de água do tanque de membrana:** Se o nível do líquido no tanque de membranas atingir o nível baixo, a bomba de sucção e o ar de limpeza das membranas deverá parar. Se o nível líquido do tanque de membranas atingir nível alto, o fornecimento de efluente na alimentação deverá parar.
- (4) **TMP:** Dois alarmes de TMP devem ser incorporados na lógica de controle do MBR. Um “ALARME DE ALTA TMP” deve ser ativado quando a TMP aumentar 5 kPa do valor da TMP inicial. O “ALARME DE MUITO ALTA TMP” que deverá parar a filtração, deverá ser ativado quando a TMP atingir 20 kPa.
- (5) **Válvulas de limpeza dos difusores de ar:** É recomendável que as válvulas dos difusores de ar, instaladas com acionamento automático, sejam instaladas para facilitar a operação dos ciclos de limpeza dos difusores de ar. A limpeza dos difusores de ar deve ocorrer, no mínimo, uma vez a cada 24 horas de operação.
- (6) Equalizar/equilibrar a carga do efluente, em termos de qualidade e quantidade é importante para uma operação estável do MBR. Sobre isto, um tanque de equalização com misturador é recomendável.

4. Inspeção Diária

A seção VII 2 abaixo lista os parâmetros de operação que devem ser monitorados. Registros diários dos valores associados com estes parâmetros será útil para determinar a atual condição do sistema MBR. Dados operacionais devem ser analisados diariamente para servir como uma guia para manutenções preventivas. Tome ações para corrigir qualquer operação desfavorável antes que condições mais sérias ocorram. Além disso, é benéfico inspecionar todos os componentes do sistema para uma operação correta e o bom funcionamento semanalmente.

(1) Condições dos difusores de ar

Verifique a vazão de ar e a pressão de descarga do soprador da linha de ar fornecida para os difusores de ar do MBR. Vazão muito baixa de ar pode resultar no entupimento da membrana. Vazão muito alta de ar pode resultar em danos no elemento. Tente manter a vazão de ar por módulo entre os intervalos recomendados. Caso a vazão de ar recomendada não puder ser alcançada, pare a filtração e verifique se a tubulação de fornecimento de ar está com vazamentos, ou a posição da válvula está incorreta, ou o soprador de ar está ineficiente ou qualquer possibilidade de restrição na linha de ar. No caso onde múltiplos módulos de MBR encontram-se no mesmo tanque verifique se o ar está distribuído uniformemente entre cada módulo de MBR. Se a distribuição de ar estiver desigual entre os módulos, realize o procedimento de limpeza dos difusores de ar descrito na Seção 2, Capítulo VIII.



CUIDADO

Se a vazão do ar de limpeza cair ou se tornar extremamente irregular, ou se o fornecimento de ar for interrompido, pare imediatamente a filtração, para prevenir entupimento na membrana.

(2) Pressão transmembrana

Verifique a pressão transmembrana (TMP) frequentemente. Quando a TMP aumentar em 5 kPa (50 mbar) em uma vazão de filtrado constante, é hora de iniciar uma limpeza química no elemento da membrana. O aumento repentino na pressão transmembrana sugere que a superfície da membrana está obstruída. A obstrução pode ser causada por uma condição anormal da distribuição de ar, taxas de fluxo muito altas, concentrações muito altas de MLSS ou propriedades de deterioração do lodo. Se os valores de TMP estão aumentando, verifique as condições de operação do MBR e as condições biológicas do lodo. Adote as medidas necessárias para corrigir as condições operacionais e então, realize a limpeza química dos elementos.

(3) Características do lodo ativado

O lodo ativado do biorreator de membrana deve ser aderente e livre de odores. A cor de um

lodo ativado saudável é geralmente marrom, no entanto, esta cor pode ser diferente entre plantas, dependendo da composição do efluente, carga orgânica, etc. Caso observe alguma alteração inesperada nas características do lodo, verifique as condições operacionais, como carga de DBO, concentração de MLSS, OD, pH, temperatura e/ou composição do efluente, e adote apropriadas ações corretivas.

(4) Temperatura da água

A temperatura desejável para a água é entre 15°C e 40°C. Se a temperatura estiver fora desta faixa e as propriedades do lodo ativado não estiverem adequadas, é recomendável instalar um dispositivo de controle de temperatura para resfriar ou aquecer o líquido.

(5) OD

O tanque de aeração e o tanque de membranas deve ser mantido em condições aeróbias. Se o OD estiver menor que 1,0 mg/L, adote as medidas necessárias como aumentar a vazão de ar da unidade de aeração biológica, ou reduza a concentração de lodo aumentando a taxa de descarga de excesso de lodo. No caso onde o fornecimento de ar para a aeração biológica e a tubulação de ar para limpeza das membranas vierem do mesmo soprador, não exceda a faixa recomendada de vazão de ar para limpeza das membranas. Para aumentar a concentração de OD no líquido dentro do tanque de membranas, ajuste a aeração do sistema biológico em separado.

(6) pH

A faixa de pH recomendável é de 6 a 8. Se o pH estiver fora desta faixa e as propriedades do lodo ativado não estiverem adequadas, ajuste o pH adicionando soluções ácidas ou alcalinas gradualmente.

(7) MLSS

A concentração de MLSS recomendável no tanque de membrana é entre 7.000 e 18.000 mg/L. Se a concentração de MLSS estiver muito baixa, aumente a concentração de MLSS no tanque de membranas reduzindo a taxa de descarga de lodo. Se a concentração de MLSS estiver muito alta, verifique a vazão de RAS (taxa de retorno do lodo). Caso seja verificado que a vazão de RAS estiver muito baixa, aumente a taxa de RAS até o valor correto. Se a taxa de RAS estiver correta, aumente a taxa de descarga de excesso de lodo.

(8) Nível de água

Verifique para confirmar que o nível de água do tanque de membrana é mantido dentro da faixa adequada. Caso seja verificado que os níveis não estão de acordo com o dimensionamento, verifique o seguinte: dispositivos de controle de nível, circuitos dos

controles de níveis, VFD da bomba de filtrado, válvula de controle de alimentação de lodo, fluxo das membranas. Adote ações corretivas de acordo com o necessário.

(9) Viscosidade do lodo

É recomendável que a viscosidade do lodo não exceda 100 mPa.s (medido com o viscosímetro tipo B) ou 250 mPa.s (medido com o viscosímetro tipo C). Se a viscosidade do lodo estiver muito alta, verifique as condições operacionais e biológicas do MBR, assim como a relação F/M e, adote as medidas corretivas necessárias.

(10) Filtrabilidade do lodo

O método de filtração com papel é um método simples e confiável para entender as propriedades de filtração do lodo. Veja o método descrito no documento anexo. /a Toray recomenda a realização rotineira do teste de filtração em papel e medição do COT e/ou da turbidez da água filtrada. Em caso de redução súbita na filtrabilidade e/ou aumento no valor de COT/turbidez, verifique as condições operacionais e biológicas, e adote as medidas necessárias.

(11) Sistema de pré-tratamento

Além dos parâmetros operacionais da “Série NHP210”, verifique as condições do sistema de pré-tratamento (especialmente o sistema de peneira) com frequência. Em intervalos regulares, remova detritos e lixos que podem ficar acumulados na peneira.

VIII. MANUTENÇÃO DA “SÉRIE NHP210”

1. Itens para Manutenção e Frequência de Manutenção

É recomendável realizar as seguintes ações de manutenção regularmente para manter o ótimo desempenho do módulo da “Série NHP210”.

- (1) Limpar os difusores de ar (diariamente)
- (2) Fazer limpeza química se a TMP atual aumentar em 5 kPa (50 mbar) da TMP inicial (assumindo que a vazão de filtrado seja a mesma) ou a cada seis (6) meses, o que ocorrer primeiro.
- (3) Substitua as tubulações de conexões de filtrado ao manifold de filtrado quando eles apresentarem alguma deterioração.
- (4) Troque os cassetes de elementos ou blocos de elementos se, após a limpeza química, a vazão de filtrado ou a qualidade não puderem ser restauradas.



CUIDADO

Certifique-se de usar peças de reposição aprovadas pela Toray.



CUIDADO

Entre em contato com o departamento de vendas da TORAY para obter informações sobre como solicitar peças de reposição aprovadas pela Toray.



CUIDADO

Quando substituir os tubos individuais de filtrado pelo manifold de filtrado, tenha certeza de que o tubo está bem preso no bocal do elemento de membrana.



CUIDADO

Quando substituir os tubos de filtrado, não aplique força excessiva no bocal ou elemento da membrana. Força excessiva pode resultar em danos no elemento da membrana/manifold.



CUIDADO

Uma vez que os tubos de filtrado forem removidos ou desconectados tanto do bocal do elemento ou do manifold de filtrado, devem ser substituídos com peças de reposição aprovadas pela Toray. Tubos de filtrado velhos perdem sua elasticidade e a integridade do selo pode ser comprometida.



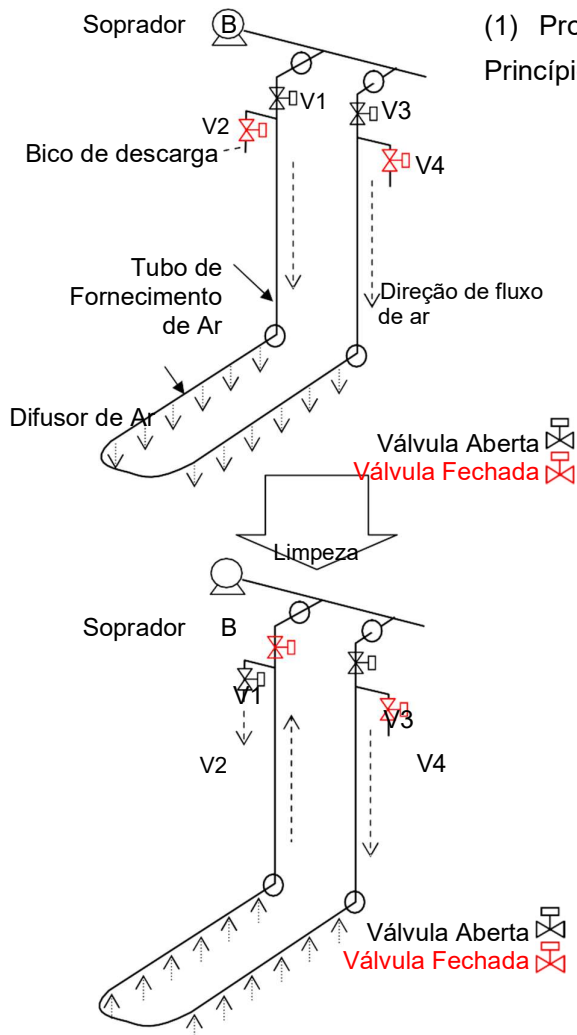
CUIDADO

Observe que a troca do elemento é permitida apenas após instruções da equipe de serviços da Toray ou seu pessoal treinado.

2. Limpeza dos Difusores de Ar

A obstrução dos orifícios do difusor pode fazer com que não haja uma distribuição de ar uniforme nos elementos de membrana resultando em acúmulo de sólidos na superfície da membrana ou, em casos mais extremos, danos nos elementos da membrana. **Recomenda-se que o(s) módulo(s) de MBR sejam montados com os componentes/válvulas de limpeza dos difusores de ar que podem ser controlados automaticamente do CLP do MBR. A limpeza dos difusores deve ser realizada, no mínimo, uma vez por dia ou conforme necessário para manter a distribuição de ar uniforme.** Para limpar os orifícios dos difusores de ar é necessário puxar o fluxo do lodo ativado através dos orifícios dos difusores para a tubulação dos difusores e então, para fora dos bicos de descarga de ar. Isto pode ser feito através do fornecimento de ar para o tubo dos difusores de diferentes maneiras (veja abaixo). A vazão de ar através dos difusores e saindo pelo bocal de descarga irá criar uma sucção puxando o lodo para o tubo dos difusores. É este fluxo reverso de lodo que irá remover qualquer sólido acumulado preso nos orifícios dos difusores. Seguindo o mesmo procedimento mas revertendo o fluxo de ar para o tubo dos difusores, irá melhorar a eficiência de limpeza dos difusores de ar.

Ao realizar o ciclo de limpeza dos difusores de ar, observe o fluxo que sai dos bicos de descargas (V2 e V4). Em alguns casos, prolongando a duração do ciclo de limpeza dos difusores pode aumentar a eficiência da limpeza.



(1) Procedimento de limpeza de difusores de ar – Princípio

- (i) Pare a filtração.
- (ii) Abra a válvula V2.
- (iii) Feche a válvula V1. Nessa etapa, o lodo líquido passará pelos orifícios dos difusores em direção aos tubos e a mistura de ar e lodo seguirá para a V2.
- (iv) Mantenha a válvula V2 aberta por 1 a 5 minutos.
- (v) Abra a válvula V1 e feche a válvula V2.
- (vi) Limpe a outra linha do mesmo modo, como segue.
- (vii) Abra a válvula V4.
- (viii) Feche a válvula V3. Nessa etapa, o lodo líquido passará pelos orifícios dos difusores em direção aos tubos e a mistura de ar e lodo seguirá para a V4.
- (ix) Mantenha a válvula V4 aberta por 1 a 5 minutos.
- (x) Abra a válvula V3 e feche a válvula V4.
- (xi) Reinicie a filtração.

(2) Procedimento de limpeza de difusores de ar com múltiplos módulos – Projeto prático

Para operação com múltiplos módulos, o procedimento de lavagem descrito na seção anterior pode ser utilizado para cada módulo ou, uma abordagem mais simples e conveniente é apresentada na Fig. VIII-1. Cada ponto de entrada do difusor de ar deve ser conectado a duas tubulações principais de ar, e cada tubulação principal equipada com duas válvulas (válvulas automáticas são fortemente recomendadas) nos pontos de entrada e de saída (ambos mais altos que o nível da água). O procedimento e duração padrão são apresentados abaixo:

- Lavagem: para limpar os difusores de ar, de 1 a 5 minutos para cada lavagem.
- Purga: para descarregar o interior dos distribuidores de ar, cerca de 30 segundos para cada purga.

A filtração deve ser interrompida antes de começar o procedimento de limpeza do difusor e reiniciada um minuto após o início da limpeza com ar. Tenha cuidado e não permita que o lodo vá para o soprador.

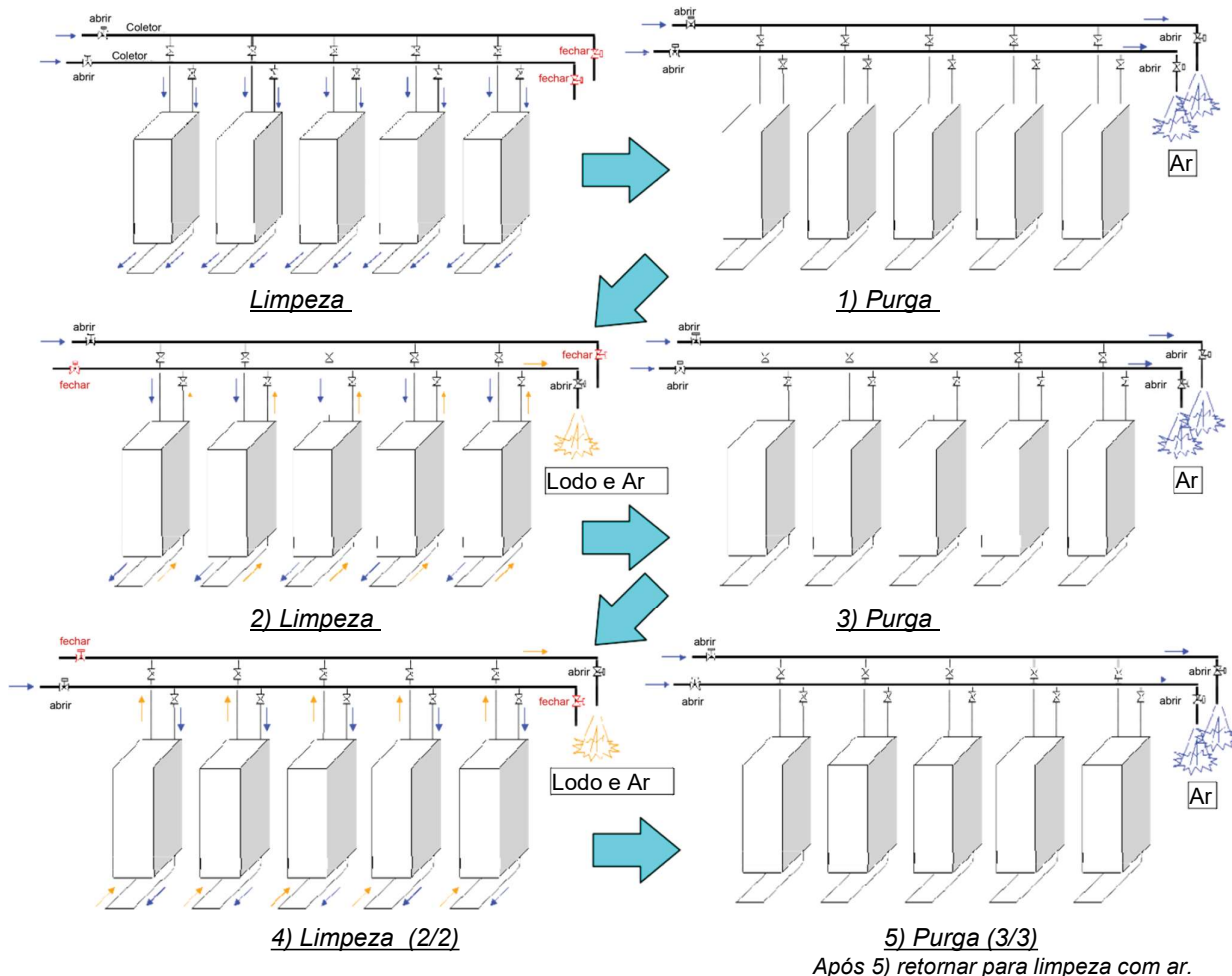


Fig.VIII-1 Procedimento de Limpeza dos Difusores de Ar com Múltiplos Módulos
3. Limpeza Química do Elemento

A filtração contínua de lodo poderá, eventualmente, resultar em entupimento dos poros da membrana com sólidos. A obstrução dos poros da membrana é indicado pelo aumento gradual da TMP no módulo. **A limpeza química é indicada quando qualquer das condições abaixo seja observada.**

- (1) Quando a pressão transmembrana aumentar 5 kPa (50 mbar) em relação ao nível operacional inicial (assumindo que a mesma vazão de água permeada é a mesma) ou a cada 6 meses de operação, o que ocorrer primeiro. Por exemplo, se um MBR for operado a uma TMP de 7 kPa (70 mbar) em seu período inicial, uma TMP de 12 kPa (120 mbar) é o indicador para uma limpeza química.
- (2) Quando se observa um aumento repentino e significativo de TMP no módulo. Limpezas químicas são mais efetivas para recuperar a permeabilidade da membrana quando as membranas não estão severamente incrustadas.
- (3) É recomendado que a equipe de operação monitore o intervalo de tempo necessário para a TMP aumentar 5 kPa. Aumentos prematuros da TMP podem ocorrer em condições operacionais não ideais. Este procedimento operacional é efetivo para prolongar a vida das membranas.
- (4) Se a permeabilidade da membrana não for recuperada em uma única limpeza química, múltiplas limpezas químicas podem ser necessárias para recuperar o desempenho das membranas.

4. Produtos Químicos Permitidos para a Limpeza Química

Ao considerar os produtos para limpeza química, selecione um químico que seja mais apropriado conforme o tipo de contaminante aderente. O uso de produtos incorretos pode resultar em redução do desempenho da membrana ou danificar a membrana. A tabela VIII-1 apresenta os produtos químicos adequados e as condições padrão de limpeza.

Tabela VIII-1 Produtos Químicos e Condições Padrão para Limpeza por Contaminante

Contaminante	Químico	Concentração da solução	Quantidade utilizada	Tempo
Matéria orgânica	Hipoclorito de sódio	2.000-6.000 mg/L (Concentração efetiva de cloro) (10 < pH < 12)	0,9 L/elemento	1 a 3 horas
Matéria inorgânica (qualquer um dos dois químicos)	Ácido oxálico*	0,5-1,0 de % em peso	0,9 L/elemento	1 a 3 horas
	Ácido cítrico	1-3 de % em peso	0,9 L/elemento	1 a 3 horas

* O ácido oxálico não deve ser aplicado quando o efluente conter cálcio, pois pode haver formação de oxalato de cálcio na superfície da membrana, o que pode entupir os poros da membrana.

5. Manuseio de Produtos Químicos

Siga as precauções normais de segurança ao manusear produtos químicos perigosos. Evite contato direto com a pele. Tome as devidas precauções ao manusear produtos químicos e use óculos de proteção, luvas de proteção e outros equipamentos de proteção para evitar lesões. Antes de manusear os químicos, leia a ficha de informações de segurança de produtos (FISPQ) para familiarizar-se com os perigos e soluções caso ocorra um derramamento ou acidente.

(1) Solução de hipoclorito de sódio / NaOCl

a. Precauções de manuseio

- a) Ventile bem o local. Evite fontes de calor e faíscas. Evite também contato com ácidos.
- b) Manuseie o recipiente do produto com muito cuidado. Evite tombar, colidir ou arrastar o recipiente.
- c) Tenha cuidado para não derramar o produto e evite respirar os vapores. No caso de químicos em pó secos, manuseie de uma maneira que minimize a formação de poeira química.
- d) Vede com segurança o recipiente após cada uso.
- e) Lave bem as mãos e o rosto e enxágue a boca após utilizar os produtos químicos.
- f) Não coma ou beba nada no local de trabalho, exceto em local designado.
- g) Não leve luvas ou outros equipamentos de proteção contaminados para a área de descanso.
- h) Impeça a entrada não autorizada no local onde os produtos químicos são manuseados.
- i) Use equipamentos de proteção adequados para evitar a inalação, contato com a pele ou olhos, e contato direto com as roupas.
- j) Forneça ventilação no local, caso os produtos sejam manuseados em ambiente interno.

b. Precauções de armazenamento

- a) Armazene o recipiente em local fresco e ao abrigo da luz. Evite exposição direta a luz do sol. Vede com segurança o recipiente, para prevenir o contato direto com o ar.
- b) Armazene em recipientes resistentes à corrosão.

(2) Ácido oxálico / (COOH)₂

(A) Precauções de manuseio

- a) Mantenha a substância longe de oxidantes fortes e bases.
- b) Manuseie o recipiente do produto com muito cuidado. Evite tombar, colidir ou arrastar o recipiente.
- c) Tenha cuidado para não derramar o produto e evite respirar os vapores. No caso de químicos em pó secos, manuseie de uma maneira que minimize a formação de poeira química.

- d) Vede com segurança o recipiente após cada uso.
- e) Lave bem as mãos e o rosto e enxágue a boca após utilizar os produtos químicos.
- f) Não coma ou beba nada no local de trabalho, exceto em local designado.
- g) Não leve luvas ou outros equipamentos de proteção contaminados para a área de descanso.
- h) Impeça a entrada não autorizada no local onde os produtos químicos são manuseados.
- i) Use equipamentos de proteção adequados para evitar a inalação, contato com a pele ou olhos, e contato direto com as roupas.
- j) Forneça ventilação no local, caso os produtos sejam manuseados em ambiente interno.

(B) Precauções de armazenamento

- a) Armazene o recipiente em local fresco e ao abrigo da luz. Evite exposição direta a luz do sol. Vede com segurança o recipiente, para prevenir o contato direto com o ar.
- b) Armazene em recipientes resistentes à corrosão.

(3) Ácido cítrico / $\text{HOOCCH}_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$

(A) Precauções de manuseio

- a) Mantenha a substância longe de oxidantes fortes e bases.
- b) Manuseie o recipiente do produto com muito cuidado. Evite tombar, colidir ou arrastar o recipiente.
- c) Tenha cuidado para não derramar o produto e evite respirar os vapores. No caso de químicos em pó secos, manuseie de uma maneira que minimize a formação de poeira química.
- d) Vede com segurança o recipiente após cada uso.
- e) Lave bem as mãos e o rosto e enxágue a boca após utilizar os produtos químicos.
- f) Não coma ou beba nada no local de trabalho, exceto em local designado.
- g) Não leve luvas ou outros equipamentos de proteção contaminados para a área de descanso.
- h) Impeça a entrada não autorizada no local onde os produtos químicos são manuseados.
- i) Use equipamentos de proteção adequados para evitar a inalação, contato com a pele ou olhos, e contato direto com as roupas.
- j) Forneça ventilação no local, caso os produtos sejam manuseados em ambiente interno.

(B) Precauções de armazenamento

- a) Armazene o recipiente em local fresco e ao abrigo da luz. Evite exposição direta a luz do sol. Vede com segurança o recipiente, para prevenir o contato direto com o ar.
- b) Armazene em recipientes resistentes à corrosão.



ATENÇÃO

Os produtos químicos utilizados para realizar a limpeza química são prejudiciais à saúde. Ao manusear produtos químicos, utilize óculos e luvas de proteção, além de outros equipamentos de proteção. Certifique-se de verificar antes as informações da sua ficha de informações de segurança do produto químico (FISPQ).



ATENÇÃO

Caso os produtos químicos entrem em contato com a pele ou roupa, imediatamente lave a área que teve contato com bastante água corrente.



ATENÇÃO

Caso os produtos químicos entrem em contato com os olhos, lave-os imediatamente com bastante água corrente e dirija-se a um médico.



ATENÇÃO

Armazene os produtos químicos em local fresco e escuro, ao abrigo da luz solar direta.



ATENÇÃO

Utilize tanques de armazenamento de produtos químicos fabricados com material quimicamente compatível de acordo com cada produto químico para evitar corrosão.



ATENÇÃO

Nunca misture hipoclorito de sódio com metais pesados ou ácidos. A reação química resultante irá gerar gás cloro tóxico.

6. Procedimento de Limpeza Química

(1) Procedimento de Limpeza Química dos Elementos

Para iniciar o procedimento de limpeza, injete lentamente o produto químico através do bico de água permeada para os elementos, até que a solução de limpeza flue através das membranas. Não aplique pressão acima de 10 kPa (100 mbar) ao injetar o produto químico. Alguns métodos recomendados de injeção de químicos são mostrados abaixo.

- a. Limpeza química utilizando o tanque químico situado na parte inferior (Fig.VIII-2)
 - (i) Verifique se a válvula de injeção de produtos químicos está fechada e se a bomba de alimentação química está na posição desligada.
 - (ii) Usando o tanque de químicos, misture o montante desejado de solução química.
 - (iii) Descontinue o processo de filtração e o módulo de aeração. Depois, feche a válvula de água filtrada.
 - (iv) Ligue a bomba de alimentação de produtos químicos e verifique para ter certeza que a solução de produto químico está sendo bombeada para o tanque de limpeza química elevado.
 - (v) Abra devagar a válvula de injeção de produto químico para iniciar a injeção de químico.
 - (vi) Após injetar a quantidade especificada de químico nos elementos, pare a bomba de alimentação de químico.
 - (vii) Permita que os elementos de membrana fiquem de molho de 1 a 3 horas.
 - (viii) Após o período de molho, feche a válvula de injeção de químicos, abra a válvula de água filtrada e aeração. Em seguida, reinicie a operação de filtração normal.

**Ao iniciar o MBR após a limpeza química, pode haver algum residual de produto químico na água filtrada por 2 ou mais ciclos de filtração. É recomendado que o filtrado retorne para o tanque de água bruta até que não seja mais detectado residual dos químicos. Antes de direcionar o filtrado do tanque de água bruta para a linha de filtrado normal, teste o pH e a concentração de cloro do filtrado.*

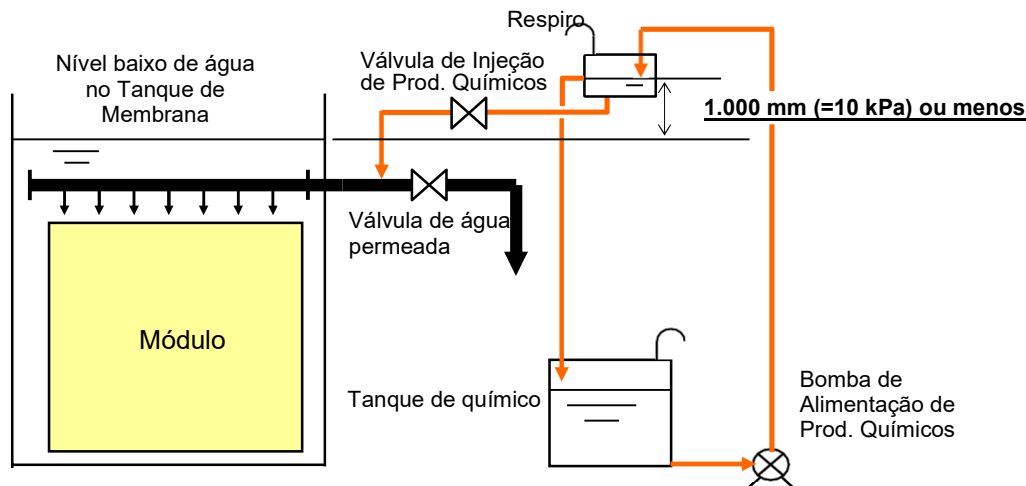


Fig.VIII-2 Limpeza Química com Tanque de Químico situado na Parte Inferior

- b. Limpeza química utilizando o tanque acima do tanque de membrana (Fig.VIII-3)
- (i) Verifique se a válvula de injeção de produtos químicos está fechada.
 - (ii) Usando o tanque de químicos, misture o montante desejado de solução química.
 - (iii) Descontinue o processo de filtração e o módulo de aeração. Depois, feche a válvula de água filtrada.
 - (iv) Abra devagar a válvula de injeção de produto químico para iniciar a injeção de químico.
 - (v) Após injetar o produto químico, deixe os elementos de molho de 1 a 3 horas.
 - (vi) Feche a válvula de injeção de químicos, abra a válvula de água permeada e inicie o módulo de aeração. Em seguida, reinicie a operação de filtração normal.

**Ao iniciar o MBR após a limpeza química, pode haver algum residual de produto químico na água filtrada por 2 ou mais ciclos de filtração. É recomendado que o filtrado retorne para o tanque de água bruta até que não seja mais detectado residual dos químicos. Antes de direcionar o filtrado do tanque de água bruta para a linha de filtrado normal, teste o pH e a concentração de cloro do filtrado.*

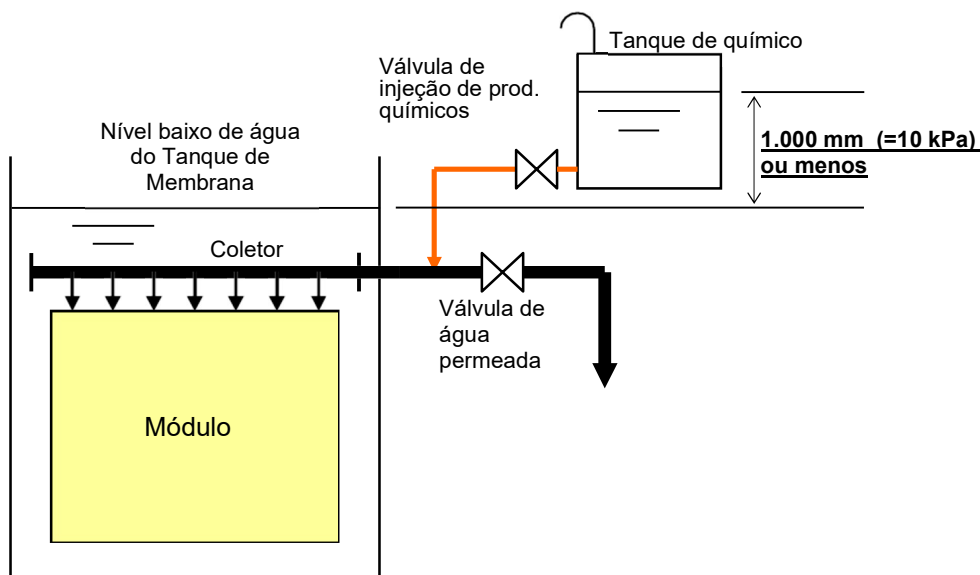


Fig.VIII-3 Limpeza Química com Tanque de Químico situado acima do Tanque de Membrana

- c. Limpeza química com a bomba de alimentação de químicos e tubulação de alívio (Fig.VIII-4)
- (i) Confirme se a bomba de alimentação de produtos químicos está desligada, ambas válvula de alimentação de químicos e a válvula de injeção de químicos devem estar fechadas. Para garantir que a linha de filtrado não sofra pressões muito altas, confirme que a altura da tubulação e alívio está situada a 1 m ou menos de altura do nível da água do tanque de membrana.
 - (ii) Usando o tanque de químicos, misture o montante desejado de solução química.

- (iii) Descontinue o processo de filtração e o módulo de aeração e então feche a válvula de água filtrada.
- (iv) Abra a válvula de alimentação de químico e ligue a bomba de alimentação de químico.
- (v) Confirme que a saída da tubulação de alívio de pressão está livre de obstruções e que qualquer solução de limpeza descarregada está fluindo de volta para o tanque de químico. Se o fluxo da tubulação de alívio está em excesso, faça os ajustes necessários na vazão da bomba de químicos para reduzir o fluxo de descarga da tubulação de alívio.
- (vi) Abra devagar a válvula de injeção de produto químico para iniciar a injeção de químico.
- (vii) Permita que os elementos de membrana fiquem de molho de 1 a 3 horas.
- (viii) Após o período de molho, feche a válvula de alimentação de químicos, abra a válvula de água permeada e inicie o módulo de aeração. Em seguida, reinicie a operação de filtração normal.

**Ao iniciar o MBR após a limpeza química, pode haver algum residual de produto químico na água filtrada por 2 ou mais ciclos de filtração. É recomendado que o filtrado retorne para o tanque de água bruta até que não seja mais detectado residual dos químicos. Antes de direcionar o filtrado do tanque de água bruta para a linha de filtrado normal, teste o pH e a concentração de cloro do filtrado.*

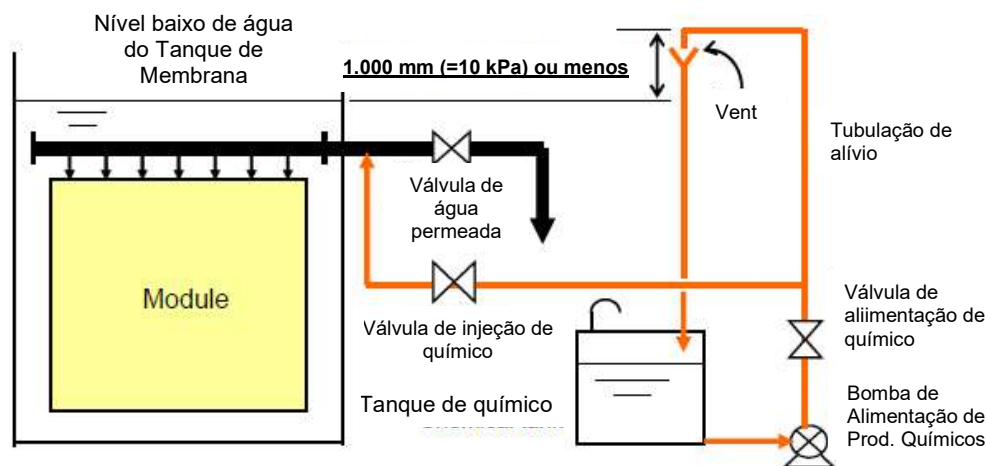


Fig.VIII-4 Limpeza Química com a Bomba de Alimentação de Químico e Tubulação de Alívio



ATENÇÃO

Não tente injetar produto químico, usando uma bomba de alimentação de químico, sem instalar a tubulação de alívio de pressão e o vent. Excesso de pressão no elemento interno irá danificar o elemento de membrana.



ATENÇÃO

Se o fluxo da tubulação de alívio estiver alto faça os ajustes necessários na vazão de descarga da bomba de químico para reduzir o fluxo de descarga da tubulação de alívio. Use equipamentos de proteção, como óculos e luvas ao inspecionar a tubulação de descarga e fazer os ajustes.

(2) Precauções para Limpeza Química dos Elementos

- a. **Mantenha a pressão de injeção abaixo de 10 kPa (100 mbar).** Evite descarregar diretamente da bomba de químico nos elementos de membranas. Pressões muito altas no elemento de membrana irá danificar a membrana. Observe que a pressão de injeção pode subir após injetar metade do produto químico.
- b. Tenha certeza de que o módulo está completamente submerso no tanque antes de injetar qualquer produto químico. Por razões de segurança, mantenha o nível do líquido acima dos módulos em 500 mm ou mais.
- c. Temperaturas elevadas na limpeza química aumenta a efetividade da limpeza. Porém tenha certeza de que a temperatura não excederá 40°C. Em contrapartida, temperaturas mais baixas reduzem a efetividade do processo de limpeza química. Tente manter a temperatura do líquido a mais alta possível, respeitando o limite de 40°C.
- d. Ao iniciar o MBR após a limpeza química, pode haver algum residual de produto químico na água filtrada por 2 ou mais ciclos de filtração. É recomendado que o filtrado retorne para o tanque de água bruta até que não seja mais detectado residual dos químicos. Antes de direcionar o filtrado do tanque de água bruta para a linha de filtrado normal, teste o pH e a concentração de cloro do filtrado.
- e. **Se a limpeza com hipoclorito de sódio for seguida imediatamente de limpeza ácida, ou o inverso, assegure que estes produtos químicos não entrem em contato um com o outro no tanque ou tubulação.** Misturar os dois químicos irá gerar gás de cloro tóxico.
- f. Se água permeada for usada como água de reposição para a solução de limpeza, existe o potencial para a formação de compostos de cálcio insolúvel quando hipoclorito de sódio é misturado com o filtrado. Caso seja esperada alta concentração de cálcio na água de reposição, confirme a possibilidade de precipitação em um teste de bancada de adição de hipoclorito de sódio. Se um precipitado de cálcio esbranquiçado se formar, é recomendável utilizar água de torneira como água de reposição no lugar da filtrada.
- g. Como resultado do contato com solução de hipoclorito de sódio, uma parte do lodo ativado próximo à superfície da membrana pode ser perdida, podendo

ocasionar problema de espuma. Este problema do lodo será recuperado com o decorrer do tempo após reiniciar a operação e, portanto, não será um grande problema.



ATENÇÃO

Pare imediatamente a limpeza química se algum equipamento da limpeza química estiver danificado.



ATENÇÃO

Nunca misture hipoclorito de sódio com ácido oxálico ou ácido cítrico. Essa mistura gera gás de cloro tóxico.



ATENÇÃO

Não injete qualquer produto químico na membrana diretamente da bomba de descarga química. Pressão interna excessiva no elemento de membrana irá danificar o elemento. Tenha certeza de injetar químicos em pressões inferiores a 10 kPa (100 mbar).



ATENÇÃO

Antes de começar a injetar o produto químico nos elementos, confirme que o nível do líquido no tanque de membranas está acima de 500 mm da parte superior do módulo.



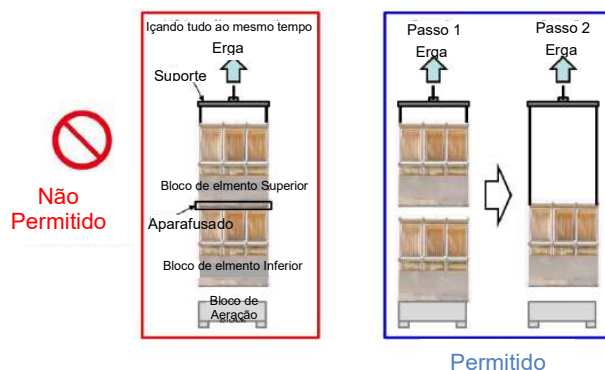
CUIDADO

Interrompa a areação durante a limpeza química, caso contrário, a membrana pode ser danificada.

7. Procedimento de Elevação

Siga as etapas abaixo quando elevar os módulos da “Série NHP210” para manutenção.

- (1) Se o sistema de trilhos guia não estiver instalado no tanque de membrana, drene o lodo ativado do tanque de membrana.
- (2) Desconecte o coletor da linha de água permeada e remova os parafusos que unem o bloco de elementos ao bloco de aeração, caso sejam usados parafusos/porcas para conectar os blocos.
- (3) Prenda a corrente/linga fixada no bloco de elementos ao dispositivo de elevação e utilize-a(s) para erguer os blocos.
- (4) Quando içar o módulo duplo NHP210-600D, não levante o bloco de elementos superior e inferior juntos. Os blocos de elementos superior/inferior devem ser içados um a um para evitar distorções ou danos no bloco de elementos que podem causar graves acidentes. Veja a instrução abaixo.



PERIGO

Quando erguer a “Série NHP210”, prenda correntes ou lingas aos olhais de içamento. Levante lentamente o módulo para cima. Evite mudanças bruscas no movimento para evitar que o módulo balance. Nunca permita que pessoas fiquem embaixo da “série NHP210” durante içamento.



PERIGO

Utilize correntes ou linguas compatíveis com o peso a ser içado. Verifique as condições de cada parte antes de içar. Nunca erga ou opere o módulo com peças desgastadas ou danificadas.



PERIGO

Ao erguer o módulo duplo, não erga os blocos de elementos superiores e inferiores juntos. Desconecte o bloco de elementos superior do inferior antes de içar o bloco de elementos inferior/superior. O bloco de elementos superior/inferior deve ser erguido separadamente.



CUIDADO

Use os equipamentos de proteção adequados (por ex., luvas de trabalho), para não cortar as mãos nas extremidades da estrutura do módulo.



CUIDADO

Mantenha as membranas úmidas uma vez que elas já estiverem. Se as membranas secarem, a permeabilidade das membranas podem ser permanentemente reduzidas.

8. Armazenamento dos Produtos após o Uso

Siga as etapas abaixo para preservar e armazenar os módulos usados da “Série NHP210”.

- (1) Em caso de armazenamento do módulo dentro do tanque de lodo (sem drenar o lodo), pare a filtração e a aeração deve ser parada ou intermitente, por exemplo, (5) minutos a cada hora para agitar e fornecer o mínimo de OD para o lodo.**

Aeração contínua não deve ser aplicada do ponto de vista de proteção das membranas. Também abra a válvula de descarga de ar na tubulação de filtrado durante aeração para evitar possível acúmulo de ar dentro do módulo e, conseqüentemente, dano no módulo.

- (2) Em caso de armazenamento do módulo por um longo período (ou seja, apenas para preservação da membrana), siga os seguintes passos.**

- Drene o lodo do tanque de membranas.
- Com uma mangueira, lave o lodo dos módulos com água limpa. Além disso, lave qualquer lodo remanescente das paredes do tanque. Nunca utilize máquinas de água pressurizadas nos módulos de membranas e elementos.
- Encha o tanque com água limpa até que os módulos fiquem totalmente submersos. Periodicamente verifique o nível de água e, caso seja necessário, complete com mais água para que os módulos se mantenham cobertos. Abra a válvula de descarga de ar antes de colocar mais água e mantenha-a aberta durante o armazenamento.
- Uma dosagem periódica na água de armazenamento no tanque de membranas de uma concentração < 50 ppm de hipoclorito de sódio irá ajudar a inibir o crescimento de algas/microrganismos durante o período de armazenamento. Manter uma concentração de hipoclorito maior que 50 ppm por um longo período pode causar danos nos componentes de aço inox.
- Se aeração for necessária durante o armazenamento a longo prazo, o ciclo de aeração poderá ser controlado para aerar apenas 5 minutos a cada hora.

- (3) Antes de comissionar novamente os módulos, recomenda-se fortemente realizar uma limpeza química dos módulos para remover o crescimento de biofilme que pode ter se desenvolvido na superfície da membrana e na tubulação durante o período de armazenamento.**

Se o módulo usado (após remover o lodo) precise ser armazenado fora da água, sua duração deverá ser limitado dentro de 24 horas e aspersão periódica de água nos

módulos (especialmente na superfície das membranas) é necessária. Neste caso, é necessário cobrir o módulo (especialmente a parte superior e laterais) com lona ou outro plástico que irá proteger os módulos de poeira, vento e luz solar direta.



CUIDADO

Nunca use uma máquina de lavar pressurizada quando lavar os módulos de membranas e elementos pois pode causar delaminação fatal da borda do elemento de membrana.



CUIDADO

Mantenha a membrana molhada se elas já estiverem molhadas. Caso as membranas sequem, sua permeabilidade pode ser reduzida permanentemente.

9. Procedimento de Descarte

Ao descartar a membrana após o uso, siga o procedimento geral abaixo.

- (1) Limpe o módulo de membrana com água limpa. Depois de enxaguar o módulo, deixe a superfície secar. Superfícies secas são mais fáceis de manusear e transportar.
- (2) Descarte o módulo ou componentes do módulo seguindo o regulamento local para descarte de resíduos. Quando exigido por regulamento, desmonte o módulo e separe seus componentes de forma adequada (ex: inflamável/não inflamável).
- (3) Não incinere a membrana a menos que as instalações adequadas para tal estejam disponíveis. Durante a incineração das membranas gás nocivo de fluoreto de hidrogênio (HF) serão gerados. Caso seja necessário incinerá-la, recomenda-se a contratação de uma empresa de descarte de resíduos profissional para o descarte.



ATENÇÃO

Não queime as membranas sem as instalações adequadas, pois fluoreto de hidrogênio (FH) é gerado durante a queima. Ao descartar os elementos de membranas, solicite os serviços de uma empresa de descarte de resíduos habilitada.

IX. LISTA DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO

Entre em contato com a TORAY para obter especificações detalhadas.

(1) NHP210-300S

Nome	Frequência	Tipo e N° da peça de reposição	Quantidade Necessária por Módulo
			NHP210-300S
Tubo de Permeado	Quando for detectada deterioração.	ECS-Tubeset-050 (50 peças) ECS-Tubeset-100 (100 peças)	(150 peças/unidade)
Cassete ou Bloco de Elementos	Quando a vazão ou qualidade de permeado não puder ser restaurada após limpeza química.	ECS035 (Cassete) ou ECS210-300S (Bloco de elementos)	ECS035 x 6 or ECS210-300S x 1

(2) NHP210-600S

Nome	Frequência	Tipo e N° da peça de reposição	Quantidade Necessária por Módulo
			NHP210-600D
Tubo de Permeado	Quando for detectada deterioração.	ECS-Tubeset-050 (50 peças) ECS-Tubeset-100 (100 peças)	(300 peças/unidade)
Cassete ou Bloco de Elementos	Quando a vazão ou qualidade de permeado não puder ser restaurada após limpeza química.	ECS035 (Cassete) ou ECS210-300S (Bloco de elementos)	ECS035 x 12 or ECS210-300S x 2

X. SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A maioria dos problemas durante a operação da “Série NHP210” está relacionada à aeração para limpeza anormal da membrana, limpeza química tardia, falha no pré-tratamento. A tabela a seguir apresenta algumas perdas de desempenho, suas causas e possíveis soluções.

Tabela X-1 Solução de Problemas

Problema		Causa	Ação
1	A vazão de ar dos difusores está abaixo do nível recomendado.	O soprador está quebrado	Pare a filtração e verifique o soprador.
		Os difusores de ar estão estupidos.	Limpe os difusores de ar.
2	A difusão do ar está desigual no módulo ou entre os módulos.	Os difusores de ar estão estupidos.	Limpe os difusores de ar.
		A parte inferior do bloco de elementos está obstruída por detritos.	Verifique o sistema de pré-tratamento. Inspeccione o módulo. Corrija a operação e manutenção do pré-tratamento.
3	A vazão de água permeada diminuiu, ou a pressão transmembrana aumentou.	Obstrução da membrana piorou.	Realize limpeza química.
		Lodo acumulado na superfície da membrana devido à difusão de ar desigual	Inspeccione o soprador e limpe os difusores de ar para melhorar a difusão do ar. Realize limpeza química. Remoção da torta de lodo por limpeza externa.
		As propriedades anormais do lodo pioraram sua filtrabilidade.	Melhore as propriedades do lodo. <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste a taxa de descarga de lodo. • Impeça a entrada de componentes anormais, como óleos. • Ajuste a carga de DBO e o fornecimento de OD. • Ajuste a qualidade da água bruta (adicione nitrogênio, fósforo, etc.)
		Ar está acumulado dentro da tubulação de permeado.	Prepare a tubulação de filtrado com água. Instale um equipamento para remoção de ar como uma bomba a vácuo. Recoloque a tubulação de filtrado.
4	A concentração de sólidos em suspensão na água permeada aumentou.	Um elemento e/ou tubo está rompido.	Vede o elemento e o bico do coletor ^{*1} . Substitua o cassete.
		Ocorreu um vazamento na tubulação de água permeada.	Inspeccione a peça defeituosa ^{*2} e corrija a falha.
		Há germes na membrana ou na linha de permeado.	Para limpar a tubulação de água permeada, injete uma solução de hipoclorito de sódio com uma concentração efetiva de cloro de 100 a 200 mg/L.

*1: Mesmo que seja identificada uma causa dentro do tubo, ainda existe a possibilidade de contaminação no interior do elemento. Portanto, vede o elemento e o bico do coletor.

*2: Para verificar as juntas da tubulação e as soldas quanto a vazamentos aplicando pressão, tome cuidado para não aplicar pressão nos módulos de membrana.

XI. ANEXO

As informações a seguir são fornecidas no documento anexo separado:

- (1) Montagem dos Módulos
- (2) Montagem do Sistema de Trilhos Guia
- (3) Montagem dos Suportes.
- (4) Procedimento do teste de filtração com papel.

Este Manual de Instruções não visa garantir os resultados da aplicação das informações fornecidas aqui ou a segurança e a compatibilidade deste produto.

Antes de utilizar este produto, o usuário deve verificar a sua segurança e compatibilidade com a finalidade pretendida.

O conteúdo deste Manual de Instruções está sujeito a revisões periódicas.

É proibido o uso ou reprodução não autorizada deste manual.